



Universidad Científica del Perú - UCP
*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA
CIVIL**

TESIS

**COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS
TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN
LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE
PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN – 2020**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR (es):

**MARIN SAUCEDO, Kelly Judith
CIEZA BENAVIDES, Rosver Alexer**

ASESOR:

**M.Sc. RÍOS VARGAS, Caleb
Tarapoto – San Martín – 2021**

DEDICATORIA

A nuestros padres, ya que son el pilar fundamental y apoyo en nuestra formación académica, muchos de nuestros logros se los debemos a ustedes incluyendo este. Siempre nos motivaron a no bajar la guardia y luchar por alcanzar nuestros sueños.

A Dios quien ha forjado nuestro camino y nos ha dirigido por el sendero correcto, el que nos brinda sabiduría e inteligencia, pero sobre todo nos da fuerzas para salir adelante a pesar de las adversidades.

¡Este logro es para ustedes!

AGRADECIMIENTO

A: Dios

Por ser nuestro guía y acompañarnos en el transcurso de nuestra vida, brindándonos paciencia y sabiduría para culminar con éxito nuestras metas propuestas.

A: Mis Padres y Familiares

Quienes son nuestro motor y mayor inspiración, que a través de su amor, paciencia, buenos valores, nos ayudan a trazar nuestro camino.

A: Mi Alma Mater

Universidad Científica del Perú, por habernos brindado tantas oportunidades y enriquecernos en conocimiento.

A: Mi Asesor M.Sc. RÍOS VARGAS, Caleb, por habernos guiado, no solo en la elaboración de este trabajo de titulación, sino a lo largo de nuestra carrera universitaria

¡Este logro es gracias a ustedes!

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

La Tesis titulada:

**"COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES,
ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL
DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN –
2020"**

De los alumnos: **MARIN SAUCEDO KELLY JUDITH Y CIEZA BENAVIDES
ROSVER ALEXER**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó
satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje
de **15% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que
estime conveniente.

San Juan, 19 de marzo del 2021.



Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética - UCP

Urkund Analysis Result

Analysed Document: UCP_INGENIERIA
 CIVIL_2021_ROSVERCIEZA_KELLYMARIN_V1.pdf.pdf (D98657521)
Submitted: 3/17/2021 3:44:00 PM
Submitted By: revision.antiplagio@ucp.edu.pe
Significance: 15 %

Sources included in the report:

UCP_ingenieriacivil_2020_Tesis_MariselvaAngulo_CintiaZavaleta_V1.pdf (D90481757)
 UCP_ING. CIVIL_2021_TESIS_MERCYRAMOS_STHEFANYROBLEDO_V1.pdf (D96809080)
 6. Castro Inga. Rev. 1.pdf (D54439723)
 16324--Escola Langa, Edwin.pdf (D50750352)
 INFORME FINAL FEDU 2019-Rosa LLique.pdf (D83075154)
 LOZADA-INVESTIGACIONII-GRUPO-B-ICIVIL-2018IUSS.docx (D40514135)
 Tesis Bruno Yadin Ramirez Ponce.docx (D39151794)
 TFM LETICIA LÓPEZ LÓPEZ_ FEBRERO 2021.pdf (D95412427)
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23094>
http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/721/3/Rocio_Cinthia_Tesis_bachiller_2016.pdf
<https://core.ac.uk/download/pdf/270250577.pdf>
<https://core.ac.uk/download/pdf/187772745.pdf>
<https://docplayer.es/96561750-Facultad-de-ingenieria.html>
<https://docplayer.es/90777027-Universidad-nacional-del-centro-del-peru-facultad-de-ingenieria-civil.html>
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/UNAP/13319/4/Atencio_Huanacuni_Lidia_Luz.pdf.txt
<https://docplayer.es/152422075-Facultad-de-ingenieria.html>
<http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/6488/AN%C3%81LISIS%20DEL%20COMPORTAMIENTO%20FISICO-MECANICO%20DE%20LA%20ADICI%C3%93N%20DE%20CENIZA%20DE%20CASCARILLA%20DE%20ARROZ%20DE%20VARIEDAD%20BLANCO%20A%20UN%20SUELO%20ARENO%20ARCILLOSO%2010-10-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Instances where selected sources appear:

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

**FACULTAD DE
CIENCIAS E
INGENIERÍA**

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N° **180-2020-UCP-FCEI** del 10 de julio de 2020, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- | | |
|--|------------|
| • Ing. Enrique Napoleón Martínez Quiroz, M.Sc. | Presidente |
| • Ing. Víctor Eduardo Samamé Zatta, M.Sc. | Miembro |
| • Ing. Joel Padilla Maldonado, M. Sc. | Miembro |

Como Asesor: **Ing. Caleb Rios Vargas, M. Sc.**

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 19:00 horas del día 31 de marzo del 2021, modo virtual con la plataforma del ZOOM, supervisado en línea por la Secretaria Académica de la Facultad y el Director de Gestión Universitaria de la Filial Tarapoto de la Universidad, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **“COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020”**.

Presentado por los sustentantes:

**KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO y ROSVER ALEXER CIEZA
BENAVIDES**

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: ABSUELTAS

El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: APROBADA UNANIMIDAD (16)

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.



Presidente



Miembro



Miembro

APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto publico el día 31 de marzo a las 7.00 pm del 2021.



Ing. Enrique Napoleón Martínez Quiroz, M.Sc.
Presidente de Jurado



Ing. Víctor Eduardo Samamé Zatta, M.Sc.
Miembro del Jurado



Ing. Joel Padilla Maldonado, M.Sc.
Miembro del Jurado



Ing. Caleb Ríos Vargas, M.Sc.
Asesor

ÍNDICE DEL CONTENIDO

Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Acta de Sustentación	iii
Hoja de Antiplagio.....	iv
Índice de contenido	v
Índice de cuadros	vii
Índice de gráficos o figuras	viii
Resumen y palabras clave	x
Abstract	xi
Introducción	xii
CAPITULO I: MARCO TEÓRICO	1
1.1. Antecedentes del Estudio	1
1.1.1. Antecedentes internacionales	1
1.1.2. Antecedentes nacionales	2
1.1.3. Antecedentes Regionales	3
1.2. Bases teóricas.....	3
1.2.1. Suelos dispersivos	3
1.2.2. Características de erosión por dispersión	4
1.2.3. Identificación de suelos dispersivos.....	11
1.2.4. Mejoramiento de suelos dispersivos a través de la estabilización.....	14
1.2.5. Suelos tropicales	17
1.3. Definición de Términos Básicos	20
CAPITULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	22
2.1. Descripción del Problema	22
2.2. Formulación del Problema	24
2.2.1. Problema General	24
2.3. Objetivos	24
2.3.1. Objetivo General.....	24
2.3.2. Objetivos Específicos	25
2.4. Hipótesis.....	25
2.4.1. Hipótesis general.....	25
2.4.2. Hipótesis específica.....	25
2.5. Variables	26

2.5.1.	Identificación de variables	26
2.5.2.	Definición Conceptual y Operacionalidad de las Variables	26
2.5.3.	Operacionalización de las Variables	27
CAPITULO III: MÉTODOLÓGÍA		29
3.1.	Tipo y diseño de investigación.....	29
3.1.1.	Tipo de Investigación	29
3.1.2.	Diseño de la investigación	29
3.2.	Población y muestra.....	30
Ámbito geográfico		31
3.3.	Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	31
3.3.1.	Técnicas de Recolección de datos	31
3.3.2.	Instrumentos de Recolección de Datos	33
3.3.3.	Procedimiento de Recolección de Datos	33
CAPITULO IV. RESULTADOS.....		50
5.1.	Factores que intervienen en la investigación	50
1.	Geología del lugar	50
2.	Hidrología del lugar	51
3.	Suelo de la zona urbana de Pilluana.....	53
3.1.	Propiedades para la caracterización de los suelos en estado natural	54
3.1.1.	Trabajo de investigación de campo	54
1.	Reconocimiento de campo	54
2.	Exploración de campo mediante calicatas	54
3.	Excavación de calicatas.....	55
3.1.2.	Trabajo experimental de laboratorio	56
3.1.	Propiedades de los suelos estabilizados con cemento.....	68
3.1.1.	Determinación del Adictivo Estabilizante	68
3.1.2.	Propiedades Índice.....	70
1.	Límite Líquido (LL)	69
2.	Límite Plástico (LP)	69
3.	Índice Plástico (IP)	70
3.1.3.	Propiedades Mecánicas	70
1.	Compactación de suelos.....	70
2.	Relación soporte california.....	71
CAPITULO V. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		73
Referencias bibliográficas.....		76
Anexos.....		78

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Relación entre el % de dispersión y la cualidad del suelo.....	14
Tabla N° 02: Cemento requerido en volumen para estabilización efectiva de varios suelos	15
Tabla N° 03: Comportamiento típico de suelos tropicales peruanos.....	19
Tabla N° 04: Definición Conceptual de las Variables.....	26
Tabla N° 05: Operacionalización de las variables.....	28
Tabla N° 06: Instrumentos de Recolección de datos según normas.....	33
Tabla N° 07: Valores para el factor de corrección	37
Tabla N° 08: Precipitación Total Mensuales	53
Tabla N° 09: Resumen de Calicatas Excavadas	57
Tabla N° 10: Resumen del contenido de humedad (w)	58
Tabla N° 11: Resumen del Limite Liquido (LL)	60
Tabla N° 12: Resumen del Limite Plástico (LP)	60
Tabla N° 13: Resumen de los valores del Índice Plástico (IP)	61
Tabla N° 14: Resumen de los valores del Índice de consistencia (Ic)	61
Tabla N° 15: Resumen de los valores del Peso específico Relativo de los sólidos	62
Tabla N° 16: Resumen de clasificación de suelos SUCS y AASHTO	63
Tabla N° 17: Resumen de clasificación de suelos SUCS y AASHTO, Limites de consistencia, compactación y CBR	64
Tabla N° 18: Valores del PH del suelo	65

Tabla N° 19: Resultados mediante el Ensayo de Doble Hidrómetro	67
Tabla N° 20: resultados mediante el ensayo de Crumb.....	70
Tabla N° 21: Guía Referencial para la Selección del tipo de Estabilizador.....	71
Tabla N° 22: Valores del Límite Líquido con adicción de cemento.....	72
Tabla N° 23: Valores del Límite Plástico con adicción de cemento.....	72
Tabla N° 24: Valores del Índice Plástico con adicción de cemento.....	73
Tabla N° 25: Resumen de recolección de datos.....	80
Tabla N° 26: Resumen de recolección de datos.....	81

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Proceso de erosión regresiva que conduce a la tubificación (a) en un terraplén y (b) en la cimentación de una presa de tierra.....	9
Figura N° 02: Curvas granulométricas obtenidas con el ensayo del doble hidrómetro	14
Figura N° 03: Correlación entre los Límites de Consistencia.....	18
Figura N° 04: Diseño de investigación: Tratamiento de variables.....	29
Figura N° 05: Mapa de ubicación del Proyecto	30
Figura N° 06: Tipos de observación durante el procesamiento de datos.....	31
Figura N° 07: Ubicación referencial del proyecto	34
Figura N° 08: Alternativa 1 grafico estadístico de Precipitación Total Mensuales	53
Figura N° 09: Alternativa 2 grafico estadístico de Precipitación Total Mensuales	53
Figura N° 10: En la vista (a) se observa la presencia de zanjas y en (b) hilos de agua	54
Figura N° 11: excavación de calicatas	55
Figura N° 12: Curva granulométrica correspondiente a la calicata 1	58
Figura N° 13: Ensayo de Crumb en campo	65
Figura N° 14: Ensayo de Crumb a los 5 Minutos en campo con Agua Destilada	65
Figura N° 15: Ensayo de Crumb a los 5 Minutos Realizado en campo con Agua Natural	66

Figura N° 16: Tipo de suelo tropical	67
Figura N° 17: Variación del Límite Líquido con la adición del 0%, 4%, 8% y 12% ...	71
Figura N° 18: Variación del Límite Plástico con la adición del 0%, 4%, 8% y 12% ...	72
Figura N° 19: Variación del CBR con la adición del 0%, 4%, 8% y 12% 72	72

RESUMEN

En la investigación se identificó y caracterizó las propiedades físicas y mecánicas convencionales, también se realizó la determinación de las propiedades mineralógicas y dispersivas. Considerando como principal objetivo la estabilización del suelo con la adicción de cemento Portland y su influencia en el comportamiento mecánico de los suelos de la zona urbana del distrito de Pilluana.

Para determinar las propiedades físicas y mecánicas se siguió la metodología de Terzaghi y las normas vinculantes en todas las propiedades índice de los suelos. Así mismo en lo referente a las propiedades mecánicas, en cuanto a la compactación de suelos mediante el método del Proctor Modificado y la resistencia del suelo mediante el método de Relación Soporte California (CBR). Para identificar el tipo de suelo tropical se realizó la correlación entre los límites de consistencia y para la erosión o dispersión la metodología de Crumb.

Se determinó que los suelos de la zona urbana del distrito de Pilluana presentan un suelo tropical del tipo Laterita Arcillosa, además si tiene propiedades dispersivas. El suelo es arcilloso de baja plasticidad, siendo la resistencia del terreno o la Relación Soporte California (CBR) igual a 4.1% al 95%DSM de pobre a regular según (MTC); los valores de la estabilización de suelos con cemento al 4%, 8%, 12% son 7.7%, 13.6% y 21.6% respectivamente.

Finalmente, concluimos que los suelos tropicales de la zona urbana del distrito de Pilluana son del tipo Laterita Arcillosa, además de tener propiedades dispersivas. De acuerdo a la estabilización con cemento, para una subbase son de regular a buena, según su índice CBR.

Palabras claves – Suelo dispersivo, Suelo Tropical, Suelos Estabilizado, Comportamiento mecánico.

ABSTRACT

In research was identified and characterized the conventional physical and mechanical properties, the determination of mineralogical and dispersive properties was also carried out. Considering as the main objective the stabilization of the soil with the addition of Portland cement and its influence on the mechanical behavior of the soils in the urban area of the Pilluana district.

To determine the physical and mechanical properties, the Terzaghi methodology and binding standards were followed in all index properties of the soils. Also, with regard to mechanical properties, in terms of soil compaction using the modified Proctor method and soil resistance using the California Support Ratio (CBR) method. To identify the type of tropical soil, the correlation between the consistency limits and the Crumb methodology for erosion or dispersion was carried out.

It was determined that the soils of the urban area of the Pilluana district present a tropical soil of the Laterite Arcillosa type, in addition to having dispersive properties. The soil is clayey with low plasticity, being the soil resistance or the California Support Ratio (CBR) equal to 4.1% al 95%DSM from poor to fair according to (MTC); the values of soil stabilization with cement to 4%, 8%, 12% are 7.7%, 13.6% y 21.6% respectively.

Finally, it is concluded that the tropical soils of the urban area of the Pilluana district are of the Laterite Arcillosa type and present dispersive properties. According to the stabilization of the cement, for a subbase they are fair to good, according to its CBR index.

Keywords – Dispersive soil, Tropical soil, Stabilized soils, Mechanical behavior

INTRODUCCIÓN

En la investigación se identificó y caracterizó las propiedades físicas y mecánicas convencionales, también se realizó la determinación de las propiedades mineralógicas y dispersivas, así como la estabilización de suelos con adicción de cemento portland.

Alva, J. y Garay, H. (2011), Indican que la opción más simple y económica para conocer arcillas dispersivas es emplear los ensayos de Crumb y de Pinhole. Armas, R. y González, Y. (2008), Consideran que la estabilización de suelos dispersivos con cemento Portland está estrechamente relacionada con el proceso de compactación de la mezcla suelo - cemento, obteniéndose resultados satisfactorios cuando se alcanzan grados de compactación superiores al 95% de la densidad seca máxima alcanzada en el laboratorio.

Debido al poco interés y desconocimiento acerca del comportamiento mecánico de las arcillas sobre todo en nuestra región; la cual es una de las zonas con problemas de deformaciones y asentamientos constantes, se ha optado por la estabilización con cemento la cual mejora las características físicas y mecánicas de los suelos tropicales.

Por ello nuestro proyecto tiene como principal objetivo la estabilización del suelo con la adicción de cemento Portland y su influencia en el comportamiento mecánico de los suelos de la zona urbana del distrito de Pilluana.

CAPITULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes del Estudio

1.1.1. Antecedentes internacionales

Martínez, V. (2018), en su tesis de grado titulada “Caracterización del grado de dispersión en arcillas de la zona Sur-Oeste de la cuenca sedimentaria de Loja, para determinar potencial de generación de procesos de piping”, para optar el título de Ingeniería en Geología y Minas, en la Universidad Católica de Loja.

En la cual determinó el nivel de dispersión de arcillas en la zona Sur-Oeste de la cuenca de Loja, llegando a resultados de presencia de suelos arcillosos ácidos con pH entre 5.7 a 7, calificándolo como dispersivos a muy dispersivos, los ensayos que califican con mayor dispersión es el de Crumb, con el uso de agua en condiciones normales y destilada, identificándose arcillas dispersivas, como manifiesta en sus conclusiones, que en la zona Sur-Oeste de la cuenca de Loja, si existe la presencia de arcillas desde no dispersivas hasta muy dispersivas y manifiesta que, en la zona existen taludes en peligro de colapso por la presencia de zanjas que en el tiempo aumentan sus dimensiones, (Martínez, V 2018, pág. 57).

En la investigación se realizará la identificación caracterización y luego la determinación del comportamiento mecánico evaluando mediante los ensayos del CBR, por lo tanto se considerarán los valores investigados por Martínez, V. (2018) y valorar nuestros resultados, mediante los métodos de Crumb y doble hidrómetro, mediante ensayos de laboratorio usados para la identificación y precisar cómo actúa el proceso químico de los minerales del cemento en la masa del suelo de nuestra zona de estudio.

Armas, R. y González, Y. (2008), en la 14 Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura, sobre Identificación y Estabilización de Suelos Dispersivos presentada en la Habana, Cuba, en la cual los autores citan el

estudio realizado por Indraratna et al., (2008), manifiestan que el cemento Pórtland, también ha sido utilizado para estabilizar los suelos dispersivos. Consideran que la estabilización de suelos dispersivos con cemento Pórtland está estrechamente relacionada con el proceso de compactación de la mezcla suelo - cemento, obteniéndose resultados satisfactorios cuando se alcanzan grados de compactación superiores al 95% de la densidad seca máxima alcanzada en el laboratorio, en dicho estudio no especifican la energía de compactación utilizada, (Armas, R. y González, Y. 2008, pág. 7).

1.1.2. Antecedentes nacionales

Alva, J. y Garay, H. (2011), En su Artículo Científico "*Identificación y Ensayos en Suelos Dispersivos*" describen de manera general que las arcillas dispersivas tienen características de fácil erosión y se debe a las propiedades físicas y químicas observándose que las partículas individuales de la arcilla tienden a dispersarse y se rechazan en la presencia del agua relativamente pura, llegando a establecer que la principal diferencia entre las arcillas dispersivas y las ordinarias es su Resistencia a la erosión; las arcillas aparecen en la naturaleza de los cationes en los poros del agua de la masa de arcilla. Las arcillas dispersivas tienen una preponderancia de cationes de sodio, en tanto las arcillas ordinarias tienen una preponderancia de cationes de calcio, potasio y magnesio en el agua de poros, (Alva, J. y Garay, H, 2011).

En sus conclusiones indican la principal importancia de realizar los ensayos para la identificación real de las arcillas dispersivas, que son la causa de fallas en presas de tierra y serias erosiones en otras estructuras de tierra y recomiendan utilizar más de un ensayo para comprobar la dispersividad de un suelo. Indican que la opción más simple y económica es emplear los ensayos de Crumb y de Pinhole, (Alva, J. y Garay, H, 2011).

1.1.3. Antecedentes Regionales

Actualmente no contamos con estudios similares, lo cual es el inicio de un largo camino de investigación que nos queda por realizar en el tema y poder correlacionar resultados existentes con nuestra investigación, parámetros que nos permitan inferir respuestas al comportamiento de los suelos dispersivos.

En la investigación identificamos la probable presencia de suelos dispersivos, mediante la determinación de las características físicas y observamos la influencia de los suelos arcillosos, presentes en el territorio de la zona urbana del distrito de Pilluana y poniendo atención en el aumento y disminución del contenido de humedad, característica causante de la dispersión y pérdida de la capacidad de resistir cargas, generándose el deslizamiento y como consecuencia se puede producir el colapso de la estructura, (Braja M. Das 2007, pág. 696).

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Suelos dispersivos

Las arcillas dispersivas en primer lugar han sido conocidas por los ingenieros agrónomos desde el siglo XIX, pero no interpretado el fenómeno de dispersión y que recién se inicia con las investigaciones, aproximadamente en la mitad del siglo XX. Y tomando relevancia este conocimiento en las disciplinas de ingeniería civil e hidráulica por primera vez en la década de 1960, como consecuencia de la falla por sifonamiento de las presas en Australia, las mismas que fueron construidas con suelo arcilloso. Desde entonces se viene investigando, con referencia a las normas que actualmente se cuentan, para el proceso de identificación de arcillas dispersivas, ya que las mismas no pueden ser identificadas por los ensayos de laboratorio convencionales normados como la clasificación visual, gravedad específica, granulometría, o límites de consistencia, (Cabrera, E. y Delgado, J. 2015, pág. 15).

Según la CONA-México (2007, pág. 67) en el Manual de agua potable alcantarillado y saneamiento, se describe que las arcillas dispersivas, cuyas características especiales, se conocen desde hace cerca de cincuenta años y su investigación tiene importancia en la práctica de la ingeniería civil e hidráulica, empezándose a dar a conocer apenas desde los años de 1960 y data los eventos catastróficos de muchas de las presas de tierra pequeñas que fallaron debido a la tubificación en arcillas dispersivas. También se recalca que este tipo de suelo no puede identificarse por pruebas índice convencionales tales como clasificación visual, granulometría o límites de consistencia, por lo tanto, a la fecha muchas investigaciones se han encaminado a establecer procedimientos para su identificación.

A la fecha poco se ha investigado sobre el comportamiento de arcillas dispersivas, a pesar de las enseñanzas de la naturaleza y debido a los daños potenciales que puede causar a las obras hidráulicas y claro menos también en obras civiles como carreteras entre otras, no se le ha dado la debida importancia por parte de los profesionales involucrados en la necesidad de los estudios geotécnicos, con excepción de aquellos involucrados en el diseño y construcción de grandes presas de tierra, (CONA – México 2007, pág. 67).

1.2.2. Características de erosión por dispersión

Según la CONA-México (2007, pág. 67) en el Manual de agua potable alcantarillado y saneamiento, manifiesta que los limos no cohesivos y arenas de finas a muy finas son altamente susceptibles a la erosión. Este fenómeno, se produce por la dinámica externa y ocurre bajo condiciones de flujo de agua pluvial y fluvial en donde influye la velocidad, el gradiente hidráulico y fuerzas de arrastre ocasionan grandes movimientos de masa de suelos a favor de la pendiente. En cambio, las arcillas que no se ubican en este grupo se consideran resistentes a la erosión, siempre con la condicionante que el flujo de agua sea menor o igual a 1 m/seg. En cambio, en las arcillas dispersivas la erosión ocurre cuando el flujo de agua es de

baja velocidad, por lo que la dispersión o erosión de estas arcillas tiene causas distintas a los efectos asociados a la erosión de suelos granulares. Y consideran que las propiedades físico químicas son las causantes. Así tenemos:

a) Características químicas

Las arcillas dispersivas presentan una resistencia a la erosión cuando las condiciones químicas en que se encuentran son similares al ambiente en que se formaron. La cual se ve afectada cuando el ambiente es modificado. Si la arcilla dispersiva está sumergida en un medio continuo (agua), los minerales de arcillosa se comportan como partículas granulares, estas pierden la atracción electroquímica y se mantienen suspendidas y fácilmente pueden ser transportadas por el flujo de agua. Generándose una mayor erosión de estas que de las arenas finas y limos, (CONA-México, 2007, pág. 67)

Teniendo gran influencia en el fenómeno de dispersión, la mineralogía y la composición química de las arcillas, así como las sales disueltas en el agua pura y en el agua que causa la erosión. Considerándose como la principal diferencia entre las arcillas dispersivas y las resistentes a erosión radica en la naturaleza de los cationes en el agua de poro que se encuentra en la masa del suelo. Las arcillas dispersivas contienen cationes de sodio mientras que las arcillas normales contienen mayor proporción de cationes de calcio, potasio y magnesio en el agua de poro, (CONA-México, 2007, pág. 67).

Según Kendol (1991), dice que las arcillas dispersivas al tener una gran tendencia a ser erosionables por dispersión, tienen relevancia la mineralogía y sus propiedades químicas de las arcillas, así como las sales disueltas en el agua entre los poros de la masa de suelo y en el flujo de agua erosionable. Este flujo puede ser lento y tiene la característica de erosionar rápidamente a las arcillas, siendo incluso más rápido en comparación con suelos no cohesivos, como las arenas finas y limos. Los

coloides y cationes de las moléculas de arcilla son separados y arrastrados por el flujo de agua de salida del flujo de filtración, aún con la presencia de un filtro. Esta erosión puede comenzar en una grieta seca, una hendidura por asentamiento, una fractura hidráulica u otro canal de alta permeabilidad en una masa de suelo,

b) Características Ambientales

Geología

No contamos con evidencias científicas que se relacione algún origen geológico específico, pero se ha encontrado su presencia en arcillas formadas en ambiente aluvial, depósitos de laguna, loess y depósitos en planicies bajas inundables. De aquí la importancia que tiene en la construcción de obras hidráulicas porque muchas de ellas, como presas, defensas y canales, se construyen en los suelos mencionados. En algunas áreas, los depósitos marinos originados por argilita y lutita tienen sales en el agua de poro, por lo que los suelos producto de estos depósitos también son dispersivos, (CONA-México, 2007, pág. 68).

Topografía

La presencia de arcillas dispersivas tiene como característica en zonas de topografía accidentada y su reconocimiento es mediante unas zanjas que parecen cortadas con sierra, hombro sinuoso y profundo, canales y túneles de reciente formación. En áreas planas y francamente onduladas, es difícil de encontrar evidencias de arcillas dispersivas porque en la superficie se deposita un estrato de protección de arena limosa debajo del cual se esconden las arcillas dispersivas. La ausencia de evidencias de erosión superficial no necesariamente indica que no se tengan arcillas dispersivas, (CONA-México, 2007, pág. 68).

Color

En la naturaleza a las arcillas dispersivas podemos caracterizar por presentar un color rojizo, café, gris, amarillo o una combinación de estos colores, (CONA-México, 2007, pág. 68).

Clima

Desde los fallos de las presas en Australia en la década de 1960, se iniciaron los primeros estudios, indicando que los suelos dispersivos, son aquellos formados en climas áridos y semiáridos y en áreas de suelos alcalinos. En años recientes también se ha reportado el problema en zonas de climas húmedos, (CONA-México, 2007, pág. 68).

c) Características mecánicas

En los suelos es costumbre considerar el estado de los esfuerzos y que están relacionados con el estado de compactación, permitiendo un mejor comportamiento frente a fuerzas externas, claro que interviene el estado fisicoquímico que tienen las arcillas dispersivas y el ambiente físico en que ellas se han formado pueden propiciar una erosión interna, en una obra los suelos se excavan y son transportados al lugar de la obra pudiendo ser una presa o un terraplén, la erosión por dispersión se producirá si no se considera el efecto de la humedad y el esfuerzo de compactación y sistemas de compactación, (Tschebotarioff, G. 1963, pág. 542).

La geodinámica externa como la caída y el flujo de agua causan la erosión y puede ocurrir en suelos granulares y cohesivos (arcillas), en este contexto la erosión es mayor si las arcillas son dispersivas. La erosión externa también conocida como tubificación, tendrá lugar en el talud aguas arriba o en el lado aguas abajo del terreno de fundación por ejemplo de un terraplén, la cual comienza con un fuerte gradiente hidráulico de salida arrastrando, por su alta fuerza de filtración, las partículas de suelo que ya se encuentran en un estado suelto, de manera que el tubo o túnel formado se propaga desde aguas abajo hacia aguas arriba. La presa puede fallar

por tubificación si el túnel llega a alcanzar la zona aguas arriba, (CONA-México, 2007, pág. 69).

El comportamiento dispersivo interno que se desarrolla en los suelos causa la erosión interna en arcillas dispersivas. El arrastre de partículas genera la formación de un túnel y tiene origen en cualquier zona del talud aguas arriba y se propaga hacia aguas abajo, entonces las arcillas se dispersan. Si en el talud existe presencia de grietas y si las arcillas se encuentran en esa zona, las grietas se agrandan, generándose mayor erosión. Las fuerzas de arrastre en las partículas de suelo se observan en la turbiedad del agua en la zona de aguas arriba o la de aguas abajo, (CONA-México, 2007, pág. 69).

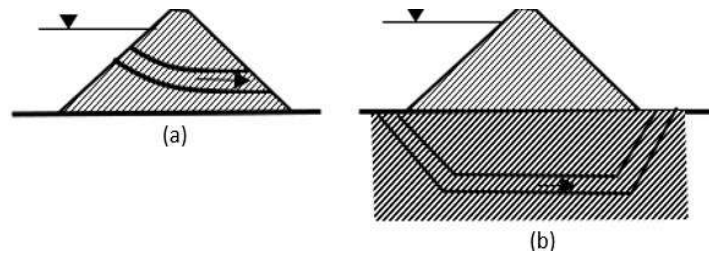
La velocidad del flujo controlada y en dependencia del gradiente hidráulico y modelado mediante la ley de Darcy (1956), la tubificación estará controlada por este fenómeno y al encontrarse las partículas en suspensión el material será de fácil arrastre, la erosión interna estará influenciada por la característica dispersiva del material, el flujo de agua y la presencia de grietas en el talud, (CONA-México, 2007, pág. 69).

Las precipitaciones de intensas lluvias ocasionan la erosión superficial y los túneles formados superficialmente pueden conectarse con los originados internamente produciendo una erosión más extensa, (CONA-México, 2007, pág. 69).

En una masa de suelo, como presas, terraplenes, las grietas pueden originarse por secado, por asentamiento diferencial o saturación, y por pequeñas masas de alta permeabilidad en un suelo de características homogéneas. La presencia de obras de concreto y presencia de roca genera la interacción de suelo estructura, generándose las condiciones propicias para una erosión interna. Cuando el esfuerzo vertical de suelo disminuye, de tal manera que, bajo el efecto de flujo de agua, el esfuerzo efectivo tiende a cero y el suelo se encuentra eventualmente en un estado de flotación. Una erosión interna no ocurre en materiales arenosos y puede

ocurrir en todas las arcillas, independiente de que sean dispersivas, (CONA-México, 2007, pág. 69).

Figurara 1: Proceso de erosión regresiva que conduce a la tubificación (a) en un terraplén y (b) en la cimentación de una presa de tierra



Fuente: Elaboración propia 2020

d) Características físicas y mecánicas convencionales

Es de interés de la ingeniería, el estudio de los suelos y determinar sus características físicas y mecánicas de los suelos que conforman el terreno de fundación y suelos a la profundidad requerida o hasta la profundidad Z, donde se disipan las cargas y definir en forma objetiva el valor soporte california, que permita cuantificar la valoración del terreno de fundación y poder definir el mejoramiento de suelos.

Características Físicas:

Contenido de humedad (Ref. NTP 339.127, ASTM D2216 – 92)

El contenido de humedad de una muestra indica la cantidad de agua contenida en su masa, la cual es directamente proporcional al peso del agua e inversamente proporcional al peso del suelo seco. Esta propiedad es variable puesto que depende de las condiciones atmosféricas, por lo que es necesario realizar lo más rápido posible para evitar distorsiones en los cálculos, (apuntes de clase del Ing. Martínez, E, 2018)

Análisis granulométrico (ref. NTP.339.128, ASTM D422)

Es la distribución de las partículas de un suelo de acuerdo a su tamaño de partículas y se determina por tamizado por mallas mayores a 0.075 mm utilizando el método de análisis mecánico mediante tamices de

abertura normadas respectivamente, (Braja, M. Das 2007, pág. 2).

Límite líquido (ref. NTP339.129 ASTM D4318)

Cuando un suelo es arcilloso que pasa la malla N° 200 y dependiendo del contenido de humedad natural y variable en el tiempo, este tipo de material actúa como ligante en la preparación de diferentes materias que se usan para pisos, pavimentos, entre otros. Este material tiene la propiedad de pasar de los estados semilíquido, plástico, semisólido y seco respectivamente y el límite líquido es el contenido de agua que se encuentra entre los estados Semilíquido-plástico, (Braja, M. Das 2007, pág. 15).

Límite plástico (ref. NTP339.129 ASTM D4318)

El límite plástico se ha definido arbitrariamente como el contenido de humedad del suelo al cual un cilindro de éste, se rompe o resquebraja al amasado presentando un diámetro de aproximadamente 3mm, (Braja, M. Das 2007, pág. 15).

Clasificación de suelos método SUCS Y AASHTO

Los diferentes tipos de suelos son definidos por el tamaño de las partículas, dividen a estos en grupos y sub grupos en base a las propiedades ingenieriles basándose en el tamaño de partículas y plasticidad respectivamente, (Braja, M. Das 2007, pág. 17).

Características Mecánicas:

Los ensayos para definir las propiedades mecánicas, permiten determinar la resistencia de los suelos o comportamiento frente a las sollicitaciones de cargas.

Proctor Modificado (ref. MTC E 115-2000)

Debido al rápido desenvolvimiento del equipo de compactación de campo comercialmente disponible, la energía de compactación ha aumentado y por eso, con el propósito de reproducir en el laboratorio las condiciones de compactación de campo, ha sido necesario modificar la prueba de Proctor, de modo que conservando el número de golpes por capa se eleva el número de esta de 3 a 5,

aumentando al mismo tiempo el peso del pistón (4.5 Kg.) y la altura de caída de 18", respectivamente la máxima densidad seca obtenida con esta mayor energía de compactación resultará mayor que la densidad seca (Ds) obtenida en la prueba Proctor Estándar, y consecuentemente la humedad optima será menor que aquel caso, (apuntes de clase del Ing. Martínez, E. 2016, pág. 56)

Relación soporte california (CBR) (ref. MTC EM 132-2000)

Determinación de la resistencia del terreno a la penetración de un pistón de área = 3 plg^2 , representada en una muestra de suelo compactado al óptimo contenido de humedad expresado como un número, (apuntes de clase del Ing. Martínez, E. 2016, pág. 60)

1.2.3. Identificación de suelos dispersivos

1. Ensayos de campo

Para la identificación de suelos dispersivos en el campo o In Situ, tienen gran importancia como una evaluación preliminar de las características dispersivas de los suelos. Las querrán corroboradas con los ensayos de laboratorio. En esta investigación se ha realizado las siguientes pruebas, (CONA-México, 2007, pág. 70).

a) Prueba de caída de agua

Se prepara una muestra de arcilla colocada en un depósito y luego se dejan caer gotas de agua sobre la muestra. En la parte inferior de la muestra se recoge el agua en una baso y de acuerdo a la turbidez del agua nos mostrará el producto de la erosión y se podrá evaluar cualitativamente el grado de dispersión, (CONA-México, 2007, pág. 70).

b) Evidencia de erosión en el campo

El reconocimiento visual de los rasgos de erosión causados por lluvia y flujo superficial en márgenes de ríos, quebradas y taludes pueden proporcionar un buen indicador de la dispersividad de suelo, (CONA-México, 2007, pág. 71).

2. Ensayos de laboratorio

En la actualidad se cuenta con cuatro ensayos de laboratorio para la identificación de arcillas dispersivas. Se ha observado que existe una gran diferencia en cuanto a su erosionabilidad aun cuando los materiales tengan una apariencia visual idéntica o las propiedades índices sean iguales, cuando las muestras son tomadas de lugares cercanos uno o dos metros de distancia entre sí, (CONA-México, 2007, pág. 71).

a) Ensayo de Emerson Crumb

Este ensayo se conoce también como ensayo de del terrón sumergido o desmenuzamiento, fue desarrollado como un procedimiento simple para identificar el comportamiento dispersivo en el campo, pero es usado ahora también en el laboratorio, y se encuentra normado según el United States Bureau of Reclamation (USBR). Este ensayo se desarrolla de forma muy simple, consiste en preparar un espécimen en forma de cubo, de unos 15 mm de arista (1/4" a 3/8") secado al aire y temperatura ambiente; una vez elaborado se sumerge en un recipiente con 250 ml de agua destilada y pasados de 5 a 10 minutos se observa la tendencia de las partículas de arcilla, en el proceso de hidratación, a deflocularse y entrar en suspensión, formando una suspensión coloidal, enturbiando el agua, (CONA-México, 2007, pág. 71).

La dispersividad de la muestra se valora de la siguiente manera:

Grado 1: No se observa reacción. La muestra se desmorona y esparce en el fondo del recipiente sin enturbiar el agua.

Grado 2: Reacción ligera. Débil turbulencia en el agua próxima a la superficie del terrón.

Grado 3: Reacción moderada. Turbulencia coloidal en suspensión, fácilmente distinguible, y que se esparce por el fondo del recipiente.

Grado 4: Reacción fuerte. La turbulencia cubre el fondo del recipiente y puede llegar a expandirse en todo el volumen de agua.

b) Ensayo del doble hidrómetro

Es un ensayo de dispersión en porcentaje según la norma de la Asociación de Australia, 1980, o ensayo del Servicio de Conservación del Suelo (S.C.S) de EEUU, este último calificativo debido a la amplia utilización por parte de esta entidad desde 1940. Se encuentra normado según la ASTM D 4221-99, (CONA-México, 2007, pág. 71).

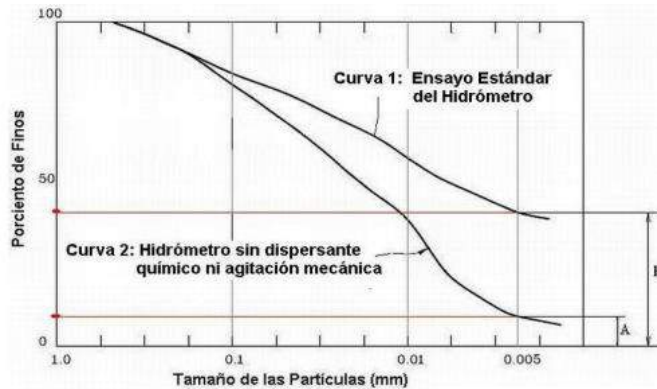
Este ensayo consiste en determinar la distribución granulométrica del suelo en cuestión mediante el ensayo de Hidrómetro, y paralelamente realizar un segundo ensayo de Hidrómetro a una muestra idéntica, pero sin agitación mecánica ni defloculante químico. A partir de los resultados de ambos Hidrómetros, se calcula el porcentaje de dispersión como la razón entre el porcentaje de partículas de 0,005 mm de diámetro, obtenido en el segundo Hidrómetro, respecto al de partículas de igual diámetro, obtenido en el primero, (CONA-México, 2007, pág. 71).

El porcentaje de dispersión de las partículas del suelo se determina mediante la siguiente expresión:

$$P = \frac{A}{B} \times 100$$

Dónde: A es el porcentaje de suelos más finos que 0,005 mm para el ensayo sin dispersante, B es el porcentaje de suelos más finos que 0,005 mm para el ensayo con dispersante.

Figura 2: Curvas granulométricas obtenidas con el ensayo del doble hidrómetro



Fuente: (Alva, J. y Garay, H, 2011).

Para evaluar el grado de dispersión siguiendo la técnica del doble hidrómetro en este ensayo se adopta la relación que se muestra en la tabla 1:

Tabla 1: Relación entre el % de dispersión y la calidad del suelo

Porcentaje de dispersión	Grado de dispersión
< 30	No dispersivo
30 a 40	Intermedia
> 50	Dispersivo

Fuente: Alva, J y Garay, H. (2011).

1.2.4. Mejoramiento de suelos dispersivos a través de la estabilización

Como antes se ha explicado, existen procesos de mejoramiento y estabilización de suelos, encaminados a variar propiedades físicas y/o mecánicas de los mismos. En el caso del fenómeno de dispersión en los suelos, es aplicable el término de estabilización.

Estabilización Química

La estabilización química surge durante la Segunda Guerra Mundial, cuando el avance de la ciencia y el vertiginoso desarrollo industrial permitió la obtención de productos y sustancias con marcada influencia en el comportamiento mecánico de los suelos, y cuyos resultados se probaron a

través de su aplicación práctica en la construcción acelerada de carreteras y aeropistas con fines bélicos, (Braja M. Das 2007, pág. 764)

En la ingeniería es adecuado el mejoramiento de suelos, para lograr mejores características y que cumplan los requerimientos de las solicitudes, siendo los suelos granulares y los suelos arcillosos con baja plasticidad se han obtenido resultados más adecuados para la estabilización con cemento. Las arcillas cálcicas se estabilizan más fácilmente mediante la adición de cemento, en tanto que las arcillas sódicas e hidrogenadas, que son de naturaleza expansiva, responden mejor a la estabilización con cal. Por estas razones, se debe tener mucho cuidado en la selección del material estabilizante, (Braja M. Das 2007, pág. 764).

Tabla 2: Cemento requerido en volumen para estabilización efectiva de varios suelos

Clasificación AASHTO	Clasificación SUCS	Porcentaje de cemento en volumen
A - 2 y A - 3	GP, SP y SW	6 a 10
A - 4 y A - 5	CL, ML y MH	8 a 12
A - 6 y A - 7	CL, CH	10 a 14

Fuente: Braja M. Das (2007, pág. 765)

Cemento Portland tipo I

Según Villanueva, H. et all (2018), El Cemento Pórtland tipo I es un producto que se obtiene mediante la pulverización conjunta de Clinker, yeso y en ocasiones caliza en pequeñas proporciones. El Clinker es un mineral artificial y está compuesto esencialmente de silicatos de calcio producidos a partir de materiales calcáreos y correctores de sílice, alúmina y hierro en un proceso efectuado a temperaturas cercanas a los 1450°C. Este tipo de cemento sigue los requisitos de la Norma Técnica Peruana 334.009 y de la ASTM C 150. Es un cemento de uso general, para proyectos que no requieran propiedades especiales.

Propiedades físicas:

1. Contenido de Aire, 12% máximo, normas de referencia ASTM C150, NTP 334.009 y normas de ensayo ASTM C185, NTP 334.048
2. Expansión en autoclave, 0.80% máximo, normas de referencia ASTM C150, NTP 334.009 y normas de ensayo ASTM C151, NTP 334.004
3. Peso unitario (Neto), 41.65 Kg mínimo, normas de referencia ASTM C150, NTP 334.009
4. Peso promedio por lotes de 50 bolsas (Neto), 42.5 Kg mínimo, normas de referencia ASTM C150, NTP 334.009.
5. Finura
6. Superficie Específica $2,600 \frac{cm^2}{gr}$: normas de referencia ASTM C150, NTP 334.009, normas de ensayo ASTM C204 NTP 334.002

Propiedades químicas:

1. SO₃ 3% máximo, normas de referencia ASTM C150, NTP 334.009 y normas de ensayo ASTM C114, NTP 334.086
2. MgO 6% máximo, normas de referencia ASTM C150, NTP 334.009 y normas de ensayo ASTM C114, NTP 334.086
3. Pérdida por Ignición 3.5% máximo, normas de referencia ASTM C150, NTP 334.009 y normas de ensayo ASTM C114, NTP 334.086
4. Residuo insoluble 1.5% máximo, normas de referencia ASTM C150, NTP 334.009 y normas de ensayo ASTM C114, NTP 334.086

Propiedades mecánicas:

1. Resistencia a la compresión a 1 día, 1740 psi mínimo, normas de ensayo ASTM C109, NTP 334.051
2. Resistencia compresión a 3 días, 1740 psi mínimo, normas de referencia ASTM C150, NTP 334.009 y normas de ensayo ASTM C109, NTP 334.051
3. Resistencia compresión a 7 días, 2760 psi mínimo, normas de referencia ASTM C150, NTP 334.009 y normas de ensayo ASTM C109, NTP 334.051
4. Resistencia compresión a 28 días, 4060 psi mínimo, normas de referencia ASTM C150, NTP 334.009 y normas de ensayo ASTM C109, NTP 334.051
5. Tiempo de Fraguado Vicat:
6. Fraguado Inicial: 45 minutos mínimo, normas de referencia ASTM C595, NTP 334.090, normas de ensayo ASTM C191, NTP 334.006
7. Fraguado Final: 475 minutos mínimo, normas de referencia ASTM C150, NTP 334.009, normas de ensayo ASTM C191, NTP 334.006

1.2.5. Suelos tropicales

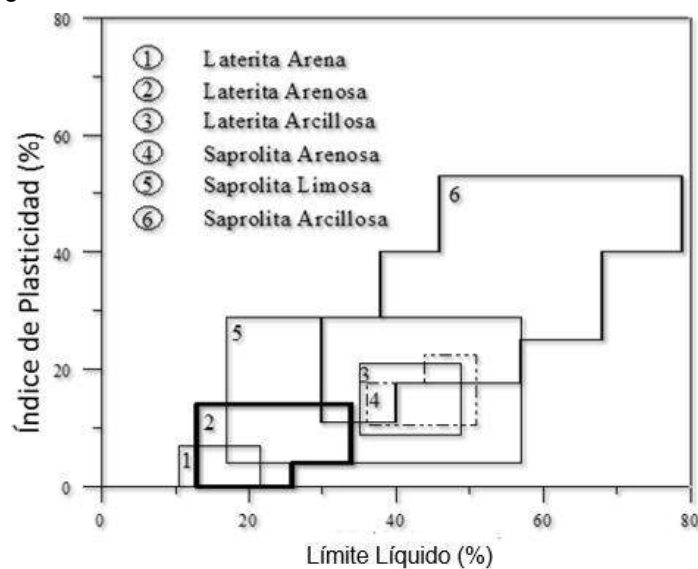
En la selva alta se encuentran rocas ígneas y sedimentarias, esto es granitos, andesitas y volcánicos; mientras que en la selva baja predominan rocas sedimentarias del terciario y cuaternario principalmente areniscas, lutitas y arcillas, (Carrillo, A. 1978).

La composición química y mineralógica de las rocas es una de las principales características de la formación del suelo tropical, pues sus propiedades están relacionadas con su contenido de metales. El proceso de transformación de la roca madre en suelo no alcanza un estado de

equilibrio permanente, continuamente van cambiando los procesos que intervienen: la desintegración mecánica y la descomposición química, (Carrillo, A. 1978).

Algunos tipos de suelos de los taludes en selva tropical. Como los suelos saprolíticos (originados de rocas ricas en cuarzo tales como granitos, neis, areniscas y cuarzos impuros) o no-lateríticos (resultantes del intemperismo tropical de rocas metamórficas y volcánicas, de constitución predominante de feldspatos, micas y cuarzos), son aquellos originados por la intemperización de la roca en el lugar, conservando sus condiciones de macro estructura, mineralogía y granulometría, Su clasificación de los suelos tropicales, (Carrillo, A. 1978).

Figura 3: Correlación entre los Límites de Consistencia



Fuente: Carrillo, A. (1978).

De las experiencias obtenidas al tratar el mejoramiento a través de la estabilización de los suelos tropicales con cal, se ha observado que las mezclas de suelos saprolíticos con esta concentración de químico presentan estadísticamente mayores resistencias que con el suelo laterítico si se consideran los mismos porcentajes de cal y tiempo de cura, (Castillo, A. 1978).

Tabla 3: Comportamiento típico de suelos tropicales peruanos

Tipo de suelo	Soporte y Resistencia	Expansión	Contracción	Permeabilidad	Succión	Erosión Hídrica
1. Laterita Arena (LA)* (SP, SC) **	Alto	Baja	Baja	Baja a media	Baja	
2. Laterita Arenosa (LA) (SC)	Alto	Baja	Baja a Media	Baja	Baja	
3. Laterita Arcillosa (LG) (MH, ML, CH, OH)	Baja	Baja	Media a Elevada	Baja	Baja	Media
4. Saprolita Arenosa (NA) (SM, SC, ML, OL)	Aceptable	Baja	Baja a Media	Baja	Baja a Media	Alta
5. Saprolita Limosa (NS), (SM, CL, ML, MH, OH)	Baja	Elevada	Media	Baja a Media	Elevada	Elevada
6. Saprolita Arcillosa (NG) (MH, CH)	Baja	Media a elevada	Media a Elevada	Baja a Media	Media a Elevada	

Fuente: Castillo, A. (1978)

* Clasificación MTC y ** Clasificación SUCS

1.3. Definición de Términos Básicos

Suelo

Es la parte superior de la corteza terrestre, formada por la meteorización y descomposición de sus últimos niveles, cuya masa contiene la parte sólida, líquida y gas, (Juarez Badillo y Rico Rodriguez, 2006, pág. 33).

Arcillas

Viene hacer el material que pasa el tamiz N° 200 y sus partículas son menores al tamaño de 2 micras y se obtiene del ensayo de granulometría, (Braja M. Das. 2007, pág. 2).

Arcillas dispersivas

Son suelos en que el estado fisicoquímico de su fracción arcillosa es tal que en presencia del agua destilada o relativamente pura las partículas individuales de arcilla se defloculan y se rechazan entre sí. Las arcillas que se encuentran en este estado son altamente susceptibles a erosión o tubificación bajo el flujo de agua, (CONA-México, 2007, pág.67)

Plasticidad en suelos

Se dice que un suelo es plástico cuando tiene la capacidad de deformarse y remodelarse sin sufrir agrietamiento y depende del contenido de arcilla y de la humedad, (Juárez Badillo y Rico Rodríguez, 2005, pág. 375)

Compactación de suelos

Viene hacer el mejoramiento del suelo con fines ingenieriles, con lo cual los suelos son capaces de resistir las cargas impuestas por las obras civiles, en los ensayos de laboratorio se determina la densidad seca máxima vs el óptimo contenido de humedad, (Juárez Badillo y Rico Rodríguez, 2005, pág. 126).

Relación de soporte california

Es la resistencia del suelo que ofrece a la penetración de un pistón de

3" de área y es la medida de la capacidad de carga del terreno de fundación en carreteras, (MTC. 2013, pág. 33).

Cemento Pórtland

Es el producto obtenido por pulverización fina de Clinker producido por una calcinación de una mezcla íntima, rigurosa y homogénea de materiales arcillosos y calcáreos, con adición eventual de sulfato de calcio sin adición posterior a la calcinación, excepto de yeso calcinado o no y en cantidad no mayor de 1%. (Abanto, T. 2017, pág.83).

CAPITULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Descripción del Problema

San Martín en las zonas de selva baja a intermedia, los suelos que lo forman tienen origen en rocas con minerales de arcilla y como producto final su formación tienen características de suelos arcillosos que pueden ser dispersivos, generándose el fenómeno de erosión, al que hasta hace relativamente poco tiempo no se le prestaba la atención técnica necesaria, ha tenido que pasar, grandes deformaciones (asentamientos) en estructuras construidas sobre estos suelos, llegando en algunos casos al colapso, para en respuesta se preste atención en la identificación y se inicie con el estudio del comportamiento mecánico, (Braja M. Das 2007, pág. 696).

En el Distrito de Pilluana este problema ha pasado desapercibido en la mayor parte de las obras como privadas (viviendas) y públicas (Instituciones educativas, pavimentos y veredas), llegando a edificarse actualmente conjuntos habitacionales y ofreciéndose nuevas lotizaciones, sin conocimiento del problema erosivo de estos suelos y podrían generar fisuras, grietas y hasta el colapso de algunas estructuras, Es así que incluso en los Estudios Geotécnicos pocas veces se plantea su existencia, podríamos afirmar que hasta la fecha no se le presta el interés y atención a la investigación de suelos dispersivos, tal como afirman los referentes teóricos, (CONA-México 2007, pág. 67)

En el presente siglo se ha masificado alrededor de todo el mundo el uso del cemento en la estabilización de suelos para la construcción de vías, presas de tierra logrando hacer inventarios a través de la estadística que ha permitido la estabilidad de grandes construcciones, siendo el cemento el aglutinante que mejora las características físicas y mecánicas en respuesta a estas afirmaciones pues ensayaremos con los suelos del sector Pilluana, con la finalidad de aportar al desarrollo de la ciencia y garantizar la seguridad y confort en las edificaciones, (Braja M. Das 2007,

pág. 813),

Pero requiere especial atención en las características de los suelos, por lo tanto, nuestra investigación está orientada a la identificación de suelos con características dispersivas y mediante experimentos de campo y laboratorio establecer datos estadísticos que permitan ser corroborados por la ciencia.

Durante el reconocimiento de campo y entrevista con los vecinos de la zona, se comprobó que las construcciones se han realizado sin estudios de suelos ni licencias de construcción, pero que sí solicitarían que la Municipalidad u otra institución pueda apoyarlos con estudios de suelos y recomendarles los tipos de cimentaciones más adecuadas que garantice la estabilidad y evitar la auto construcción con personal no calificado en los temas que involucran la erosión y tubificación de suelos.

Por lo tanto, en la presente investigación se cuantificará entre otras cualidades del suelo sin concentración de cemento y se analizará la influencia de este producto en el suelo con probabilidad de que se presente el fenómeno de erosión por las características dispersivas del suelo de la zona. Puesto que hasta la fecha es común observar los efectos en el sector con la presencia de grandes quebradas, originadas por las fuertes precipitaciones y si consideramos que los pobladores del sector desconocen la calidad de sus suelos, lo cual puede ser un riesgo en la estabilidad de sus estructuras.

La identificación de campo y laboratorio con los ensayos de mineralógica y caracterización física que resultan muy usados en los trabajos de la presente investigación, nos permitió evaluar la influencia en la determinación mecánica de estos suelos y establecer datos estadísticos que puedan servir en la búsqueda de aportar al desarrollo de la ciencia desde nuestra Región San Martín, puesto que hasta la fecha es común construir sin tener en cuenta el comportamiento de los suelos y la falta de investigaciones referidas al tema que abordamos.

De acuerdo a lo descrito, el fenómeno de dispersión de suelos, es interés mundial y por qué no local, nuestra zona de característica tropical, con una climatología que varía entre estaciones de verano seco e invierno lluvioso, generan la saturación de los suelos, etapa que podría presentarse el levantamiento de pisos, así como cimentaciones y deshidratación de los suelos, etapa de contracción de los suelos, generándose tracciones que no pueden ser absorbidas por las características plásticas de los suelos, en este contexto el problema de investigación quedará formulado en la forma siguiente:

2.2. Formulación del Problema

2.2.1. Problema General

¿Cuánto influye en el comportamiento mecánico de los suelos Tropicales, al ser estabilizados con Cemento Pórtland, en la Zona urbana del Distrito de Pilluana, Provincia de Picota y Región San Martín – 2020?

Problemas Específicos

¿Serán suelos dispersivos y cuál será el comportamiento mecánico del suelo tropical, con las propiedades físicas en su estado natural?

¿Cuál será el comportamiento mecánico del suelo tropical, estabilizado con la concentración de cemento Portland?

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo General

Determinar la influencia en el comportamiento mecánico de los suelos Tropicales, al ser estabilizados con Cemento Portland, en la Zona urbana del Distrito de Pilluana, Provincia de Picota y Región San Martín – 2020.

2.3.2. Objetivos Específicos

1. Determinar si son suelos dispersivos y establecer el comportamiento mecánico del suelo tropical, con las propiedades físicas en su estado natural.
2. Determinar el comportamiento mecánico del suelo tropical, estabilizado con la concentración de cemento Portland.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

H_1 : La utilización del cemento Portland en la estabilización de los suelos tropicales **causa** mejoramiento en el comportamiento mecánico lo cual permitirá usar los suelos en mejores condiciones de trabajo, en el Distrito de Pilluana, Provincia de Picota y Región San Martín.

H_0 : La utilización del cemento portland en la estabilización de los suelos tropicales no **causa** mejoramiento en el comportamiento mecánico lo cual permitirá usar los suelos en mejores condiciones de trabajo, en el Distrito de Pilluana, Provincia de Picota y Región San Martín.

2.4.2. Hipótesis específica

H_1 : Serán suelos dispersivos y en condiciones naturales no tienen buen comportamiento mecánico por la presencia de sodio.

H_0 : Serán suelos dispersivos y en condiciones naturales si tienen buen comportamiento mecánico por la presencia de sodio.

H_1 : Sí se logrará modificar positivamente el comportamiento del suelo tropical, si variamos las características físicas, por el método de estabilización química.

H_0 : No se logrará modificar positivamente el comportamiento del suelo tropical, si variamos las características físicas, por el método de estabilización química.

2.5. Variables

2.5.1. Identificación de variables

Variable Independiente (VI)

Suelo del sector Urbano del distrito de Pilluana.

Variable Dependiente (VD)

Comportamiento mecánico

2.5.2. Definición Conceptual y Operacionalidad de las Variables

En nuestra investigación conceptualizaremos nuestras variables desde el punto de vista de los autores, para darle mayor rigurosidad, así mismo indicaremos la forma de medida de las variables susceptibles del análisis, mediante el desarrollo de ensayos de laboratorio, siguiendo los procedimientos establecidos en las normas técnicas.

Tabla 4: Definición Conceptual de las Variables

Variable	Definición conceptual	Indicador
VI: Suelo del sector urbano del distrito de Pilluana.	Las características físicas de los suelos, que se obtienen mediante métodos estandarizados de ensayos de laboratorio, con los cuales se logrará determinar el grado de dispersividad y actividad de los suelos arcillosos erosivos, (CONA-México, pág. 67)	Grado de dispersión Límite de Consistencia
VD: Comportamiento mecánico	Es una propiedad fundamental de los suelos de desarrollar una reacción frente a las cargas externas, permitiendo la estabilidad de las estructuras, sin sufrir asentamientos considerables. (MTC-2013, pág. 40).	Máxima densidad seca y Relación de soporte california

Fuente: Elaboración propia

2.5.3. Operacionalización de las Variables

Es la base para la investigación en la identificación de indicadores, con los cuales se puede determinar los instrumentos de observación.

Tabla 5: Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN TEÓRICA	DEFINICIÓN OPERATIVA	DIMENCIONES	INDICADOR
VARIABLE INDEPENDIENTE: Suelo del sector urbano del distrito de Pilluana	Son las características físicas de los suelos, que se obtienen mediante métodos estandarizados de ensayos de laboratorio, con los cuales se logra determinar las propiedades dispersión y mediante el análisis y comparación con los referentes teóricos, (CONA-México. 2007 pág. 68)	Se medirá determinando las propiedades físicas, mecánicas y dispersivas de los suelos, mediante los ensayos de laboratorio.	Métodos estandarizados	Granulometría de los suelos
				Peso específico relativo de los sólidos
				Contenido de Humedad
				Límites de consistencia
				Densidad Proctor
				Relación soporte (CBR)
			Objetivo	Ensayos de dispersión
VARIABLE DEPENDIENTE: Comportamiento mecánico	Es una propiedad fundamental de los suelos y depende de sus características físicas, y se determina mediante los métodos de Proctor modificado y el CBR, (CMTC. 2013, pág. 39).	Será medida mediante el proceso metodológico especificados, mediante la normas del Mienisterio de Transportes y Comunicaciones, ademas de las NTP y ASTM.	Métodos Estandarizados	Métodos del Proctor Modificado y del CBR
			Objetivo	Resistencia del terreno

Fuente: Elaboración propia (2020)

CAPITULO III: MÉTODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

La presente investigación será del tipo experimental, porque se busca determinar el efecto que causa las propiedades físicas y mecánicas de los suelos, en la resistencia soporte del terreno de fundación, con el uso de los métodos de Proctor Modificado y CBR.

El tipo investigación tendrá el carácter de cuantitativo, porque haremos una relación estadística, entre el uso de las propiedades índice, para la determinación de la resistencia del suelo y la influencia del uso del cemento en la estabilización química de los suelos.

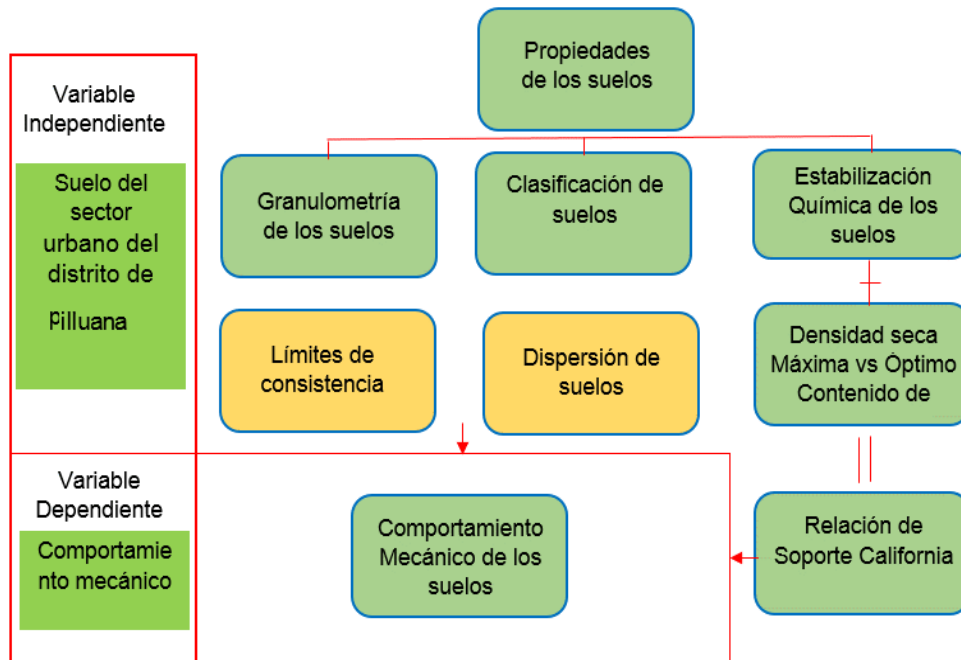
3.1.2. Diseño de la investigación

En el diseño de investigación se usará una metodología experimental, que nos permita determinar el efecto que causa en la relación soporte, el grado de dispersión.

La dispersión será medida por los métodos de Emerson Crumb y doble hidrómetro, además de las propiedades físicas y mecánicas, controladas considerando los resultados del ensayo de dispersión de suelos, resolviendo y analizando las curvas de compactación vs el contenido de humedad, y los CBR.

En la resistencia portante se evaluará la dependencia de esta propiedad frente a las características físicas, poniendo énfasis en el grado de dispersión y la adición de cemento como estabilizante químico como principal objetivo de la investigación. Resolviendo mediante la metodología de Proctor y CBR, aplicando el conocimiento de resistencia al corte de los suelos.

Figura 4: Diseño de investigación: Tratamiento de variables



Fuente: Elaboración propia 2020

3.2. Población y muestra

Población

El Universo de la población, para la presente investigación se encuentra conformada por todos los suelos, del territorio de la zona urbana del distrito de Pilluana.

Muestra

Para la elección de la muestra en nuestra investigación se tiene la población finita, la muestra se tomará de la exploración de 06 calicatas ubicadas, guardando la metodología estadística probabilidad de identificación de suelos dispersivos con cierta precisión o error admisible de la observación durante el reconocimiento de campo.

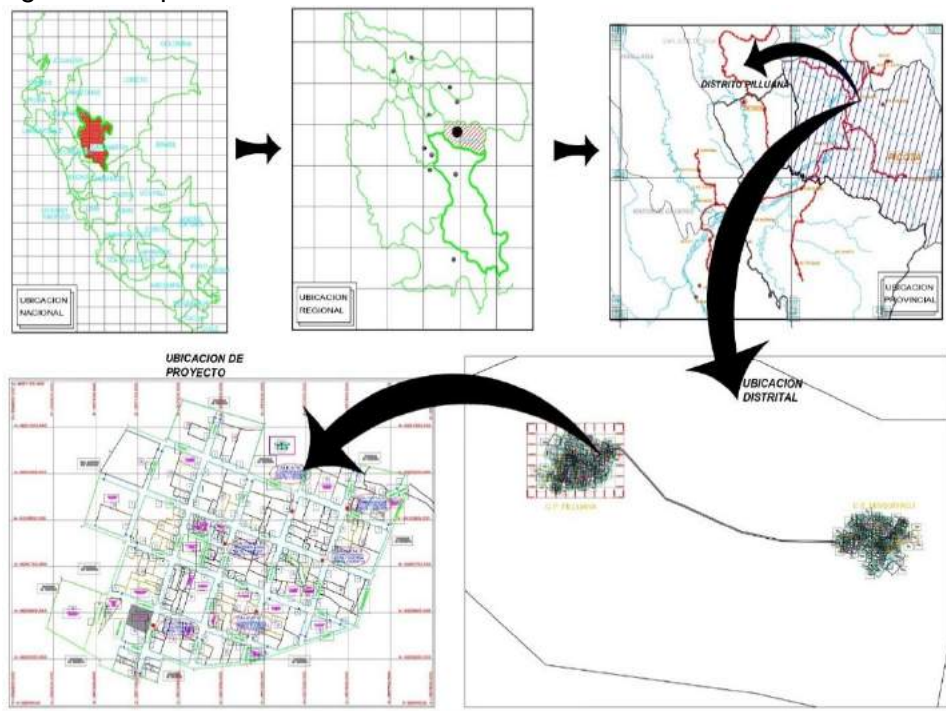
Por lo tanto, la población será de 06 calicatas en las cuales se harán las observaciones, de investigación de campo y serán corroboradas con los ensayos de laboratorio, de las propiedades de dispersión. Así como de las propiedades físicas y mecánicas convencionales.

Ámbito geográfico

Ubicación política

La investigación se realizará en la zona urbana de la ciudad de Pilluana, Provincia y Región de San Martín, ver anexo.

Figura 5: Mapa de ubicación



Fuente: Google, adaptado por los autores 2021

Ubicación Geográfica

La zona urbana del distrito de Pilluana se ubica en las coordenadas UTM geográficas 357229.51E; 9250750.58N, tomadas desde GPS Garmin Etrex 30x.

3.3. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

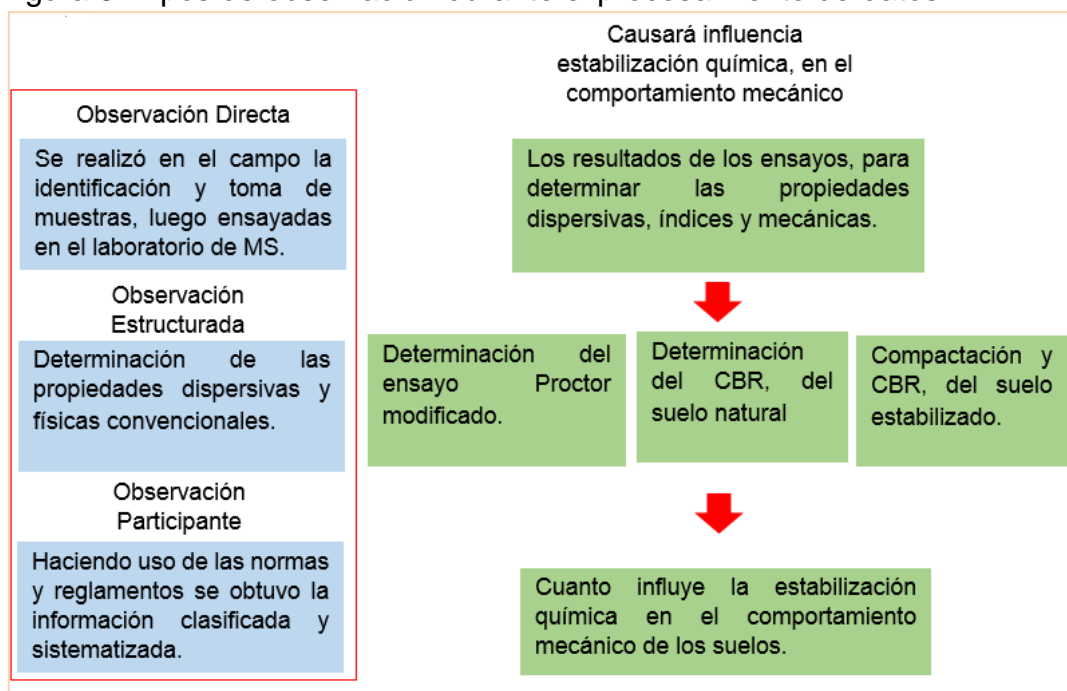
3.3.1. Técnicas de Recolección de datos

La técnica que se utilizó en esta investigación es la de observación, como recurso primario, del campo y laboratorio, para luego ser procesados

los datos según los resultados obtenidos en el laboratorio de mecánica de suelos, siguiendo un proceso estadístico, de planificación, control y comprobación, se plasmaron en registros o fichas técnicas aprobadas por las normas técnicas, como las NTP, MTC, las del ASTM, para luego procesarlos y sistematizarlos, (Lule, N. y Campos, G. 2012, pág. 8).

Como ya se dijo también es importante elaborar fichas, para poder registrar los datos en forma sistemática tanto en campo como en laboratorio y valorar su utilidad, esto significa que se realizó una revisión consiente de los resultados observados y que guarden concordancia con las Normas Técnicas y se agrupó los datos por grupos en función de la utilización en el diseño del comportamiento mecánico, y siguiendo el tratamiento de las variables. (Lule, N. y Campos, G. 2012, pág. 8).

Figura 6: Tipos de observación durante el procesamiento de datos



Fuente: Lule, N. y Campos, G. (2012), adaptada por los autores

3.3.2. Instrumentos de Recolección de Datos

Se denomina instrumento de recolección de datos a cualquier recurso del que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información, en la presente utilizaremos las fichas técnicas, de acuerdo a las normas, para cada uno de los indicadores.

Tabla 6: Instrumentos de Recolección de datos según normas

Actividades		Instrumentos de Recolección de Datos		
Investigación de campo	Identificación y Muestreo de suelos	ASTM D420-69	NTP 150	
Investigación de laboratorio	Propiedades físicas	Granulometría de los suelos	ASTM	NTP 400.012
		Límites Líquido y plástico	ASTM D4318	NTP339.129
		Contenido de humedad	ASTM D2216	NTP 339.127
		Peso específico relativo de sólidos	ASTM D854-58	NTP 400.022
	Propiedades químicas	Acidez del suelo (pH)	ASTM D1017	NTP 339.176
	Propiedades dispersivas	Crumb	(USBR 5400-89)	
		Ensayo de doble hidrómetro	ASTMD4221	
	Propiedades especiales	Proctor Modificado	MTC E 115 ASTM D1557	NTP 339.142
		Relación soporte (CBR)	ASTM D1883 MTC E 132	NTP 339.154

Fuente: Elaboración propia (2020)

3.3.3. Procedimiento de Recolección de Datos

Para la recolección de información en la determinación de las mecánicas de los suelos, es necesario primero conocer las propiedades físicas y dispersivas, a través del proceso de identificación y ensayos de

laboratorio, por lo tanto debemos recurrir a procedimientos establecidos en las normas técnicas, que como instrumentos y conjuntamente con las técnicas de observación, permitirá validar la recolección de datos para la caracterización y análisis de las muestras que se vayan a ensayar en el laboratorio, siguiendo procedimientos descritos en las normas indicadas en el acápite anterior.

En esta investigación se cumplirá el siguiente procedimiento:

1. Revisión bibliográfica

Revisar los procedimientos de cada uno de los ensayos de identificación y toma de muestras, para la determinación de las propiedades de los materiales que intervienen en la determinación del comportamiento mecánico de los suelos, recurriendo a investigar en manuales, libros, reglamentos en concordancia con las normas establecidas.

2. Investigación de campo

En esta fase de investigación corresponde la visita e inspección del sitio consiste en la planeación, para efectuar la exploración y recolección de muestras del suelo a los intervalos y profundidad deseados para la investigación del sitio y posteriormente se realizaron las respectivas pruebas de laboratorio.

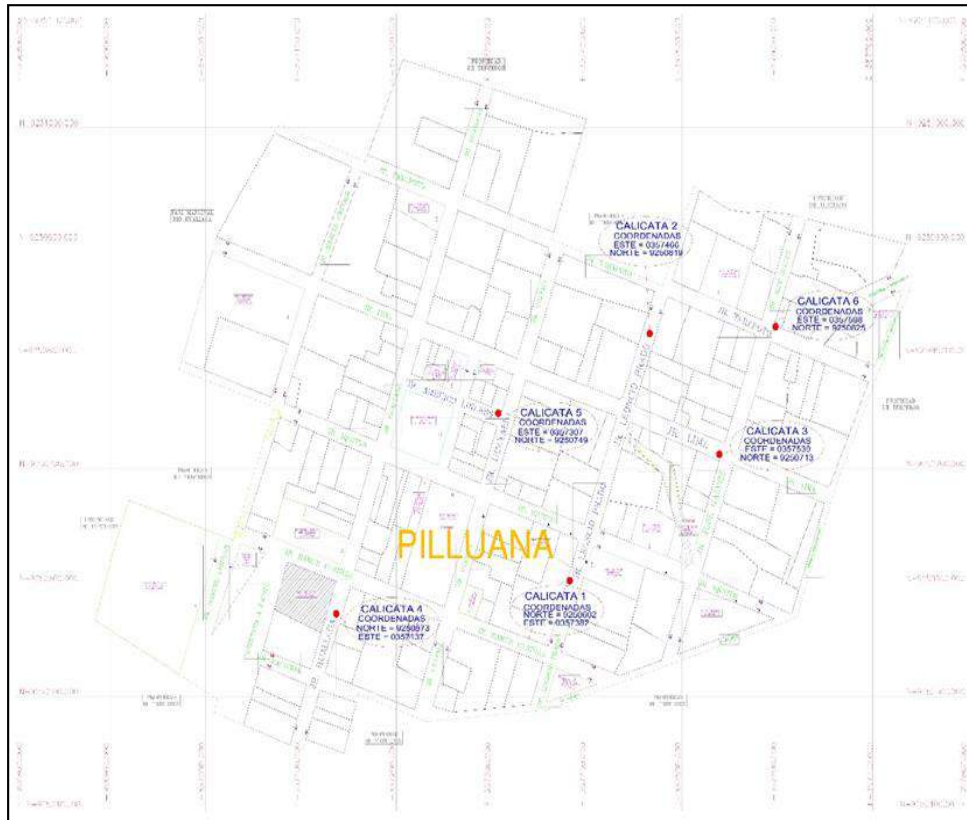
Se deberá establecer la profundidad mínima de 1.5 m, en aplicación al descrito en MTC-2013 en el manual de carreteras. La misma que puede ser cambiada durante la operación de excavación a cielo abierto, dependiendo de la estratigrafía del suelo encontrado.

El espaciamiento de las calicatas utilizando tablas estadísticas, se cuadrícula el área de estudio en hectáreas y de acuerdo a las necesidades del proyecto se obtiene la información para identificar y determinar las áreas de exploración.

2.1. Ubicación de las calicatas

Las calicatas se ubican en la zona urbana del distrito de Pilluana, provincia de Picota y región San Martín, ver Anexo.

Figura 07: Ubicación referencial del proyecto



Fuente: COFOPRI adaptado por los autores 2021

3. Investigación de laboratorio.

3.1. Contenido de humedad (Ref. NTP 339.127 - ASTM D-2616)

Según la NTP, es la cantidad de agua que contiene el material, con relación al peso de los sólidos en su estado natural.

Equipo utilizado.- Se utiliza recipientes apropiados para colocar la muestra y luego llevarlo horno con capacidad de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ para el proceso de secado.

Procedimiento

1. Colocar una muestra representativa en los recipientes y pesar será el peso de la muestra húmeda y registrar.
2. Llevar al horno la muestra y luego de 24 horas, pesar a peso constante y registrar
3. Determinar el peso del agua
4. Calcular el contenido de humedad mediante la expresión siguiente:

$$\omega\% = \frac{W_{\omega}}{W_{sólidos}} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

3.2. Peso específico relativo de los sólidos (ref. NTP 400.022)

El peso específico relativo a un suelo (S_s) se define como el peso unitario del material dividido por el peso unitario del agua destilada a 4°C, el S_s se calcula mediante la siguiente expresión:

$$S_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_0} = \frac{\frac{W_s}{V_s}}{\frac{W_{\omega}}{V_{\omega}}} = \frac{W_s}{W_{\omega}} \dots \dots \dots (2)$$

Objetivo:

Determinar el peso específico relativo de los suelos finos menores al tamaño de 4.75 mm.

Equipo utilizado.

Suministro de agua desaireada con temperatura estabilizada. Frasco volumétrico de 250 ó 500 ml. Bomba de vacíos o aspirador para producir vacío. Mortero y mango para morterear. Balanza de precisión 0.1 gr. Termómetro. Desecador con un diámetro aproximado de 200 mm. Horno capaz de mantener una temperatura de $110 \pm 5^{\circ} \text{C}$

Procedimiento:

1. Mezclar de 100 a 120 gr. de suelo secado al aire o al horno con agua en un recipiente evaporador hasta formar una pasta cremosa.
2. Transferir la pasta al vaso mezclador eléctrico y añadir agua hasta formar una mezcla de cerca de 200ml de suelo-agua.

3. Se pesa el frasco vacío con tapa (W_f) y se registra, luego se llena con agua destilada sin aire (hasta la marca de 500 ml) y luego llenar hasta la marca de 500ml y registrar ($W_{f\omega} = \text{peso del frasco con agua}$), el cuello del frasco se debe secar con papel secante debidamente enrollado, se registra la $T^\circ C$ de modo que la mezcla agua suelo se encuentre con la misma temperatura en aproximadamente dentro de $1^\circ C$, esta operación puede hacerse mientras el suelo está siendo mezclado.
4. Conectar el frasco a la bomba de vacío por un tiempo de unos 10 minutos, durante este tiempo agitar suavemente la mezcla moviendo cuidadosamente el frasco.
5. Cuando el proceso de aireamiento se haya completado, se afora el frasco hasta la marca de 500 ml, secar el cuello por encima de la marca con papel secante debidamente enrollado. Luego se pesa y se obtiene el peso del frasco con agua y muestra ($W_{f\omega s}$) asegúrese que la $T^\circ C$ esté dentro de $1^\circ C$ con respecto a la utilizada al medir ($W_{f\omega}$)
6. Cálculo del peso específico relativo y corregir por temperatura

Tabla 7: Valores para el factor de corrección

$T^\circ C$	Corrección (α)	Densidad (γ en $\frac{gr}{cm^3}$)
16	1.00070	0.99897
18	1.00040	0.99862
20	1.00000	0.99823
22	0.99900	0.99780
24	0.99960	0.99732
26	0.99681	0.99681

Fuente: Norma Técnica Peruana.

3.3. Análisis Granulométrico por tamizado en seco (ref. NTP.339.128)

Equipo.

Un juego de tamices normalizados según la tabla anterior. Dos balanzas: con capacidades superiores a 20 kg. y 2000 gr. Y precisiones de 1gr. y 0,1gr. Respectivamente. Horno de secado con circulación de aire y

temperatura regulable capaz de mantenerse en $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$. Un vibrador mecánico.

Procedimiento

1. Se homogeniza cuidadosamente el total de la muestra en estado natural.
2. Se reduce por cuarteo una cantidad de muestra levemente superior a la mínima recomendada según el tamaño máximo de partículas del suelo.
3. Se seca la muestra a una temperatura de 110°C . hasta conseguir pesadas consecutivas constantes en la muestra. Cuando esté seca, se obtiene la cantidad mínima recomendada.
4. Inmediatamente obtenido el tamaño de muestra a ensayar, se pesa y se lava con el fin de eliminar todo el material fino menor a $0,075 \text{ mm}$. El material retenido en la malla se deposita en una bandeja y se coloca en el horno y se pesa el W_s .
5. A continuación, se deposita el material en un juego de tamices, los que deberán encontrarse limpios y ordenados en forma decreciente los mayores arriba hasta los diámetros inferiores abajo. El juego deberá contar de una tapa en la parte superior y una bandeja de residuos en la inferior
6. Se hace vibrar el conjunto durante 5 a 10 minutos, después del cual se retira del vibrador y se registra el peso del material retenido en cada tamiz. Sumar estos pesos (W_f . peso final o después del ensayo columna 3 de la tabla) y comparar con el peso inicial o peso de la muestra seca después del lavado, con el cual se inició el zarandeo. Esta operación permite detectar cualquier pérdida de suelo durante el proceso de tamizado. Si se tiene una pérdida de más del 2% con respecto al peso original, se considera que el experimento no es satisfactorio y por consiguiente debe repetirse.
7. Luego se grafica la curva granulométrica porcentaje que pasa vs diámetros de partículas. Si menos del 12% del material pasa a través del tamiz N° 200, no se debe calcular el C_u y C_c .

3.4. Determinación del Límite Líquido (ref. NTP339.129)

Equipo:

Aparato del Límite Líquido (Copa de Casagrande), el que consiste en una taza (cuchara). Acanalador (Casagrande o ASTM). Plato de evaporación de porcelana de 120 mm de diámetro. Espátula de hoja flexible con 20 mm de ancho y 70 mm de largo. Horno de secado con circulación de aire y temperatura regulable capaz de mantenerse en $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$. Balanza de precisión de 0,01gr.

Procedimiento:

1. Se debe secar una, para obtener una muestra representativa del material que pasa la malla N°. 40, aproximadamente de 250gr. En seguida se pone a la muestra en el plato de evaporación agregándole suficiente cantidad de agua destilada, mezclando con la espátula hasta lograr una pasta homogénea.
2. Verificar que la altura de la máquina que va utilizar sea exactamente de 1cm. Para esta operación se puede utilizar la cabeza en forma de dado de 1cm en el extremo superior del ranurador patrón. Hacer la calibración con respecto a la marca de desgaste.
3. Preparar el material, cuando la mezcla obtenga una apariencia cremosa, si su estado es adecuado en general. Se debe continuar añadiendo pequeñas cantidades adicionales de agua y mezclando cada vez hasta obtener una mezcla homogénea. Cuando el suelo se encuentre en un punto de consistencia (pegosidad). se deposita en la copa unos 50 a 70 gr. del material preparado, para luego alisar la superficie con la espátula, de modo que la altura obtenida en el centro sea de 10mm. Una vez enrasado, se pasa el acanalador para dividir la pasta en dos partes, a través de un canal de 63 mm de longitud.
4. Cuando se tiene la ranura, se gira la manivela del aparato con una frecuencia de 2 golpes por segundo, contando el número de golpes necesarios para que la ranura cierre en 10 a 13 mm de longitud en el

- fondo de ella. Finalmente, se toman aproximadamente 10 gr del material que se junta del fondo del canal para determinar la humedad.
5. El material sobrante se traslada al plato de evaporación para mezclarlo nuevamente con agua destilada y repetir el procedimiento por lo menos 2 veces más, de modo que se debe obtener tres puntos que varíen en un rango de 15 a 35 golpes.
 6. Construir un gráfico semi - logarítmico, donde la humedad será la ordenada y el número de golpes (N) en la abscisa. En el gráfico, dibujar los puntos correspondientes a cada una de las tres o más pruebas y construir una recta llamada curva de flujo, pasando tan aproximadamente como sea posible por dichos puntos.
 7. Expresar el límite líquido (LL) del suelo, como la humedad correspondiente a la intersección de la curva de flujo con la abscisa en 25 golpes.

3.5. Determinación del límite plástico según (ref. NTP339.129)

Equipo

Plato de evaporación de porcelana de 120mm de diámetro. Espátula hoja flexible 20mm de ancho y 70mm de largo. Placa de vidrio esmerilado o mármol como superficie de amasado. Horno de secado con circulación de aire y temperatura regulable capaz de mantenerse en $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$. Patrón de comparación, puede usarse un alambre ó plástico de 3mm. De diámetro. Balanza de precisión de 0, 01gr.

Procedimiento

1. La muestra de ensayo se prepara de manera idéntica a la descrita en el límite líquido, o bien puede usarse la misma muestra que se usó en ese ensayo, en la etapa en que la pasta de suelo se vuelva lo suficientemente plástica para moldearla como una esfera.
2. Se toma una porción de suelo de aproximadamente 1cm^3 , se amasa entre las manos y se hace rodar con la palma de la mano o la base

del pulgar considerando la acción de 80 a 90 movimientos de la mano por minuto, por sobre la superficie de amasado, formando un cilindro, lo que se repite hasta que el cilindro se disgregue al llegar al diámetro de 3 mm en trozos de tamaño de 0,5 a 1cm. de largo y no pueda ser reamasado.

3. El contenido de humedad que tiene el suelo en ese momento representa el límite plástico, el cual se determina colocando las fracciones de suelo en un recipiente, secándolas al horno.
4. Se deben hacer tres determinaciones que no difieran entre sí en más de 2%, en caso contrario deberá repetirse el ensayo.

3.6. Clasificación de suelos mediante SUCS y AASHTO (Ref. ASTM D 2487 y AASHTO M 145)

Los diferentes tipos de suelos son definidos por el tamaño de las partículas, que con frecuencia son identificados en combinación de dos o más tipos diferentes de suelos, que pueden ser: arenas, limo, arcillas, limo arcilloso, arena arcilloso, etc. La determinación del tamaño de las partículas, gradación, textura. Los métodos que actualmente están en uso, son el SUCS el cual califica al suelo en 15 grupos identificando por nombre y símbolo y AASHTO que los identifica hasta en 7 grupos y los reagrupa mediante el Índice de Grupo (IG). Ambos métodos se basan en la granulometría y plasticidad.

3.7. Determinación de la acidez del suelo pH (Ref. ASTM D 1067)

Este método de prueba cubre la determinación del pH de los suelos para usos diferentes de la prueba de corrosión. Esta medida determina el grado de acidez o alcalinidad en materiales de suelo suspendidos en agua y en una solución de cloruro de calcio.

Equipo. - Para medir del pH, se usa el Potenciómetro equipado con un sistema de electrodos de vidrio. Se deben seguir las instrucciones dadas por el fabricante para el uso del medidor de pH elegido. Un sistema de electrodos de cloruro de plata, o similar, también es aceptable. También se puede usar, papel medidor de pH. Papel pH sensible a límites de pH entre 1 y 12, con resolución a dos décimas de pH.

Procedimiento

2. En el momento de tomar medidas con el electrodo de pH, se debe colocar el electrodo dentro de la suspensión parcialmente asentada para mitigar el efecto de la suspensión.
3. Para cualquiera de los métodos, la muestra de suelo debe secarse al aire previamente tamizado por el tamiz No. 10 (2mm) para retirar las fracciones gruesas del suelo.
4. El pH en agua destilada. Para ambos métodos, se pesan aproximadamente 10 g de suelo seco al aire. Se coloca el suelo en un recipiente de vidrio y se añaden aproximadamente 10 ml de agua. Se mezcla completamente y se deja reposar por 1 hora.
5. La lectura para uno de los métodos se lee el pH en el medidor de pH y para el otro método se lee el pH en papel de comparación del pH.

3.8. Ensayo Proctor Modificado (ref. MTC E 115, ASTM D 1557)

Debido al rápido crecimiento tecnológico y desenvolvimiento del equipo de compactación de campo comercialmente disponible, la energía de compactación ha aumentado y por eso, con el propósito de reproducir en el laboratorio las condiciones de compactación de campo, el ensayo se realiza mediante el Proctor Modificado.

Equipo. - Molde Proctor más collarín de 4" a 6" de diámetro dependerá de la granulometría de la muestra, Pisón o Martillo de 18 pulgadas y 4.5 kg, Extractor de Muestras, Una balanza de aproximación de 1 gramo, Horno de 110 ± 5 °C, Regla metálica, Tamices o Mallas de $\frac{3}{4}$ pulgadas y N.º 4, conforme a los requisitos de las especificaciones ASTM E11.

Procedimiento

1. Tomar aproximadamente 20 kg, para los métodos "A" y "B", 35 kg para el método "C", de suelo y secado al aire.
2. Luego del secado al aire pulverizarlo.
3. Prepare cuatro especímenes con contenidos de agua, cercanos al óptimo, seleccionar los contenidos de agua de tal forma que dos puntos queden en el lado seco y dos en el lado húmedo, los cuales deben variar alrededor del 2%.
4. Medir el molde de compactación para determinar el volumen.
5. Pesar el molde de compactación sin incluir el collar.
6. Ensamble y asegure el molde y el collar.
7. Compactar el espécimen en cinco capas, después de la compactación cada capa deberá tener aproximadamente el mismo espesor, antes de la compactación, colocar el suelo suelto dentro del molde y extenderlo en una capa de espesor uniforme.
8. Aplicar los golpes en una relación uniforme de aproximadamente 25 golpes/minuto, de tal manera que proporcione una cobertura completa y uniforme de la superficie del espécimen.
9. Después de compactar la última capa remover el collar. El cuchillo debe usarse para ajustar o arreglar el suelo adyacente al collar, soltando el suelo del collar y removiendo sin permitir el desgarro del suelo bajo la parte superior del molde.
10. Cuidadosamente enrasar el espécimen compactado, por medio de una regla recta la parte superior, formando una superficie plana.
11. Determine y registre el peso del molde más el suelo compactado.

12. Remueva el material del molde y determine el contenido de humedad del suelo compactado, partiendo el espécimen por la mitad y tomar muestras de la parte superior, media e inferior de cada mitad, para seguir lo indicado en el cuadro de determinación del contenido de humedad.
13. Proseguir con tres muestras más variando el % de agua y dibujar una curva, con valores de humedad en el eje X, en el eje Y, los valores de la Densidad Seca.

3.9. Determinación del ensayo CBR (ref. MTC E 132, ASTM D 1883)

Representa la resistencia del terreno de fundación a la penetración de un pistón de área = 3 plg^2 , representada en una muestra de suelo compactado al óptimo contenido de humedad.

Equipo. - Molde de compactación se acopla un collarín de 5 cm. Y una base perforada, Disco espaciador, Martillo o pisón de 10 libras con una altura de caída de 18" – según método AASHTO T-180. Plato y vástago, Trípode y extensómetro, para medir la expansión del material se emplea un extensómetro, con aproximación a 0.001", Pesas las cuales son de plomo y cada una pesa 5 libras. Un marco de carga equipado con pistón cilíndrico.

Procedimiento

1. Se ensambla el molde cilíndrico, se introduce el disco espaciador.
2. La muestra se humedece añadiendo el OCH, se mezcla bien el material.
3. Una vez preparada la muestra, con su correspondiente contenido de humedad, se la coloca dentro del molde y se compacta en 5 capas iguales, la briqueta compactada deberá tener un espesor aproximado de 5 pulgadas.
4. Una vez compactada la muestra, se quitará el collarín metálico, se volteará el molde, y se quitará la base metálica perforada y el disco espaciador.

5. Se pesará el molde con la muestra y se determinará la densidad y la humedad de aquella.
6. Una vez determinada la densidad y humedad de la muestra, se colocará un papel filtro grueso de 6" de diámetro sobre la superficie enrasada; se montará encima de esta superficie la base metálica perforado y se volteará el molde y asegurar el molde a la base de forma que el suelo quede en contacto con el papel filtro.
7. Sobre la superficie libre de la muestra se colocará un papel filtro grueso de 6" de diámetro y se montará el plato con él vástago graduable, luego sobre el plato se colocarán varias pesas de plomo. se colocará cuidadosamente el molde dentro de un tanque. Para permitir el libre acceso de agua por debajo de la muestra.
8. Colocado dentro del tanque con agua se monta el trípode con un extensómetro, y se toma y registra la lectura inicial y luego a las 24, 48, 72 y 96 horas.
9. Al cabo de 96 horas, o antes si el material es arenoso, se toma y anota la "lectura final" para calcular el hinchamiento o expansión del material, suelos orgánicos a algunos suelos cohesivos tienen expansiones muy grandes, generalmente mayores de 10%.
10. El molde con la muestra y la sobre carga, se colocan debajo de la prensa y se asienta el pistón sobre la primera, aplicando una carga de 10 libras (4.5 Kg.).
11. Una vez asentado el pistón, se coloca en (0) cero el extensómetro que mide la deformación. Sí para la aplicación de la carga se emplea un aparato con anillo calibrado, el extensómetro del anillo deberá también colocarse en cero.
12. Se hincan el pistón manteniendo una velocidad de 0.05 pulgadas por minuto (1.27mm/min.), y se leen las cargas totales necesarias para hincar el pistón en incrementos de 0.025, hasta alcanzar 0.5".
13. Hincando el pistón hasta 0.5 pulgadas (1.27 cm.), se suelta la carga lentamente se retira el molde de la prensa, y se quitan las pesas y la base metálica perforada.

14. Finalmente, se determina el contenido de humedad de la muestra, para el control de campo, bastará determinar el contenido de humedad de la parte superior de la muestra, pero en las pruebas de laboratorio se recomienda tomar el valor promedio de los diferentes contenidos de humedad obtenidos en los extremos y parte media de la muestra.
15. Dibujar una curva de resistencia a la penetración (la ordenada) en lbs/plg² contra la penetración en mm ó pulgadas, tanto para la muestra recién compactada como para la muestra saturada.
16. Obtener la resistencia a la penetración para 2.5 y 5 mm y calcular el C.B.R. (El C.B.R. De un suelo es la carga unitaria correspondiente a 0.1" de penetración expresada en por ciento de su respectivo "valor estándar", si los C.B.R. Para 0.1".

$$CBR\% = \frac{\sigma_{\text{suelo ensayado}}}{\sigma_{\text{Patron o macadam}}} \times 100$$

3.10. Ensayos para el suelo con adición de cemento (ref. MTC E 1101)

Siguiendo los procedimientos establecidos en las normas del MTC, siendo los ensayos para el suelo estabilizado los mismos realizados en los ensayos para el suelo arcilloso con adición de cemento al 0%, con la diferencia que las muestras fueron alteradas con la adición de cemento en sus diversos tratamientos. El aditivo estabilizador se selecciona, la cantidad de aditivo se selecciona luego de la determinación del pH del suelo.

3.11. Ensayo de Crumb

Este ensayo se utiliza para identificar el comportamiento de los suelos dispersivos en campo. Actualmente este ensayo se desarrolla en el laboratorio.

Procedimiento

1. Preparar una muestra cúbica de suelo de 15 mm por lado, con su contenido de agua natural, o también puede ser utilizado un grumo de suelo de igual volumen, con su contenido de agua natural.

2. Preparar una muestra cúbica de suelo de 15 mm por lado, secada en el horno, o también puede ser utilizado un grumo de suelo de igual volumen.
3. Este espécimen se coloca cuidadosamente en un recipiente que contenga 250 ml de agua destilada y se lo deja por un tiempo de 1 hora.
4. El espécimen comienza a hidratarse, las partículas coloidales comienzan a deflocularse y a quedar en suspensión.
5. Los resultados son interpretados en intervalos de tiempo y se pueden registrar cuatro grados de reacción.

3.12. Ensayo de doble hidrómetro (ref. NTP 339 124)

El ensayo se debe realizar con la muestra de suelo con su contenido de humedad natural.

En primer lugar, se determina la granulometría utilizando el procedimiento estándar del método del hidrómetro en el cual el espécimen de suelo es dispersado en agua destilada y se le proporciona una agitación mecánica muy intensa y se le adiciona un dispersante químico. En forma paralela se desarrolla el ensayo del hidrómetro a otra muestra del mismo suelo, pero sin agitación mecánica y sin dispersante químico.

Preparación de la muestra

El tamaño aproximado de la muestra que se debe usar para el análisis por el hidrómetro de 50 (Peso seco). El peso exacto de la muestra en suspensión puede ser determinado antes o después del ensayo. Sin embargo, el secado al horno de algunas arcillas antes del ensayo puede causar cambios permanentes en los tamaños de granos aparentes; las muestras de estos suelos deben ser conservadas con su contenido de humedad natural, y ensayadas sin ser secadas al horno.

Procedimiento

1. Determínese el peso específico de los sólidos (S_s).
2. Si el peso es secado al horno se debe obtener al principio del ensayo, séquese la muestra al horno, déjese enfriar y pésese con una aproximación de 0.1 g. Regístrese el valor obtenido. Vaciar la muestra en una cápsula de 250 ml previamente identificada con un número, agréguese agua destilada hasta que la muestra quede totalmente sumergida. Luego vaciar el agente dispersante de 125 ml de solución de hexametáfosfato de sodio (40g/l). Déjese la muestra en remojo por una noche hasta que los grumos de suelo se hayan desintegrado.
3. Transfiérase la muestra con agua, de la cápsula a un vaso de dispersión, lavando cualquier residuo que quede en la cápsula con agua destilada o desmineralizada. Para lograr la dispersión se puede emplear también aire a presión en lugar del método mecánico del agitador.
4. En este caso, se coloca un manómetro entre el vaso y la válvula de control, la cual se abre inicialmente para obtener una presión de 0.07 kg/cm² (1 psi). Se transfiere la lechada de suelo-agua de la cazuela al vaso de dispersión, lavando con agua destilada el remanente de la cazuela, y rellenando si es necesario, con más agua destilada hasta el volumen de 250 ml. Se tapa el vaso y se abre la válvula de control hasta obtener una presión de 1.4 kg/cm² (20 psi). La dispersión se hará de acuerdo con la siguiente tabla:
5. Se transfiere la suspensión a un cilindro de sedimentación de 1000 ml. La suspensión debe ser llevada a la temperatura que se espera prevalecerá en el laboratorio durante el ensayo.
6. Un minuto antes de comenzar el ensayo, tómease el cilindro de sedimentación y tapándolo con la mano o con un tapón adecuado, agítase la suspensión vigorosamente durante varios segundos, con el objeto de remover los sedimentos del fondo y lograr una suspensión uniforme. Continúese agitando hasta completar un minuto volteando el cilindro hacia arriba y hacia abajo alternativamente.

7. Al terminar el minuto de agitación, colóquese el cilindro sobre la mesa de trabajo. Póngase en marcha el cronómetro. Si hay espuma presente, remuévala tocándola ligeramente con un pedazo de papel absorbente. Introdúzcase lentamente el hidrómetro en la suspensión. Se debe tener mucho cuidado cuando se introduce y cuando se extrae, para evitar perturbar la suspensión.
8. Obsérvense y anótense las dos primeras lecturas del hidrómetro, al minuto, y a los dos minutos después de haber colocado el cilindro sobre la mesa. Estas lecturas deben realizarse en el tope del menisco. Inmediatamente después de realizar la lectura de los 2 minutos, extráigase cuidadosamente el hidrómetro de la suspensión y colóquese en un cilindro graduado con agua limpia. Si el hidrómetro se deja mucho tiempo en la suspensión, parte del material que se está asentando se puede adherir al bulbo, causando errores en las lecturas. Luego, introdúzcase nuevamente el hidrómetro y realícense lecturas a los: 5, 15, 30, 60, 120, 250 y 1.440 minutos.
9. Después de realizar la lectura de hidrómetro de los 2 minutos y después de cada lectura siguiente, colóquese un termómetro en la suspensión, mídase la temperatura y anótese en la planilla con una aproximación de 0.5 °C (0.9 °F).
10. Si el peso de la muestra se va a determinar al final del ensayo, lávese cuidadosamente toda la suspensión transfiriéndola a una cápsula de evaporación. Séquese el material al horno, déjese enfriar y determínese el peso de la muestra. El peso seco de la muestra de suelo empleada se obtendrá restándole a este valor el peso seco del agente defloculante empleado.

CAPITULO IV. RESULTADOS

En el presente capítulo trataremos sobre los ensayos que nos permiten en primer lugar determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo. Luego los ensayos para determinar las propiedades de dispersión. También para conocer si el suelo es tropical y posteriormente sobre la estabilización del suelo con la adición de cemento. Con la finalidad de dar respuesta a los objetivos de la presente investigación.

5.1. Factores que intervienen en la investigación

1. Geología del lugar

La provincia de picota está compuesta por 2 grandes unidades morfoestructurales, la cordillera escalera con sus dos fases diferenciables: la Cordillera Oriental y la Cordillera Subandina (conformado por Cordillera Azul, Cordillera Escalera y Cordillera Cahuapanas) y la llanura amazónica.

El distrito de pilluana se encuentra ubicado en la sub unidad morfoestructural llamada "Domo", la cual está compuesto por geofomas que han tenido origen tectónico y su afloramiento se debe principalmente a la intrusión de un manto salino, ocurrido durante el periodo Jurásico, (GRSM.EDZPP.2008-pág. 32).

Su relieve tiene forma ovalada por que han sido intensamente erosionadas e intemperizadas, es preciso indicar que su material está compuesto de concentraciones singenéticas o de sales tales como anhidrita, las cuales se encuentran asociadas a las secuencias areniscosas de la formación Sarayaquillo y esporádicamente a secuencias sedimentarias continentales de las formaciones Yahuarango y Chambira. (GRSM.EDZPP.2008-pág. 32).

Por la presencia de estas sales los suelos tienen características dispersivas, es decir al entrar en contacto con el agua, las sales son arrastrados formando así grandes espacios entre las partículas del suelo para luego ser erosionado y pueden provocar grandes fallas, estas arcillas

dispersivas se pueden identificar a través de los ensayos realizados en el laboratorio.

2. Hidrología del lugar

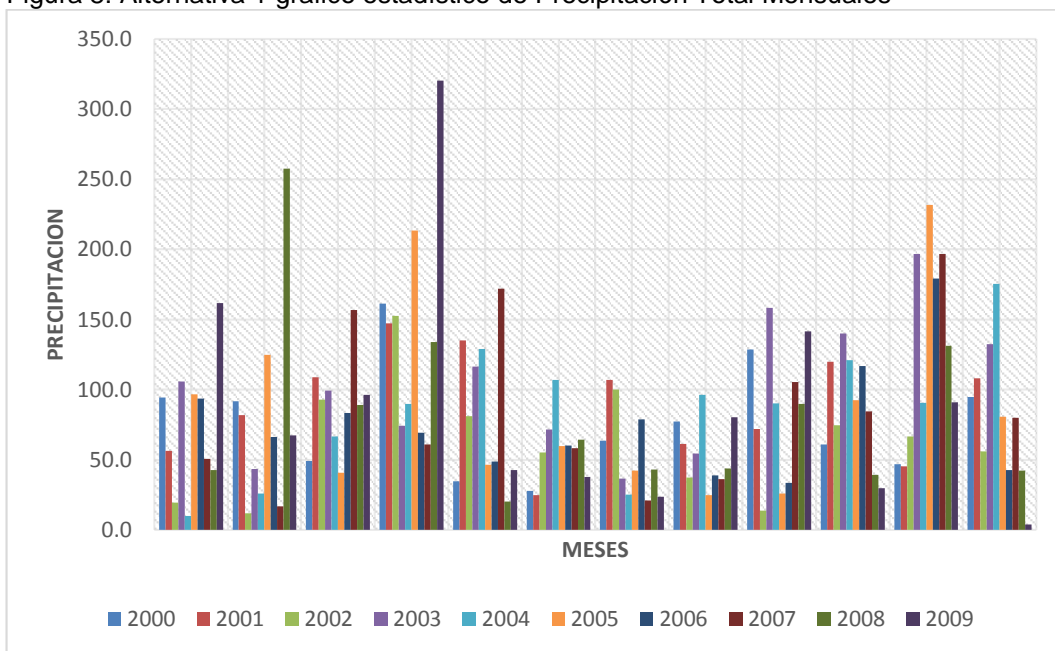
Llueve durante todo el año en Pilluana. El promedio máximo de precipitación mensual es durante los 31 días centrados alrededor del mes de abril, con un promedio de precipitación de 142.26 mm. En el mes de julio se tiene obtiene el promedio mínimo de precipitación que es de 54.11 mm, la precipitación media anual caída en la cuenca de pilluana es de 1113.88 mm, todos estos valores son calculados con los promedios de precipitaciones mensuales desde el año 2000 a 2009, ver tabla 8.

Tabla 8: Precipitación Total Mensuales

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)													
Estación	:PILLUANA			Latitud	: 06° 46'43"								
Distrito	: PILLUAANA			Longitud	: 76°16'50"								
Provincia	PICOTA			Altura	: 195 m.s.n.m								
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Lámina Anual (mm)
2000	94.3	91.9	49.2	161.2	34.6	27.7	63.7	77.3	128.5	61.1	46.8	94.9	931.20
2001	56.5	81.7	108.7	147.3	135.2	24.7	107.1	61.2	71.9	119.8	45.4	107.9	1067.40
2002	19.6	11.9	92.8	152.7	81.1	55.1	100.1	37.2	13.8	74.5	66.7	56.1	761.60
2003	105.6	43.5	99.3	74.3	116.5	71.6	36.5	54.4	158.2	140.0	196.6	132.4	1228.90
2004	10.0	26.0	66.6	89.7	129.1	107.1	25.0	96.4	90.1	120.9	90.7	175.4	1027.00
2005	96.5	124.9	40.7	213.5	46.3	59.9	42.3	24.9	26.1	92.6	231.7	80.5	1079.90
2006	93.8	66.1	83.3	69.1	48.9	60.0	78.8	39.0	33.6	116.7	179.3	42.7	911.30
2007	50.5	16.9	156.8	60.8	171.8	58.2	20.9	36.1	105.4	84.6	196.5	80.0	1038.50
2008	42.7	257.5	89.0	133.9	20.1	64.5	43.0	43.8	89.9	39.4	131.2	42.1	997.10
2009	161.7	67.5	96.2	320.1	42.8	37.7	23.7	80.3	141.6	29.6	90.9	3.8	1095.90
Promedio	73.12	78.79	88.26	142.26	82.64	56.65	54.11	55.06	85.91	87.92	127.58	81.58	1013.88
Máxima	161.70	257.50	156.80	320.10	171.80	107.10	107.10	96.40	158.20	140.00	231.70	175.40	
Mínima	10.00	11.90	40.70	60.80	20.10	24.70	20.90	24.90	13.80	29.60	45.40	3.80	
Desv. Estandar	45.81	72.16	32.66	79.33	51.95	23.75	31.75	23.22	49.74	37.02	68.91	49.47	
Coef. Variabilidad	0.63	0.92	0.37	0.56	0.63	0.42	0.59	0.42	0.58	0.42	0.54	0.61	

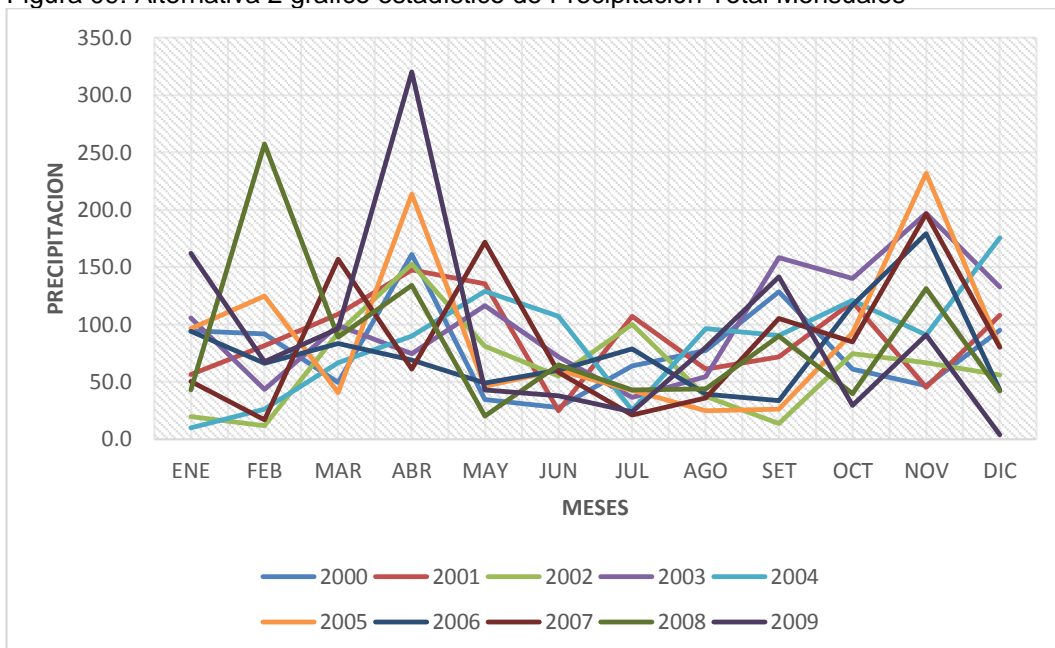
Fuente: Senamhi, adaptada por los autores (2021)

Figura 8: Alternativa 1 grafico estadístico de Precipitación Total Mensuales



Fuente: Senamhi, adaptada por los autores (2021)

Figura 09: Alternativa 2 grafico estadístico de Precipitación Total Mensuales



Fuente: Senamhi, adaptada por los autores (2021)

3. Suelo de la zona urbana de Pilluana

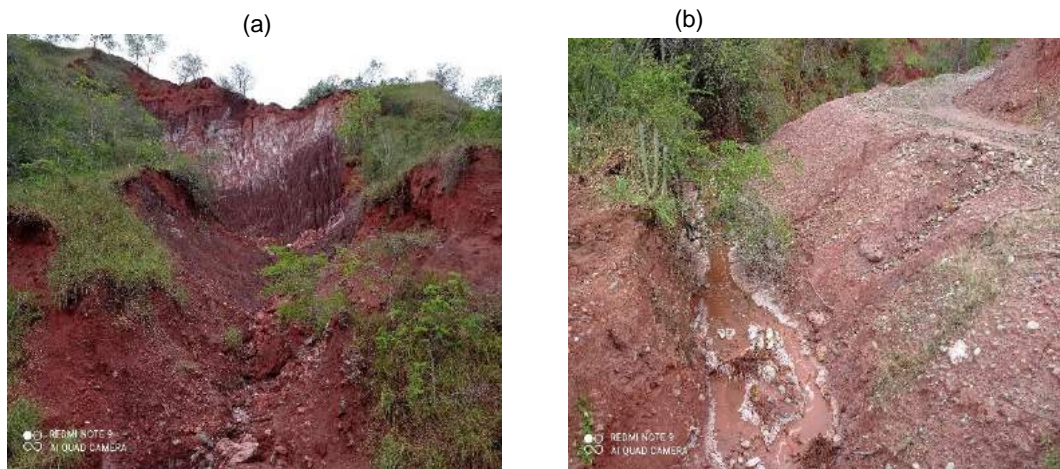
3.1. Propiedades para la caracterización de los suelos en estado natural

3.1.1. Trabajo de investigación de campo

1. Reconocimiento de campo

En esta actividad que con lleva a la observación In Situ en los lugares y luego de establecer los puntos de exploración, que se visualiza en el plano de ubicación de calicata, figura 7. Así mismo en nuestro recorrido hasta llegar a la zona de investigación se observó la presencia de zanjas de medianamente profundas a profundas producidas por erosión, con los rasgos que nos orientan a la presencia probable de suelos dispersivos, tal como se observa en la figura 10.

Figura 10: En la vista (a) se observa la presencia de zanjas y en (b) hilos de agua.



Fuente: Elaboración propia 2020

2. Exploración de campo mediante calicatas

Los trabajos de exploración de campo se realizaron en el mes de noviembre de 2020, realizándose el recorrido y reconocimiento del lugar, para luego realizar la excavación de calicatas a cielo abierto; en dichas excavaciones se pueden apreciar el perfil del suelo arcilloso homogéneo hasta la profundidad de excavación, el suelos presenta un color grisáceo

con tendencia a rojizo, por la presencia probable de óxidos de fierro, en todas las calicatas veteados con manchas blancas y de consistencia dura.

Figura 11: Excavación de calicatas



Fuente: Elaboración propia 2020

3. Excavación de calicatas

En primer lugar, se establecieron los puntos de excavación, considerando un total de 6 calicatas, estableciéndose de forma aleatoria y considerando la homogeneidad de la formación geológica de yahuarango (INGEMMET – (Boletín N°94 pág. 135), Cuadrángulo 14K) de la zona urbana del distrito de Pilluana y luego fueron excavadas en forma manual, a una profundidad mínima de 1.5 m.

En cada una de las calicatas se identificó y describió las características de los suelos que conforman mediante un registro de excavación de campo por calicata y finalmente se estableció el perfil estratigráfico de la zona, anotándose el tipo de suelo, humedad, plasticidad, compacidad, color, textura, coordenadas UTM, en concordancia con las normas establecidas, registrándose vistas fotográficas en cada calicata. La información tomada en el campo se llevó al laboratorio para su registro y contrastación, (MTC.SGGP.2014-pág. 29).

De cada una de las calicatas se recogieron muestras representativas en cantidades suficientes para la ejecución de los ensayos de laboratorio necesarios para caracterizar las propiedades de los suelos, también se obtuvieron muestras para los ensayos de Proctor Modificado y Relación Soporte California (CBR), a continuación, se presenta en la tabla 9, la relación de calicatas excavadas, (MTC.SGGP.2014-pág. 29).

Tabla 9: Resumen de calicatas excavadas

Calicata	Jirón	Lugar	Coordenadas UTM	
			Este	Norte
C - 1	Leoncio Prado	Pilluana	357382	9250602
C - 2	Leoncio Prado	Pilluana	357466	9250819
C - 3	José Gálvez	Pilluana	357539	9250713
C - 4	Huallaga	Pilluana	357137	9250573
C - 5	Ucayali	Pilluana	357307	9250749
C - 6	Tarapoto	Pilluana	357598	9250825

Fuente: Elaboración propia 2021

3.1.2. Trabajo experimental de laboratorio

Los ensayos de laboratorio se ejecutaron de acuerdo a lo establecido en las normas técnicas peruanas (NTP), American Society for Materials Testing (ASTM), Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) y American Association of Official Highway and Transportation Agencies (AASHTO), lo que se muestra en la tabla 6.

1. Propiedades Físicas

1.1 Contenido de humedad (ω)

Se determinó el contenido de humedad de las muestras que nos permite indicar la cantidad de agua contenida en los poros de la masa del suelo, la misma que se expresa en porcentaje del peso de agua entre el peso del suelo seco, considerándose un valor relativo y dependiente de los factores, geológicos, climáticos, los cuales en nuestra región son variables. Además, la muestra ha sido conservada y transportada convenientemente

hasta el laboratorio e inmediatamente ser ensayadas para evitar los cambios de humedad, (MTC.SGGP.2014-pág. 35).

Tabla 10: Resumen del contenido de humedad (ω)

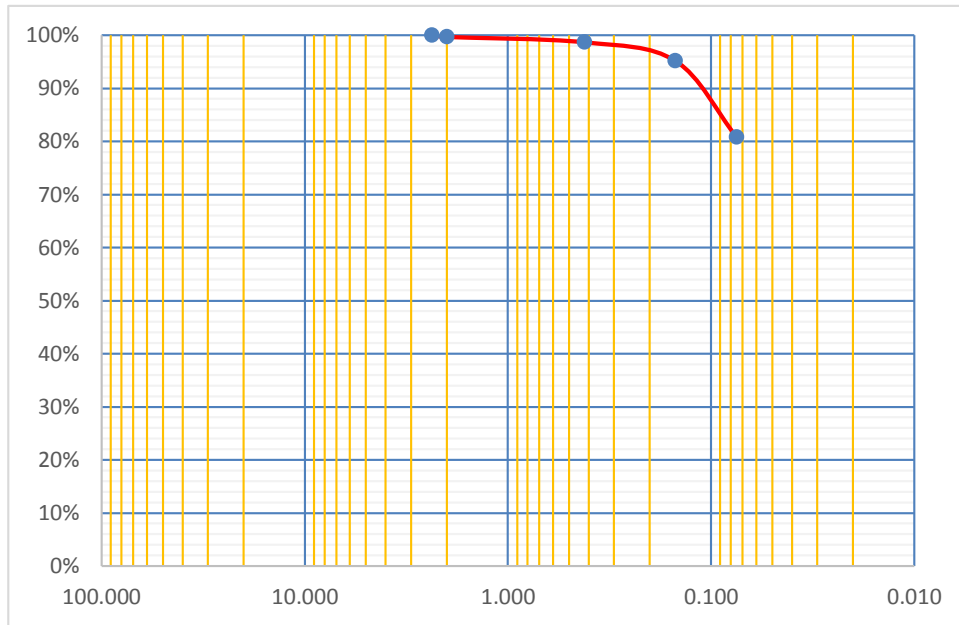
Calicata	Muestra	Profundidad (m)	$\omega\%$
C - 1	M1	0.27 m - 1.50 m	6.16
C - 2	M1	0.20 m - 0.90 m	14.85
C - 2	M2	0.90 m - 1.50 m	14.50
C - 3	M1	0.25 m - 1.50 m	8.30
C - 4	M1	0.10 m - 0.20 m	8.62
C - 4	M2	0.20 m - 1.50 m	8.85
C - 5	M1	0.35 m - 1.50 m	11.11
C - 6	M1	0.25 m - 1.50 m	13.99

Fuente: Elaboración propia 2021

1.2 Granulometría de los suelos

Este ensayo se realizó con la finalidad de conocer el tamaño de los granos del suelo y determinado mediante el tamizado mecánico de las muestras secas y lavadas mediante la malla N° 200 (0,075mm de abertura), luego se hizo pasar dicha muestra entre la malla N° 4 (4.75mm) y el uso de las mallas, colocadas en forma descendente, con su respectiva cazoleta y tapa respectivamente y agitadas por un lapso de 10 minutos en el equipo de vibración mecánica y luego pesar los pesos retenidos en cada malla y procesados hasta obtener una curva representativa y dibujada en el eje X en escala logarítmica los granos del material y en el eje Y el porcentaje que pasa que pasa en cada malla correspondiente, (MTC.SGGP.2014-pág. 33), como ejemplo se observa en la figura 12, los demás ensayos se visualizan en el anexo.

Figura 12: Curva granulométrica correspondiente a la calicata 1



Fuente: Elaboración propia (2021)

1.3 Límite Líquido (LL)

Se determinó para observar los estados dependientes del contenido de humedad, los cuales representan una gran importancia en las obras de ingeniería civil, puesto que en el caso de suelos arcillosos el contenido de humedad, hace que disminuya la capacidad de resistir cargas. En estas condiciones el suelo puede pasar desde la apariencia de un estado líquido, líquido viscoso, plástico, semisólido y sólido (seco). Siendo determinado mediante el equipo de la copa de Casagrande, (MTC.SGGP.2014-pág. 33), los valores obtenidos de cada calicata se muestran en la Tabla 11. Las curvas del límite líquido se muestran en el anexo.

Tabla 11: Resumen del contenido del Límite Líquido (LL)

Calicata	Muestra	Profundidad (m)	%
C - 1	M1	0.27 m - 1.50 m	33.90
C - 2	M1	0.20 m – 0.90 m	36.00
C - 2	M2	0.90 m – 1.50 m	35.00
C - 3	M1	0.25 m - 1.50 m	32.00
C - 4	M1	0.10 m – 0.20 m	40.40
C - 4	M2	0.20 m – 1.50 m	32.60
C - 5	M1	0.35 m -1.50 m	32.30
C - 6	M1	0.25 m -1.50 m	31.20

Fuente: Elaboración propia 2021

1.4 Límite Plástico (LP)

Se determinó el contenido de humedad observando al suelo en el instante que se encuentra entre el estado plástico y semisólido, observándose como el suelo pierde sus características de trabajabilidad y en este estado empieza a presentar fisuras en la estructura del suelo, presentándonos una respuesta que en la interacción suelo estructura, se observaría consecuencias inesperadas, (MTC.SGGP.2014-pág. 33), los valores obtenidos de cada calicata se muestran en la Tabla 12, Las curvas del Límite Plástico se muestran en el anexo.

Tabla 12: Resumen del contenido del Límite Plástico (LP)

Calicata	Muestra	Profundidad (m)	%
C - 1	M1	0.27 m - 1.50 m	18.25
C - 2	M1	0.20 m – 0.90 m	18.50
C - 2	M2	0.90 m – 1.50 m	18.25
C - 3	M1	0.25 m - 1.50 m	18.50
C - 4	M1	0.10 m – 0.20 m	25.75
C - 4	M2	0.20 m – 1.50 m	18.30
C - 5	M1	0.35 m -1.50 m	18.25
C - 6	M1	0.25 m -1.50 m	16.45

Fuente: Elaboración propia 2021

1.5 Índice Plástico (IP)

Es el resultado de la plasticidad del suelo y se lo identifica como índice de plasticidad de los suelos y se obtiene del conocimiento experimental de los límites líquido y plástico, (MTC.SGGP.2014-pág. 33).

Tabla 13: Resumen de los Índice Plástico

Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Límites de consistencia		
			LL (%)	LP (%)	IP (%)
C - 1	M1	0.27 m - 1.50 m	33.90	18.25	15.65
C - 2	M1	0.20 m - 0.90 m	36.00	18.50	17.50
C - 2	M2	0.90 m - 1.50 m	35.00	18.25	16.75
C - 3	M1	0.25 m - 1.50 m	32.00	18.50	13.50
C - 4	M1	0.10 m - 0.20 m	40.40	25.75	14.65
C - 4	M2	0.20 m - 1.50 m	32.60	18.30	14.30
C - 5	M1	0.35 m - 1.50 m	32.30	18.25	14.05
C - 6	M1	0.25 m - 1.50 m	31.20	16.45	14.75

Fuente: Elaboración propia 2021

1.6 Índice de Consistencia (I_c)

Es el número que se determinó y nos permite ubicar a los suelos arcillosos en los estados en los que puede pasar en su vida geológica, (Martínez, E. 2015. pág.48 apuntes de clase)

$$I_c = \frac{LL - \omega}{IP}$$

Tabla 14: Resumen de los valores del Índice de consistencia (I_c)

Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Límites de consistencia			w (%)	Ic
			LL (%)	LP (%)	IP (%)		
C - 1	M1	0.27 m - 1.50 m	33.90	18.25	15.65	6.16	0.77
C - 2	M1	0.20 m - 0.90 m	36.00	18.50	17.50	14.85	0.21
C - 2	M2	0.90 m - 1.50 m	35.00	18.25	16.75	14.50	0.22
C - 3	M1	0.25 m - 1.50 m	32.00	18.50	13.50	8.30	0.76
C - 4	M1	0.10 m - 0.20 m	40.40	25.75	14.65	8.62	1.17
C - 4	M2	0.20 m - 1.50 m	32.60	18.30	14.30	8.85	0.66
C - 5	M1	0.35 m - 1.50 m	32.30	18.25	14.05	11.11	0.51
C - 6	M1	0.25 m - 1.50 m	31.20	16.45	14.75	13.99	0.17

Fuente: Elaboración propia 2021

1.7 Peso Específico Relativo de Sólidos

El peso específico relativo de los sólidos o también conocida como gravedad específica se calculó utilizando la relación de peso del suelo (W_s), con el peso del agua (W_w), considerando los mismos volúmenes, como se observa en la siguiente expresión:

$$S_s = \frac{W_s}{W_s + W_{f\omega} - W_{f\omega s}} = \frac{W_s}{W_w}$$

Tabla 15: Valores del Peso específico Relativo de los solidos

Calicata	Profundidad	Peso específico (S_s)
C - 01	0.27 m – 1.50 m	2.531
C - 02	0.90 m – 1.50 m	2.537
C - 03	0.25 m – 1.50 m	2.532
C - 04	0.20 m – 1.50 m	2.546
C - 05	0.35 m – 1.50 m	2.522
C - 06	0.25 m – 1.50 m	2.527

Fuente: Elaboración propia 2021

1.8 Clasificación de suelos

Se determinó para observar como este valor nos permite reagrupar el suelo mediante sus características de tamaño de partículas y su plasticidad, haciendo uso de los dos métodos aplicables a una orientación práctica del ingeniero en el comportamiento del suelo, (MTC.SGGP.2014-pág. 32).

a) Clasificación SUCS

El Sistema Unificado de Clasificación del suelo (USCS o SUCS) se basa en el sistema de clasificación desarrollado por Casagrande durante la Segunda Guerra Mundial. Con algunas modificaciones fue aprobado conjuntamente por varias agencias de gobierno de los EE.UU. en 1952. Es un sistema de clasificación de suelos utilizado en ingeniería para describir la textura y el tamaño de las partículas del suelos, así mismo asigna un símbolo para cada uno de los tipos de suelos ya sea orgánicos o inorgánicos, este sistema de clasificación puede ser utilizado en la mayoría de suelos sin consolidar, para clasificar el suelo se debe de hacer una

granulometría por tamizado y la determinación de los límites de Atterberg, los cuales describen el comportamiento mecánico del suelo, (MTC. SGGP.2014-pag, 33), la clasificación se muestra en la Tabla 16.

b) Clasificación AASHTO

El sistema de clasificación AASHTO se usa por la construcción de carreteras y terraplenes. Es ampliamente utilizado en la ingeniería de Vías, busca principalmente juzgar la aceptabilidad de un suelo para ser usado como material de subbase y base de un pavimento clasificándole mediante el Índice de Grupo (IG) que es un valor calculado a partir de una ecuación empírica, se basa en la Granulometría por tamizado y los límites de Atterberg, los cuales describen el comportamiento mecánico del suelo, (MTC. SGGP.2014-pag, 33).

Tabla 16: Resumen de clasificación de suelos SUCS y AASHTO

Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Límites de consistencia			Clasificación de suelos	
			LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO
C - 1	M1	0.27 m - 1.50 m	33.90	18.25	15.65	CL	A-6 ₍₁₀₎
C - 2	M1	0.20 m - 0.90 m	36.00	18.50	17.50	CL	A-6 ₍₁₁₎
C - 2	M2	0.90 m - 1.50 m	35.00	18.25	16.75	CL	A-6 ₍₁₁₎
C - 3	M1	0.25 m - 1.50 m	32.00	18.50	13.50	CL	A-6 ₍₉₎
C - 4	M1	0.10 m - 0.20 m	40.40	25.75	14.65	CL	A-6 ₍₁₀₎
C - 4	M2	0.20 m - 1.50 m	32.60	18.30	14.30	CL	A-6 ₍₉₎
C - 5	M1	0.35 m - 1.50 m	32.30	18.25	14.05	CL	A-6 ₍₉₎
C - 6	M1	0.25 m - 1.50 m	31.20	16.45	14.75	CL	A-6 ₍₉₎

Fuente: Elaboración propia 2021

2. Propiedades mecánicas

2.1. Compactación de suelos

Se determinó haciendo uso del método de Proctor modificado, cuyo objetivo de nuestra investigación es la determinación de la densidad seca máxima vs el óptimo contenido de humedad, parámetros que se utilizarán en la determinación del CBR, (MTC.SGGP.2014-pág. 32).

Con lo cual se efectúa para determinar un óptimo contenido de humedad, en función de esta se determina la máxima densidad seca del

suelo con una energía de compactación determinada. Pues este ensayo se debe realizar antes de colocar la subbase, apreciándose pues la influencia del contenido de humedad inicial de agua del suelo, ver Tabla 17, la curva de compactación se muestra en el anexo.

2.2. Relación soporte califonia

Se determinó siguiendo los procedimientos normados y que nos orienta a la calidad del suelo, desde el punto de vista de la resistencia al corte de los suelos y su capacidad de resistir cargas externas, (MTC.SGGP.2014-pág. 32).

Tabla 17: Resumen de clasificación de suelos SUCS y AASHTO, Límites de consistencia, compactación y CBR

Calicata	Muestra	Prof. (m)	Límites de consistencia		$(\omega\%)$	Clasificación de suelos		Compact.		CBR (%)
			LL (%)	IP (%)		SUCS	AASHTO	DSM	OCH	
C - 1	M1	0.27 m - 1.50 m	33.90	15.65	6.16	CL	A-6 ₍₁₀₎	1.81	11.9	4.1
C - 2	M1	0.20 m - 0.90 m	36.00	17.50	14.85	CL	A-6 ₍₁₁₎			
C - 2	M2	0.90 m - 1.50 m	35.00	16.75	14.50	CL	A-6 ₍₁₁₎	1.81	12.22	3.6
C - 3	M1	0.25 m - 1.50 m	32.00	13.50	8.30	CL	A-6 ₍₉₎	1.89	11.6	3.4
C - 4	M1	0.10 m - 0.20 m	40.40	14.65	8.62	CL	A-6 ₍₁₀₎			
C - 4	M2	0.20 m - 1.50 m	32.60	14.30	8.85	CL	A-6 ₍₉₎	1.88	11.9	3.4
C - 5	M1	0.35 m - 1.50 m	32.30	14.30	11.11	CL	A-6 ₍₉₎	1.84	12.6	3.6
C - 6	M1	0.25 m - 1.50 m	31.20	14.75	13.99	CL	A-6 ₍₉₎	1.84	12.0	3.7

Fuente: Elaboración propia 2021

3. Propiedades químicas

Se ha planteado la evaluación del uso del pH, y ver su influencia en la estabilización con cemento.

a) Acidez del suelo (pH)

Realizados los ensayos del pH en una muestra representativa, se logra medir la acidez o alcalinidad de una solución que se encuentra en fase acuosa mediante el análisis de la concentración de iones, luego se plasman los resultados de las mediciones de pH.

Tabla 18: Valores del PH del suelo

Calicata	pH
C-1	6.7
C-2	6.7
C-3	6.6
C-4	6.5
C-5	6.6
C-6	6.6

Fuente: Elaboración propia 2021

4. Propiedades dispersivas

Por las limitantes de contar con equipos en los laboratorios de la zona se optó por la aplicación del método de Crumb, aprobado internacionalmente en las investigaciones y según norma ASTM.

4.1. Ensayo de Crumb

Este ensayo se realizó para poder estimar la susceptibilidad del suelo frente a la probable ocurrencia del fenómeno de erosión superficial, conocido como dispersión, teniendo como causa de activación el agua. Cuyos especímenes fueron secados al aire y al horno, para observar la variación. (Berrio, A. 2013, pág. 60). Siguiendo el procedimiento se determinó el grado de dispersión moderada como se observa en las imágenes y cuadro de valores cualitativos, para mayor visualización de los ensayos revisar entre los anexos.

Figura 13: Ensayo de Crumb en campo



Fuente: Elaboración propia 2021

Figura 14: Ensayo de Crumb a los 5 Minutos en campo con Agua Destilada

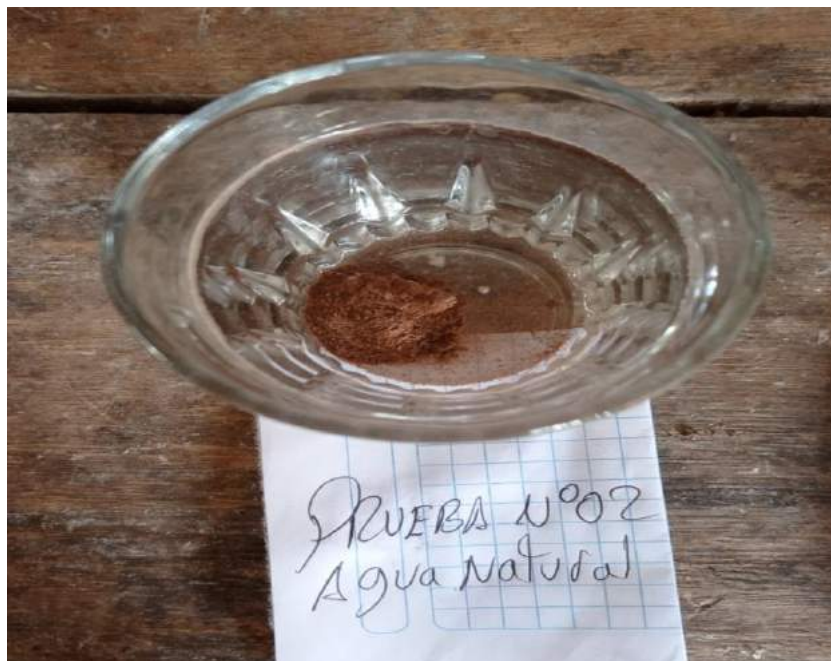


Fuente: Elaboración propia 2021

En la figura 14, Se muestra el ensayo de crumb a los 5 minutos de haber introducido el terrón en agua destilada donde se ve una ligera nubosidad en el

espejo del agua, también se ve una erosión del terrón en un 60%, en la prueba se ve pequeñas burbujas que emana desde su interior.

Figura 15: Ensayo de Crumb a los 5 Minutos Realizado en campo con Agua Natural



Fuente: Elaboración propia 2021

En la figura 15. Se muestra el ensayo de crumb a los 5 minutos de haber introducido el terrón en agua natural, donde se ve una nubosidad mínima que no es fácil distinguir en el espejo del agua, también se ve una erosión, pero al 60% junto a pequeñas burbujas que emana de acuerdo a lo que va erosionando.

Tabla 19: resultados mediante el ensayo de Crumb

Calicata	Resultado	Interpretación
C-1	Grado 3	Reacción Moderado
C-2	Grado 3	Reacción Moderado
C-3	Grado 3	Reacción Moderado
C-4	Grado 3	Reacción Moderado
C-5	Grado 3	Reacción Moderado
C-6	Grado 3	Reacción Moderado

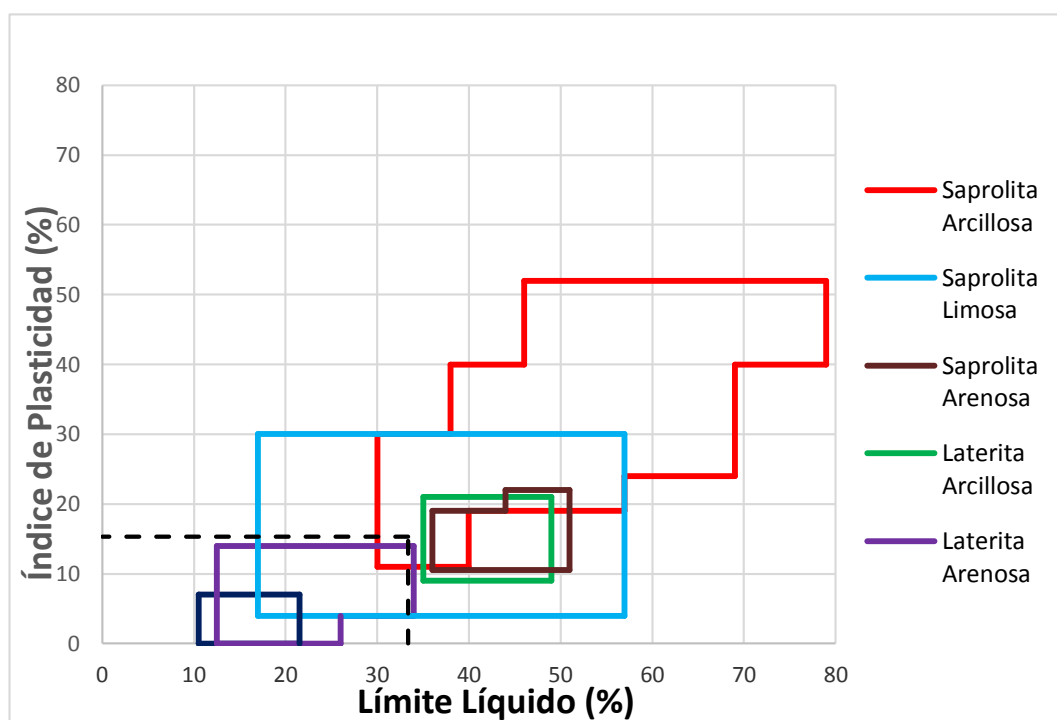
Fuente: Elaboración propia 2021

5. Determinación de los Suelos Tropicales

Los suelos tropicales están compuesto principalmente por suelos finos, bajo las condiciones atmosféricas, geográficas e hidrológicas de un clima húmedo.

La selva peruana es el principal agente para la formación de suelos tropicales, principalmente por sus constantes lluvias. (Carrillo, G, 1978) menciona que se ha logrado establecer correlaciones empíricas de acuerdo a su carta de plasticidad de estos suelos tropicales, los cuales los clasifica como en la fig. 16.

Figura 16: Tipo de suelo tropical



Fuente: Carrillo, A. 1978, Adaptada por los Autores (2021).

Mediante los ensayos realizados y apoyándonos de la carta de plasticidad de Carrillo, a. 1978, (ver figura 16). Obtenemos una clasificación de suelo tropical Saprolita arcillosa, con presencia del 20% como promedio de arena sedimentaria, de acuerdo a la observación en campo los suelos se caracterizan por presentar un perfil de descomposición química de las

rocas expuestas a la intemperie a los cuales les llamaremos suelos residuales jóvenes Nogami, (1985).

3.1. Propiedades de los suelos estabilizados con cemento

3.1.1. Determinación del Aditivo Estabilizante

La estabilización de suelos se define como el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánica de un suelo inadecuado para una sub-base, esta estabilización dota de propiedades físicas y mecánicas al suelo y así tener una resistencia en el tiempo, para determinar un aditivo estabilizante se debe de tener en cuenta el porcentaje de su CBR si es menor al 6% se debe estabilizar identificando el tipo de suelo existente y su contenido de humedad para así poder determinar el aditivo a utilizar, (MTC. SGGP-20 14, pág. 91).

Tabla 20: Guía Complementaria Referencial para la Selección del Tipo Estabilizador

TIPO DE ESTABILIZADOR RECOMENDADO	NORMAS TÉCNICAS	SUELO	DOSIFICACIÓN	CURADO (APERTURA AL TRÁNSITO)	OBSERVACIONES
Cemento	EG-CBT-2008 Sección 3068 ASTM C150 AASHTO M85	A-1, A-2, A-4, A-5, A-6 Y A-7 LL<40% IP≤18%	2 - 12%	7 Dias	Diseño de mezcla de acuerdo a recomendaciones de la PCA (Portland Cement Association)
Emulsión	ASTM D2397 ó AASHTO M208	A-1, A-2 Y A-3 Pasante malla N° 200≤ 10% IP ≤ 8% Equiv. Arena ≥40%	4 - 8%	Minimo 24 horas	Cantidad de aplicación a ser definida de acuerdo a resultados del ensayo Marshall modificado o Illinois
Cal	EG-CBT-2008 Sección 3078 AASHTO M216 ASTM C977	A-2-6, A-2-7, A-6 A-7 10% ≤ IP ≤ 50%	2 - 8%	Minimo 72 horas	Para IP > 50%, se puede aplicar cal en dos etapas Diseño de mezcla de acuerdo a la Norma ASTM D 6276
Cloruro de Calcio	ASTM D98 ASTM D345 ASTM E449 MTC E 1109	A-1, A-2, YA-3 IP ≤ 15%	1 a 3% en peso del suelo seco	24 horas	
Cloruro de Sodio	EG-CBT-2008 Sección 309B AASHTO E534 MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 8% ≤ IP ≤ 15%	50 - 80 kg/m3	07 Dias	la cantidad de los resultados (dosificación) y Tramo de prueba
Cloruro de Magnesio	MTC E 1109	A-1, A-2 y A-3 IP ≤ 15%	50 - 80 kg/m3	48 horas	la cantidad de sal depende de los resultados de laboratorio (dosificación) y tramo de prueba
Enzimas	EG-CBT-2008 Sección 308B MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 6% ≤ IP ≤ 15%	1L/30-33 m3	De acuerdo a Especificaciones del fabricantes	
Aceites Sulfonados		Aplicable en suelos con particulas finas limosas o arcillas, con LL bajo, arcilla, y limos muy plásticos		De acuerdo a Especificaciones del fabricantes	

Fuente: Estudios Especiales del MTC (Adaptada por los Autores)

Para determinar el aditivo estabilizante usaremos lo indicado en la tabla N°20 del MTC, tomando en cuenta los resultados de los ensayos realizados en campo, los cuales están plasmados en la tabla 24, por lo tanto, con los valores obtenidos de los ensayos de laboratorio LL=36% y IP=17.5%, las cuales cumplen lo especificado por el MTC LL<40% IP≤18%, llegamos a determinar que nuestro aditivo estabilizante a utilizar es el Cemento.

Luego de determinar el aditivo estabilizante, también tomamos como referencia la tabla N°20 del MTC, donde tomamos la dosificación de 2 a 12% para la estabilización del suelo Cemento.

3.1.2. Propiedades Índices del Suelo más Cemento

1. Límite Líquido (LL)

Se determinó para observar la variación de la plasticidad tanto en su estado natural y con adicción de cemento, haciendo uso del equipo de la copa de Casagrande, según lo especificado por el MTC.SGGP, para ello se utilizó el equipo y los mismos procedimientos especificados en la NTP339.129. los valores obtenidos se muestran en la tabla 21.

2. Límite Plástico (LP)

Siguiendo los mismos procedimientos, se determinó el contenido de humedad y su variación con la adición de cemento, MTC.SGGP. A continuación se presentan los resultados de los valores del Limite Plástico con adicciones de cemento al 0%, 4%, 8% y 12%.

Tabla 21: Valores del Límite Plástico con adicción de cemento

(%) de Cemento Portland	Límites de consistencia		
	LL (%)	LP (%)	(ω %)
0%	33.37	18.02	12.8
4%	25.11	17	10.7
8%	26.14	20.3	8.3
12%	23.04	21.12	5.6

Fuente: Elaboración propia 2021

3. Índice Plástico (IP)

Es el resultado de la plasticidad del suelo estabilizado y su variación en el índice plástico, MTC.SGGP. Determinándose mediante la expresión:

$$IP = LL - LP$$

A continuación, se presentan los valores de IP obtenidos con adicción de cemento a 0%, 4%, 8% y 12%.

Tabla 22: Valores del Índice Plástico con adicción de cemento

(% de Cemento Portland)	Límites de consistencia			$\omega\%$
	LL (%)	LP (%)	IP (%)	
0%	33.37	18.02	15.35	12.8
4%	25.11	17	8.11	10.7
8%	26.14	20.3	5.84	8.3
12%	23.04	21.12	1.92	5.6

Fuente: Elaboración propia 2021

3.1.3. Propiedades Mecánicas

1. Compactación de suelos

Siguiendo la misma metodología de Proctor modificado, cuyo objetivo de nuestra investigación es la determinación de la densidad seca máxima vs el óptimo contenido de humedad, y su variación que muestra con la adición de cemento al 0%, 4%, 8% y 12%, MTC.SGGP, los valores obtenidos en la compactación de suelos se muestran en la tabla 23, y las curvas de compactación se encuentran en los anexos.

Tabla 23: Resumen de los valores Límites de Consistencia, Compactación.

(% de Cemento Portland)	Límites de consistencia			$(\omega\%)$	Compact.	
	LL (%)	LP (%)	IP (%)		DSM	OCH
0%	33.37	18.02	15.35	12.8	1.87	12.0
4%	25.11	17	8.11	10.7	1.92	11.9
8%	26.14	20.3	5.84	8.3	1.96	11
12%	23.04	21.12	1.92	5.6	2.18	10.7

Fuente: Elaboración propia 2021.

2. Relación soporte califonia

Se determinó siguiendo los procedimientos normados y que nos orienta a la calidad del suelo, desde el punto de vista de la variación de la resistencia soporte y su variación con la adición de cemento, (MTC.SGGP.2014-pág. 32). Los valores obtenidos de cada calicata se muestran en la tabla 24 y las curvas de penetración al 95% y 100% del CBR se muestran entre los anexos.

Tabla 24: Resumen de los valores Límites de Consistencia, Compactación, CBR.

(% de Cemento Portland	Límites de consistencia			(w%)	Compact.		CBR (%)
	LL (%)	LP (%)	IP (%)		DSM	OCH	
0%	33.37	18.02	15.35	12.8	1.87	12.0	4.2
4%	25.11	17	8.11	10.7	1.92	11.9	9.4
8%	26.14	20.3	5.84	8.3	1.96	11	24.6
12%	23.04	21.12	1.92	5.6	2.18	10.7	33.8

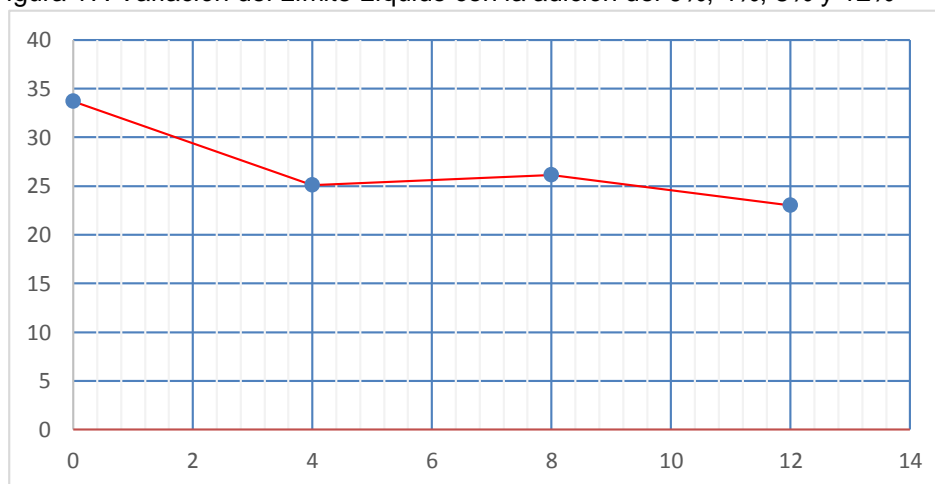
Fuente: Elaboración propia 2021.

3.1.4. Variación de las propiedades del suelo con la adición de cemento

1. El Límite Líquido

Del trabajo experimental observemos la variación la estadística de variación del Límite Líquido, cuando adicionamos el aditivo de cemento.

Figura 17: Variación del Límite Líquido con la adición del 0%, 4%, 8% y 12%

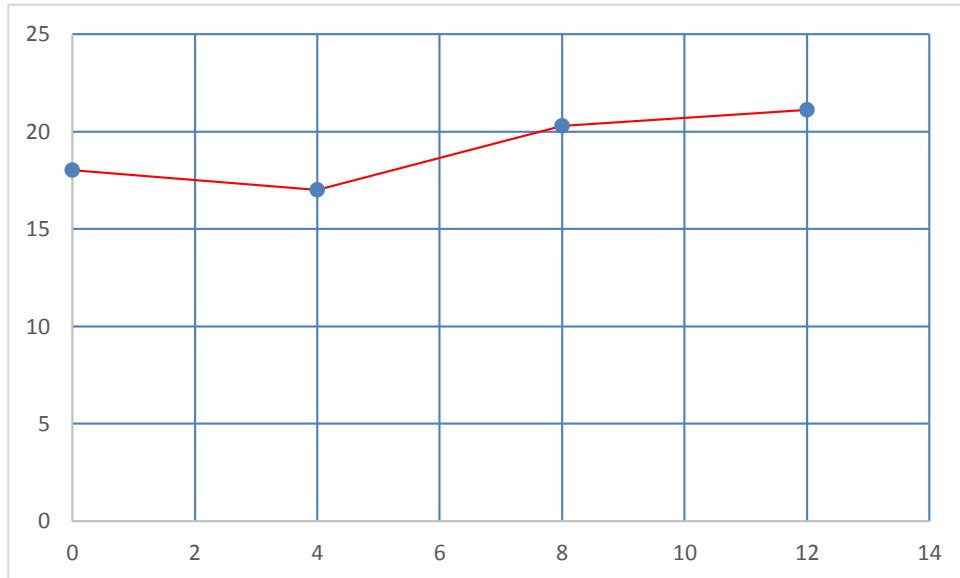


Fuente: Elaboración Propia 2021.

2. El Límite Plástico

Del trabajo experimental observemos la variación la estadística de variación del Límite Plástico, cuando adicionamos el aditivo de cemento.

Figura 18: Variación del Límite Plástico con la adición del 0%, 4%, 8% y 12%

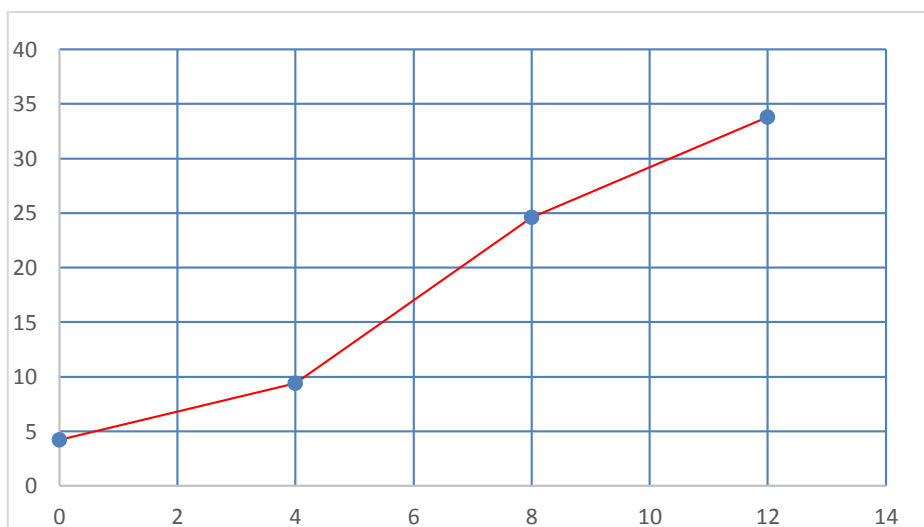


Fuente: Elaboración propia 2021

3. La Relación de Soporte California (CBR)

Del trabajo experimental observemos la variación la estadística de variación del CBR, cuando adicionamos el aditivo de cemento.

Figura 19: Variación del CBR con la adición del 0%, 4%, 8% y 12%



Fuente: Elaboración propia 2021

CAPITULO V. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Discusión

1. Mediante la clasificación de suelos realizados en la zona urbana de pilluana se obtuvo un suelo arcilloso de baja plasticidad, de tipo A-6⁽¹⁰⁾ por el sistema unificado AASHTO y de tipo CL por SUCS.
2. Analizando los resultados obtenidos en el ensayo de granulometría se determina que es un suelo fino por el porcentaje de pasante de la malla #200 que es del 80%.
3. Con los ensayos límites de atterberg realizados determinamos que son suelos medianamente plásticos y que de acuerdo al cálculo de índice de consistencia obtenido que es de 0.17, podemos decir que estos suelos en cualquier de época de su vida pueden ser de consistencia blanda y puede formar barro fluido.
4. En cuanto a la estabilización, resultados guardan relación con Armas, R. y Gonzales, Y. (2008), quienes consideran que la estabilización de suelos dispersivos con cemento Portland están estrechamente relacionados con el proceso de compactación de la mezcla suelo-cemento, obteniéndose resultados satisfactorios cuando se alcanzan grados de compactación superiores al 95% de la densidad seca alcanzada en el laboratorio. Por lo tanto, es consecuente con lo que en esta investigación se ha encontrado los valores de 4.4% en su estado natural y de 7.7%, 13.6% y 21.6%, con la adicción de 4%, 8% y 12% de cemento.
5. El suelo de la zona de estudio, mediante los ensayos y observaciones presenta las características arcillosas medianamente plásticas, con un pH de 6.5 a 6.7 por lo cual se lo califica como ligeramente ácido y mediante el ensayo de Crumb se obtiene una calificación de medianamente dispersivos, resultados que concuerdan con lo

mencionado por Martínez, V. (2018), quien observa los resultados de presencia de suelos arcillosos ácidos con pH entre 5.7 a 7, calificándolo como dispersivos a muy dispersivos, mediante el ensayo de Crumb.

5.2. Conclusiones

1. En la investigación se observa la influencia del cemento portland, en la estabilización de los suelos tropicales de la zona urbana del distrito de Pilluana, se reflejan en el aumento de su densidad seca y la reducción de su contenido de humedad, también en el aumento significativo del Valor Soporte California (CBR) cuya relación promedio es de 1.45 % de aumento con respecto a su %CBR en su estado natural, teniendo en cuenta que se le va agregando 1% de cemento para la estabilización.
2. Mediante los ensayos realizados se determinó un suelo medianamente dispersivo, obteniendo un comportamiento mecánico de los suelos, de densidad seca de 1.870 gr/cm³ y un contenido de humedad de 12%, lo cual demuestra un contenido de humedad alto que reduce la densidad seca, además de ser malo para la densificación del suelo mediante la compactación. Con respecto al CBR al 95% se obtuvo un porcentaje del 4.1%.
3. El comportamiento mecánico estabilizados con cemento portland, con porcentajes de 4%, 8% y 12%; la densidad seca va aumentando y el contenido de humedad va reduciendo, lo que significa que es beneficioso para así no tener presencia de suelos cohesivos o viscosos; además con la estabilización de suelos se nota una mejora en su CBR al 95% debido que va aumentando en porcentajes de 7.7%, 17.7% y 25.7% respectivamente; que respecto a su estado natural que es de 4.1%. Entonces una subrasante de buena o regular se obtiene con una estabilización de adicción con cemento de 4%.

5.3. Recomendaciones

1. Se recomienda seguir investigando y realizar la Estabilización con adicción de cal y comparar los resultados.
2. Se recomienda realizar los ensayos de doble hidrómetro y Pinhole para determinar la dispersividad de los suelos.
3. Se recomienda el mejoramiento de suelo por reemplazo y analizar, desde el punto de vista económico, una segunda alternativa como por ejemplo el reemplazo del material que se clasifica como (CL) arcilla de baja plasticidad, por material de préstamo para así poder obtener un mejor resultado de la resistencia del suelo.
4. Recomienda analizar el efecto del contenido de sales perjudiciales como el contenido de sodio, debido a que se encuentra cerca de un domo de sales que puedan afectar la estabilización de suelos, resistencia y durabilidad.

Referencias bibliográficas

1. Alva Hurtado Jorge, e Hilda Garay Porteros Hilda, (2011), identificación y ensayos en suelos dispersivos, Artículo científico, Universidad Nacional de Ingeniería, lima, Perú, primera edición.
2. Botía Díaz Wilmar Andrés, 2015, Manual de Procedimientos de Ensayos de Suelos y Memoria de Cálculo, Trabajo de grado, Universidad Militar Nueva Granada Facultad Ingeniería Programa Ingeniería Civil Bogotá, págs. 17-164.
3. Braja M. Das, 2012, Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones, séptima edición Cengage Learning Editores, S.A. de C.V, págs. 01-776.
4. Cabrera Cárdenas Jorge Eduardo y Delgado Gomezcoello Juan Manuel, (2015), Identificación de arcillas dispersivas en los suelos de la presa Chojampe 2 del Proyecto Pacalori, Tesis Universidad de Cuenca Facultad de Ingeniería.
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23094>
5. CAPECO (2009), Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), Decreto Supremo N.º 063-70-VI
6. Crespo Villalaz Carlos, 2004, Mecánica de suelos y cimentaciones. Quinta edición, Editorial LIMUSA, S.A de CV, México DF, págs. 13-185
7. Juárez Badillo y Rico Rodríguez, 2005, Mecánica de suelos tomo I: Fundamentos de la mecánica de suelos. Quinta edición. Editorial LIMUSA, S.A de CV. México DF, págs. 33-388.
8. Juárez Badillo y Rico Rodríguez, 2005, Mecánica de suelos tomo II: Fundamentos de la mecánica de suelos. Quinta edición. Editorial LIMUSA, S.A de CV. México DF, págs. 33-388.

9. Ministerio de vivienda y construcción y saneamiento-CAPECO. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Edición actualizada.
10. Lambe William. Mecánica de Suelos. Flujo d agua en suelos. Tomo III. Ediciones Limusa- cuarta edición
11. Terzaghi K. y Peck R, 2015, Mecánica de Suelos en la ingeniería práctica (trad. O. Moretto)-Ateneo Edición, págs.
12. David Reid y Peter L. Berry: Mecánica de Suelos. Derpartament of Civil Engineering. University of Salford. <http://es.slideshare.net/antuanets/mecanica-de-suelos-peter-l-berry?related=11>, 03. Ago. 2016.
13. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013), Manual de suelos y pavimentos, Resolución Directoral N° 05-2013- MTC-Lima – Perú pág. 117.
14. Yoermes Glez Haran Bourl y Rolando Armas Novoa, (2008), en la 14 Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura, sobre Identificación y Estabilización de Suelos Dispersivos presentada en la Habana, Cuba
15. https://www.researchgate.net/publication/260737241_Identificacion_y_Estabilizacion_de_Suelos_Dispersivos_Estado_del_Arte
16. Gobierno Regional de San Martin, Moyobamba (2008), Estudio de Diagnóstico y Zonificación de la Provincia de Picota.
17. E. Carrillo Delgado. y J. Cárdenas Pomareda, Sinopsis, Propiedades de los Suelos Tropicales del Perú.

Anexo 1. Matriz de consistencia

Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	UNIDAD DE MEDIDA	INDICADORES
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL			
¿Cuánto influye en el comportamiento mecánico de los suelos Dispersivos Tropicales, al ser estabilizados con Cemento Pórtland, en la Zona urbana del Distrito de Pilluana, Provincia de Picota y Región San Martín – 2020?	Determinar la influencia en el comportamiento mecánico de los suelos Dispersivos Tropicales, al ser estabilizados con Cemento Pórtland, en la Zona urbana del Distrito de Pilluana, Provincia de Picota y Región San Martín – 2020	La utilización del cemento Pórtland en la estabilización de los suelos dispersivos tropicales causa mejoramiento en el comportamiento mecánico lo cual permitirá usar los suelos en mejores condiciones de trabajo, en el Distrito de Pilluana, Provincia de Picota y Región San Martín.	VARIABLE INDEPENDIENTE: Suelo del sector urbano del distrito Pilluna	Propiedades físicas y químicas	1. Propiedades de los suelos dispersivos y cemento
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS			
¿Cuál será el comportamiento mecánico del suelo dispersivo tropical, con las propiedades físicas en su estado natural?	Determinar el comportamiento mecánico del suelo dispersivo tropical, con las propiedades físicas en su estado natural.	Los suelos dispersivos en condiciones naturales no tienen buen comportamiento mecánico por la presencia de sodio.	VARIABLE DEPENDIENTE: Compotamiento mecánico del suelo	Kg/cm ² , % CBR	2. Resistencia a la compresión sin confinar del suelo estabilizado y %CBR
¿Cuál será el comportamiento mecánico del suelo dispersivo tropical, estabilizado con la concentración de cemento Pórtland?	Determinar el comportamiento mecánico del suelo dispersivo tropical, estabilizado con la concentración de cemento Pórtland	Si se logrará modificar positivamente comportamiento del suelo dispersivo, si variamos las características físicas, por el método de estabilización química.			

Fuente: elaboración propia 2021.

Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos

Tabla 25: Resumen de recolección de datos.

TERRENO DE FUNDACIÓN	CALICAT A N.º 01 MUESTR A N° 01	CALICAT A N.º 02 MUESTR A N° 01	CALICAT A N.º 02 MUESTR A N° 02	CALICAT A N.º 3 MUESTR A N° 01	UNIDADE S
C.B.R. al 95% de compactación	4.1		3.6	3.4	%
C.B.R. al 100% de compactación	8.4		7.9	7.7	%
Proctor Modificado					
Máxima Densidad	1.81		1.81	1.89	grs./cm3
Humedad Óptima %	11.9		12.2	11.6	%
% de Humedad Natural	6.2	14.9	14.5	8.3	%
Crumb	Grado n°3	Grado n°3	Grado n°3	Grado n°3	Grado n°3
Límites de Consistencias					
Límite Líquido	33.87	36	35	32	%
Índice de Plasticidad	15.61	17.49	16.75	13.45	%
Granulometría					
% pasa la malla N° 4					
% pasa la malla N° 10	99.67	99.67	99	99.5	%
% pasa la malla N° 40	98.67	98.33	96.83	98.5	%
% pasa la malla N° 200	80.83	89.5	87.17	88	%
Sistema Clasificación AASHTO	A-6	A-6	A-6	A-6	
Sistema de clasificación SUCCS	CL	CL	CL	CL	
Profundidad	0.27-1.50	0.20-0.90	0.90-1.50	0.25-1.50	M

Fuente: Elaboración propia 2021

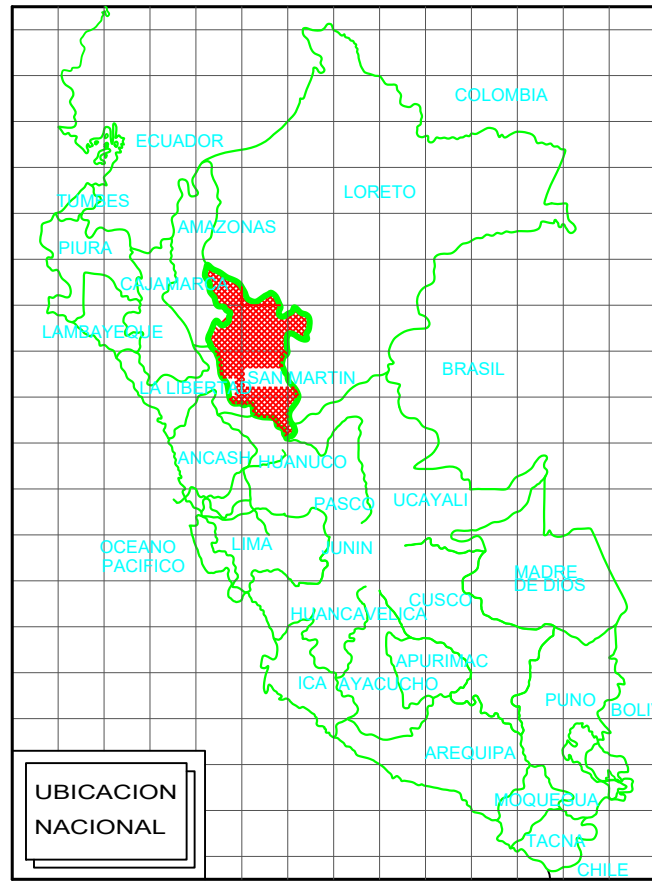
Tabla 26: resumen de recolección de datos.

TERRENO DE FUNDACIÓN	CALICATA N.º 04 MUESTRA Nº 01	CALICATA N.º 04 MUESTRA Nº 02	CALICATA N.º 05 MUESTRA Nº 01	CALICATA N.º 06 MUESTRA Nº 01	UNIDADES
C.B.R. al 95% de compactación		3.4	3.6	3.7	%
C.B.R. al 100% de compactación		7.7	7.9	8	%
Proctor Modificado					
Densidad Máxima		1.876	1.844	1.84	grs./cm ³
Humedad Óptima %		11.9	12.6	12	%
% de Humedad Natural	8.6	8.85	11.11	14.5	%
CRUMB	Grado n°3	Grado n°3	Grado n°3	Grado n°3	
Límites de Consistencias					
Límite Líquido	40.4	32.6	32.3	31.24	%
Índice de Plasticidad	14.65	14.3	14.02	16.44	%
Granulometría					
% pasa la malla N° 4					
% pasa la malla N° 10		99.83	99.5	98.67	%
% pasa la malla N° 40	99.17	99	97.5	97.83	%
% pasa la malla N° 200	91.33	88	77.7	74.45	%
Sistema Clasificación AASHTO	A-6	A-6	A-6	A-6	
Sistema de clasificación SUCCS	ML	CL	CL	CL	
Profundidad	0.10-0.20	0.20-1.50	0.35-1.50	0.25-1.50	m

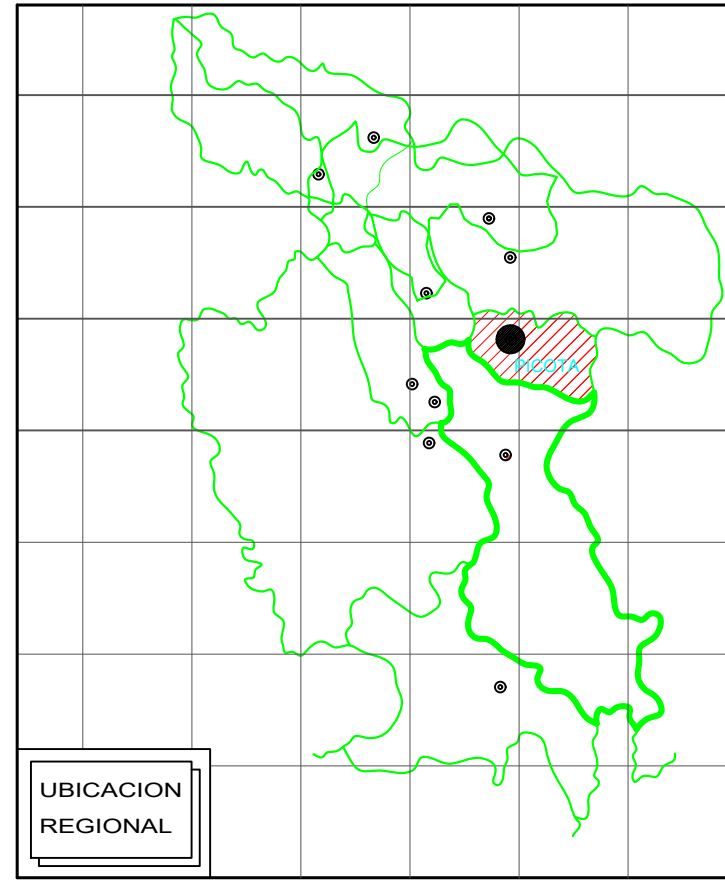
Fuente: Elaboración propia 2021

Anexo 3: Planos

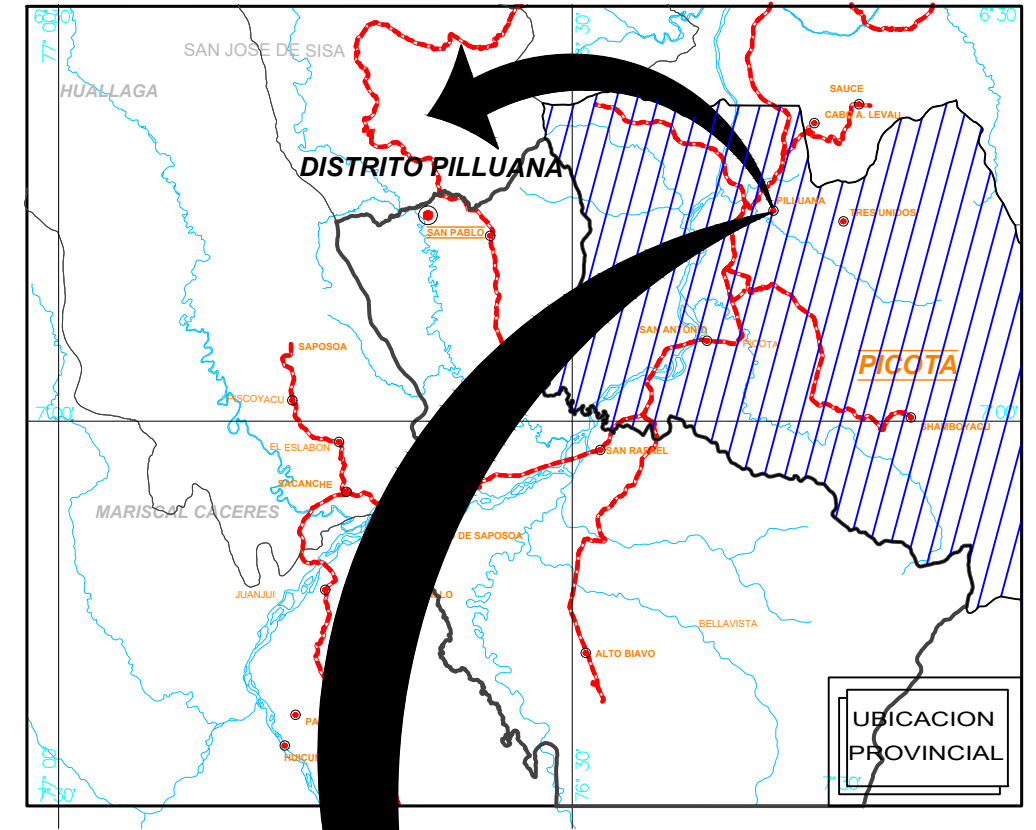
PLANOS DE UBICACION



UBICACION NACIONAL



UBICACION REGIONAL

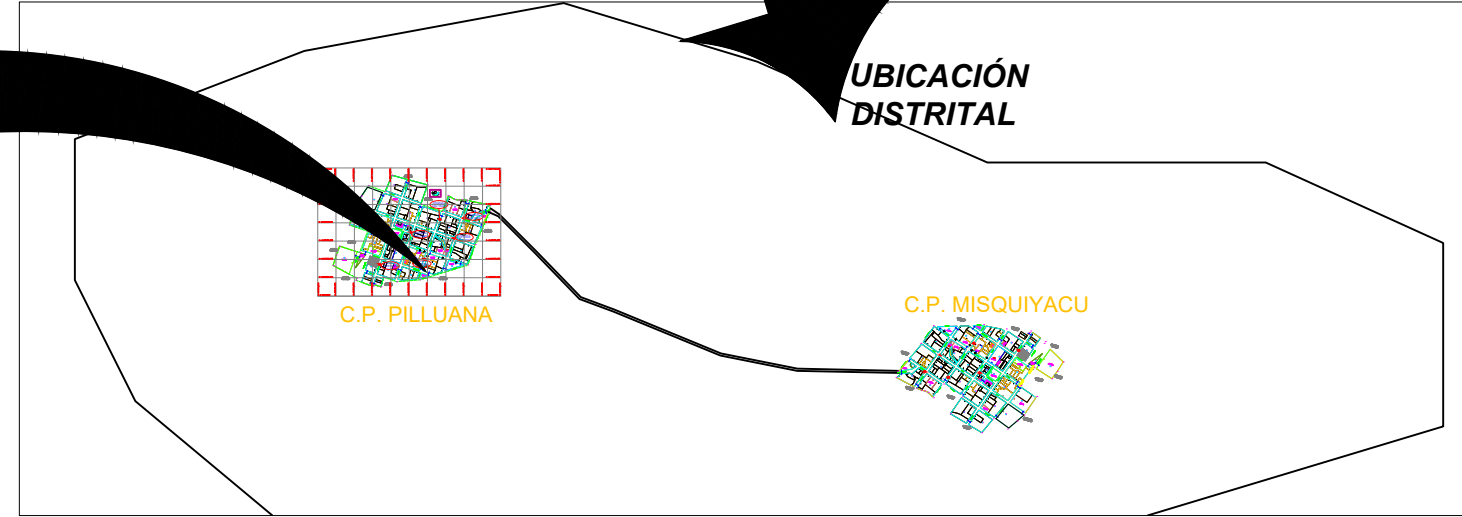


UBICACION PROVINCIAL

UBICACION DE PROYECTO



UBICACION DISTITAL



PROYECTO:

COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020

PLANO:

PLANO DE UBICACION GEOREFERENCIALES EN COORDENADAS UTM

UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERU

Tesisistas: Rosver Alexer, Cieza Benavides Kelly Judith Marin Saucedo

Fecha: ENERO- 2021

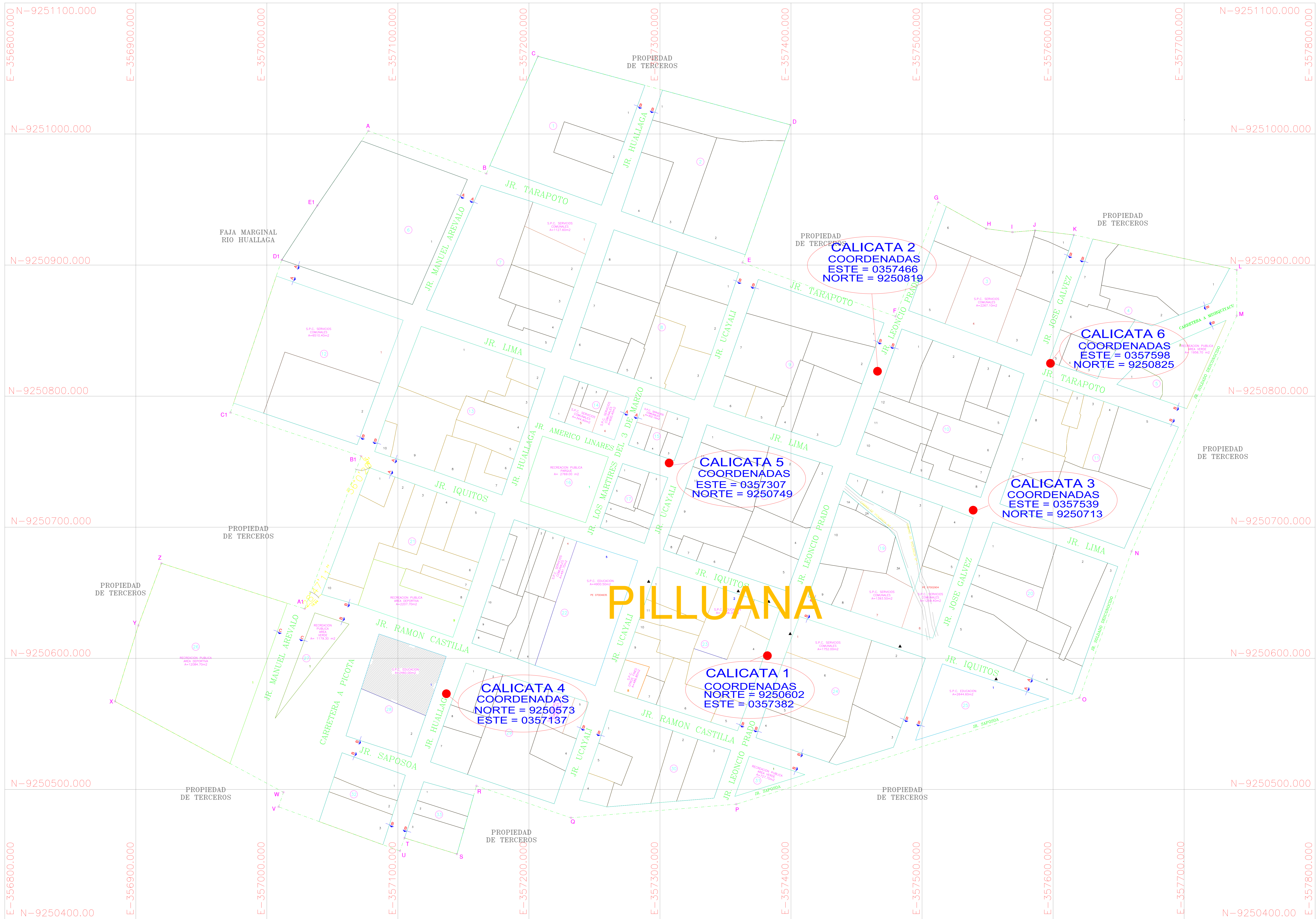
Region: SAN MARTIN

Provincia: PICOTA

Distrito: PILLUANA

Escala: 1/1000

LAMINA N°: PU-01



PILLUANA

CALICATA 2
COORDENADAS
ESTE = 0357466
NORTE = 9250819

CALICATA 6
COORDENADAS
ESTE = 0357598
NORTE = 9250825

CALICATA 5
COORDENADAS
ESTE = 0357307
NORTE = 9250749

CALICATA 3
COORDENADAS
ESTE = 0357539
NORTE = 9250713

CALICATA 4
COORDENADAS
NORTE = 9250573
ESTE = 0357137

CALICATA 1
COORDENADAS
NORTE = 9250602
ESTE = 0357382

PROYECTO: COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PORTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2021			
PLANO: PLANO DE CALICATAS GEOREFERENCIALES EN COORDENADAS UTM			
UNIVERSIDAD DEL PERÚ	PROFESORES: Bosner Alcaraz, Clara Benavides, Kelly Judith, María Saucedo	FECHA: NOVIEMBRE 2021	PROYECTO: PC-01
PROFESORA: SAN MARTÍN	PROYECTO: PILLUANA	ESCALA: 1/1000	

Anexo 4: Instrumentos de Recolección de Datos

ENSAYOS DE LABORATORIO



CALICATA N° 1

MUESTRA N° 1



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
@.jhcdcontratistas@gmail.com
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM D422

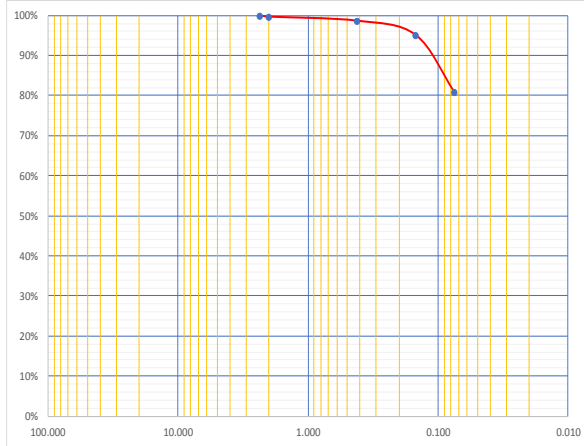
PROYECTO : "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"	Nº REGISTRO : 001
LOCALIDAD : Pilluana	ASESOR : M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL : Terreno de Fundación	RESPONSABLES : ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA : N°01	FECHA : 16/11/2020
MUESTRA : M-1	
PROFUNDIDAD : 0.27m-1.50m	
SECTOR : Pilluana	
COORDENADAS : 0357382 - 9250602	

CALICATA N°01

Peso Inicial Seco, [gr]	600.00				
Peso Lavado, [gr]	115.0				
Tamiz	Abertura en mm.	Peso retenido (gr)	% Ret.	% Ret. Acumulado	% que pasa
# 8	2.360	0.0	0.00%	0.00%	100%
# 10	2.000	2.0	0.33%	0.33%	99.67%
# 40	0.420	6.0	1.00%	1.33%	98.67%
# 100	0.150	21.0	3.50%	4.83%	95.17%
# 200	0.075	86.0	14.33%	19.17%	80.83%
<# 200	FONDO	485.0	80.83%	100.00%	0.00%
Total peso Retenido		600.0			

GRAVA (4.75mm - 75mm)	0.00%
ARENA(0.075mm - 4.75mm)	19.17%
ARCILLA (<0.075mm)	80.83%

Curva granulométrica





C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
@. jhcdcontratistas@gmail.com
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL

ASTM C 566

PROYECTO :	"COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN – 2020"	N° REGISTRO :	001
LOCALIDAD :	Pilluana	ASESOR :	M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL :	Terreno de Fundación	RESPONSABLES :	ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA :	N°01	FECHA :	16/11/2020
MUESTRA :	M-1		
PROFUNDIDAD :	0.27m-1.50m		
SECTOR :	Pilluana		
COORDENADAS :	0357382 - 9250602		

DATOS DE LA MUESTRA

PROFUNDIDAD DE EXTRACTO: 027m - 1.50 m	
FECHA DE ENSAYO: ENERO DEL 2021	
NUMERO TARA	15.00
PESO DE LA TARA (grs)	150.1
PESO DEL SUELO HUMEDO + PESO DE LA TARA (grs)	1,650.10
PESO DEL SUELO SECO + PESO DE LA TARA (grs)	1,563.10
PESO DEL AGUA (grs)	87.00
PESO DEL SUELO SECO (grs)	1413.00
% DE HUMEDAD	6.16
PROMEDIO % DE HUMEDAD	6.2



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
@.jhcdcontratistas@gmail.com
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LÍMITES DE ATTERBERG

ASTM D 4318

PROYECTO	: "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN – 2020"	N° REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: Pilluana	ASESOR	: M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL	: Terreno de Fundación	RESPONSABLES	: ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA	: N°01	FECHA	: 16/11/2020
MUESTRA	: M-1		
PROFUNDIDAD	: 0.27m-1.50m		
SECTOR	: Pilluana		
COORDENADAS	: 0357382 - 9250602		

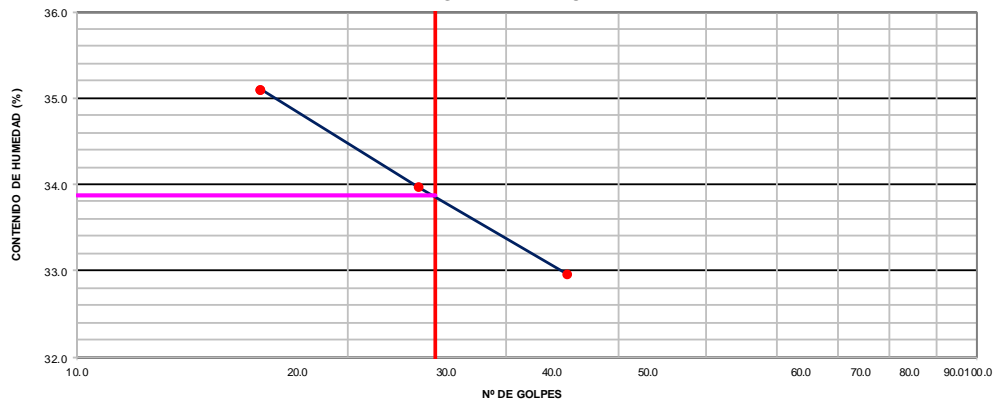
LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	16	15	19
TARRO + SUELO HÚMEDO	39.86	40.28	32.72
TARRO + SUELO SECO	35.77	35.80	28.08
AGUA	4.09	4.48	4.64
PESO DEL TARRO	23.36	22.61	14.86
PESO DEL SUELO SECO	12.41	13.19	13.22
% DE HUMEDAD	32.96	33.97	35.10
N° DE GOLPES	35	24	16

LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	1	2
TARRO + SUELO HÚMEDO	16.51	16.50
TARRO + SUELO SECO	15.26	15.30
AGUA	1.25	1.20
PESO DEL TARRO	8.57	8.57
PESO DEL SUELO SECO	6.69	6.73
% DE HUMEDAD	18.68	17.83

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	33.87
LÍMITE PLÁSTICO	18.26
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	15.61



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
@.jhcdcontratistas@gmail.com
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



ENSAYO CRUMB

USBR 5400-89

PROYECTO :	"COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN – 2020"	N° REGISTRO :	001
LOCALIDAD :	Pilluana	ASESOR :	M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL :	Terreno de Fundación	RESPONSABLES :	ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA :	N°01	FECHA :	16/11/2020
MUESTRA :	M-1		
PROFUNDIDAD :	0.27m-1.50m		
SECTOR :	Pilluana		
COORDENADAS :	0357382 - 9250602		

CRUMB (USBR 5400-89)

GRADO 1
Ninguna
Reacción



GRADO 3
Reacción
moderada



GRADO 2
Reacción
ligera



GRADO 4
Reacción fuerte



MUESTRA N°	RESULTADOS	INTERPRETACION
1	Grado 3	Reacción Moderada
2	Grado 3	Reacción Moderada
3	Grado 3	Reacción Moderada



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
@. jhcdcontratistas@gmail.com
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
ASTM D1557

PROYECTO	“COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020”	N° REGISTRO	001
LOCALIDAD	Pilluana	ASESOR	M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL	Terreno de Fundación	RESPONSABLES	ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA	N°01	FECHA	16/11/2020
MUESTRA	M-1		
PROFUNDIDAD	0.27m-1.50m		
SECTOR	Pilluana		
COORDENADAS	0357382 - 9250602		

DATOS DEL ENSAYO REALIZADO

Ensayo Proctor modificado (ASTM D1557)

Datos del ensayo	
Cont. humedad (%)	Densidad seca (gr/cm ³)
7.53	1.66
9.48	1.73
11.20	1.80
13.81	1.69

Máxima densidad seca :

M.D.S.

1.81

g/cm³

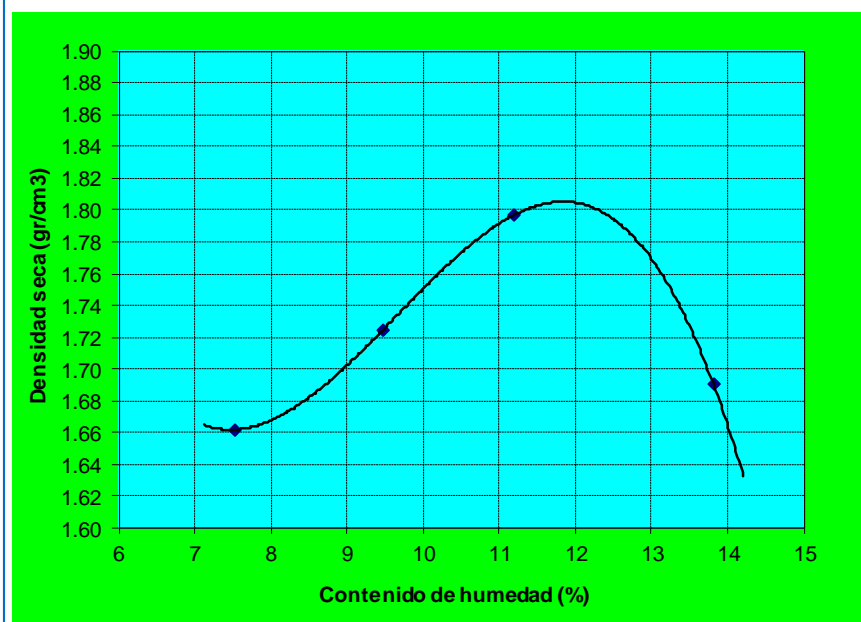
Óptimo contenido de humedad :

O.C.H.

11.9

%

CURVA DE COMPACTACION



ENSAYO CBR
ASTM D1883

PROYECTO :	"COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"	N° REGISTRO :	001
LOCALIDAD :	Pilluana	ASESOR :	M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL :	Terreno de Fundación	RESPONSABLES :	ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA :	N°01	FECHA :	16/11/2020
MUESTRA :	M-1		
PROFUNDIDAD :	0.27m-1.50m		
SECTOR :	Pilluana		
COORDENADAS :	0357382 - 9250602		

DATOS DEL ENSAYO REALIZADO

Ensayo CBR (ASTM D1883)

REGISTRO DE CARGA VS. PENETRACION

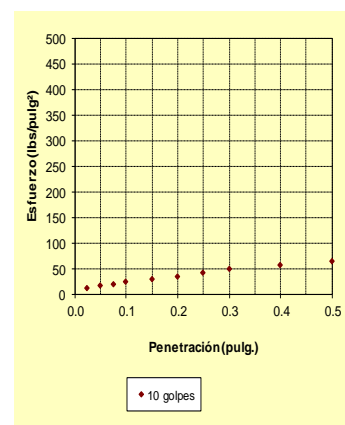
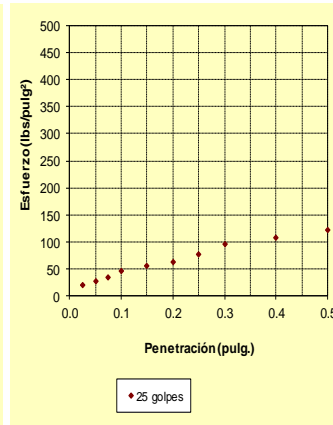
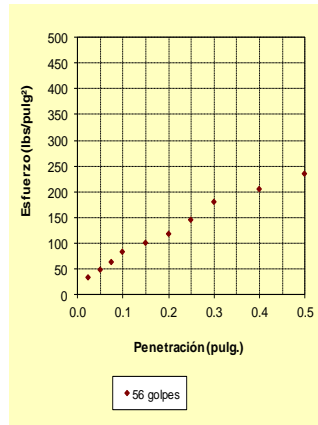
Datos del anillo de carga (Ingresar constantes del anillo)
N° de anillo de carga Ecuación de calibración: $y = mx + b$
Pendiente (m) :
Constante (b) :

Observación 1 : Solo ingresar lecturas de anillo de carga para cada espécimen, las cuales se encuentran en rojo y en celda de borde azul

Penetración (pulgadas)	Especimen 1			Especimen 2			Especimen 3		
	Lectura del anillo de carga	Carga (libras)	Esfuerzo (lbs/pulg ²)	Lectura del anillo de carga	Carga (libras)	Esfuerzo (lbs/pulg ²)	Lectura del anillo de carga	Carga (libras)	Esfuerzo (lbs/pulg ²)
0.025	10.0	96	32.0	5.0	59	19.6	2.5	40	13.4
0.050	16.0	140	46.8	8.0	81	27.0	4.0	51	17.1
0.075	22.0	185	61.7	11.0	103	34.5	5.5	63	20.8
0.100	30.0	244	81.4	15.0	133	44.3	7.5	77	25.8
0.150	38.0	304	101.2	19.0	163	54.2	9.5	92	30.7
0.200	45.0	356	118.6	22.5	189	62.9	11.3	105	35.1
0.250	56.0	437	145.8	28.0	230	76.5	14.0	126	41.9
0.300	70.0	541	180.4	35.0	281	93.8	17.5	152	50.5
0.400	80.0	615	205.1	40.0	319	106.2	20.0	170	56.7
0.500	92.0	704	234.8	46.0	363	121.0	23.0	192	64.1

Observación 2 : Si se requiere una mejor visualización o si no aparecen algunos datos ingresados deberá modificarse la escala vertical.

Observación 3 : Para una mejor visualización es preferible que la escala vertical sea igual en los tres gráficos.



Observación 4 : Para determinar los valores de CBR de cada espécimen se requiere imprimir y trazar cada una de las curvas realizando las correcciones necesarias por curvatura (Ver ASTM D1883)
Para tal fin se han creado las hojas de cálculo "IMP-1", "IMP-2", "IMP-3"

CALCULO DE CBR

Observación 1 : Se determinan gráficamente los esfuerzos correspondientes a 0.1" (y/o 0.2") de penetración para cada espécimen y se determinan los valores de CBR correspondientes.

Observación 2 : Deberán ingresarse los valores de CBR para 0.1" de penetración (y/o 0.2") para cada espécimen (determinados en la Hoja anterior)

Ensayo CBR

Especimen	Molde (N° golpes)	CBR (%)		Dens. seca (gr/cm3)	Humedad (%)
		0,1"	0,2"		
1	56	8.4	9.3	1.81	11.9
2	25	4.0	4.5	1.72	12.5
3	10	1.7	2.1	1.67	12.6

Observación 3 : Graficar la relación CBR vs. Densidad seca

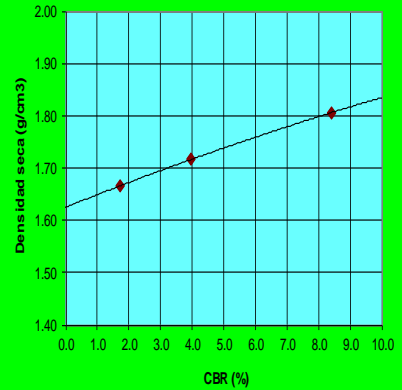
Nota: La curva trazada corresponde a una tendencia polinomial

Observación 4 : Se requiere ingresar los valores de CBR para las densidades especificadas. (determinados gráficamente en el gráfico de la derecha)

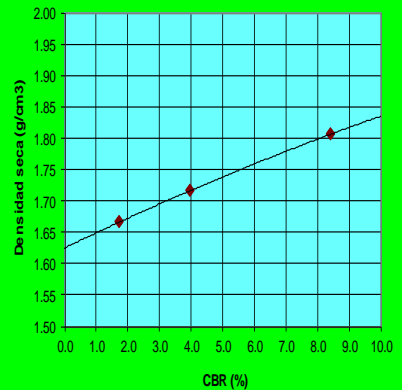
% de M.D.S.	% de M.D.S.	0,1"	0,2"
100	1.81	8.4	
95	1.72	4.1	

Observación 5 : Si se requiere una mejor visualización o si no aparecen algunos datos ingresados deberán modificarse las escalas del gráfico.

CBR vs. Densidad seca para 0.1" de penetración



CBR vs. Densidad seca para 0.2" de penetración



REPORTE DE RESULTADOS

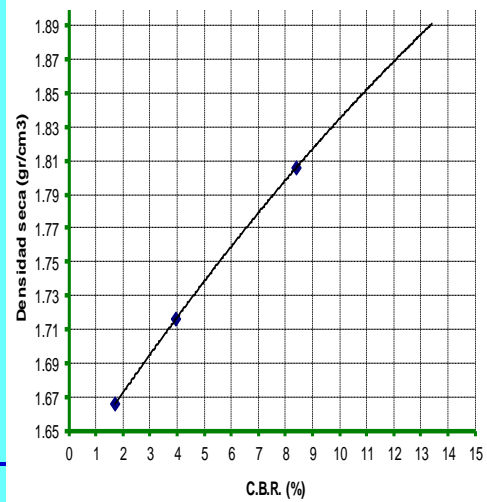
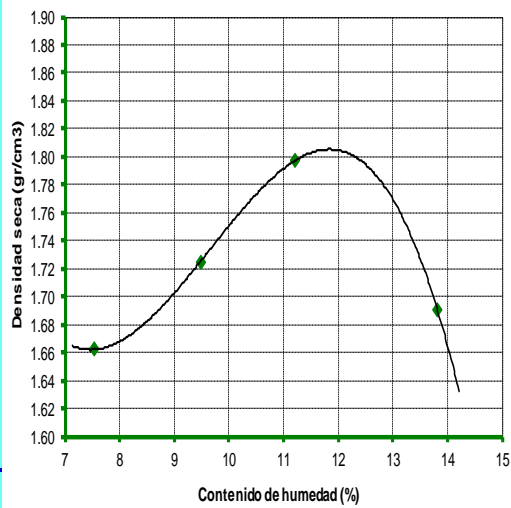
Informe N° 001
Solicitante M.Sc. RIOS VARGAS, Caleb
Atención CIEZA BENAVIDES, Rosver Alexer
 MARIN SAUCEDO, Kelly Judith Norma Técnica: ASTM D1883
Proyecto "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"
Ubicación PILLUANA 0
Fecha de emisión 16/11/2020
Calicata N°01
Muestra M-1
Profundidad (m.) 0.27m-1.50m

MOLDE	CBR (%)	Dens. seca (gr/cm3)	Humedad (%)
1	8.4	1.81	11.9
2	4.0	1.72	12.5
3	1.7	1.67	12.6

Ensayo de proctor modificado

Máxima densidad seca	Optimo contenido de humedad (%)
1.81 gr/cm3	11.9

Penetración (")	% de máxima densidad	Densidad (g/cm3)	CBR %
0.1	100.0	100.0	8.4
0.1	95.0	95.0	4.1



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION

PROYECTO : "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN – 2020"

MATERIAL :	Terreno de Fundacion	PROGRESIVA :	
UBICACIÓN :	Pilluana	N° CALICATA :	C-1
REFERENCIA :		PROFUNDIDAD :	0.00 - 1.50 m
FECHA EXCAVACION :	15/11/2020	Nro. ESTRATOS :	1
METODO EXCAVACION :	A cielo abierto	ASESOR :	M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
COORDENADA NORTE :	9250602	RESPONSABLES :	ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES Y KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
COORDENADA ESTE :	357382	NIVEL FREATICO (m.)	CALICATA Nro.

C-1

PROF. (m)	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL ESTRATO	CLASIFICACION		ENSAYOS IN SITU
				SUCS	AASHTO	
0.00			Material Afirmado			
0.20						
0.40	M-1	A- 6 CL	Arcilla de baja plasticidad con arena de color marrón claro con manchas blancas, consistencia compacta seca.			
0.60						
0.80						
1.00						
1.20						
1.40						
1.50						

OBSERVACIONES

TIPO DE MUESTRA: MAB: muestra alterada en bolsa M AS: muestra alterada en saco MIB: muestra inalterada en bloque MIT: muestra inalterada en tubo





CALICATA N° 2

MUESTRA N° 1

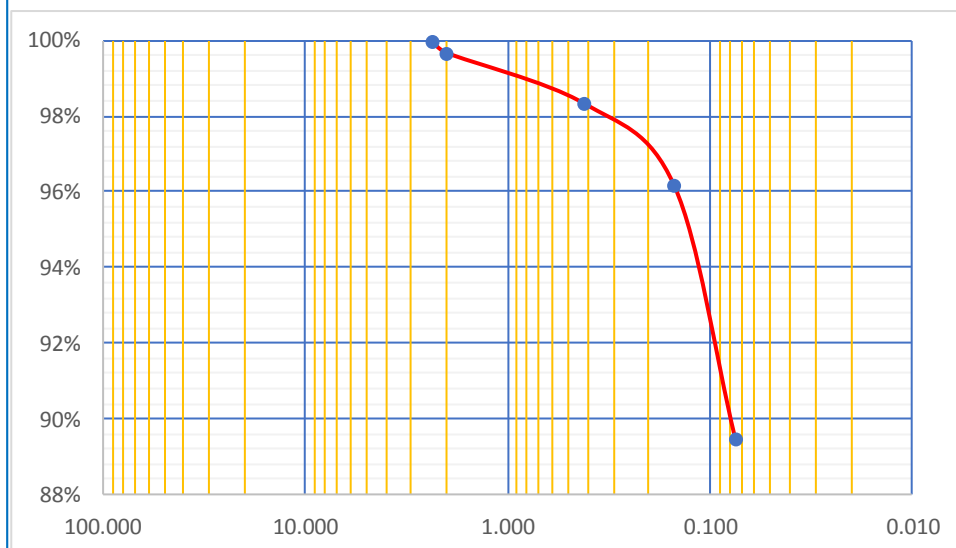
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D 422

PROYECTO :	"COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"	N° REGISTRO :	001
LOCALIDAD :	Pilluana	ASESOR :	M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL :	Terreno de Fundación	RESPONSABLES :	ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA :	N°02	FECHA :	16/11/2020
MUESTRA :	M-1		
PROFUNDIDAD :	0.20m-0.90m		
SECTOR :	Pilluana		
COORDENADAS :	0357466 - 9250819		

CALICATA N°02 _ M01

Peso Inicial Seco, [gr]	600				
Peso Lavado, [gr]	63.0				
Tamiz	Abertura en mm.	Peso retenido (gr)	% Ret.	% Ret. Acumulado	% que pasa
# 8	2.360	0.0	0.00%	0.00%	100%
# 10	2.000	2.0	0.33%	0.33%	99.67%
# 40	0.420	8.0	1.33%	1.67%	98.33%
# 100	0.150	13.0	2.17%	3.83%	96.17%
# 200	0.075	40.0	6.67%	10.50%	89.50%
< # 200	FONDO	537.0	89.50%	100.00%	0.00%
Total peso Retenido		600.0			

GRAVA (4.75mm - 75mm)	0.00%
ARENA(0.075mm - 4.75mm)	10.50%
ARCILLA (<0.075mm)	89.50%



Fuente: Elaboración propia (2021)



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
@.jhcdcontratistas@gmail.com
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL

ASTM C 566

PROYECTO :	"COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN – 2020"	N° REGISTRO :	001
LOCALIDAD :	Pilluana	ASESOR :	M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL :	Terreno de Fundación	RESPONSABLES :	ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA :	N°02	FECHA :	16/11/2020
MUESTRA :	M-1		
PROFUNDIDAD :	0.20m-0.90m		
SECTOR :	Pilluana		
COORDENADAS :	0357466 - 9250819		

DATOS DE LA MUESTRA

NUMERO TARA	15.00
PESO DE LA TARA (grs)	150.1
PESO DEL SUELO HUMEDO + PESO DE LA TARA (grs)	1,650.10
PESO DEL SUELO SECO + PESO DE LA TARA (grs)	1,456.10
PESO DEL AGUA (grs)	194.00
PESO DEL SUELO SECO (grs)	1306.00
% DE HUMEDAD	14.85
PROMEDIO % DE HUMEDAD	14.9



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
 @. jhcdcontratistas@gmail.com
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LÍMITES DE ATTERBERG
 ASTM D 4318

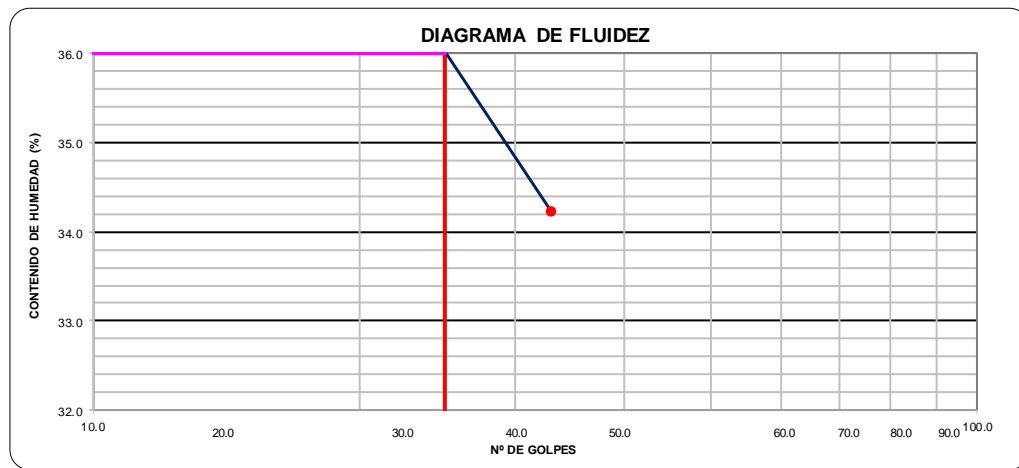
PROYECTO	: ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN – 2020"	N° REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: Pilluana	ASESOR	: M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL	: Terreno de Fundación	RESPONSABLES	: ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA	: N°02	FECHA	: 16/11/2020
MUESTRA	: M-1		
PROFUNDIDAD	: 0.20m-0.90m		
SECTOR	: Pilluana		
COORDENADAS	: 0357466 - 9250819		

LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	12	14	10
TARRO + SUELO HÚMEDO	34.09	36.76	38.34
TARRO + SUELO SECO	29.60	31.25	32.30
AGUA	4.49	5.51	6.04
PESO DEL TARRO	16.48	16.18	16.59
PESO DEL SUELO SECO	13.12	15.07	15.71
% DE HUMEDAD	34.22	36.56	38.45
N° DE GOLPES	33	23	17

LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	3	5
TARRO + SUELO HÚMEDO	21.70	21.90
TARRO + SUELO SECO	20.94	20.90
AGUA	0.76	1.00
PESO DEL TARRO	16.83	15.50
PESO DEL SUELO SECO	4.11	5.40
% DE HUMEDAD	18.49	18.52



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	36.00
LÍMITE PLÁSTICO	18.51
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	17.49



CALICATA N° 2

MUESTRA N° 2



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
 @. jhcdcontratistas@gmail.com
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

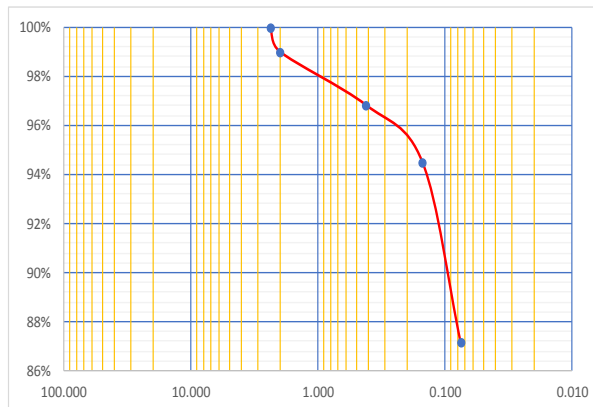
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 ASTM D 422

PROYECTO	“COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN – 2020”	Nº REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: Pilluana	ASESOR	: M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL	: Terreno de Fundación	RESPONSABLES	: ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA	: N°02	FECHA	: 16/11/2020
MUESTRA	: M-2		
PROFUNDIDAD	: 0.90m-1.50m		
SECTOR	: Pilluana		
COORDENADAS	: 0357466 - 9250819		

CALICATA N°02_M02						
Peso Inicial Seco, [gr]		600				
Peso Lavado, [gr]		77.0				
Tamiz	Abertura en mm.	Peso retenido (gr)	% Ret.	% Ret. Acumulado	% que pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
# 8	2.360	0.0	0.00%	0.00%	100%	PESO TOTAL = 600 gr
# 10	2.000	6.0	1.00%	1.00%	99.00%	PESO LAVADO = 77 gr
# 40	0.420	13.0	2.17%	3.17%	96.83%	PESO FINO = 600 gr
# 100	0.150	14.0	2.33%	5.50%	94.50%	LÍMITE LÍQUIDO = 35.02 %
# 200	0.075	44.0	7.33%	12.83%	87.17%	LÍMITE PLÁSTICO = 18.24 %
< # 200	FONDO	523.0	87.17%	100.00%	0.00%	ÍNDICE PLÁSTICO = 16.78 %
Total peso Retenido		600.0				CLASF. AASHTO = A-6(11)
						CLASF. SUCCS = CL

GRAVA (4.75mm - 75mm)	0.00%
ARENA(0.075mm - 4.75mm)	12.83%
ARCILLA (<0.075mm)	87.17%

Curva granulométrica





C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
@. jhcdcontratistas@gmail.com
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL

ASTM C 566

PROYECTO	: "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"	N° REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: Pilluana	ASESOR	: M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL	: Terreno de Fundación	RESPONSABLES	: ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA	: N°02	FECHA	: 16/11/2020
MUESTRA	: M-2		
PROFUNDIDAD	: 0.90m-1.50m		
SECTOR	: Pilluana		
COORDENADAS	: 0357466 - 9250819		

DATOS DE LA MUESTRA

NUMERO TARA	16.00			
PESO DE LA TARA (grs)	150.1			
PESO DEL SUELO HUMEDO + PESO DE LA TARA (grs)	1,650.10			
PESO DEL SUELO SECO + PESO DE LA TARA (grs)	1,460.10			
PESO DEL AGUA (grs)	190.00			
PESO DEL SUELO SECO (grs)	1310.00			
% DE HUMEDAD	14.50			
PROMEDIO % DE HUMEDAD				14.5



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
@. jhcdcontratistas@gmail.com
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG

ASTM D 4318

PROYECTO	“COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020”	N° REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: Pilluana	ASESOR	: M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL	: Terreno de Fundación	RESPONSABLES	: ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA	: N°02	FECHA	: 16/11/2020
MUESTRA	: M-2		
PROFUNDIDAD	: 0.90m-1.50m		
SECTOR	: Pilluana		
COORDENADAS	: 0357466 - 9250819		

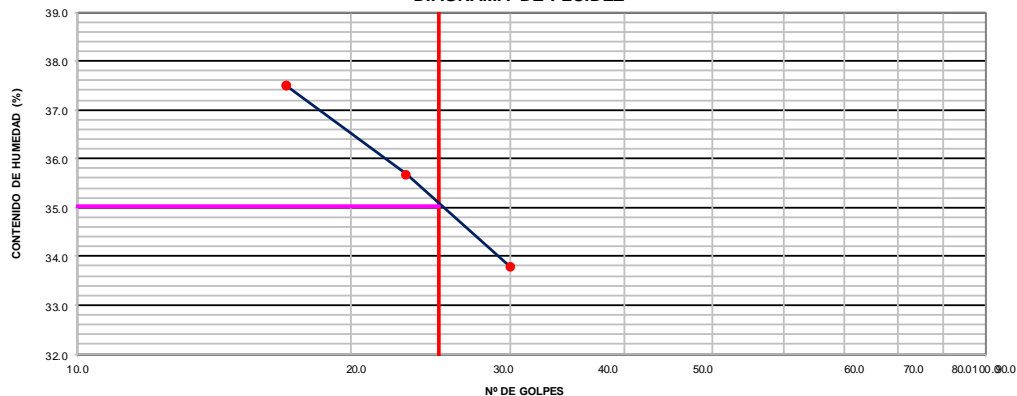
LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	6	12	9
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.37	34.77	36.86
TARRO + SUELO SECO	31.50	29.94	31.30
AGUA	4.87	4.83	5.56
PESO DEL TARRO	17.08	16.40	16.47
PESO DEL SUELO SECO	14.42	13.54	14.83
% DE HUMEDAD	33.77	35.67	37.49
N° DE GOLPES	30	23	17

LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	7	5
TARRO + SUELO HÚMEDO	23.06	22.50
TARRO + SUELO SECO	22.13	21.50
AGUA	0.93	1.00
PESO DEL TARRO	16.74	16.30
PESO DEL SUELO SECO	5.39	5.20
% DE HUMEDAD	17.25	19.23

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	35.02
LÍMITE PLÁSTICO	18.24
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	16.78

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO CRUMB

USBR 5400-89

PROYECTO :	"COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"	N° REGISTRO :	001
LOCALIDAD :	Pilluana	ASESOR :	M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL :	Terreno de Fundación	RESPONSABLES :	ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA :	N°02	FECHA :	16/11/2020
MUESTRA :	M-2		
PROFUNDIDAD :	0.90m-1.50m		
SECTOR :	Pilluana		
COORDENADAS :	0357466 - 9250819		

CRUMB (USBR 5400-89)

GRADO 1
Ninguna
Reacción



GRADO 3
Reacción
moderada



GRADO 2
Reacción
ligera



GRADO 4
Reacción fuerte



MUESTRA N°	RESULTADOS	INTERPRETACION
1	Grado 3	Reacción Moderada
2	Grado 3	Reacción Moderada
3	Grado 3	Reacción Moderada

PROYECTO	“COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN – 2020”	Nº REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: Pilluana	ASESOR	: M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL	: Terreno de Fundación	RESPONSABLES	: ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA	: N°02	FECHA	: 16/11/2020
MUESTRA	: M-2		
PROFUNDIDAD	: 0.90m-1.50m		
SECTOR	: Pilluana		
COORDENADAS	: 0357466 - 9250819		

DATOS DEL ENSAYO REALIZADO

Ensayo Proctor modificado (ASTM D1557)

Datos del ensayo	
Cont. humedad (%)	Densidad seca (gr/cm ³)
8.11	1.70
10.15	1.74
12.00	1.81
14.14	1.68

Máxima densidad seca :

M.D.S.

1.81

g/cm³

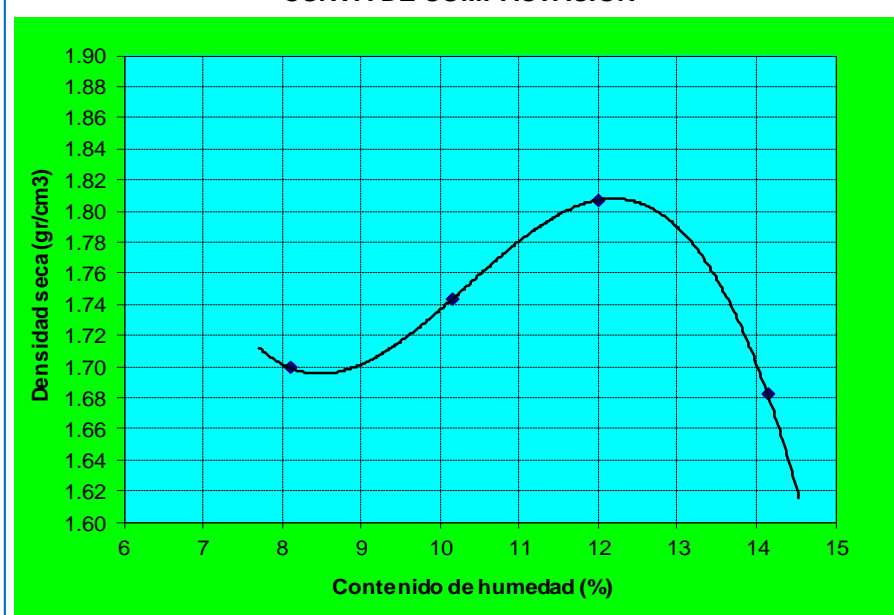
Optimo contenido de humedad :

O.C.H.

12.2

%

CURVA DE COMPACTACION



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO CBR

ASTM D1883

PROYECTO : "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020" LOCALIDAD : Pilluana MATERIAL : Terreno de Fundación CALICATA : N°02 MUESTRA : M-2 PROFUNDIDAD : 0.90m-1.50m SECTOR : Pilluana COORDENADAS : 0357466 - 9250819	N° REGISTRO : 001 ASESOR : M.SC. RIOS VARGAS, Caleb RESPONSABLES : ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO FECHA : 16/11/2020
---	--

DATOS DEL ENSAYO REALIZADO

Ensayo CBR (ASTM D1883)

REGISTRO DE CARGA VS. PENETRACION

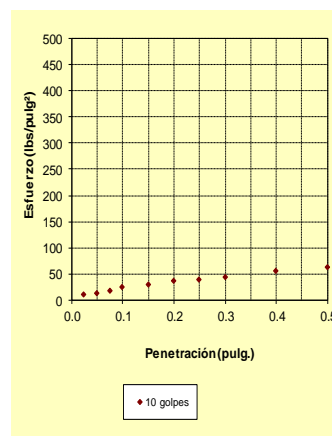
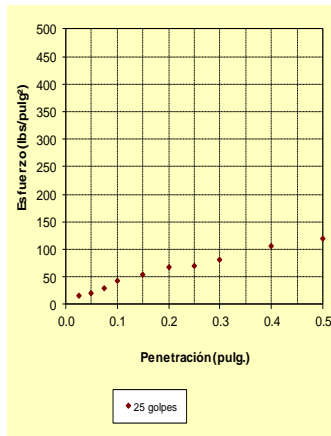
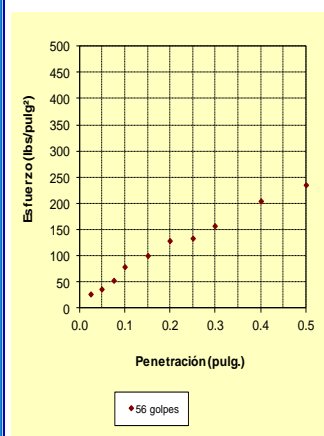
Datos del anillo de carga (Ingresar constantes del anillo)
 N° de anillo de carga Ecuación de calibración: $y = mx + b$
 Pendiente (m) :
 Constante (b) :

Observación 1 : Solo ingresar lecturas de anillo de carga para cada espécimen, las cuales se encuentran en rojo y en celda de borde azul

Penetración (pulgadas)	Especimen 1			Especimen 2			Especimen 3		
	Lectura del anillo de carga	Carga (libras)	Esfuerzo (lbs/pulg²)	Lectura del anillo de carga	Carga (libras)	Esfuerzo (lbs/pulg²)	Lectura del anillo de carga	Carga (libras)	Esfuerzo (lbs/pulg²)
0.025	8.0	81	27.0	4.0	51	17.1	2.0	37	12.2
0.050	12.0	111	36.9	6.0	66	22.1	3.0	44	14.7
0.075	19.0	163	54.2	9.5	92	30.7	4.8	57	19.0
0.100	29.0	237	79.0	14.5	129	43.1	7.3	76	25.2
0.150	38.0	304	101.2	19.0	163	54.2	9.5	92	30.7
0.200	49.0	385	128.4	24.5	204	67.8	12.3	113	37.5
0.250	51.0	400	133.4	25.5	211	70.3	12.8	116	38.8
0.300	61.0	474	158.1	30.5	248	82.7	15.3	135	45.0
0.400	80.0	615	205.1	40.0	319	106.2	20.0	170	56.7
0.500	92.0	704	234.8	46.0	363	121.0	23.0	192	64.1

Observación 2 : Si se requiere una mejor visualización o si no aparecen algunos datos ingresados deberá modificarse la escala vertical.

Observación 3 : Para una mejor visualización es preferible que la escala vertical sea igual en los tres gráficos.



Observación 4 : Para determinar los valores de CBR de cada espécimen se requiere imprimir y trazar cada una de las curvas realizando las correcciones necesarias por curvatura (Ver ASTM D1883)

Para tal fin se han creado las hojas de cálculo "IMP-1", "IMP-2", "IMP-3"

CALCULO DE CBR

Observación 1 : Se determinan gráficamente los esfuerzos correspondientes a 0.1" (y/o 0.2") de penetración para cada espécimen y se determinan los valores de CBR correspondientes.

Observación 2 : Deberán ingresarse los valores de CBR para 0.1" de penetración (y/o 0.2") para cada espécimen (determinados en la Hoja anterior)

Ensayo CBR

Especimen	Molde (N° golpes)	CBR (%)		Dens. seca (gr/cm3)	Humedad (%)
		0,1"	0,2"		
1	56	7.9	9.8	1.81	12.21
2	25	3.7	4.8	1.72	12.81
3	10	1.6	2.3	1.67	12.91

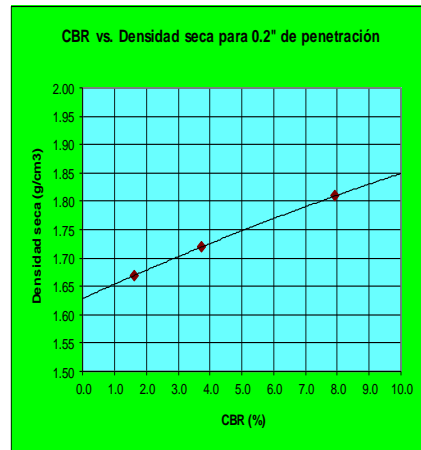
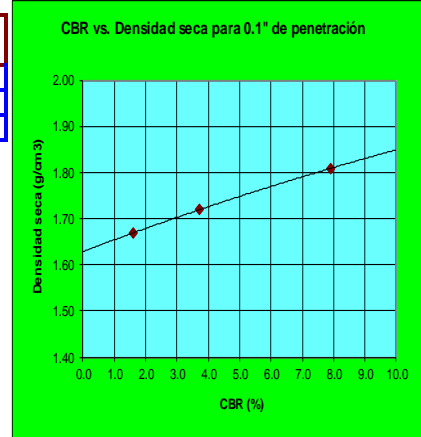
Observación 3 : Graficar la relación CBR vs. Densidad seca

Nota: La curva trazada corresponde a una tendencia polinomial

Observación 4 : Se requiere ingresar los valores de CBR para las densidades especificadas. (determinados gráficamente en el gráfico de la derecha)

% de M.D.S.	% de M.D.S.	0,1"	0,2"
100	1.81	7.9	
95	1.72	3.6	

Observación 5 : Si se requiere una mejor visualización o si no aparecen algunos datos ingresados deberán modificarse las escalas del gráfico.



HOJA DE IMPRESIÓN

ENSAYO DE CBR

REPORTE DE RESULTADOS

Informe N° 001

Solicitante M.Sc. RIOS VARGAS, Caleb

CIEZA BENAVIDES, Rosver Alexer

Atención MARIN SAUCEDO, Kelly Judith

Norma Técnica: ASTM D1883

"COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"

Proyecto

Ubicación PILLUANA

0

Fecha de emisión 16/11/2020

Calicata N°02

Muestra M-2

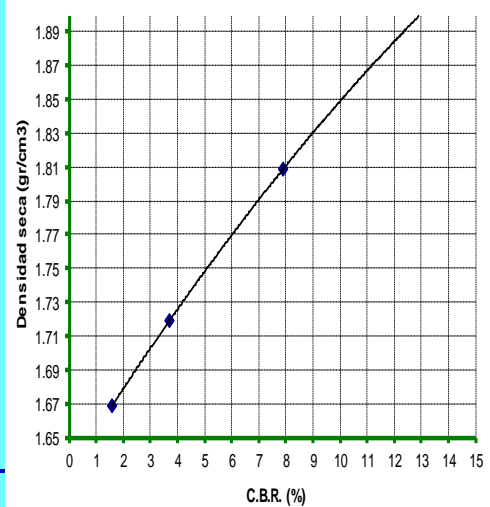
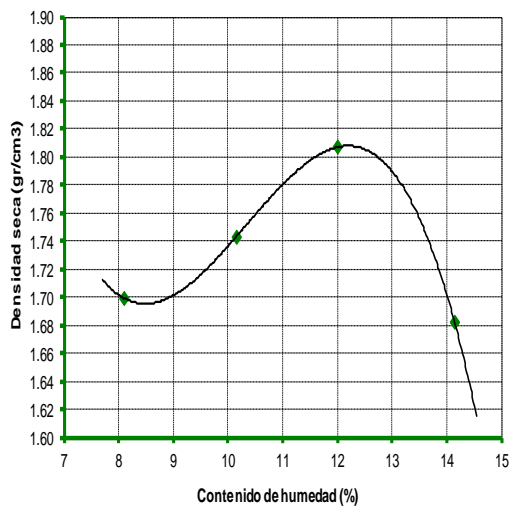
Profundidad (m.) 0.90m-1.50m

MOLDE	CBR (%)	Dens. seca (gr/cm3)	Humedad (%)
1	7.9	1.81	12.2
2	3.7	1.72	12.8
3	1.6	1.67	12.9

Ensayo de proctor modificado

Máxima densidad seca	Optimo contenido de humedad (%)
1.81 gr/cm3	12.2

Penetración (")	% de máxima densidad	Densidad (g/cm3)	CBR %
0.1	100.0	100.0	7.9
0.1	95.0	95.0	3.6



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION

PROYECTO : "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN – 2020"

MATERIAL : Terreno de Fundacion
UBICACIÓN : Pilluana
REFERENCIA :
FECHA EXCAVACION : 15/11/2020
METODO EXCAVACION : A cielo abierto

PROGRESIVA :
N° CALICATA : C-2
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m
Nro. ESTRATOS : 2
ASESOR : M.SC. RIOS VARGAS, Caleb

COORDENADA NORTE : 9250819
COORDENADA ESTE : 357466

RESPONSABLES : ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES Y KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO

NIVEL FREATICO (m.)
CALICATA Nro.
C-2

PROF. (m)	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL ESTRATO	CLASIFICACION		ENSAYOS IN SITU
				SUCS	AASHTO	
0.00			Material Afirmado			
0.20	M-2	A-6 CL	Arcilla de baja plasticidad de color marron claro con manchas blancas, consistencia compacta seca.			
0.40	M-1	A-6 CL	Arcilla de baja plasticidad de color marron oscuro con manchas blancas, consistencia compacta seca.			
0.60						
0.80						
1.00						
1.20						
1.40						
1.50						

OBSERVACIONES

TIPO DE MUESTRA: MAB: muestra alterada en bolsa M.AS: muestra alterada en saco M.IB: muestra inalterada en bloque M.IT: muestra inalterada en tubo





CALICATA N° 3

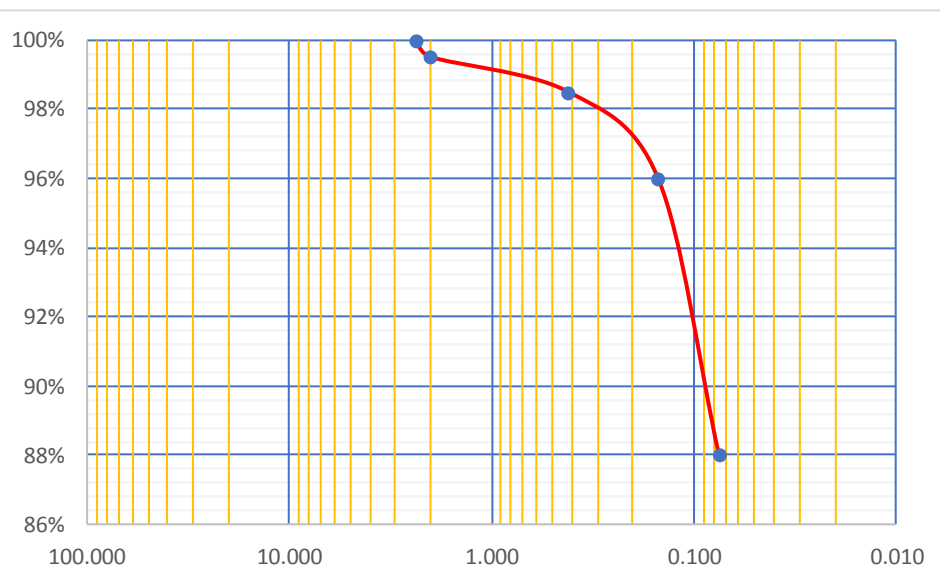
MUESTRA N° 1

PROYECTO : "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020" LOCALIDAD : Pilluana MATERIAL : Terreno de Fundación CALICATA : N°03 MUESTRA : M-1 PROFUNDIDAD : 0.25m-1.50m SECTOR : Pilluana COORDENADAS : 0357539 - 9250713	N° REGISTRO : 001 ASESOR : M.SC. RIOS VARGAS, Caleb RESPONSABLES : ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO FECHA : 16/11/2020
---	--

CALICATA N°03					
Peso Inicial Seco, [gr]		600			
Peso Lavado, [gr]		72.0			
Tamiz	Abertura en mm.	Peso retenido (gr)	% Ret.	% Ret. Acumulado	% que pasa
# 8	2.360	0.0	0.00%	0.00%	100%
# 10	2.000	3.0	0.50%	0.50%	99.50%
# 40	0.420	6.0	1.00%	1.50%	98.50%
# 100	0.150	15.0	2.50%	4.00%	96.00%
# 200	0.075	48.0	8.00%	12.00%	88.00%
< # 200	FONDO	528.0	88.00%	100.00%	0.00%
Total peso Retenido		600.0			

GRAVA (4.75mm - 75mm)	0.00%
ARENA(0.075mm - 4.75mm)	12.00%
ARCILLA (<0.075mm)	88.00%

Curva granulométrica



Fuente: Elaboración propia (2021)



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
@. jhcdcontratistas@gmail.com
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL

ASTM C 566

PROYECTO	: "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"	N° REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: Pilluana	ASESOR	: M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL	: Terreno de Fundación	RESPONSABLES	: ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA	: N°03	FECHA	: 16/11/2020
MUESTRA	: M-1		
PROFUNDIDAD	: 0.25m-1.50m		
SECTOR	: Pilluana		
COORDENADAS	: 0357539 - 9250713		

DATOS DE LA MUESTRA

NUMERO TARA	15.00			
PESO DE LA TARA (grs)	150.1			
PESO DEL SUELO HUMEDO + PESO DE LA TARA (grs)	1,650.10			
PESO DEL SUELO SECO + PESO DE LA TARA (grs)	1,535.10			
PESO DEL AGUA (grs)	115.00			
PESO DEL SUELO SECO (grs)	1385.00			
% DE HUMEDAD	8.30			
PROMEDIO % DE HUMEDAD				8.3



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
 @. jhcdcontratistas@gmail.com
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG
 ASTM D 4318

PROYECTO	: "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"	N° REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: Pilluana	ASESOR	: M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL	: Terreno de Fundación	RESPONSABLES	: ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA	: N°03	FECHA	: 16/11/2020
MUESTRA	: M-1		
PROFUNDIDAD	: 0.25m-1.50m		
SECTOR	: Pilluana		
COORDENADAS	: 0357539 - 9250713		

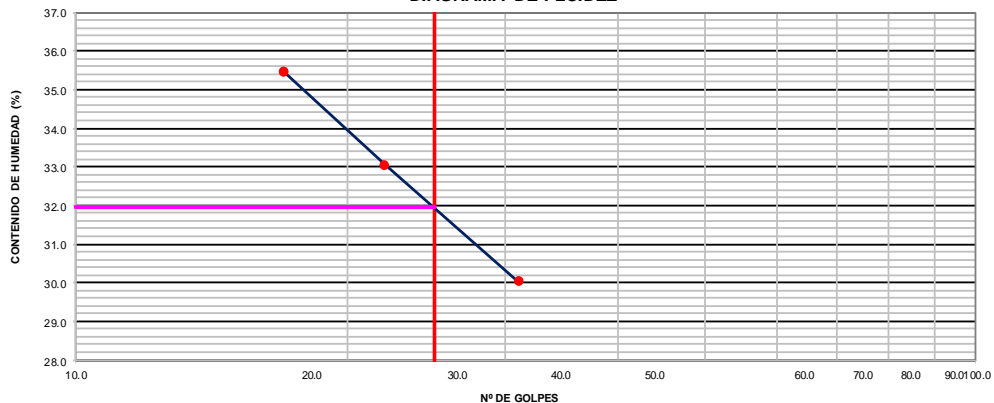
LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	13	15	12
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.09	38.76	41.06
TARRO + SUELO SECO	33.00	33.23	34.55
AGUA	3.09	5.53	6.51
PESO DEL TARRO	22.71	16.50	16.20
PESO DEL SUELO SECO	10.29	16.73	18.35
% DE HUMEDAD	30.03	33.05	35.48
N° DE GOLPES	31	22	17

LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	3	5
TARRO + SUELO HÚMEDO	21.70	21.90
TARRO + SUELO SECO	20.94	20.90
AGUA	0.76	1.00
PESO DEL TARRO	16.83	15.50
PESO DEL SUELO SECO	4.11	5.40
% DE HUMEDAD	18.49	18.52

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	31.96
LÍMITE PLÁSTICO	18.51
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	13.45



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
@. jhcdcontratistas@gmail.com
D. Jr: Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO CRUMB

USBR 5400-89

PROYECTO : "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PORTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"	N° REGISTRO : 001
LOCALIDAD : Pilluana	ASESOR : M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL : Terreno de Fundación	RESPONSABLES : ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA : N°03	FECHA : 16/11/2020
MUESTRA : M-1	
PROFUNDIDAD : 0.25m-1.50m	
SECTOR : Pilluana	
COORDENADAS : 0357539 - 9250713	

CRUMB (USBR 5400-89)

GRADO 1
Ninguna
Reacción



GRADO 3
Reacción
moderada



GRADO 2
Reacción
ligera



GRADO 4
Reacción fuerte



MUESTRA N°	RESULTADOS	INTERPRETACION
1	Grado 3	Reacción Moderada
2	Grado 3	Reacción Moderada
3	Grado 3	Reacción Moderada



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
@. jhcdcontratistas@gmail.com
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D1557

PROYECTO	: "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"	N° REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: Pilluana	ASESOR	: M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL	: Terreno de Fundación	RESPONSABLES	: ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA	: N°03	FECHA	: 16/11/2020
MUESTRA	: M-1		
PROFUNDIDAD	: 0.25m-1.50m		
SECTOR	: Pilluana		
COORDENADAS	: 0357539 - 9250713		

DATOS DEL ENSAYO REALIZADO

Ensayo Proctor modificado (ASTM D1557)

Datos del ensayo	
Cont. humedad (%)	Densidad seca (gr/cm ³)
7.30	1.76
9.54	1.82
11.50	1.88
13.05	1.82

Máxima densidad seca : M.D.S.

1.89

 g/cm³
Optimo contenido de humedad : O.C.H.

11.6

 %

CURVA DE COMPACTACIÓN



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO CBR

ASTM D1883

PROYECTO :	"COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"	Nº REGISTRO :	001
LOCALIDAD :	Pilluana	ASESOR :	M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL :	Terreno de Fundación	RESPONSABLES :	ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA :	Nº03	FECHA :	16/11/2020
MUESTRA :	M-1		
PROFUNDIDAD :	0.25m-1.50m		
SECTOR :	Pilluana		
COORDENADAS :	0357539 - 9250713		

DATOS DEL ENSAYO REALIZADO

Ensayo CBR (ASTM D1883)

REGISTRO DE CARGA VS. PENETRACION

Datos del anillo de carga (Ingresar constantes del anillo)

Nº de anillo de carga Ecuación de calibración: $y = mx + b$

Pendiente (m) :

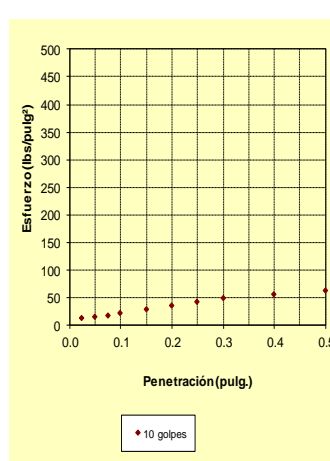
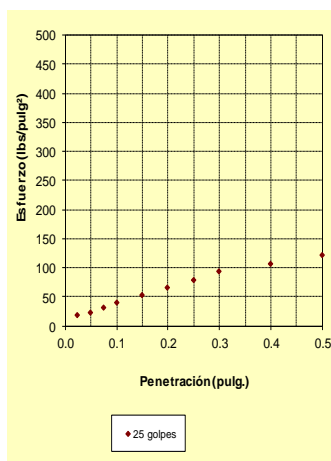
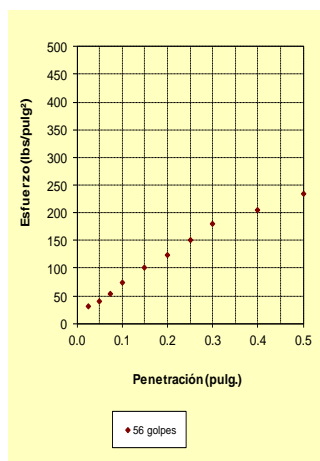
Constante (b) :

Observación 1 : Solo ingresar lecturas de anillo de carga para cada espécimen, las cuales se encuentran en rojo y en celda de borde azul

Penetración (pulgadas)	Especimen 1			Especimen 2			Especimen 3		
	Lectura del anillo de carga	Carga (libras)	Esfuerzo (lbs/pulg²)	Lectura del anillo de carga	Carga (libras)	Esfuerzo (lbs/pulg²)	Lectura del anillo de carga	Carga (libras)	Esfuerzo (lbs/pulg²)
0.025	10.0	96	32.0	5.0	59	19.6	2.5	40	13.4
0.050	13.0	118	39.4	6.5	70	23.3	3.3	46	15.3
0.075	19.0	163	54.2	9.5	92	30.7	4.8	57	19.0
0.100	27.0	222	74.0	13.5	122	40.6	6.8	72	23.9
0.150	38.0	304	101.2	19.0	163	54.2	9.5	92	30.7
0.200	47.0	370	123.5	23.5	196	65.4	11.8	109	36.3
0.250	58.0	452	150.7	29.0	237	79.0	14.5	129	43.1
0.300	70.0	541	180.4	35.0	281	93.8	17.5	152	50.5
0.400	80.0	615	205.1	40.0	319	106.2	20.0	170	56.7
0.500	92.0	704	234.8	46.0	363	121.0	23.0	192	64.1

Observación 2 : Si se requiere una mejor visualización o si no aparecen algunos datos ingresados deberá modificarse la escala vertical.

Observación 3 : Para una mejor visualización es preferible que la escala vertical sea igual en los tres gráficos.



Observación 4 : Para determinar los valores de CBR de cada espécimen se requiere imprimir y trazar cada una de las curvas realizando las correcciones necesarias por curvatura (Ver ASTM D1883)
Para tal fin se han creado las hojas de cálculo "IMP-1", "IMP-2", "IMP-3"

CALCULO DE CBR

Observación 1 : Se determinan gráficamente los esfuerzos correspondientes a 0.1" (y/o 0.2") de penetración para cada espécimen y se determinan los valores de CBR correspondientes.

Observación 2 : Deberán ingresarse los valores de CBR para 0.1" de penetración (y/o 0.2") para cada espécimen (determinados en la Hoja anterior)

Ensayo CBR

Especimen	Molde (N° golpes)	CBR (%)		Dens. seca (gr/cm3)	Humedad (%)
		0,1"	0,2"		
1	56	7.7	9.6	1.89	11.6
2	25	3.6	4.7	1.80	12.2
3	10	1.6	2.2	1.75	12.3

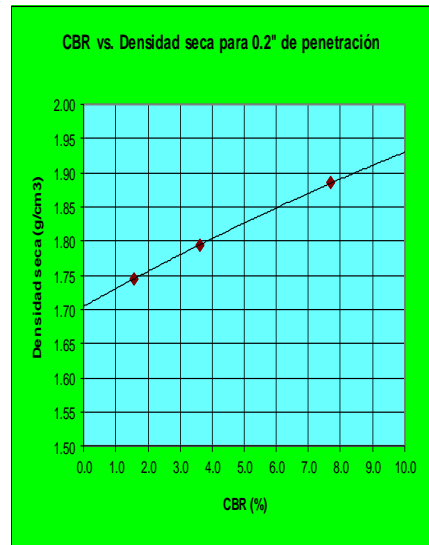
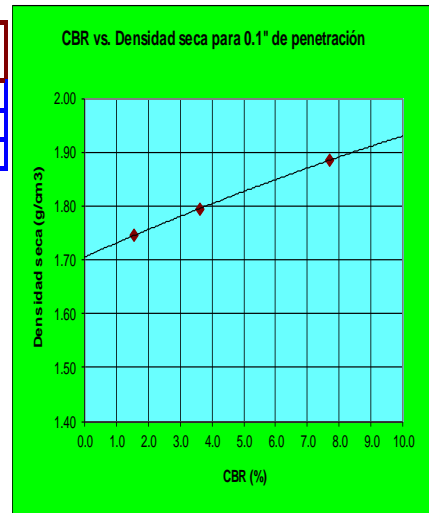
Observación 3 : Graficar la relación CBR vs. Densidad seca

Nota: La curva trazada corresponde a una tendencia polinomial

Observación 4 : Se requiere ingresar los valores de CBR para las densidades especificadas. (determinados gráficamente en el gráfico de la derecha)

% de M.D.S.	% de M.D.S.	0,1"	0,2"
100	1.89	7.7	
95	1.79	3.4	

Observación 5 : Si se requiere una mejor visualización o si no aparecen algunos datos ingresados deberán modificarse las escalas del gráfico.



ENSAYO DE CBR

REPORTE DE RESULTADOS

Informe N° 001
Solicitante M.Sc. RIOS VARGAS, Caleb
Atención CIEZA BENAVIDES, Rosver Alexer
 MARIN SAUCEDO, Kelly Judith

Norma Técnica: ASTM D1883

Proyecto "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"

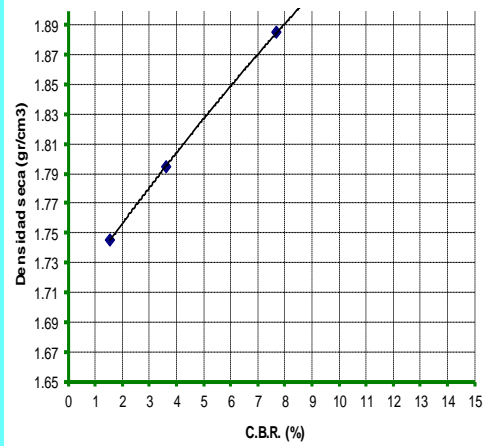
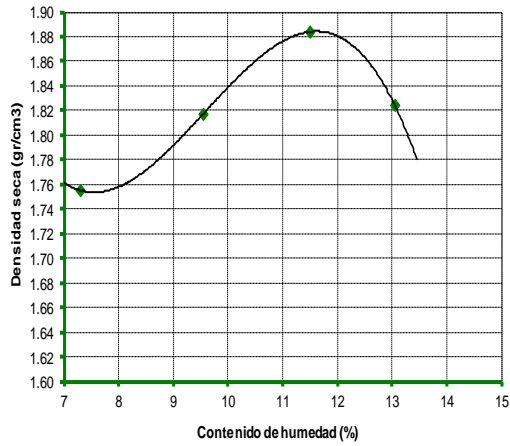
Ubicación PILLUANA 0
Fecha de emisión 16/11/2020
Calicata N°03
Muestra M-1
Profundidad (m.) 0.25m-1.50m

MOLDE	CBR (%)	Dens. seca (gr/cm3)	Humedad (%)
1	7.7	1.89	11.6
2	3.6	1.80	12.2
3	1.6	1.75	12.3

Ensayo de proctor modificado

Penetración (")	% de máxima densidad	Densidad (g/cm3)	CBR %
0.1	100.0	100.0	7.7
0.1	95.0	95.0	3.4

Máxima densidad seca	Optimo contenido de humedad (%)
1.89 gr/cm3	11.6



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION

PROYECTO : "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN – 2020"

MATERIAL :	Terreno de Fundacion	PROGRESIVA :	
UBICACIÓN :	Pilluana	N° CALICATA :	C-3
REFERENCIA :		PROFUNDIDAD :	0.00 - 1.50 m
FECHA EXCAVACION :	15/11/2020	Nro. ESTRATOS :	1
METODO EXCAVACION :	A cielo abierto	ASESOR :	M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
COORDENADA NORTE :	9250713	RESPONSABLES :	ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES Y KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
COORDENADA ESTE :	357539		

NIVEL FREATICO (m.)	CALICATA Nro.
	C-3

PROF. (m)	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL ESTRATO	CLASIFICACION		ENSAYOS IN SITU
				SUCS	AASHTO	
0.00			Material Afirmado	[Diagrama de estratos]	[Diagrama de estratos]	
0.20						
0.40	M-1	A-6 CL	Arcilla de baja plasticidad de color marron claro con manchas blancas, consistencia compacta seca.	[Diagrama de estratos]	[Diagrama de estratos]	
0.60						
0.80						
1.00						
1.20						
1.40						
1.50						

OBSERVACIONES

TIPO DE MUESTRA: MAB: muestra alterada en bolsa M AS: muestra alterada en saco MIB: muestra inalterada en bloque MIT: muestra inalterada en tubo





CALICATA N° 4

MUESTRA N° 1



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
 @. jhcdcontratistas@gmail.com
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

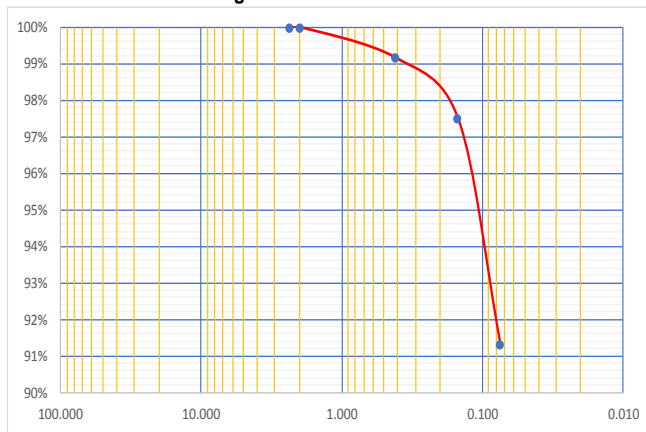
ASTM D 422

PROYECTO	: "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"	N° REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: Pilluana	ASESOR	: M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL	: Terreno de Fundación	RESPONSABLES	: ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA	: N°04	FECHA	: 16/11/2020
MUESTRA	: M-1		
PROFUNDIDAD	: 0.10m-0.20m		
SECTOR	: Pilluana		
COORDENADAS	: 0357137 - 9250573		

CALICATA N°04 _M01									
Peso Inicial Seco, [gr]		600							
Peso Lavado, [gr]		52.0							
Tamiz	Abertura en mm.	Peso retenido (gr)	% Ret.	% Ret. Acumulado	% que pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
# 8	2.360	0.0	0.00%	0.00%	100%	PESO TOTAL	=	600	gr
# 10	2.000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	PESO LAVADO	=	52	gr
# 40	0.420	5.0	0.83%	0.83%	99.17%	PESO FINO	=	600	gr
# 100	0.150	10.0	1.67%	2.50%	97.50%	LÍMITE LÍQUIDO	=	40.4	%
# 200	0.075	37.0	6.17%	8.67%	91.33%	LÍMITE PLÁSTICO	=	25.75	%
< # 200	FONDO	548.0	91.33%	100.00%	0.00%	ÍNDICE PLÁSTICO	=	14.65	%
Total peso Retenido		600.0				CLASF. AASHTO	=	A-6(10)	
						CLASF. SUCCS	=	ML	

GRAVA (4.75mm - 75mm)	0.00%
ARENA(0.075mm - 4.75mm)	8.67%
ARCILLA (<0.075mm)	91.33%

Curva granulométrica





C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
@. jhcdcontratistas@gmail.com
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL

ASTM C 566

PROYECTO	: "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"	N° REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: Pilluana	ASESOR	: M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL	: Terreno de Fundación	RESPONSABLES	: ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA	: N°04	FECHA	: 16/11/2020
MUESTRA	: M-1		
PROFUNDIDAD	: 0.10m-0.20m		
SECTOR	: Pilluana		
COORDENADAS	: 0357137 - 9250573		

DATOS DE LA MUESTRA

NUMERO TARA	15.00			
PESO DE LA TARA (grs)	150.1			
PESO DEL SUELO HUMEDO + PESO DE LA TARA (grs)	1,650.10			
PESO DEL SUELO SECO + PESO DE LA TARA (grs)	1,531.10			
PESO DEL AGUA (grs)	119.00			
PESO DEL SUELO SECO (grs)	1381.00			
% DE HUMEDAD	8.62			
PROMEDIO % DE HUMEDAD				8.6



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
 @. jhcdcontratistas@gmail.com
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG
 ASTM D 4318

PROYECTO	“COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PORTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN – 2020”	Nº REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: Pilluana	ASESOR	: M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL	: Terreno de Fundación	RESPONSABLES	: ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA	: N°04	FECHA	: 16/11/2020
MUESTRA	: M-1		
PROFUNDIDAD	: 0.10m-0.20m		
SECTOR	: Pilluana		
COORDENADAS	: 0357137 - 9250573		

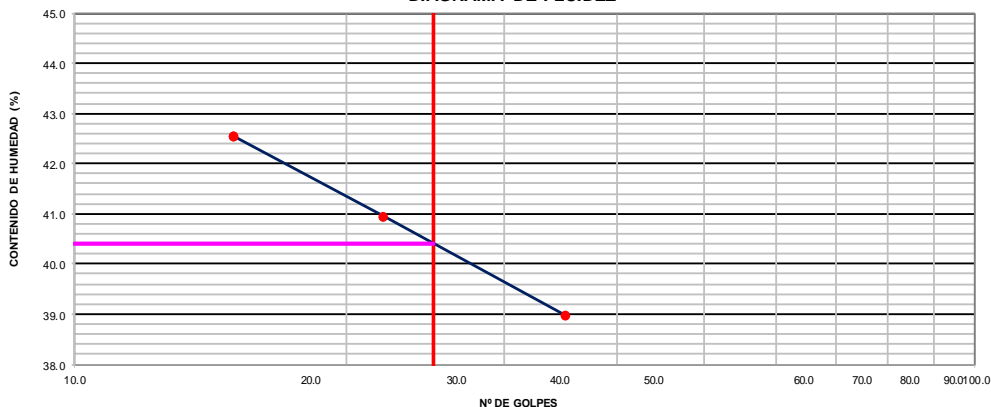
LÍMITE LÍQUIDO

Nº TARRO	10	14	12
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.09	38.76	39.34
TARRO + SUELO SECO	30.59	32.20	32.55
AGUA	5.50	6.56	6.79
PESO DEL TARRO	16.48	16.18	16.59
PESO DEL SUELO SECO	14.11	16.02	15.96
% DE HUMEDAD	38.98	40.95	42.54
Nº DE GOLPES	35	22	15

LÍMITE PLÁSTICO

Nº TARRO	12	10
TARRO + SUELO HÚMEDO	22.96	22.00
TARRO + SUELO SECO	21.58	20.80
AGUA	1.38	1.20
PESO DEL TARRO	16.15	16.20
PESO DEL SUELO SECO	5.43	4.60
% DE HUMEDAD	25.41	26.09

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	40.40
LÍMITE PLÁSTICO	25.75
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	14.65



CALICATA N° 4

MUESTRA N° 2

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM D 422

PROYECTO : "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020" LOCALIDAD : Pilluana MATERIAL : Terreno de Fundación CALICATA : N°04 MUESTRA : M-2 PROFUNDIDAD : 0.20m-1.50m SECTOR : Pilluana COORDENADAS : 0357137 - 9250573	N° REGISTRO : 001 ASESOR : M.SC. RIOS VARGAS, Caleb RESPONSABLES : ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO FECHA : 16/11/2020
---	--

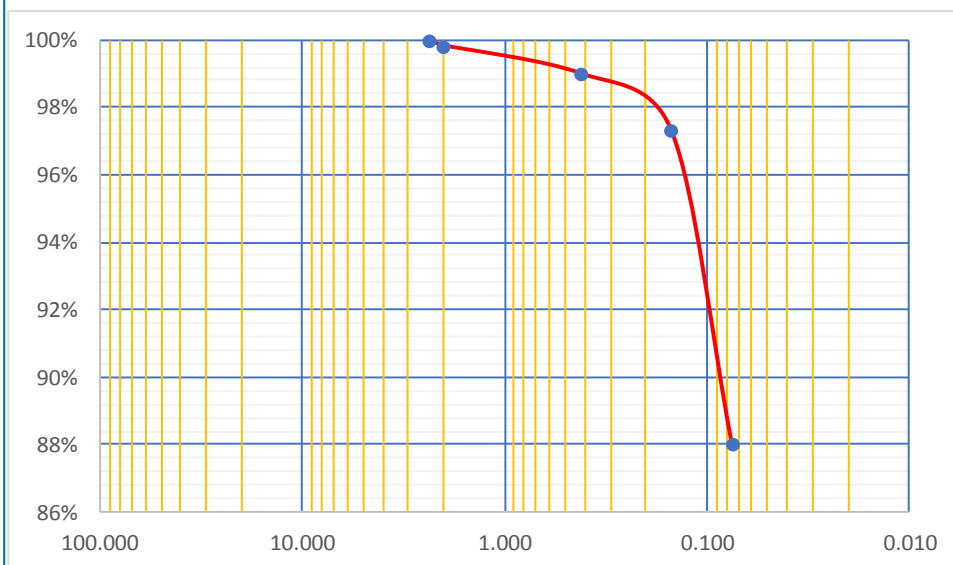
CALICATA N°04 _M02

Peso Inicial Seco, [gr]	600
Peso Lavado, [gr]	72.0

Tamiz	Abertura en mm.	Peso retenido (gr)	% Ret.	% Ret. Acumulado	% que pasa
# 8	2.360	0.0	0.00%	0.00%	100%
# 10	2.000	1.0	0.17%	0.17%	99.83%
# 40	0.420	5.0	0.83%	1.00%	99.00%
# 100	0.150	10.0	1.67%	2.67%	97.33%
# 200	0.075	56.0	9.33%	12.00%	88.00%
< # 200	FONDO	528.0	88.00%	100.00%	0.00%
Total peso Retenido		600.0			

GRAVA (4.75mm - 75mm)	0.00%
ARENA(0.075mm - 4.75mm)	12.00%
ARCILLA (<0.075mm)	88.00%

Curva granulométrica



Fuente: Elaboración propia (2021)



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
@. jhcdcontratistas@gmail.com
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL

ASTM C 566

PROYECTO	: "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"	N° REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: Pilluana	ASESOR	: M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL	: Terreno de Fundación	RESPONSABLES	: ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA	: N°04	FECHA	: 16/11/2020
MUESTRA	: M-2		
PROFUNDIDAD	: 0.20m-1.50m		
SECTOR	: Pilluana		
COORDENADAS	: 0357137 - 9250573		

DATOS DE LA MUESTRA

NUMERO TARA	18.00			
PESO DE LA TARA (grs)	150.1			
PESO DEL SUELO HUMEDO + PESO DE LA TARA (grs)	1,650.10			
PESO DEL SUELO SECO + PESO DE LA TARA (grs)	1,528.10			
PESO DEL AGUA (grs)	122.00			
PESO DEL SUELO SECO (grs)	1378.00			
% DE HUMEDAD	8.85			
PROMEDIO % DE HUMEDAD				8.9



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
@. jhcdcontratistas@gmail.com
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG

ASTM D 4318

PROYECTO	“COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020”	N° REGISTRO	001
LOCALIDAD	Pilluana	ASESOR	M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL	Terreno de Fundación	RESPONSABLES	ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA	N°04	FECHA	16/11/2020
MUESTRA	M-2		
PROFUNDIDAD	0.20m-1.50m		
SECTOR	Pilluana		
COORDENADAS	0357137 - 9250573		

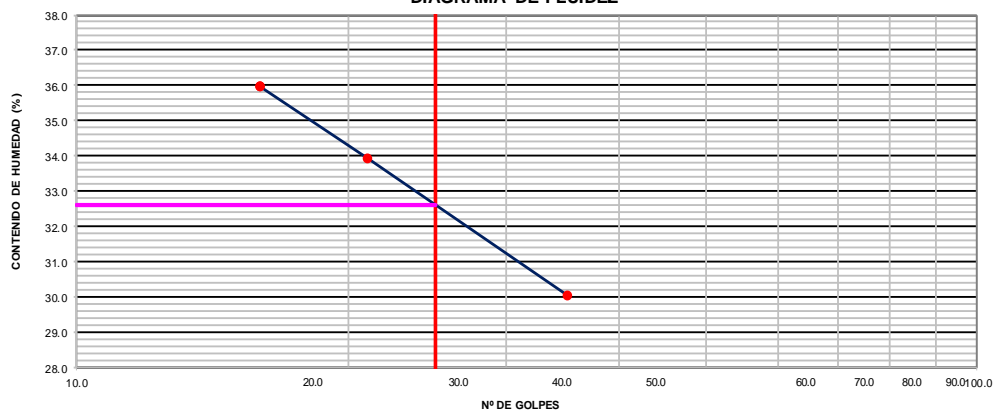
LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	13	11	12
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.09	38.78	41.06
TARRO + SUELO SECO	33.00	34.48	36.42
AGUA	3.09	4.30	4.64
PESO DEL TARRO	22.71	21.81	23.52
PESO DEL SUELO SECO	10.29	12.67	12.90
% DE HUMEDAD	30.03	33.94	35.97
N° DE GOLPES	35	21	16

LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	6	7
TARRO + SUELO HÚMEDO	17.96	18.50
TARRO + SUELO SECO	16.58	17.00
AGUA	1.38	1.50
PESO DEL TARRO	8.83	9.00
PESO DEL SUELO SECO	7.75	8.00
% DE HUMEDAD	17.81	18.75

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	32.59
LÍMITE PLÁSTICO	18.28
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	14.31



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
@. jhcdcontratistas@gmail.com
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO CRUMB

USBR 5400-89

PROYECTO : “COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN – 2020”	N° REGISTRO : 001
LOCALIDAD : Pilluana	ASESOR : M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL : Terreno de Fundación	RESPONSABLES : ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA : N°04	FECHA : 16/11/2020
MUESTRA : M-2	
PROFUNDIDAD : 0.20m-1.50m	
SECTOR : Pilluana	
COORDENADAS : 0357137 - 9250573	

CRUMB (USBR 5400-89)

GRADO 1
Ninguna
Reacción



GRADO 3
Reacción
moderada



GRADO 2
Reacción
ligera



GRADO 4
Reacción fuerte



MUESTRA N°	RESULTADOS	INTERPRETACION
1	Grado 3	Reacción Moderada
2	Grado 3	Reacción Moderada
3	Grado 3	Reacción Moderada



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
@. jhcdcontratistas@gmail.com
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
ASTM D1557

PROYECTO	“COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PORTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020”	N° REGISTRO	001
LOCALIDAD	Pilluana	ASESOR	M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL	Terreno de Fundación	RESPONSABLES	ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA	N°04	FECHA	16/11/2020
MUESTRA	M-2		
PROFUNDIDAD	0.20m-1.50m		
SECTOR	Pilluana		
COORDENADAS	0357137 - 9250573		

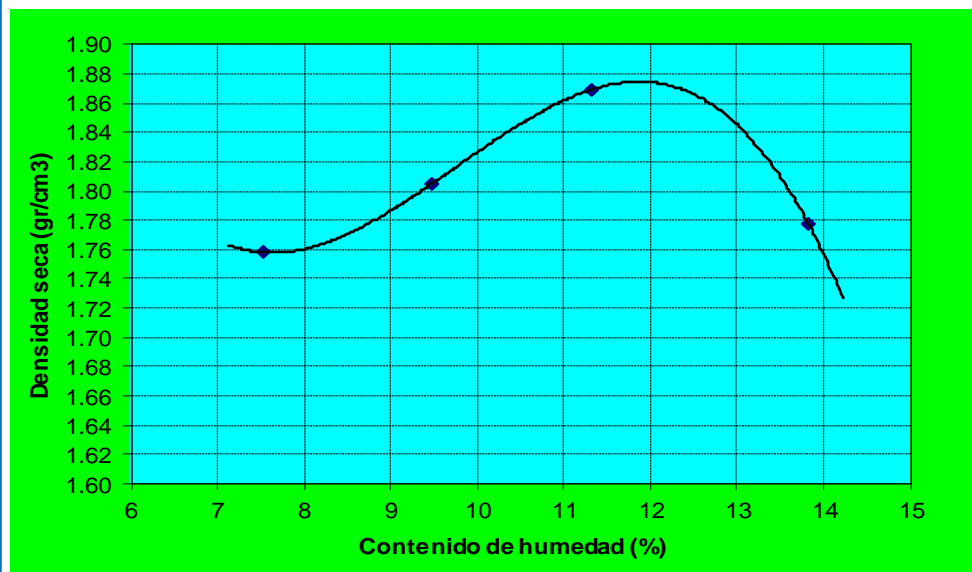
DATOS DEL ENSAYO REALIZADO

Ensayo Proctor modificado (ASTM D1557)

Datos del ensayo	
Cont. humedad (%)	Densidad seca (gr/cm ³)
7.53	1.76
9.48	1.81
11.31	1.87
13.82	1.78

Máxima densidad seca : M.D.S. **1.88** g/cm³
Optimo contenido de humedad : O.C.H. **11.9** %

CURVA DE COMPACTACIÓN



ENSAYO CBR
ASTM D1883

PROYECTO :	"COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"	N° REGISTRO :	001
LOCALIDAD :	Pilluana	ASESOR :	M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL :	Terreno de Fundación	RESPONSABLES :	ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA :	N°04	FECHA :	16/11/2020
MUESTRA :	M-2		
PROFUNDIDAD :	0.20m-1.50m		
SECTOR :	Pilluana		
COORDENADAS :	0357137 - 9250573		

DATOS DEL ENSAYO REALIZADO

Ensayo CBR (ASTM D1883)

REGISTRO DE CARGA VS. PENETRACION

Datos del anillo de carga (Ingresar constantes del anillo)

N° de anillo de carga Ecuación de calibración: $y = mx + b$

Pendiente (m) :

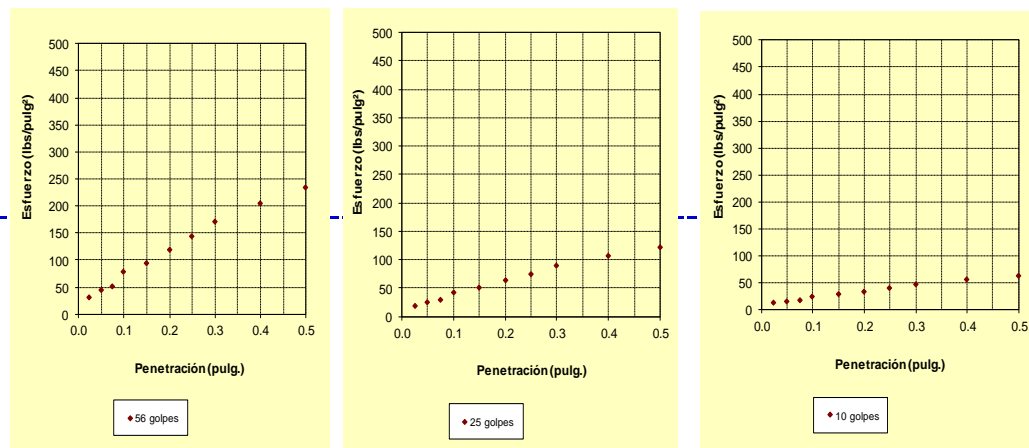
Constante (b) :

Observación 1 : Solo ingresar lecturas de anillo de carga para cada espécimen, las cuales se encuentran en rojo y en celda de borde azul

Penetración (pulgadas)	Especimen 1			Especimen 2			Especimen 3		
	Lectura del anillo de carga	Carga (libras)	Esfuerzo (lbs/pulg²)	Lectura del anillo de carga	Carga (libras)	Esfuerzo (lbs/pulg²)	Lectura del anillo de carga	Carga (libras)	Esfuerzo (lbs/pulg²)
0.025	10.0	96	32.0	5.0	59	19.6	2.5	40	13.4
0.050	15.0	133	44.3	7.5	77	25.8	3.8	50	16.5
0.075	18.0	155	51.8	9.0	89	29.5	4.5	55	18.4
0.100	29.0	237	79.0	14.5	129	43.1	7.3	76	25.2
0.150	35.0	281	93.8	17.5	152	50.5	8.8	87	28.9
0.200	45.0	356	118.6	22.5	189	62.9	11.3	105	35.1
0.250	55.0	430	143.3	27.5	226	75.3	13.8	124	41.3
0.300	66.0	511	170.5	33.0	267	88.9	16.5	144	48.1
0.400	80.0	615	205.1	40.0	319	106.2	20.0	170	56.7
0.500	92.0	704	234.8	46.0	363	121.0	23.0	192	64.1

Observación 2 : Si se requiere una mejor visualización o si no aparecen algunos datos ingresados deberá modificarse la escala vertical.

Observación 3 : Para una mejor visualización es preferible que la escala vertical sea igual en los tres gráficos.



Observación 4 : Para determinar los valores de CBR de cada espécimen se requiere imprimir y trazar cada una de las curvas realizando las correcciones necesarias por curvatura (Ver ASTM D1883) Para tal fin se han creado las hojas de cálculo "IMP-1", "IMP-2", "IMP-3"

CALCULO DE CBR

Observación 1 : Se determinan gráficamente los esfuerzos correspondientes a 0.1" (y/o 0.2") de penetración para cada espécimen y se determinan los valores de CBR correspondientes.

Observación 2 : Deberán ingresarse los valores de CBR para 0.1" de penetración (y/o 0.2") para cada espécimen (determinados en la Hoja anterior)

Ensayo CBR

Especimen	Molde (N° golpes)	CBR (%)		Dens. seca (gr/cm3)	Humedad (%)
		0,1"	0,2"		
1	56	7.7	9.0	1.88	11.9
2	25	3.6	4.4	1.79	12.5
3	10	1.6	2.1	1.74	12.6

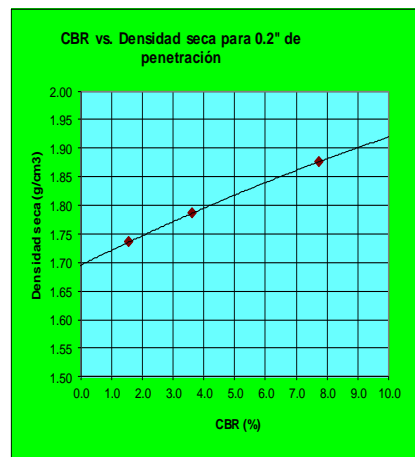
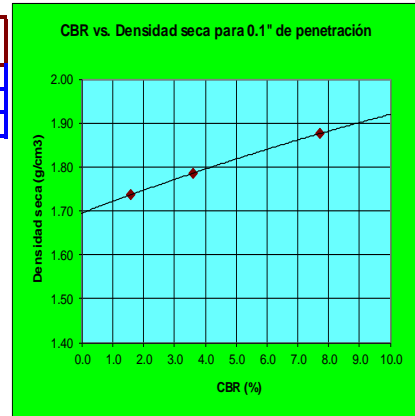
Observación 3 : Graficar la relación CBR vs. Densidad seca

Nota: La curva trazada corresponde a una tendencia polinomial

Observación 4 : Se requiere ingresar los valores de CBR para las densidades especificadas. (determinados gráficamente en el gráfico de la derecha)

% de M.D.S.	% de M.D.S.	0,1"	0,2"
100	1.88	7.7	
95	1.78	3.4	

Observación 5 : Si se requiere una mejor visualización o si no aparecen algunos datos ingresados deberán modificarse las escalas del gráfico.



ENSAYO DE CBR

REPORTE DE RESULTADOS

Informe N° 001

Solicitante M.Sc. RIOS VARGAS, Caleb

Atención /IDES, Rosver Alexer MARIN SAUCEDX

Norma Técnica: ASTM D1883

Proyecto "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"

Ubicación PILLUANA

Fecha de emisión 16/11/2020

Calicata N°04

Muestra M-2

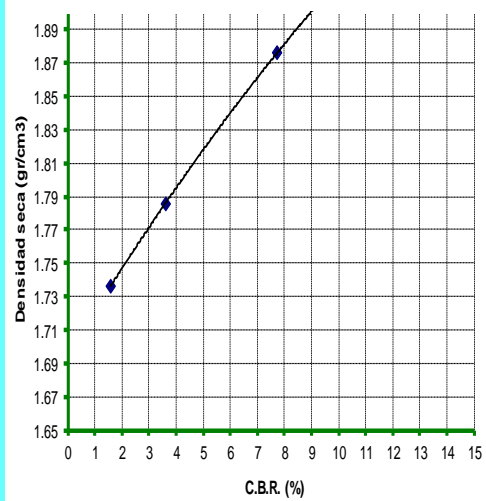
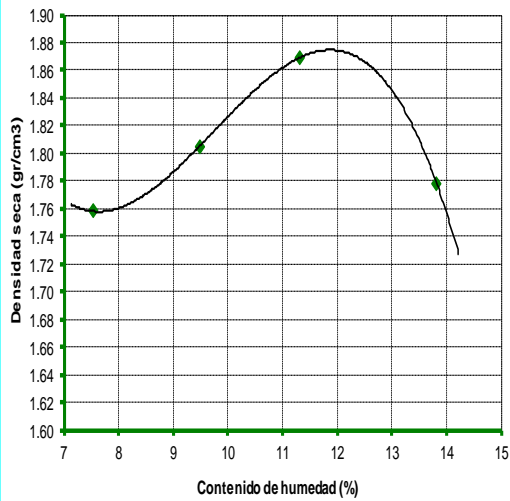
Profundidad (m.) 0.20m-1.50m

MOLDE	CBR (%)	Dens. seca (gr/cm3)	Humedad (%)
1	7.7	1.88	11.9
2	3.6	1.79	12.5
3	1.6	1.74	12.6

Ensayo de proctor modificado

Máxima densidad seca	Optimo contenido de humedad (%)
1.88 gr/cm3	11.9

Penetración (")	% de máxima densidad	Densidad (g/cm3)	CBR %
0.1	100.0	100.0	7.7
0.1	95.0	95.0	3.4



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION

PROYECTO : “COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN – 2020”

MATERIAL :	Terreno de Fundacion	PROGRESIVA :	
UBICACIÓN :	Pilluana	N° CALICATA :	C-4
REFERENCIA :		PROFUNDIDAD :	0.00 - 1.50 m
FECHA EXCAVACION :	15/11/2020	Nro. ESTRATOS :	1
METODO EXCAVACION :	A cielo abierto	ASESOR :	M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
COORDENADA NORTE :	9250573	RESPONSABLES :	ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES Y KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
COORDENADA ESTE :	357137		

NIVEL FREATICO (m.)	CALICATA Nro.
	C-4

PROF. (m)	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL ESTRATO	CLASIFICACION		ENSAYOS IN SITU
				SUCS	AASHTO	
0.00			Material Afirmado			
0.20	M-2	A-6 CL	Limo de baja plasticidad de color marrón claro.			
0.40	M-1	A-6 CL	Arcilla de baja plasticidad de color marrón oscuro, consistencia compacta seca.			
0.60						
0.80						
1.00						
1.20						
1.40						
1.50						

OBSERVACIONES

TIPO DE MUESTRA: MAB: muestra alterada en bolsa MAS: muestra alterada en saco MIB: muestra inalterada en bloque MIT: muestra inalterada en tubo





CALICATA N° 5

MUESTRA N° 1

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM D 422

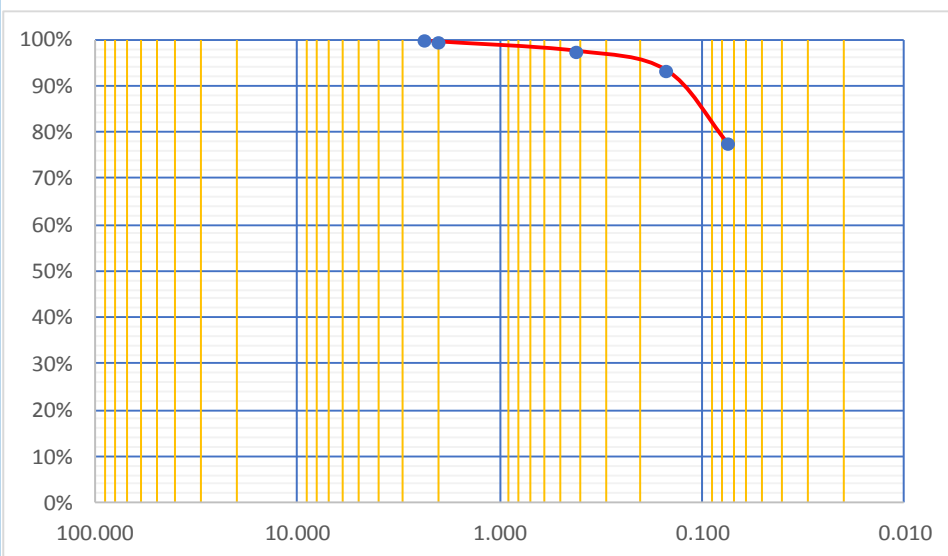
PROYECTO : "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020" LOCALIDAD : Pilluana MATERIAL : Terreno de Fundación CALICATA : N°05 MUESTRA : M-1 PROFUNDIDAD : 0.35m-1.50m SECTOR : Pilluana COORDENADAS : 0357307 - 9250749	N° REGISTRO : 001 ASESOR : M.SC. RIOS VARGAS, Caleb RESPONSABLES : ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO FECHA : 16/11/2020
---	--

CALICATA N°05 _M01

Peso Inicial Seco, [gr]	600				
Peso Lavado, [gr]	133.8				
Tamiz	Abertura en mm.	Peso retenido (gr)	% Ret.	% Ret. Acumulado	% que pasa
# 8	2.360	0.0	0.00%	0.00%	100%
# 10	2.000	3.0	0.50%	0.50%	99.50%
# 40	0.420	12.0	2.00%	2.50%	97.50%
# 100	0.150	25.0	4.17%	6.67%	93.33%
# 200	0.075	93.8	15.63%	22.30%	77.70%
< # 200	FONDO	466.2	77.70%	100.00%	0.00%
Total peso Retenido		600.0			

GRAVA (4.75mm - 75mm)	0.00%
ARENA(0.075mm - 4.75mm)	19.20%
ARCILLA (<0.075mm)	80.80%

Curva granulométrica



Fuente: Elaboración propia (2021)



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
@. jhcdcontratistas@gmail.com
D. Jr: Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL

ASTM C 566

PROYECTO : "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"	N° REGISTRO : 001
LOCALIDAD : Pilluana	ASESOR : M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL : Terreno de Fundación	RESPONSABLES : ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA : N°05	FECHA : 16/11/2020
MUESTRA : M-1	
PROFUNDIDAD : 0.35m-1.50m	
SECTOR : Pilluana	
COORDENADAS : 0357307 - 9250749	

DATOS DE LA MUESTRA

NUMERO TARA	16.00			
PESO DE LA TARA (grs)	150.2			
PESO DEL SUELO HUMEDO + PESO DE LA TARA (grs)	1,650.20			
PESO DEL SUELO SECO + PESO DE LA TARA (grs)	1,500.20			
PESO DEL AGUA (grs)	150.00			
PESO DEL SUELO SECO (grs)	1350.00			
% DE HUMEDAD	11.11			
PROMEDIO % DE HUMEDAD				11.1



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
@. jhcdcontratistas@gmail.com
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG

ASTM D 4318

PROYECTO	“COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020”	N° REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: Pilluana	ASESOR	: M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL	: Terreno de Fundación	RESPONSABLES	: ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA	: N°05	FECHA	: 16/11/2020
MUESTRA	: M-1		
PROFUNDIDAD	: 0.35m-1.50m		
SECTOR	: Pilluana		
COORDENADAS	: 0357307 - 9250749		

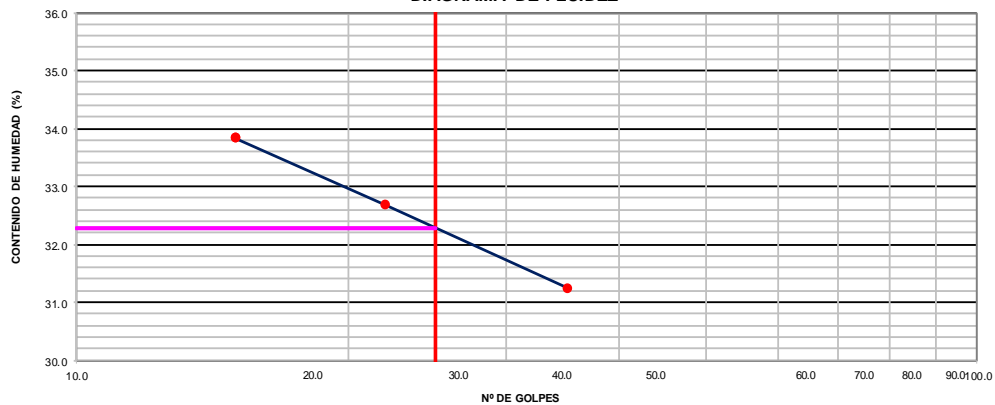
LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	11	10	8
TARRO + SUELO HÚMEDO	35.50	36.30	33.00
TARRO + SUELO SECO	31.00	31.30	28.50
AGUA	4.50	5.00	4.50
PESO DEL TARRO	16.60	16.00	15.20
PESO DEL SUELO SECO	14.40	15.30	13.30
% DE HUMEDAD	31.25	32.68	33.83
N° DE GOLPES	35	22	15

LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	1	2
TARRO + SUELO HÚMEDO	16.51	16.50
TARRO + SUELO SECO	15.26	15.30
AGUA	1.25	1.20
PESO DEL TARRO	8.57	8.57
PESO DEL SUELO SECO	6.69	6.73
% DE HUMEDAD	18.68	17.83

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	32.28
LÍMITE PLÁSTICO	18.26
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	14.02



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
@. jhcdcontratistas@gmail.com
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO CRUMB

USBR 5400-89

PROYECTO :	"COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"	N° REGISTRO :	001
LOCALIDAD :	Pilluana	ASESOR :	M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL :	Terreno de Fundación	RESPONSABLES :	ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA :	N°05	FECHA :	16/11/2020
MUESTRA :	M-1		
PROFUNDIDAD :	0.35m-1.50m		
SECTOR :	Pilluana		
COORDENADAS :	0357307 - 9250749		

CRUMB (USBR 5400-89)

GRADO 1
Ninguna
Reacción



GRADO 3
Reacción
moderada



GRADO 2
Reacción
ligera



GRADO 4
Reacción fuerte



MUESTRA N°	RESULTADOS	INTERPRETACION
1	Grado 3	Reacción Moderada
2	Grado 3	Reacción Moderada
3	Grado 3	Reacción Moderada

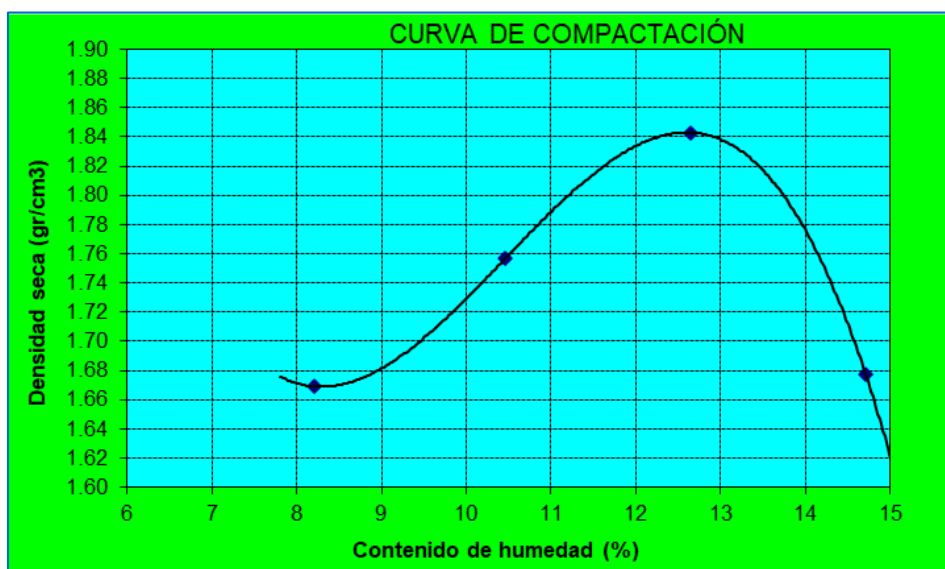
<p>PROYECTO : "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"</p> <p>LOCALIDAD : Pilluana</p> <p>MATERIAL : Terreno de Fundación</p> <p>CALICATA : N°05</p> <p>MUESTRA : M-1</p> <p>PROFUNDIDAD : 0.35m-1.50m</p> <p>SECTOR : Pilluana</p> <p>COORDENADAS : 0357307 - 9250749</p>	<p>N° REGISTRO : 001</p> <p>ASESOR : M.SC. RIOS VARGAS, Caleb</p> <p>RESPONSABLES : ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO</p> <p>FECHA : 16/11/2020</p>
--	--

DATOS DEL ENSAYO REALIZADO

Ensayo Proctor modificado (ASTM D1557)

Datos del ensayo	
Cont. humedad (%)	Densidad seca (gr/cm ³)
8.21	1.67
10.46	1.76
12.64	1.84
14.71	1.68

Máxima densidad seca : M.D.S. 1.84 g/cm³
 Optimo contenido de humedad : O.C.H. 12.6 %





C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
 @.jhcdcontratistas@gmail.com
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO CBR

ASTM D1883

PROYECTO : "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020" LOCALIDAD : Pilluana MATERIAL : Terreno de Fundación CALICATA : N°05 MUESTRA : M-1 PROFUNDIDAD : 0.35m-1.50m SECTOR : Pilluana COORDENADAS : 0357307 - 9250749	N° REGISTRO : 001 ASESOR : M.SC. RIOS VARGAS, Caleb RESPONSABLES : ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO FECHA : 16/11/2020
---	--

DATOS DEL ENSAYO REALIZADO

Ensayo CBR (ASTM D1883)

REGISTRO DE CARGA VS. PENETRACION

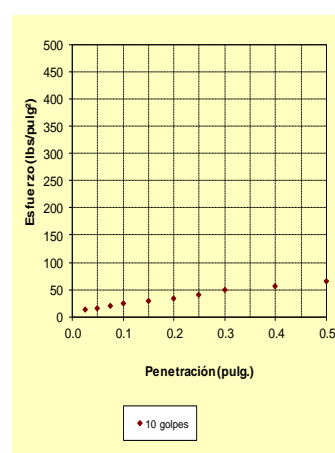
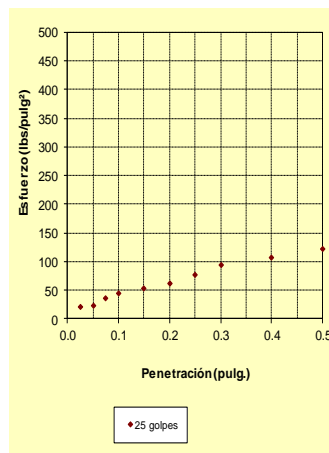
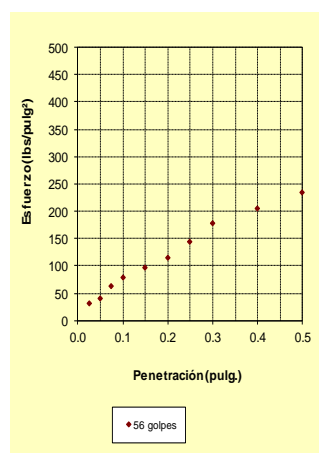
Datos del anillo de carga (Ingresar constantes del anillo)
 N° de anillo de carga Ecuación de calibración: $y = mx + b$
 Pendiente (m) :
 Constante (b) :

Observación 1 : Solo ingresar lecturas de anillo de carga para cada espécimen, las cuales se encuentran en rojo y en celda de borde azul

Penetración (pulgadas)	Especimen 1			Especimen 2			Especimen 3		
	Lectura del anillo de carga	Carga (libras)	Esfuerzo (lbs/pulg²)	Lectura del anillo de carga	Carga (libras)	Esfuerzo (lbs/pulg²)	Lectura del anillo de carga	Carga (libras)	Esfuerzo (lbs/pulg²)
0.025	10.0	96	32.0	5.0	59	19.6	2.5	40	13.4
0.050	13.0	118	39.4	6.5	70	23.3	3.3	46	15.3
0.075	22.0	185	61.7	11.0	103	34.5	5.5	63	20.8
0.100	29.0	237	79.0	14.5	129	43.1	7.3	76	25.2
0.150	36.0	289	96.3	18.0	155	51.8	9.0	89	29.5
0.200	43.0	341	113.6	21.5	181	60.4	10.8	102	33.8
0.250	55.0	430	143.3	27.5	226	75.3	13.8	124	41.3
0.300	69.0	534	177.9	34.5	278	92.6	17.3	150	49.9
0.400	80.0	615	205.1	40.0	319	106.2	20.0	170	56.7
0.500	92.0	704	234.8	46.0	363	121.0	23.0	192	64.1

Observación 2 : Si se requiere una mejor visualización o si no aparecen algunos datos ingresados deberá modificarse la escala vertical.

Observación 3 : Para una mejor visualización es preferible que la escala vertical sea igual en los tres gráficos.



Observación 4 : Para determinar los valores de CBR de cada espécimen se requiere imprimir y trazar cada una de las curvas realizando las correcciones necesarias por curvatura (Ver ASTM D1883)
 Para tal fin se han creado las hojas de cálculo "IMP-1", "IMP-2", "IMP-3"

CALCULO DE CBR

Observación 1 : Se determinan gráficamente los esfuerzos correspondientes a 0.1" (y/o 0.2") de penetración para cada espécimen y se determinan los valores de CBR correspondientes.

Observación 2 : Deberán ingresarse los valores de CBR para 0.1" de penetración (y/o 0.2") para cada espécimen (determinados en la Hoja anterior)

Ensayo CBR

Especimen	Molde (N° golpes)	CBR (%)		Dens. seca (gr/cm3)	Humedad (%)
		0,1"	0,2"		
1	56	7.9	8.9	1.84	12.6
2	25	3.7	4.3	1.75	13.2
3	10	1.6	2.0	1.70	13.3

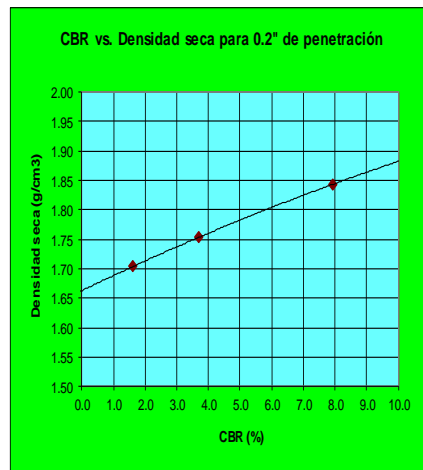
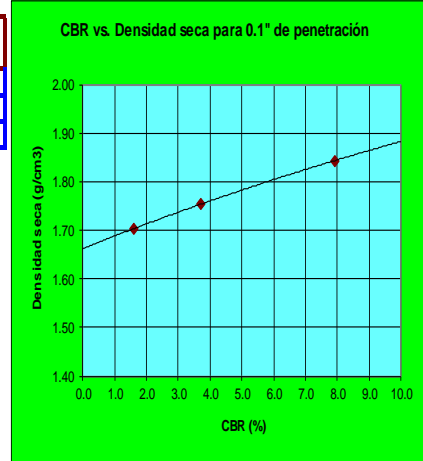
Observación 3 : Graficar la relación CBR vs. Densidad seca

Nota: La curva trazada corresponde a una tendencia polinomial

Observación 4 : Se requiere ingresar los valores de CBR para las densidades especificadas. (determinados gráficamente en el gráfico de la derecha)

% de M.D.S.	% de M.D.S.	0,1"	0,2"
100	1.84	7.9	
95	1.75	3.6	

Observación 5 : Si se requiere una mejor visualización o si no aparecen algunos datos ingresados deberán modificarse las escalas del gráfico.



ENSAYO DE CBR

REPORTE DE RESULTADOS

Informe N° 001
 Solicitante M.Sc. RIOS VARGAS, Caleb
 CIEZA BENAVIDES, Rosver Alexer
 Atención MARIN SAUCEDO, Kelly Judith

Norma Técnica: ASTM D1883

Proyecto "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"

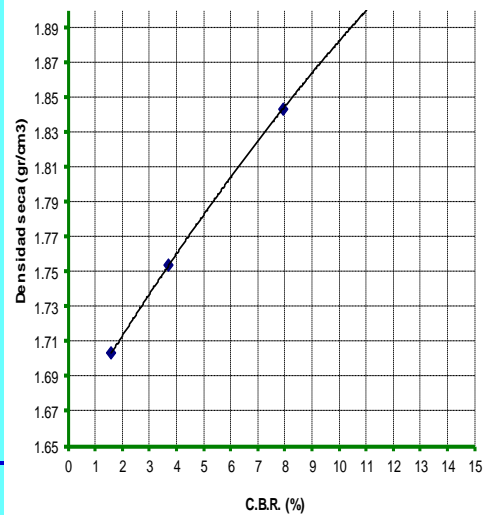
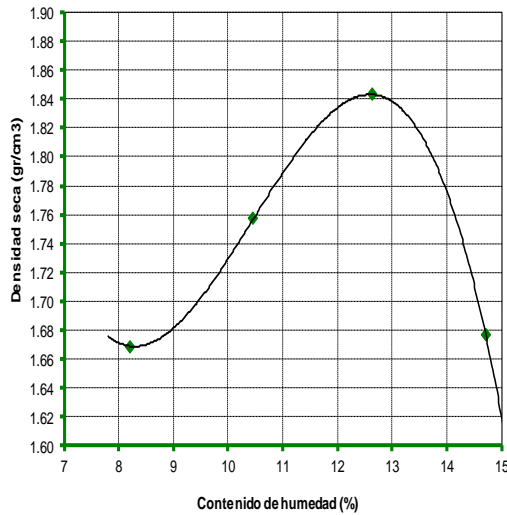
Ubicación PILLUANA 0
 Fecha de emisión 16/11/2020
 Calicata N°05
 Muestra M-1
 Profundidad (m.) 0.35m-1.50m

MOLDE	CBR (%)	Dens. seca (gr/cm3)	Humedad (%)
1	7.9	1.84	12.6
2	3.7	1.75	13.2
3	1.6	1.70	13.3

Ensayo de proctor modificado

Penetración (")	% de máxima densidad	Densidad (g/cm3)	CBR %
0.1	100.0	100.0	7.9
0.1	95.0	95.0	3.6

Máxima densidad seca	Optimo contenido de humedad (%)
1.84 gr/cm3	12.6





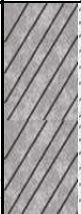

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION

PROYECTO : "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN – 2020"

MATERIAL :	Terreno de Fundacion	PROGRESIVA :	
UBICACIÓN :	Pilluana	N° CALICATA :	C-5
REFERENCIA :		PROFUNDIDAD :	0.00 - 1.50 m
FECHA EXCAVACION :	15/11/2020	Nro. ESTRATOS :	1
METODO EXCAVACION :	A cielo abierto	ASESOR :	M.SC. RIOS VARGAS, Caleb ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES Y KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
COORDENADA NORTE :	9250749	RESPONSABLES :	
COORDENADA ESTE :	357307		

NIVEL FREATICO (m.)	CALICATA Nro.
	C-5

PROF. (m)	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL ESTRATO	CLASIFICACION		ENSAYOS IN SITU
				SUCS	AASHTO	
0.00			Material Afirmado			
0.20						
0.40	M-1	A- 6 CL	Arcilla de baja plasticidad con arena de color marron oscuro con manchas blancas, consistencia seca.			
0.60						
0.80						
1.00						
1.20						
1.40						
1.50						

OBSERVACIONES

TIPO DE MUESTRA: MAB: muestra alterada en bolsa M AS: muestra alterada en saco MIB: muestra inalterada en bloque MIT: muestra inalterada en tubo





CALICATA N° 6

MUESTRA N° 1

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM D 422

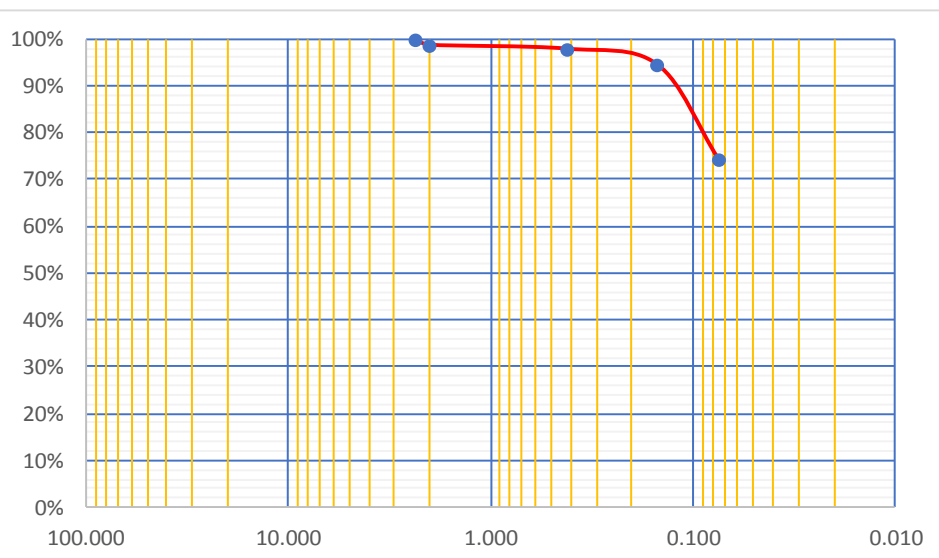
PROYECTO : "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020" LOCALIDAD : Pilluana MATERIAL : Terreno de Fundación CALICATA : N°06 MUESTRA : M-1 PROFUNDIDAD : 0.25m-1.50m SECTOR : Pilluana COORDENADAS : 0357598 - 9250825	N° REGISTRO : 001 ASESOR : M.SC. RIOS VARGAS, Caleb RESPONSABLES : ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO FECHA : 16/11/2020
---	--

CALICATA N°06 _M01

Peso Inicial Seco, [gr]	600				
Peso Lavado, [gr]	153.3				
Tamiz	Abertura en mm.	Peso retenido (gr)	% Ret.	% Ret. Acumulado	% que pasa
# 8	2.360	0.0	0.00%	0.00%	100%
# 10	2.000	8.0	1.33%	1.33%	98.67%
# 40	0.420	5.0	0.83%	2.17%	97.83%
# 100	0.150	20.0	3.33%	5.50%	94.50%
# 200	0.075	120.3	20.05%	25.55%	74.45%
< # 200	FONDO	446.7	74.45%	100.00%	0.00%
Total peso Retenido		600.0			

GRAVA (4.75mm - 75mm)	0.00%
ARENA(0.075mm - 4.75mm)	25.55%
ARCILLA (<0.075mm)	74.45%

Curva granulométrica



Fuente: Elaboración propia (2021)



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
@. jhcdcontratistas@gmail.com
D. Jr: Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL

ASTM C 566

PROYECTO : "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN – 2020"	N° REGISTRO : 001
LOCALIDAD : Pilluana	ASESOR : M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL : Terreno de Fundación	RESPONSABLES : ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA : N°06	FECHA : 16/11/2020
MUESTRA : M-1	
PROFUNDIDAD : 0.25m-1.50m	
SECTOR : Pilluana	
COORDENADAS : 0357598 - 9250825	

DATOS DE LA MUESTRA

NUMERO TARA	15.00			
PESO DE LA TARA (grs)	150.1			
PESO DEL SUELO HUMEDO + PESO DE LA TARA (grs)	1,650.10			
PESO DEL SUELO SECO + PESO DE LA TARA (grs)	1,466.00			
PESO DEL AGUA (grs)	184.10			
PESO DEL SUELO SECO (grs)	1315.90			
% DE HUMEDAD	13.99			
PROMEDIO % DE HUMEDAD		14.0		



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
 @. jhcdcontratistas@gmail.com
 D. Jr: Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG
 ASTM D 4318

PROYECTO	“COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN – 2020”	Nº REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: Pilluana	ASESOR	: M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL	: Terreno de Fundación	RESPONSABLES	: ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA	: N°06	FECHA	: 16/11/2020
MUESTRA	: M-1		
PROFUNDIDAD	: 0.25m-1.50m		
SECTOR	: Pilluana		
COORDENADAS	: 0357598 - 9250825		

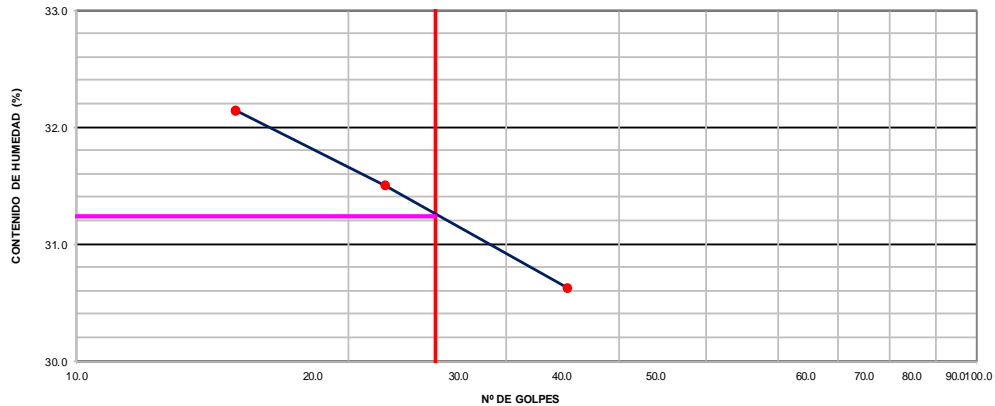
LÍMITE LÍQUIDO

Nº TARRO	15	13	1
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.60	33.20	31.00
TARRO + SUELO SECO	31.70	29.20	27.40
AGUA	4.90	4.00	3.60
PESO DEL TARRO	15.70	16.50	16.20
PESO DEL SUELO SECO	16.00	12.70	11.20
% DE HUMEDAD	30.63	31.50	32.14
Nº DE GOLPES	35	22	15

LÍMITE PLÁSTICO

Nº TARRO	12	16
TARRO + SUELO HÚMEDO	20.80	22.00
TARRO + SUELO SECO	19.60	20.60
AGUA	1.20	1.40
PESO DEL TARRO	12.20	12.20
PESO DEL SUELO SECO	7.40	8.40
% DE HUMEDAD	16.22	16.67

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	31.24
LÍMITE PLÁSTICO	16.44
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	14.80



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
@. jhcdcontratistas@gmail.com
D. Jr: Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO CRUMB

USBR 5400-89

PROYECTO : "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"	N° REGISTRO : 001
LOCALIDAD : Pilluana	ASESOR : M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL : Terreno de Fundación	RESPONSABLES : ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA : N°06	FECHA : 16/11/2020
MUESTRA : M-1	
PROFUNDIDAD : 0.25m-1.50m	
SECTOR : Pilluana	
COORDENADAS : 0357598 - 9250825	

CRUMB (USBR 5400-89)

GRADO 1
Ninguna
Reacción



GRADO 3
Reacción
moderada



GRADO 2
Reacción
ligera



GRADO 4
Reacción fuerte



MUESTRA N°	RESULTADOS	INTERPRETACION
1	Grado 3	Reacción Moderada
2	Grado 3	Reacción Moderada
3	Grado 3	Reacción Moderada



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
@. jhcdcontratistas@gmail.com
D. Jr: Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
ASTM D1557

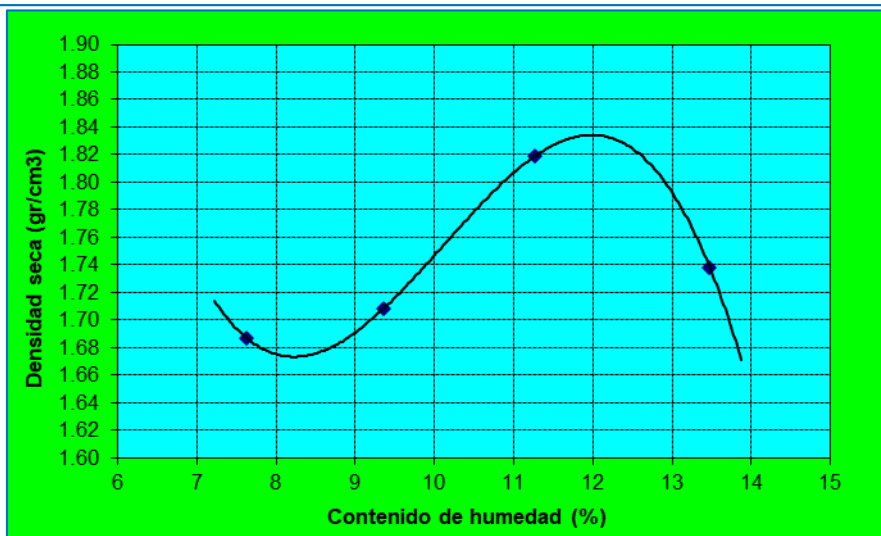
PROYECTO	“COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PORTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020”	N° REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: Pilluana	ASESOR	: M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL	: Terreno de Fundación	RESPONSABLES	: ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA	: N°06	FECHA	: 16/11/2020
MUESTRA	: M-1		
PROFUNDIDAD	: 0.25m-1.50m		
SECTOR	: Pilluana		
COORDENADAS	: 0357598 - 9250825		

DATOS DEL ENSAYO REALIZADO

Ensayo Proctor modificado (ASTM D1557)

Datos del ensayo	
Cont. humedad (%)	Densidad seca (gr/cm ³)
7.63	1.69
9.35	1.71
11.27	1.82
13.48	1.74

Máxima densidad seca : M.D.S. **1.84** g/cm³
Optimo contenido de humedad : O.C.H. **12.0** %



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE CBR
ASTM D1883

PROYECTO :	"COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PORTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"	N° REGISTRO :	001
LOCALIDAD :	Pilluana	ASESOR :	M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL :	Terreno de Fundación	RESPONSABLES :	ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA :	N°06	FECHA :	16/11/2020
MUESTRA :	M-1		
PROFUNDIDAD :	0.25m-1.50m		
SECTOR :	Pilluana		
COORDENADAS :	0357598 - 9250825		

DATOS DEL ENSAYO REALIZADO

Ensayo CBR (ASTM D1883)

REGISTRO DE CARGA VS. PENETRACION

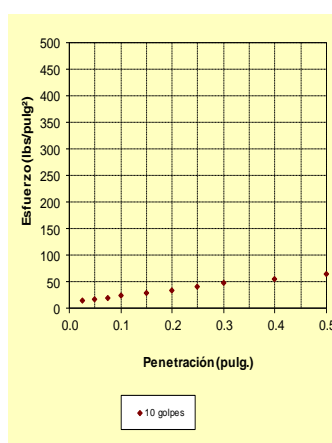
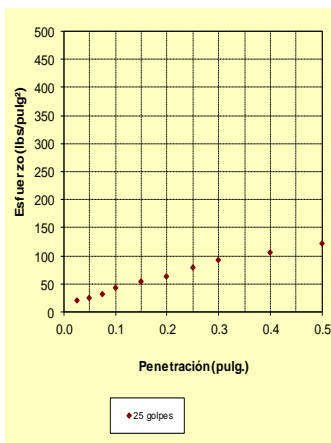
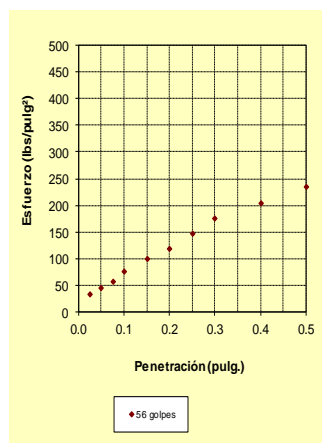
Datos del anillo de carga (Ingresar constantes del anillo)
N° de anillo de carga Ecuación de calibración: $y = mx + b$
Pendiente (m) :
Constante (b) :

Observación 1 : Solo ingresar lecturas de anillo de carga para cada espécimen, las cuales se encuentran en rojo y en celda de borde azul

Penetración (pulgadas)	Especimen 1			Especimen 2			Especimen 3		
	Lectura del anillo de carga	Carga (libras)	Esfuerzo (lbs/pulg ²)	Lectura del anillo de carga	Carga (libras)	Esfuerzo (lbs/pulg ²)	Lectura del anillo de carga	Carga (libras)	Esfuerzo (lbs/pulg ²)
0.025	11.0	103	34.5	5.5	63	20.8	2.8	42	14.0
0.050	15.0	133	44.3	7.5	77	25.8	3.8	50	16.5
0.075	20.0	170	56.7	10.0	96	32.0	5.0	59	19.6
0.100	28.0	230	76.5	14.0	126	41.9	7.0	74	24.6
0.150	37.0	296	98.8	18.5	159	53.0	9.3	90	30.1
0.200	45.0	356	118.6	22.5	189	62.9	11.3	105	35.1
0.250	57.0	445	148.2	28.5	233	77.7	14.3	127	42.5
0.300	68.0	526	175.4	34.0	274	91.3	17.0	148	49.3
0.400	80.0	615	205.1	40.0	319	106.2	20.0	170	56.7
0.500	92.0	704	234.8	46.0	363	121.0	23.0	192	64.1

Observación 2 : Si se requiere una mejor visualización o si no aparecen algunos datos ingresados deberá modificarse la escala vertical.

Observación 3 : Para una mejor visualización es preferible que la escala vertical sea igual en los tres gráficos.



Observación 4 : Para determinar los valores de CBR de cada espécimen se requiere imprimir y trazar cada una de las curvas realizando las correcciones necesarias por curvatura (Ver ASTM D1883)
Para tal fin se han creado las hojas de cálculo "IMP-1", "IMP-2", "IMP-3"

CALCULO DE CBR

Observación 1 : Se determinan gráficamente los esfuerzos correspondientes a 0.1" (y/o 0.2") de penetración para cada especimen y se determinan los valores de CBR correspondientes.

Observación 2 : Deberán ingresarse los valores de CBR para 0.1" de penetración (y/o 0.2") para cada especimen (determinados en la Hoja anterior)

Ensayo CBR

Especimen	Molde (N° golpes)	CBR (%)		Dens. seca (gr/cm3)	Humedad (%)
		0,1"	0,2"		
1	56	8.0	9.2	1.84	12
2	25	3.7	4.4	1.75	12.6
3	10	1.6	2.1	1.70	12.7

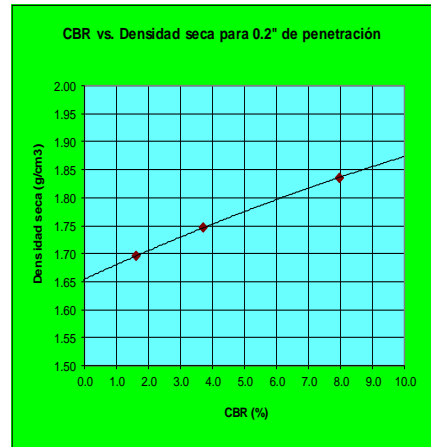
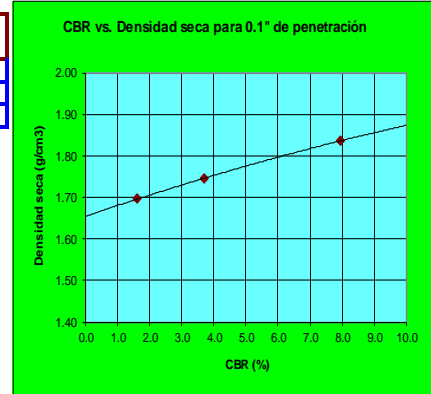
Observación 3 : Graficar la relación CBR vs. Densidad seca

Nota: La curva trazada corresponde a una tendencia polinomial

Observación 4 : Se requiere ingresar los valores de CBR para las densidades especificadas. (determinados gráficamente en el gráfico de la derecha)

% de M.D.S.	% de M.D.S.	0,1"	0,2"
100	1.84	8.0	
95	1.74	3.7	

Observación 5 : Si se requiere una mejor visualización o si no aparecen algunos datos ingresados deberán modificarse las escalas del gráfico.



ENSAYO DE CBR

REPORTE DE RESULTADOS

Informe N° 001
 Solicitante M.Sc. RIOS VARGAS, Caleb
 Atención CIEZA BENAVIDES, Rosver Alexer

Norma Técnica: ASTM D1883

Proyecto "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"

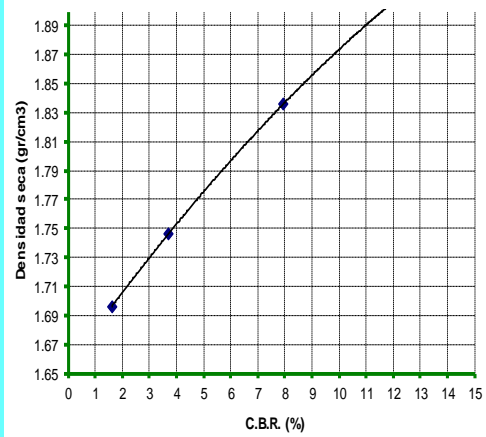
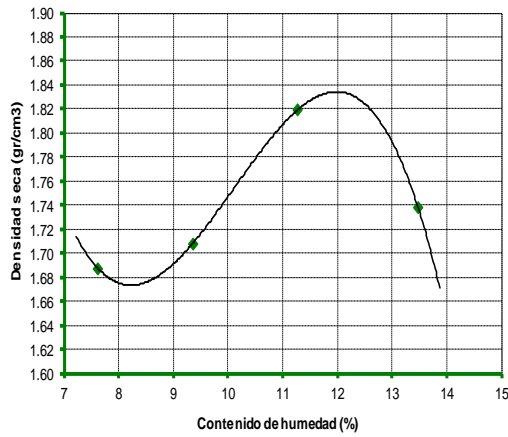
Ubicación PILLUANA 0
 Fecha de emisión 16/11/2020
 Calicata N°06
 Muestra M-1
 Profundidad (m.) 0.25m-1.50m

MOLDE	CBR (%)	Dens. seca (gr/cm ³)	Humedad (%)
1	8.0	1.84	12.0
2	3.7	1.75	12.6
3	1.6	1.70	12.7

Ensayo de proctor modificado

Máxima densidad seca	Optimo contenido de humedad (%)
1.84 gr/cm ³	12.0

Penetración (")	% de máxima densidad	Densidad (g/cm ³)	CBR %
0.1	100.0	100.0	8.0
0.1	95.0	95.0	3.7



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION

PROYECTO : “COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN – 2020”

MATERIAL :	Terreno de Fundacion	PROGRESIVA :	
UBICACIÓN :	Pilluana	N° CALICATA :	C-6
REFERENCIA :		PROFUNDIDAD :	0.00 - 1.50 m
FECHA EXCAVACION :	15/11/2020	Nro. ESTRATOS :	1
METODO EXCAVACION :	A cielo abierto	ASESOR :	M.SC. RIOS VARGAS, Caleb ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES Y KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
COORDENADA NORTE :	9250825	RESPONSABLES :	
COORDENADA ESTE :	357598		

NIVEL FREATICO (m.)	CALICATA Nro.
	C-6

PROF. (m)	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL ESTRATO	CLASIFICACION		ENSAYOS IN SITU
				SUCS	AASHTO	
0.00	M-1	A- 6 CL	Material Afirmado	[Diagrama de SUCS]	[Diagrama de AASHTO]	
0.20						
0.40			Arcilla de baja plasticidad con arena de color marron claro, consistencia seca.	[Diagrama de SUCS]	[Diagrama de AASHTO]	
0.60						
0.80						
1.00						
1.20						
1.40						
1.50						

OBSERVACIONES

TIPO DE MUESTRA: MAB: muestra alterada en bolsa MAS: muestra alterada en saco MIB: muestra inalterada en bloque MIT: muestra inalterada en tubo



**ESTABILIZACION DEL SUELO MAS
DESFAVORABLE CON ADICCION DE 4%
DE CEMENTO**



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
@.jhcdcontratistas@gmail.com
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL

ASTM C 566

PROYECTO	: "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN – 2020"	Nº REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: Pilluana	ASESOR	: M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL	: Terreno de Fundación	RESPONSABLES	: ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA	: N°03	FECHA	: 16/11/2020
MUESTRA	: Adicción de 4% de Cemento		
PROFUNDIDAD	: 0.10m-1.50m		
SECTOR	: Pilluana		
COORDENADAS	:		

DATOS DE LA MUESTRA

NUMERO TARA	16.00			
PESO DE LA TARA (grs)	150.1			
PESO DEL SUELO HUMEDO + PESO DE LA TARA (grs)	1,650.10			
PESO DEL SUELO SECO + PESO DE LA TARA (grs)	1,505.60			
PESO DEL AGUA (grs)	144.50			
PESO DEL SUELO SECO (grs)	1355.50			
% DE HUMEDAD	10.66			
PROMEDIO % DE HUMEDAD				10.7



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
@. jhcdcontratistas@gmail.com
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG

ASTM D 4318

PROYECTO	: "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"	Nº REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: Pilluana	ASESOR	: M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL	: Terreno de Fundación	RESPONSABLES	: ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA	: N°03	FECHA	: 16/11/2020
MUESTRA	: Adición de 4% de Cemento		
PROFUNDIDAD	: 0.10m-1.50m		
SECTOR	: Pilluana		
COORDENADAS			

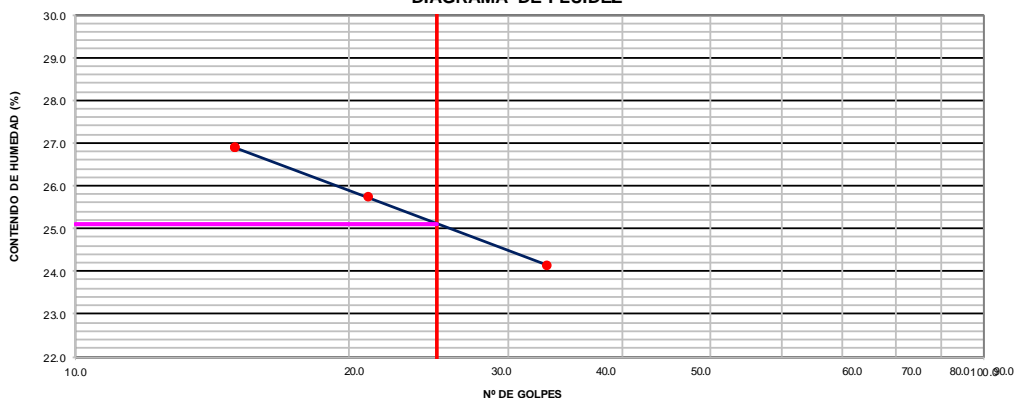
LÍMITE LÍQUIDO

Nº TARRO	5	1	8
TARRO + SUELO HÚMEDO	28.68	30.41	32.28
TARRO + SUELO SECO	26.30	27.60	28.80
AGUA	2.38	2.81	3.48
PESO DEL TARRO	16.44	16.68	15.86
PESO DEL SUELO SECO	9.86	10.92	12.94
% DE HUMEDAD	24.14	25.73	26.89
Nº DE GOLPES	33	21	15

LÍMITE PLÁSTICO

Nº TARRO	11	13
TARRO + SUELO HÚMEDO	22.80	21.50
TARRO + SUELO SECO	21.98	20.88
AGUA	0.82	0.62
PESO DEL TARRO	17.20	17.20
PESO DEL SUELO SECO	4.78	3.68
% DE HUMEDAD	17.15	16.85

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	25.11
LÍMITE PLÁSTICO	17.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	8.11



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
 @. jhcdcontratistas@gmail.com
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

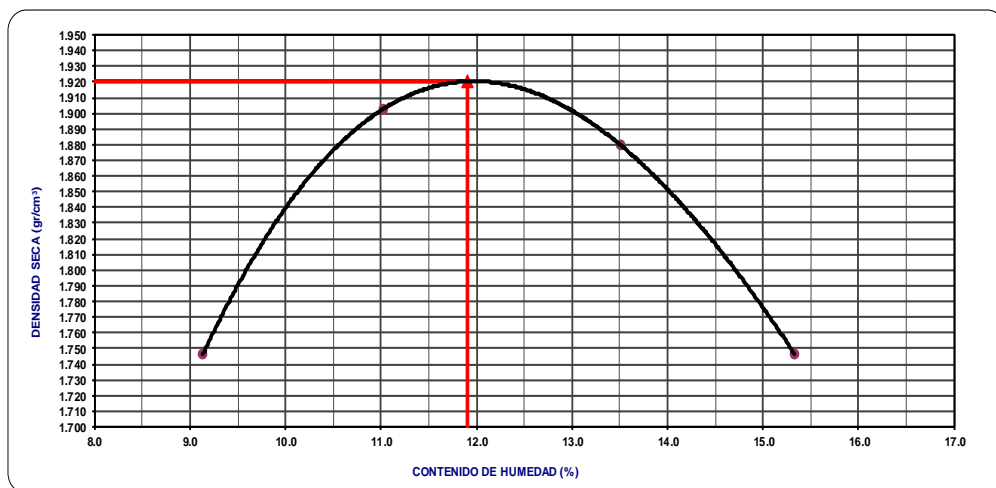
ASTM D 1557

PROYECTO	: "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"	N° REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: Pilluana	ASESOR	: M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL	: Terreno de Fundación	RESPONSABLES	: ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA	: N°03	FECHA	: 16/11/2020
MUESTRA	: Adición de 4% de Cemento		
PROFUNDIDAD	: 0.10m-1.50m		
SECTOR	: Pilluana		
COORDENADAS			

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "C"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 56			
NUMERO DE CAPAS	: 5			
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5400	5590	5610	5500
PESO DE MOLDE (gr)	3655	3655	3655	3655
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1745	1935	1955	1845
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	916	916	916	916
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.905	2.112	2.134	2.014
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.746	1.903	1.880	1.746
CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	163.70	183.20	178.20	188.00
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	150.00	165.00	157.00	163.00
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	13.70	18.20	21.20	25.00
PESO DE SUELO SECO (gr)	150.00	165.00	157.00	163.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.13	11.03	13.50	15.34
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.920		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	
			11.90	

CURVA DE COMPACTACIÓN





C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
 @. jhcdcontratistas@gmail.com
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

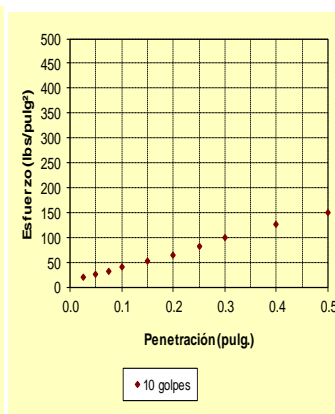
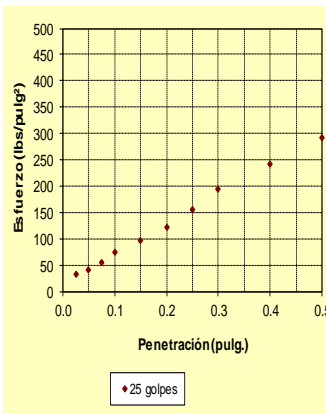
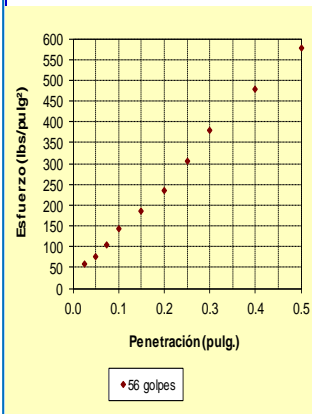
PROYECTO	“COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020”	Nº REGISTRO	001
LOCALIDAD	Pilluana	ASESOR	M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL	Terreno de Fundación	RESPONSABLES	ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA	Nº03	FECHA	16/11/2020
MUESTRA	Adición de 4% de Cemento		
PROFUNDIDAD	0.10m-1.50m		
SECTOR	Pilluana		
COORDENADAS			

Observación 1 : Solo ingresar lecturas de anillo de carga para cada espécimen, las cuales se encuentran en rojo y en celda de borde azul

Penetración (pulgadas)	Especimen 1			Especimen 2			Especimen 3		
	Lectura del anillo de carga	Carga (libras)	Esfuerzo (lbs/pulg²)	Lectura del anillo de carga	Carga (libras)	Esfuerzo (lbs/pulg²)	Lectura del anillo de carga	Carga (libras)	Esfuerzo (lbs/pulg²)
0.025	20.0	170	56.7	10.0	96	32.0	5.0	59	19.6
0.050	28.0	230	76.5	14.0	126	41.9	7.0	74	24.6
0.075	39.0	311	103.7	19.5	166	55.5	9.8	94	31.4
0.100	55.0	430	143.3	27.5	226	75.3	13.8	124	41.3
0.150	72.0	556	185.3	36.0	289	96.3	18.0	155	51.8
0.200	92.0	704	234.8	46.0	363	121.0	23.0	192	64.1
0.250	120.0	912	304.1	60.0	467	155.7	30.0	244	81.4
0.300	150.0	1135	378.3	75.0	578	192.8	37.5	300	100.0
0.400	190.0	1432	477.2	95.0	727	242.2	47.5	374	124.7
0.500	230.0	1728	576.1	115.0	875	291.7	57.5	448	149.5

Observación 2 : Si se requiere una mejor visualización o si no aparecen algunos datos ingresados deberá modificarse la escala vertical.

Observación 3 : Para una mejor visualización es preferible que la escala vertical sea igual en los tres gráficos.



Observación 4 : Para determinar los valores de CBR de cada espécimen se requiere imprimir y trazar cada una de las curvas realizando las correcciones necesarias por curvatura (Ver ASTM D1883)
 Para tal fin se han creado las hojas de cálculo "IMP-1", "IMP-2", "IMP-3"

CALCULO DE CBR

Observación 1: Se determinan gráficamente los esfuerzos correspondientes a 0.1" (y/o 0.2") de penetración para cada espécimen y se determinan los valores de CBR correspondientes.

Observación 2: Deberán ingresarse los valores de CBR para 0.1" de penetración (y/o 0.2") para cada espécimen (determinados en la Hoja anterior)

Ensayo CBR

Especimen	Molde (N° golpes)	CBR (%)		Dens. seca (gr/cm3)	Humedad (%)
		0,1"	0,2"		
1	56	15.8	19.0	1.92	11.9
2	25	7.7	9.4	1.83	12.5
3	10	3.6	4.6	1.78	12.6

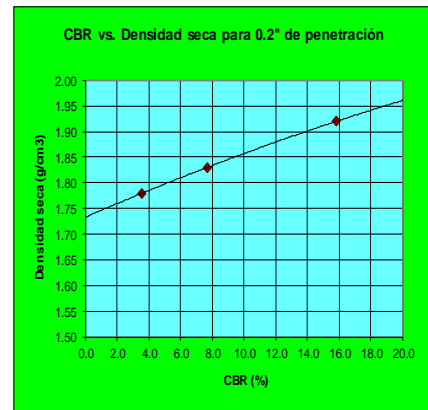
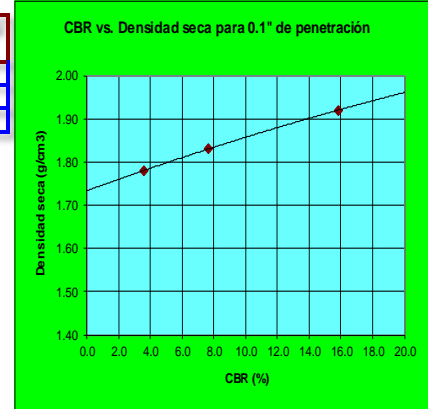
Observación 3: Graficar la relación CBR vs. Densidad seca

Nota: La curva trazada corresponde a una tendencia polinomial

Observación 4: Se requiere ingresar los valores de CBR para las densidades especificadas. (determinados gráficamente en el gráfico de la derecha)

% de M.D.S.	% de M.D.S.	0,1"	0,2"
100	1.92	15.8	
95	1.82	7.7	

Observación 5: Si se requiere una mejor visualización o si no aparecen algunos datos ingresados deberán modificarse las escalas del gráfico.



**HOJA DE IMPRESIÓN
ENSAYO DE CBR**

REPORTE DE RESULTADOS

Informe N° 001
Solicitante 0
Atención 0

Norma Técnica: ASTM D1883

Proyecto "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"

Ubicación PILLUANA 0

Fecha de emisión 17/11/2020

Calicata C1,C2,C3,C4,C5,C6

Muestra Adición 4% de cemento

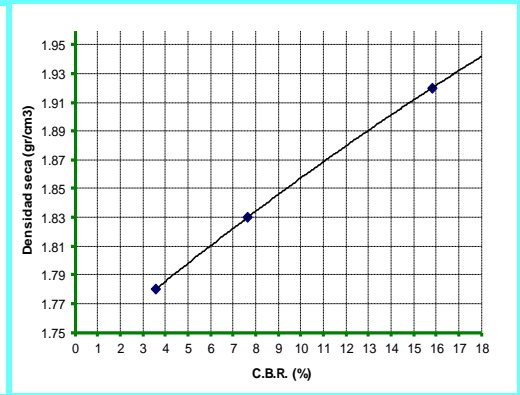
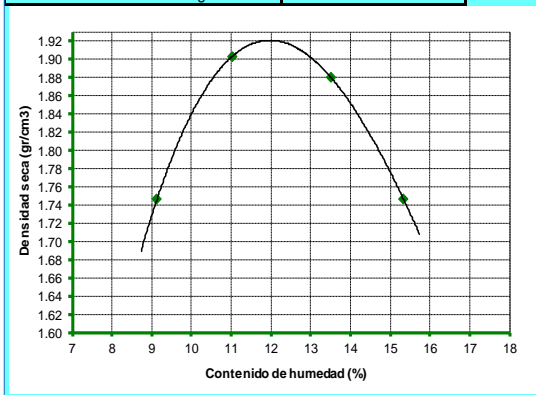
Profundidad (m.) 0.10m-1.50m

MOLDE	CBR (%)	Dens. seca (gr/cm3)	Humedad (%)
1	15.8	1.92	11.9
2	7.7	1.83	12.5
3	3.6	1.78	12.6

Ensayo de proctor modificado

Máxima densidad seca	Optimo contenido de humedad (%)
1.92 gr/cm3	11.9

Penetración (")	% de máxima densidad	Densidad (g/cm3)	CBR %
0.1	100.0	100.0	15.8
0.1	95.0	95.0	7.7



**ESTABILIZACION DEL SUELO MAS
DESFAVORABLE CON ADICCIÓN DE 8%
DE CEMENTO**



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
@. jhcdcontratistas@gmail.com
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD

ASTM C 566

PROYECTO	: "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"	N° REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: Pilluana	ASESOR	: M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL	: Terreno de Fundación	RESPONSABLES	: ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA	: N°03	FECHA	: 16/11/2020
MUESTRA	: Adicción de 8% de Cemento		
PROFUNDIDAD	: 0.10m-1.50m		
SECTOR	: Pilluana		
COORDENADAS			

DATOS DE LA MUESTRA

NUMERO TARA	16.00			
PESO DE LA TARA (grs)	150.1			
PESO DEL SUELO HUMEDO + PESO DE LA TARA (grs)	1,650.10			
PESO DEL SUELO SECO + PESO DE LA TARA (grs)	1,535.10			
PESO DEL AGUA (grs)	115.00			
PESO DEL SUELO SECO (grs)	1385.00			
% DE HUMEDAD	8.30			
PROMEDIO % DE HUMEDAD				8.3



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
 @. jhcdcontratistas@gmail.com
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG

ASTM D 4318

PROYECTO	“COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN – 2020”	Nº REGISTRO	001
LOCALIDAD	Pilluana	ASESOR	M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL	Terreno de Fundación	RESPONSABLES	ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA	Nº03	FECHA	16/11/2020
MUESTRA	Adición de 8% de Cemento		
PROFUNDIDAD	0.10m-1.50m		
SECTOR	Pilluana		
COORDENADAS			

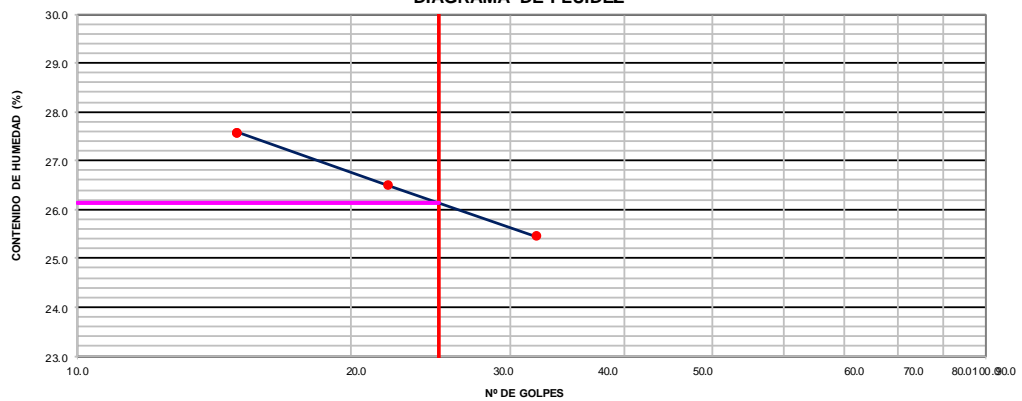
LÍMITE LÍQUIDO

Nº TARRO	1	5	7
TARRO + SUELO HÚMEDO	30.10	31.10	31.50
TARRO + SUELO SECO	27.28	28.00	28.15
AGUA	2.82	3.10	3.35
PESO DEL TARRO	16.20	16.30	16.00
PESO DEL SUELO SECO	11.08	11.70	12.15
% DE HUMEDAD	25.45	26.50	27.57
Nº DE GOLPES	32	22	15

LÍMITE PLÁSTICO

Nº TARRO	13	19
TARRO + SUELO HÚMEDO	22.10	20.10
TARRO + SUELO SECO	21.18	19.39
AGUA	0.92	0.71
PESO DEL TARRO	16.50	16.00
PESO DEL SUELO SECO	4.68	3.39
% DE HUMEDAD	19.66	20.94

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO		26.14
LÍMITE PLÁSTICO		20.30
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		5.84



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
 @. jhcdcontratistas@gmail.com
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

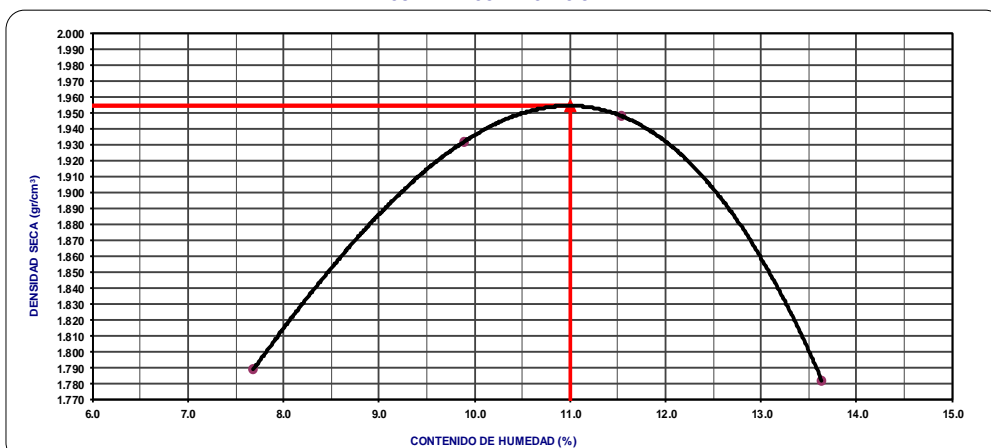
ASTM D 1557

PROYECTO :	"COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"	Nº REGISTRO :	001
LOCALIDAD :	Pilluana	ASESOR :	M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL :	Terreno de Fundación	RESPONSABLES :	ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA :	Nº03	FECHA :	16/11/2020
MUESTRA :	Adicción de 8% de Cemento		
PROFUNDIDAD :	0.10m-1.50m		
SECTOR :	Pilluana		
COORDENADAS :			

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN :	"C"				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA :	56				
NUMERO DE CAPAS :	5				
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5420	5600	5645	5510	
PESO DE MOLDE (gr)	3655	3655	3655	3655	
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1765	1945	1990	1855	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	916	916	916	916	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.927	2.123	2.172	2.025	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.789	1.932	1.948	1.782	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE Nº	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	185.00	200.00	200.00	200.00	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	171.80	182.00	179.30	176.00	
PESO DE LA TARA (gr)					
PESO DE AGUA (gr)	13.20	18.00	20.70	24.00	
PESO DE SUELO SECO (gr)	171.80	182.00	179.30	176.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.68	9.89	11.54	13.64	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.955	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			11.00

CURVA DE COMPACTACIÓN





C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
 @.jhcdcontratistas@gmail.com
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

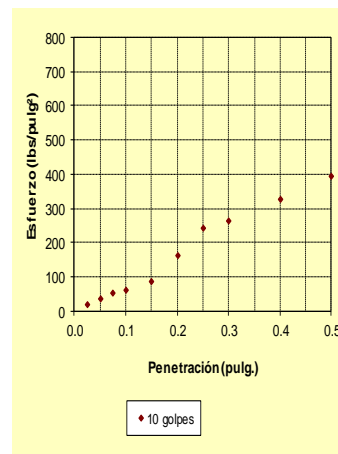
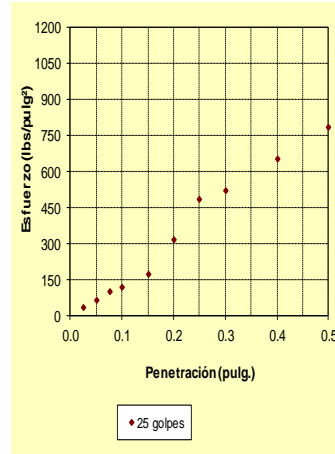
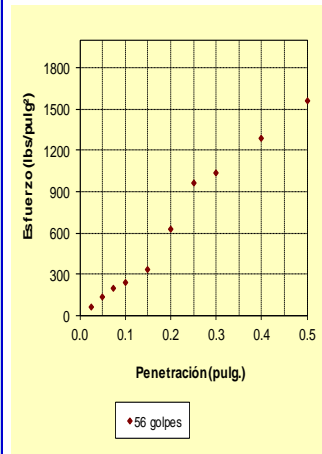
PROYECTO :	“COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN – 2020”	N° REGISTRO :	001
LOCALIDAD :	Pilluana	ASESOR :	M.S.C. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL :	Terreno de Fundación	RESPONSABLES :	ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA :	N°03	FECHA :	16/11/2020
MUESTRA :	Adición de 8% de Cemento		
PROFUNDIDAD :	0.10m-1.50m		
SECTOR :	Pilluana		
COORDENADAS :			

Observación 1 : Solo ingresar lecturas de anillo de carga para cada espécimen, las cuales se encuentran en rojo y en celda de borde azul

Penetración (pulgadas)	Especimen 1			Especimen 2			Especimen 3		
	Lectura del anillo de carga	Carga (libras)	Esfuerzo (lbs/pulg ²)	Lectura del anillo de carga	Carga (libras)	Esfuerzo (lbs/pulg ²)	Lectura del anillo de carga	Carga (libras)	Esfuerzo (lbs/pulg ²)
0.025	22.0	185	61.7	11.0	103	34.5	5.5	63	20.8
0.050	50.0	393	130.9	25.0	207	69.1	12.5	114	38.2
0.075	76.0	586	195.2	38.0	304	101.2	19.0	163	54.2
0.100	92.0	704	234.8	46.0	363	121.0	23.0	192	64.1
0.150	133.0	1009	336.2	66.5	515	171.7	33.3	268	89.5
0.200	250.0	1877	625.6	125.0	949	316.4	62.5	486	161.8
0.250	385.0	2879	959.5	192.5	1450	483.4	96.3	736	245.3
0.300	415.0	3101	1033.7	207.5	1561	520.5	103.8	792	263.9
0.400	520.0	3880	1293.5	260.0	1951	650.4	130.0	986	328.8
0.500	630.0	4697	1565.5	315.0	2359	786.4	157.5	1190	396.8

Observación 2 : Si se requiere una mejor visualización o si no aparecen algunos datos ingresados deberá modificarse la escala vertical.

Observación 3 : Para una mejor visualización es preferible que la escala vertical sea igual en los tres gráficos.



Observación 4 : Para determinar los valores de CBR de cada espécimen se requiere imprimir y trazar cada una de las curvas realizando las correcciones necesarias por curvatura (Ver ASTM D1883) Para tal fin se han creado las hojas de cálculo "IMP-1", "IMP-2", "IMP-3"

CALCULO DE CBR

Observación 1 : Se determinan gráficamente los esfuerzos correspondientes a 0.1" (y/o 0.2") de penetración para cada espécimen y se determinan los valores de CBR correspondientes.

Observación 2 : Deberán ingresarse los valores de CBR para 0.1" de penetración (y/o 0.2") para cada espécimen (determinados en la Hoja anterior)

Ensayo CBR

Especimen	Molde (N° golpes)	CBR (%)		Dens. seca (gr/cm3)	Humedad (%)
		0,1"	0,2"		
1	56	27.7	49.3	1.96	11
2	25	13.6	24.6	1.87	11.6
3	10	6.5	12.1	1.82	11.7

Observación 3 : Graficar la relación CBR vs. Densidad seca

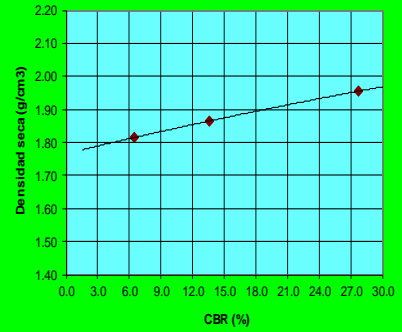
Nota: La curva trazada corresponde a una tendencia polinomial

Observación 4 : Se requiere ingresar los valores de CBR para las densidades especificadas. (determinados gráficamente en el gráfico de la derecha)

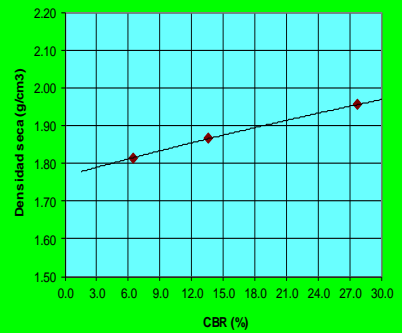
% de M.D.S.	% de M.D.S.	0,1"	0,2"
100	1.96	27.7	
95	1.86	13.6	

Observación 5 : Si se requiere una mejor visualización o si no aparecen algunos datos ingresados deberán modificarse las escalas del gráfico.

CBR vs. Densidad seca para 0.1" de penetración



CBR vs. Densidad seca para 0.2" de penetración



HOJA DE IMPRESIÓN

ENSAYO DE CBR

REPORTE DE RESULTADOS

Informe N° 001
Asesor MSC. RIOS VARGAS, Caleb

Responsables CIEZA BENAVIDES, Rosver alexer
 MARIN SAUCEDO, Kelly Judith

Norma Técnica: ASTM D1883

Proyecto "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"

Ubicación PILLUANA

Fecha 17/11/2020

Calicata C1, C2, C3, C4, C5, C6

Muestra Adición 8% de cemento

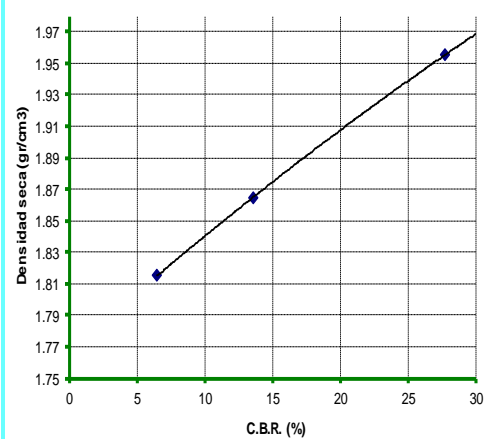
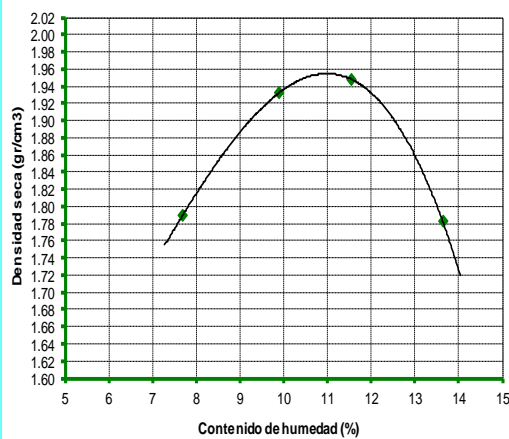
Profundidad (m) 0.10m-1.50m

MOLDE	CBR (%)	Dens. seca (gr/cm3)	Humedad (%)
1	27.7	1.96	11.0
2	13.6	1.87	11.6
3	6.5	1.82	11.7

Ensayo de proctor modificado

Máxima densidad seca	Óptimo contenido de humedad (%)
1.96 gr/cm3	11.0

Penetración (")	% de máxima densidad	Densidad (g/cm3)	CBR %
0.1	100.0	100.0	27.7
0.1	95.0	95.0	13.6



ESTABILIZACION DEL SUELO MAS
DESFAVORABLE CON ADICCION DE 12%
DE CEMENTO



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
@. jhcdcontratistas@gmail.com
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD

ASTM C 566

PROYECTO	: "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"	N° REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: Pilluana	ASESOR	: M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL	: Terreno de Fundación	RESPONSABLES	: ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA	: N°03	FECHA	: 16/11/2020
MUESTRA	: Adicción de 12% de Cemento		
PROFUNDIDAD	: 0.10m-1.50m		
SECTOR	: Pilluana		
COORDENADAS			

DATOS DE LA MUESTRA

NUMERO TARA	16.00			
PESO DE LA TARA (grs)	150.1			
PESO DEL SUELO HUMEDO + PESO DE LA TARA (grs)	1,650.10			
PESO DEL SUELO SECO + PESO DE LA TARA (grs)	1,570.10			
PESO DEL AGUA (grs)	80.00			
PESO DEL SUELO SECO (grs)	1420.00			
% DE HUMEDAD	5.63			
PROMEDIO % DE HUMEDAD				5.6



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
 @. jhcdcontratistas@gmail.com
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LIMITES DE ATTERBERG

ASTM D 4318

PROYECTO	: "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"	Nº REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: Pilluana	ASESOR	: M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL	: Terreno de Fundación	RESPONSABLES	: ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA	: N°03	FECHA	: 16/11/2020
MUESTRA	: Adición de 12% de Cemento		
PROFUNDIDAD	: 0.10m-1.50m		
SECTOR	: Pilluana		
COORDENADAS			

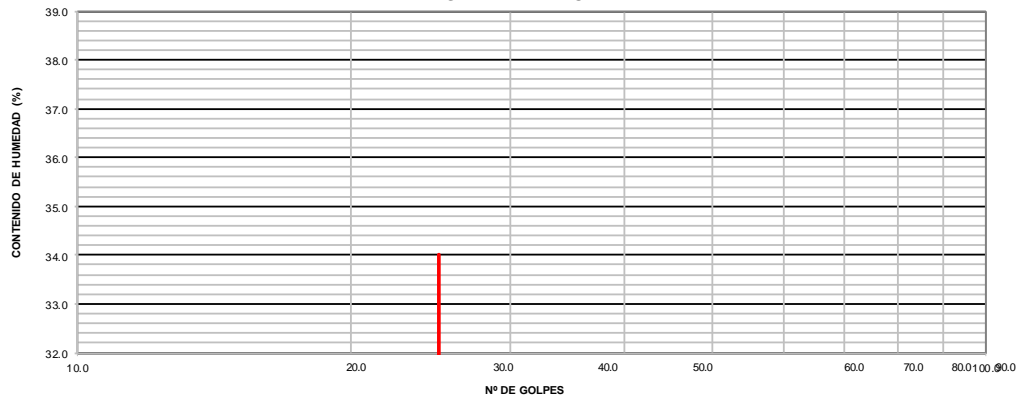
LÍMITE LÍQUIDO

Nº TARRO	12	13	15
TARRO + SUELO HÚMEDO	30.00	30.00	30.20
TARRO + SUELO SECO	27.50	27.40	27.45
AGUA	2.50	2.60	2.75
PESO DEL TARRO	16.30	16.20	16.20
PESO DEL SUELO SECO	11.20	11.20	11.25
% DE HUMEDAD	22.32	23.21	24.44
Nº DE GOLPES	33	23	15

LÍMITE PLÁSTICO

Nº TARRO	8	13
TARRO + SUELO HÚMEDO	22.30	22.50
TARRO + SUELO SECO	21.23	21.39
AGUA	1.07	1.11
PESO DEL TARRO	16.10	16.20
PESO DEL SUELO SECO	5.13	5.19
% DE HUMEDAD	20.86	21.39

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	23.04
LÍMITE PLÁSTICO	21.12
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	1.92



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863
 @. jhcdcontratistas@gmail.com
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

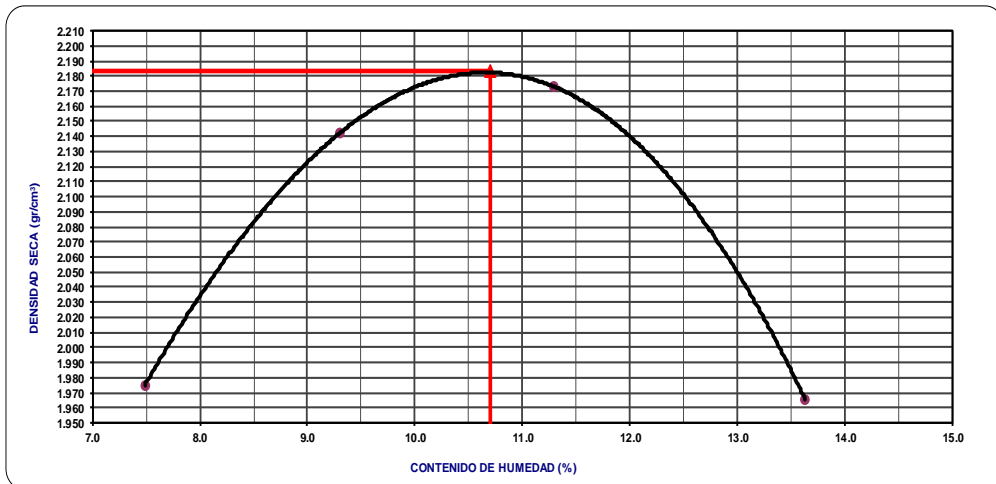
ASTM D 1557

PROYECTO	“COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN – 2020”	N° REGISTRO	001
LOCALIDAD	Pilluana	ASESOR	M.SC. RÍOS VARGAS, Caleb
MATERIAL	Terreno de Fundación	RESPONSABLES	ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA	N°03	FECHA	16/11/2020
MUESTRA	Adición de 12% de Cemento		
PROFUNDIDAD	0.10m-1.50m		
SECTOR	Pilluana		
COORDENADAS			

COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"C"			
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56			
NÚMERO DE CAPAS	5			
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5600	5800	5870	5700
PESO DE MOLDE (gr)	3655	3655	3655	3655
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1945	2145	2215	2045
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	916	916	916	916
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.123	2.342	2.418	2.233
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.975	2.142	2.173	1.965
CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	201.00	201.00	202.00	200.00
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	187.00	183.90	181.50	176.00
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)	14.00	17.10	20.50	24.00
PESO DE SUELO SECO (gr)	187.00	183.90	181.50	176.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.49	9.30	11.29	13.64
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.183	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		10.70

CURVA DE COMPACTACIÓN



ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

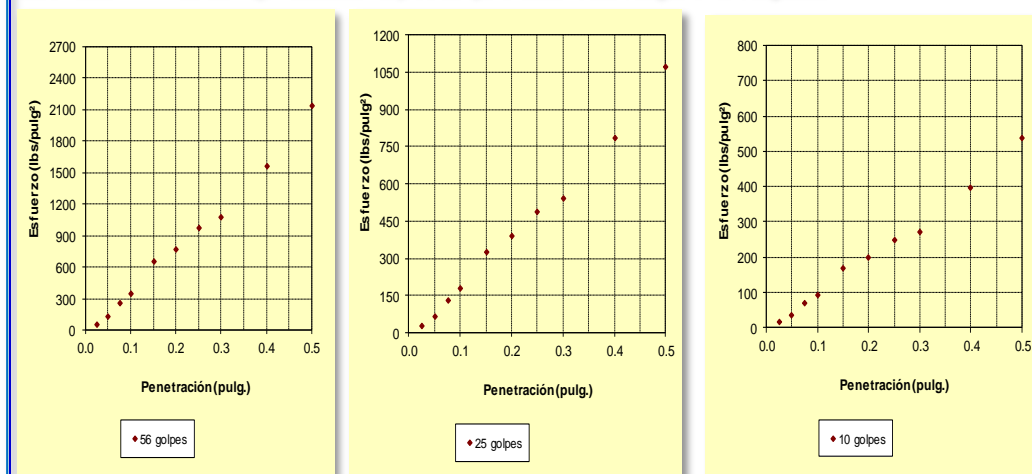
PROYECTO :	“COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN – 2020”	N° REGISTRO :	001
LOCALIDAD :	Pilluana	ASESOR :	M.SC. RIOS VARGAS, Caleb
MATERIAL :	Terreno de Fundación	RESPONSABLES :	ROSVER ALEXER CIEZA BENAVIDES KELLY JUDITH MARIN SAUCEDO
CALICATA :	N°03	FECHA :	16/11/2020
MUESTRA :	Adición de 12% de Cemento		
PROFUNDIDAD :	0.10m-1.50m		
SECTOR :	Pilluana		
COORDENADAS :			

Observación 1 : Solo ingresar lecturas de anillo de carga para cada espécimen, las cuales se encuentran en rojo y en celda de borde azul

Penetración (pulgadas)	Especimen 1			Especimen 2			Especimen 3		
	Lectura del anillo de carga	Carga (libras)	Esfuerzo (lbs/pulg²)	Lectura del anillo de carga	Carga (libras)	Esfuerzo (lbs/pulg²)	Lectura del anillo de carga	Carga (libras)	Esfuerzo (lbs/pulg²)
0.025	18.0	155	51.8	9.0	89	29.5	4.5	55	18.4
0.050	47.0	370	123.5	23.5	196	65.4	11.8	109	36.3
0.075	99.0	756	252.1	49.5	389	129.7	24.8	205	68.5
0.100	139.0	1053	351.1	69.5	537	179.2	34.8	280	93.2
0.150	259.0	1944	647.9	129.5	983	327.6	64.8	502	167.4
0.200	310.0	2322	774.0	155.0	1172	390.6	77.5	597	198.9
0.250	390.0	2916	971.9	195.0	1469	489.6	97.5	745	248.4
0.300	430.0	3213	1070.8	215.0	1617	539.0	107.5	819	273.1
0.400	630.0	4697	1565.5	315.0	2359	786.4	157.5	1190	396.8
0.500	860.0	6403	2134.5	430.0	3213	1070.8	215.0	1617	539.0

Observación 2 : Si se requiere una mejor visualización o si no aparecen algunos datos ingresados deberá modificarse la escala vertical.

Observación 3 : Para una mejor visualización es preferible que la escala vertical sea igual en los tres gráficos.



Observación 4 : Para determinar los valores de CBR de cada espécimen se requiere imprimir y trazar cada una de las curvas realizando las correcciones necesarias por curvatura (Ver ASTM D1883) Para tal fin se han creado las hojas de cálculo "IMP-1", "IMP-2", "IMP-3"

CALCULO DE CBR

Observación 1 : Se determinan gráficamente los esfuerzos correspondientes a 0.1" (y/o 0.2") de penetración para cada espécimen y se determinan los valores de CBR correspondientes.

Observación 2 : Deberán ingresarse los valores de CBR para 0.1" de penetración (y/o 0.2") para cada espécimen (determinados en la Hoja anterior)

Ensayo CBR

Especimen	Molde (N° golpes)	CBR (%)		Dens. seca (gr/cm3)	Humedad (%)
		0,1"	0,2"		
1	56	43.6	67.8	2.18	10.7
2	25	21.6	33.8	2.09	11.3
3	10	10.5	16.8	2.04	11.4

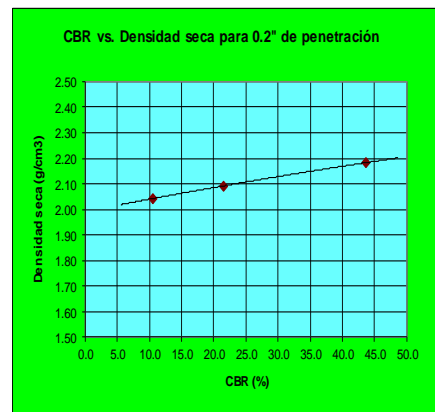
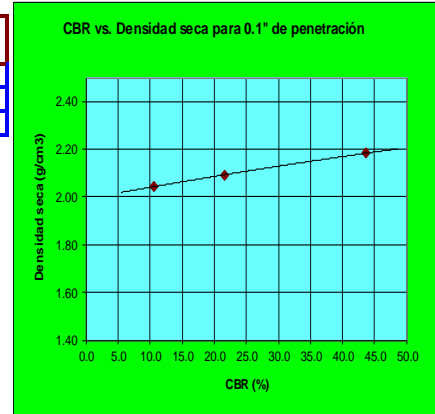
Observación 3 : Graficar la relación CBR vs. Densidad seca

Nota: La curva trazada corresponde a una tendencia polinomial

Observación 4 : Se requiere ingresar los valores de CBR para las densidades especificadas. (determinados gráficamente en el gráfico de la derecha)

% de M.D.S.	% de M.D.S.	0,1"	0,2"
100	2.18	43.6	
95	2.07	21.6	

Observación 5 : Si se requiere una mejor visualización o si no aparecen algunos datos ingresados deberán modificarse las escalas del gráfico.



HOJA DE IMPRESIÓN

ENSAYO DE CBR

REPORTE DE RESULTADOS

Informe N° 001
Asesor MSC. RIOS VARGAS, Caleb
Responsables CIEZA BENAVIDES, Rosver alexer
MARIN SAUCEDO, Kelly Judith

Norma Técnica: ASTM D1883

Proyecto "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS DISPERSIVOS TROPICALES, ESTABILIZADOS CON CEMENTO PÓRTLAND, EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE PILLUANA, PROVINCIA DE PICOTA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"

Ubicación PILLUANA

Fecha 17/11/2020

Calicata C1,C2,C3,C4,C5,C6

Muestra Adición 12% de cemento

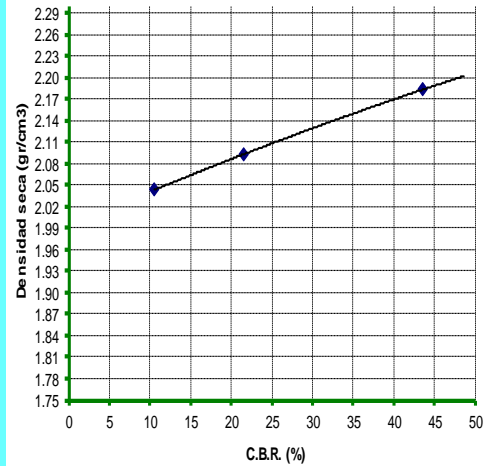
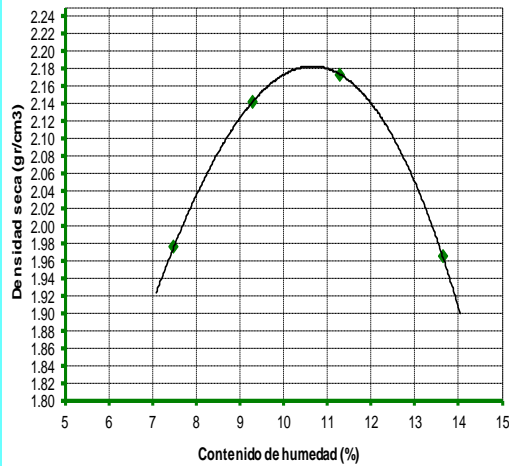
Profundidad (m) 0.10m-1.50m

MOLDE	CBR (%)	Dens. seca (gr/cm3)	Humedad (%)
1	43.6	2.18	10.7
2	21.6	2.09	11.3
3	10.5	2.04	11.4

Ensayo de proctor modificado

Máxima densidad seca	Óptimo contenido de humedad (%)
2.18 gr/cm3	10.7

Penetración (")	% de máxima densidad	Densidad (g/cm3)	CBR %
0.1	100.0	100.0	43.6
0.1	95.0	95.0	21.6



Anexo: Panel Fotográfico



Img. N° 01: Excavación de calicatas



Img. N° 02: medida de la profundidad de los estratos



Img. N° 03: Perfil del suelo similar en la mayoría de excavaciones



Img. N° 04: Toma de coordenadas UTM con GPS



Img. N° 05: Recolección de muestras para llevar al laboratorio.



Img. N° 06: Ensayo de análisis granulométrico



Img. N° 07: procedimiento de lavado de los materiales



Img. N° 08: Proceso de los ensayos de compactación



Img. N° 09: Realización de los ensayos de límites de atterberg



Img. N° 10: Realización de los ensayos de límites de atterberg



Img. N° 11: Ensayos de Contenido de Humedad



Img. N° 12: Ensayo de Emerson Crumb



Img. N° 13: ensayo de CBR



Img. N° 14: Estabilización con adición de cemento