

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA
SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN
DINÁMICA LIGERA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO
POR CORTE DIRECTO ”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
CASTAÑEDA SANTA CRUZ LUIS ROBERTO**

ASESOR:

Ing. WILSON VARGAS VARGAS

CAJAMARCA - PERÚ

2014

DEDICATORIA

A Dios y mi hijo Rodrigo, los amores más grandes e inspiraciones de mi vida.

A mis padres Roberto y Presilida, mi abuelo Guillermo, personas honestas y sensibles, gracias por todo el apoyo brindado y sus sabios concejos.

A mi hermana Sonia y su esposo Jaime, por su cariño y amistad, por su apoyo y sinceridad.

A mi tío Wildor que desde el cielo y al lado de Dios siempre me protege y cuida.

Para mis sobrinos Iván, Giove y Gian y mi amigo Jorge Luis.

Luis Roberto

AGRADECIMIENTO

Agradecer infinitamente a la Facultad de Ingeniería y a la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, a los docentes por sus consejos y enseñanzas, por los valores y ética aprendidos, por la calidad humana y profesional transmitidos.

Agradecer al Ing. Wilfredo Renán Fernández Muñoz, por su colaboración y facilidades brindadas para realizar los ensayos respectivos para la presente tesis.

Al Ing. Javier Colina Bernal por su colaboración, consejos y enseñanzas.

Luis Roberto

PRESENTACIÓN

Cumpliendo con las disposiciones del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Cajamarca, pongo a vuestra disposición el Proyecto Profesional Titulado ***“CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO POR CORTE DIRECTO”*** con el objetivo de obtener el Título de Ingeniero Civil.

Considero que el presente Proyecto Profesional está sujeto a cualquier corrección que ustedes crean pertinente y espero que el mismo contribuya de manera muy positiva a incrementar los conocimientos sobre la materia.

Por lo expuesto señores miembros del Jurado, no me queda más que acogerme al resultado de vuestro dictamen y agradecer por brindarme su valioso tiempo.

Luis Roberto

RESUMEN

La presente Tesis se ejecutó en la Universidad Nacional de Cajamarca en la zona noreste y sureste utilizando el método DPL y Corte Directo para comparar la Capacidad Portante de los suelos de fundación de la Ciudad Universitaria.

De los resultados de las exploraciones geotécnicas donde se determinó el Ensayo Especial de Corte Directo: se concluye que el subsuelo del área en estudio está constituido básicamente por material de tipo CL, descritas en la evaluación geotécnica y que la variación del ángulo de fricción interna varía entre 13.90° a 15.30° , siendo éstas arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras y de los resultados del Ensayo de DPL el número de golpes varía entre 10 y 22 que nos indica que se encuentra suelos arcillosos de media a alta plasticidad; no se encontró Napa Freática.

ABSTRACT

This present thesis was carried out at the National University of Cajamarca in the northeast and southeast using the special methods Direct Shear Test and Light Dynamic Penetration Test for compare the Supporting Capacity of the Foundation Soil of the University City

From the results of the geotechnical explorations where the Special Test Direct Shear determined: it is concluded that the subsurface of the study area are mainly composed of CL material type, it was described in the geotechnical evaluation and that the variation of the angle of internal friction varies between 13.90° to 15.30° this soils are inorganic clays of low to medium plasticity, sandy clays, silty clays, and DPL Test results clays the number of strokes varies between 10 and 22 indicates that clay soils of medium is high plasticity; and It wasn't found the Water label

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
PRESENTACIÓN.....	4
RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	6
CAPÍTULO I.....	9
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	9
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	10
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	10
1.4. ALCANCES O DELIMITACIÓN DE INVESTIGACIÓN.....	10
1.5. LIMITACIONES.....	11
1.6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	11
CAPÍTULO II.....	12
MARCO TEÓRICO.....	12
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
2.2. BASES TEÓRICAS.....	13
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	35
CAPÍTULO III.....	37
HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....	37
3.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	37
3.2. DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	37
3.3. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES.....	37
CAPÍTULO IV.....	38
METODOLOGÍA.....	38
4.1. DISEÑO Y MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	38

4.2. POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	38
4.3. IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE LAS UNIDADES DE ANÁLISIS.....	38
4.4. ELABORACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	38
4.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS.....	39
4.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS.....	39
CAPÍTULO V.....	40
RESULTADOS.....	40
5.1. ESTUDIO DEL TRAZO DEFINITIVO.....	40
5.2. GEOTECNIA.....	40
5.3. INVESTIGACIONES DE CAMPO.....	43
5.4. CLASIFICACIÓN DE SUELOS.....	45
5.5. EVALUACIÓN GEOTÉCNICA.....	48
5.6. RESULTADOS DE LABORATORIO.....	49
CAPÍTULO VI.....	50
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
CAPÍTULO VII.....	53
BIBLIOGRAFÍA.....	53
PANEL FOTOGRÁFICO.....	54
ANEXOS.....	61

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

La investigación ejecutada durante el año 2008 tuvo como objetivo determinar la Zonificación Geotécnica de acuerdo a la Capacidad Portante de los diferentes tipos de Suelos para la Ciudad Universitaria en la Universidad Nacional de Cajamarca, según los métodos SUCS utilizados para el diseño de cimentaciones superficiales y profundas; el ensayo especial utilizado fue de Corte Directo. De los resultados se concluye que el subsuelo del área en estudio está constituido básicamente por material de tipo MH, CL, CH, GM, SM, SC, SM-SC descritas en la evaluación geotécnica y que la variación del ángulo de fricción interna es de 4,3 y 22,8° lo que indica que son suelos arcillosos, de media a alta plasticidad con una cohesión que varía de 0,58 a 1,46 Kg/cm² lo que significa que son suelos muy consolidados; lográndose de esta manera zonificar 09 zonas geotécnicas. Por tal motivo el estudio “Zonificación Geotécnica de los Suelos de Fundación para la ciudad universitaria en la Universidad Nacional de Cajamarca” tiene por finalidad realizar el estudio de los suelos con fines de cimentación el cual beneficiará a la Comunidad Universitaria, contribuyendo de esta manera a solucionar parte de la Problemática de Infraestructura (Fernández – 2008).

Visto estos resultados es imprescindible abogarnos a la investigación de los suelos de fundación a través de su capacidad portante, para esto esta investigación se abocará en utilizar el Ensayo Especial de Penetración Dinámica Ligera (DPL), la cual utiliza instrumentos de campo con muestras alteradas y arroja resultados IN SITU; con éstos resultados comparamos ambas pruebas entre (Ensayos Especiales de DPL y el de Corte Directo), el segundo es con muestras inalteradas, y obtener resultados para la comparación de las mismas, cual se asemeja a la realidad y cual resultado es el de más confiabilidad para el diseño.

Con estos resultados evitar en los diseños de infraestructura problemas como son los Asentamientos, fractura o fallas en las cimentaciones, debilitamiento de la Cimentación. El desconocimiento de los ensayos especiales y su utilización, debido a que la formulación y elaboración de los proyectos y expedientes

técnicos por lo general se encarga a profesionales que desconocen la realidad de campo y no dan importancia al rubro de los ensayos especiales existentes. En la mayoría de los casos, esta información no es aplicable a la realidad del proyecto.

Con los antecedentes descritos en la presente investigación se propone determinar la Capacidad Portante de los Suelos de Fundación de la Universidad Nacional de Cajamarca. La información generada permitirá dar recomendaciones para el mejor uso en el diseño y aumentar la seguridad en obras de la misma naturaleza.

1.2. Formulación del problema.

¿Cuáles es la Capacidad Portante de los Suelos de Fundación de la Universidad Nacional de Cajamarca, en la zona Suroeste y Sureste utilizando el Método de Penetración Dinámica Ligera (DPL) en comparación con el Método por Corte Directo?

1.3. Justificación de la investigación

No existe una evaluación o comparación de resultados de Ensayos Especiales para suelos de fundación en la Universidad Nacional de Cajamarca.

La información que generará la investigación permitirá lograr resultados que ayudarán en el diseño de la infraestructura de Nuestra Casa Superior de Estudios, logrando Infraestructura con mayor duración y resistencia al paso del tiempo.

Esta información será de utilidad en la toma de decisiones para los diseños de la Infraestructura de la Universidad Nacional de Cajamarca.

1.4. Alcances o delimitación de investigación

Está comprendida en el presente estudio la información de que lugares de la Universidad Nacional de Cajamarca no cuentan con estudios de ensayos especiales de mecánica de suelos como son Penetración Dinámica Ligera (DPL) y Corte Directo; como es en la parte Suroeste y Sureste de la Ciudad Universitaria (Proyecto de Construcción de los Edificios de la Facultad de Obstetricia y de Ingeniería de Sistemas).

1.5. Limitaciones

Consideramos que la investigación se limitará a analizar los suelos de la parte Suroeste y Sureste (Proyectos de Construcción de Edificios para las Escuelas Académicos Profesionales de Obstetricia y de Ingeniería de Sistemas en la Ciudad Universitaria realizando Cinco (05) ensayos especiales DPL y Cinco (05) ensayos especiales de Corte Directo y su respectiva comparación. Señalando posteriormente los puntos a tomar.

1.6. Objetivos de la investigación.

Objetivo General

Determinar la “Capacidad Portante de los Suelos de Fundación de la Universidad Nacional de Cajamarca, en la zona Suroeste y Sureste utilizando el Método de Penetración Dinámica Ligera (DPL) en comparación con el Método por Corte Directo”.

Objetivos Específicos

- Determinar las Características Físicas y Mecánicas de los suelos de Fundación de la Universidad Nacional de Cajamarca.
- Determinar los parámetros de cohesión, el ángulo de fricción interna y el número de golpes.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Teóricos de la investigación.

Con la finalidad de determinar las propiedades físicas, y mecánicas en el relleno conformante de las Zonas N° 5 y N° 6, se efectuaron ensayos de campo y laboratorio los cuales fueron realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Ricardo Palma, con la finalidad de disponer de información del tipo de relleno utilizado en la Zona N° 5 y N° 6 del Terminal Portuario Gral. San Martín (Universidad Ricardo Palma – 2009).

El informe Geológico-Geotécnico es el Documento que reúne la información sobre las características del terreno de cimentación, y debe ser correctamente interpretado para conocer el alcance y limitaciones del mismo con el objetivo de proyectar estructuras seguras y al mismo tiempo evitar un incremento innecesario del coste de la ejecución de las cimentaciones. En el diseño de una cimentación adecuada, además de las características estructurales y de las tensiones generadas por el propio edificio, deben tenerse en cuenta los siguientes puntos: Naturaleza y estratigrafía del terreno, Características geomecánicas y comportamiento geotécnico (colapsabilidad, expansividad) de cada capa, definiendo correctamente sus parámetros geotécnicos, situación del nivel freático. Factores externos (sismicidad, estabilidad global del entorno geológico...). Todos estos apartados deben estar comprendidos en el pertinente estudio geotécnico. (Geoscan Consultoría de Proyectos y Servicios S.L.L.-2006).

De los resultados se concluye que el subsuelo del área en estudio está constituido básicamente por material de tipo MH, CL, CH, GM, SM, SC, SM-SC descritas en la evaluación geotécnica además se concluye:

- El ángulo de fricción interna para las diferentes ensayos de TRIAXIALES de laboratorio varían entre $\varphi = 4.3^\circ$ y $\varphi = 22.8^\circ$.
- La cohesión varía entre $C = 0.58 \text{ Kg/cm}^2$ y $C = 2.06 \text{ Kg/cm}^2$
- El peso volumétrico varía entre $1,769 \text{ g/cm}^3$ y 1.961 g/cm^3

- Los parámetros de Vesic varían entre N_q varía entre 1.98 y 8.48, N_c varía entre 6.27 y 16.34 y N_y varía entre 0.37 y 7.97
- El pH de suelo varía entre 6,10 y 6,63; los sulfatos varían entre 58,90 y 70, 60 ppm; y los cloruros entre 37,60 a 40,15 ppm, encontrándose estos resultados entre los límites máximos permisibles, considerados óptimos para la construcción.

2.2. Bases teóricas.

ENSAYO ESPECIAL DPL. NTP 339.159:2001 ASTM D 3441

El objetivo específico de este ensayo, se efectúa colocando un espécimen del suelo sometido a una carga normal para aplicarse el esfuerzo cortante para determinar los valores de cohesión y el ángulo de fricción interna. Normalmente en este ensayo se efectúan varias pruebas diferentes para obtener los cálculos del suelo en que se va a trabajar y realizar nuestro proceso de diseño y/o constructivo como ingenieros civiles.

Este ensayo se impone sobre un suelo en condiciones idealizadas, o que indique la ocurrencia de una falla a través de un plano de localización predeterminado en la dirección horizontal. Sobre este plano actúan dos fuerzas, una normal por una carga vertical aplicada y un esfuerzo cortante debido a la acción de una carga horizontal. Para realizar respectivos ensayos siempre debemos tener en cuenta: si el suelo es cohesivo y los respectivos cálculos, se realizan a las 24 horas de haber saturado la muestra.

Ensayos de Penetración

Los ensayos o pruebas de penetración son pruebas realizadas para la determinación de las características geotécnicas de un terreno, como parte de las técnicas de reconocimiento de un reconocimiento geotécnico.

Constituyen un método sencillo e intuitivo de apreciar la consistencia de un terreno: forzar la penetración de un elemento, relacionando dicha consistencia con la aparición de la resistencia que opone el terreno a la hincada de este elemento. Igualmente, puede deducirse de esta forma la cota de aparición de estrato duro (por ejemplo, el sustrato rocoso) por la imposibilidad de penetrar más allá de dicha profundidad.

Con los datos de resistencia a la penetración que se obtienen en un ensayo de estas características, es posible, gracias a la experiencia geotécnica, establecer una serie de correlaciones para distintos tipos de suelo, con el fin de conseguir caracterizarlo geotécnicamente. Aunque su utilidad sea grande, particularmente en la determinación de la profundidad de las capas competentes o de rechazo en la hincada, dicha técnica de reconocimiento del terreno de la que se obtiene de forma indirecta las características y propiedades del terreno, ha de ser por fuerza de poca precisión. Esto hace que haya quien no considere estos métodos, auténticos ensayos "in situ", denominándolos más bien como pruebas de penetración, o directamente con el término de "penetrómetro".

Excepto un tipo de prueba de penetración (SPT), que se realiza exclusivamente en la ejecución de sondeos, el resto de penetrómetros constituyen en sí mismos una actividad separada y concreta entre las desarrolladas en una campaña de reconocimiento.

La relativa rapidez y economía de ejecución respecto a la realización de sondeos, hace que sean muy utilizados. Hay que llamar la atención, sin embargo, de que su uso es la detección de capas estratigráficas del terreno ya conocidas y delimitadas por la ejecución previa de sondeos o por una gran experiencia local si la obra es de poca importancia. Por ello, su empleo debe ser el de complementar una campaña en la que se haya realizado (o previsto realizar) un número de sondeos apropiado para la caracterización de los distintos niveles de terreno, y en absoluto el de constituir el sistema básico o principal de reconocimiento.

Según la forma de aplicar la energía para la hincada útil de penetración, las pruebas de penetración pueden clasificarse en:

- Penetrómetros dinámicos, en los que la energía se aplica mediante golpeo o impacto con una maza.
- Penetrómetros estáticos, en los que la energía de hincada se aplica mediante presión.

Ensayo de Penetración Dinámica Ligera (DPL)

El ensayo DPL, consiste en el hincado continuo en tramos de 10 cm de una punta utilizando la energía de un martillo de 10 kg de peso, que cae libremente desde una altura de 50 cm.

Este ensayo nos permite obtener un registro continuo de resistencia del terreno a la penetración, existiendo correlaciones para encontrar el valor N de resistencia a la penetración estándar en función del tipo de suelo por cada 30 cm de hincado.

Según el peso de la maza, la altura de caída y las dimensiones del varillaje y puntaza los ensayos de penetración dinámica se dividen en:

- Ensayo ligero o DPL.
- Ensayo pesado o DPH
- Ensayo superpesado o DPSH.

El ensayo de penetración ligero o DPL, consiste en la penetración de una puntaza de acero cónica pérdida de 60° de ángulo en la punta, que penetra en el terreno por el golpeo de una maza de 30 kg con una altura de caída constante de 25 cm, con un ritmo de 15 a 30 golpes por minuto, siendo en este caso el número N10 el necesario para que la puntaza penetre 10 cm,

El ensayo se da por finalizado cuando se alcance el rechazo (80- 100 golpes para un tramo de 10 cm).

Existen en el mercado diferentes equipos de penetración ligera como el STUMPo el SUNDA DL-030, suficientemente contrastados que permiten la correlación del N10 con el golpeo del ensayo SPT N30 de la siguiente manera:

El ensayo de penetración pesado o DPH consiste en la penetración de una puntaza perdida de acero de sección cuadrada de 4 x 4 cm que tiene una longitud de 20cm y termina en una pirámide de 90° que penetra en el terreno por el golpeo de una maza de 63,5 kg con una altura de caída constante de 50 cm, con un ritmo de 15 a 30 golpes por minuto, siendo en este caso el número N20 el necesario para que penetre 20cm la puntaza.

El ensayo se da por finalizado cuando se alcance el rechazo, considerándose como tal cuando cuando se superen los 200 golpes para un tramo de 20 cm o más de 100 golpes en varios tramos consecutivos.

Este ensayo de penetración pesado se conoce habitualmente como ensayo de penetración dinámica tipo BORROS, por ser este el nombre de la casa comercial sueca que empezó a comercializarlo.

El ensayo de penetración superpesado o DPSH consiste en la penetración de una puntaza similar a la del penetrómetro pesado que penetra en el terreno. La energía de golpeo la proporciona una maza de 63.60 kg de peso en caída libre desde 75 cm de altura a un ritmo de 30 golpes por minuto.

Este ensayo consiste en contabilizar el número de golpes necesarios para la penetración en el terreno de una puntaza cónica de hierro macizo de 50 mm de diámetro registrados en tramos de 20 cm. N20. Se recomienda utilizar un penetrómetro con puntaza cónica, de 90° de ángulo en el vértice y 50 mm de diámetro (20 cm² de área nominal).

El varillaje de este dispositivo es macizo y su diámetro (32 mm) es inferior al de la puntaza con el objeto de evitar, en lo posible, el rozamiento lateral del mismo con las paredes de la penetración.

Se da por finalizado el ensayo cuando dadas tres series de 75 golpes cada una la penetración sea igual o inferior a 20 cm en cada una de ellas aisladamente, cuando dados 100 golpes la penetración no supera los 20 cm o bien cuando se llegue al límite estimado suficiente de reconocimiento de subsuelo.

A partir de los resultados del ensayo se puede estimar la resistencia dinámica Q_d del terreno mediante la fórmula holandesa de hinca, mediante la cual se puede estimarla resistencia estática unitaria R_p (Buisson y otros). Finalmente, la carga admisible del terreno puede estimarse a partir de esta resistencia estática unitaria mediante diversas correlaciones (Sanglerat, Meyerhorf y otros...).

Los ensayos de penetración se utilizan para la localización y correlación de capas que previamente han sido reconocidas en sondeos y/o calicatas.

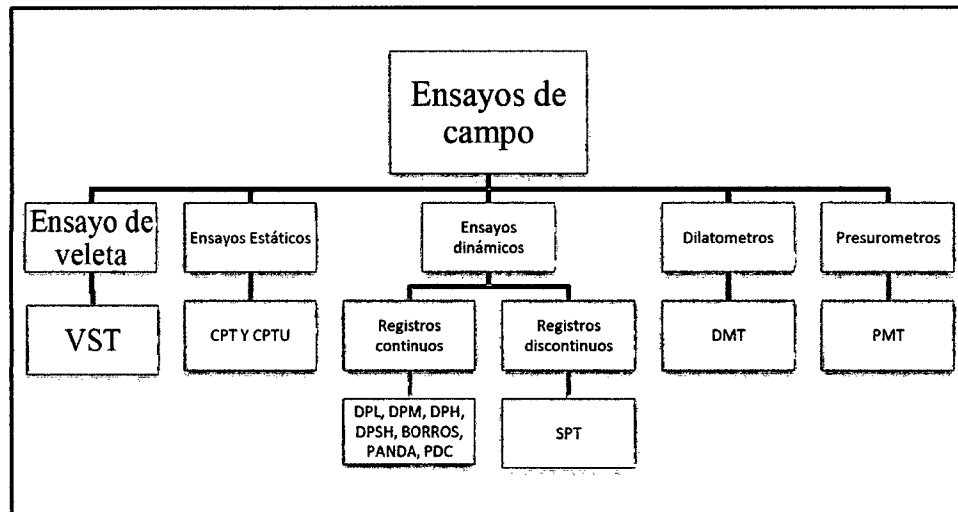
Hay que tener en cuenta que como método exclusivo de investigación los penetrometros sólo puede utilizarse a nivel de estudio previo o anteproyecto, debiendo confirmarse dichos resultados en la fase posterior de proyecto por medio de sondeos, se debería considerar:

- Las penetraciones dinámicas se ejecutan hasta rechazo.
- La hincas será lo más continua posible, registrándose en el informe cualquier interrupción superior a 5 minutos.
- Se registra el número de golpes para cada 20 cm de penetración, que se toma como resistencia a la penetración N en ese tramo.
- Si no se consiguiera una penetración de 20 cm con 100 golpes se considera “rechazo”, registrando en el informe la penetración correspondiente y dándose por finalizado el ensayo.
- Los resultados del ensayo se presentan en forma de gráficos que muestren los valores de penetración N en el eje horizontal y la profundidad en el vertical, indicando las razones de dar por terminado el ensayo.

Principios del DPL

Actualmente, existe una amplia gama de equipos de ensayos para la exploración del suelo. Dichos instrumentos son utilizados dependiendo de los requerimientos que solicite el proyecto en desarrollo. Comúnmente en la ingeniería civil se utilizan principalmente los ensayos de tipo dinámicos, los cuales obtienen su energía mediante la aplicación de golpes para penetrar el suelo. Dentro de la gama de equipos de tipo dinámico, se pueden encontrar distintos equipos como los que se puede apreciar en:

FIGURA N° 1: CLASIFICACIÓN DE LOS ENSAYOS EN CAMPO UTILIZADOS PARA ESTUDIOS DE SUELO



Características generales del equipo DPL

El equipo de sondaje DPL corresponde, a un ensayo del tipo “dinámico con registro continuo”, los cuales generan mediciones constantes de la resistencia del suelo a diferencia de los basados en registros discontinuos que miden la cantidad de golpes de modo intercalado (un tramo es medido y el siguiente no).

Los equipos pertenecientes a la categoría de ensayos dinámicos se basan en el supuesto el cual, la resistencia del terreno actúa sólo en la punta y no a lo largo de las barras metálicas que componen el equipo. Dicha resistencia, que produce el suelo en la punta del equipo de sondaje, se le conoce como resistencia “Rd”. Las características generales del equipo se encuentran especificadas en la normativa ISO 22476-2:2005.

El sistema DPL se encuentra compuesto de los siguientes elementos:

Cono Dinámico: Pieza metálica cilíndrica de dimensiones estandarizadas, la cual está en contacto directo con el suelo, y se utiliza para medir la resistencia a la hincada del suelo.

Martillo o Martinete: Pieza cilíndrica utilizada para generar la energía mecánica requerida para la hincada del cono. El martillo se utiliza gravitacionalmente.

Cabeza de golpeo o Yunque: Pieza que recibe el impacto del martillo cuando es utilizado y cuyo objetivo es transmitir la energía producida hacia la punta del cono dinámico

Varillaje: Barras metálicas las cuales transmiten la energía producida por el martillo hacia el cono. Las barras se conectan desde el yunque hacia el cono cilíndrico, poseen una longitud de un metro y líneas de referencia cada diez centímetros. Esto con el objeto de facilitar el registro de datos.

Placa base: Placa metálica que permite dar soporte a las componentes del equipo. Esto permite que los componentes se encuentren de manera vertical, cumpliendo lo especificado en la normativa vigente. La placa base permite la extracción de las barras de traspaso de carga luego de finalizado el sondaje.

Barra guía: Pieza unida al yunque que permite dar la altura de caída requerida por el martillo y a su vez guía en su caída libre hacia el yunque.

Fundamentos energéticos del equipo DPL.

Como se dijo anteriormente los ensayos dinámicos se basan en el supuesto que la resistencia del suelo ocurre en la punta del equipo, la resistencia a la hincada de las barras que genera el suelo se produce por acción del martillo golpeador, el cual obtiene su energía por acción gravitacional. El mecanismo para generar la energía del martillo, se encuentra especificada al igual que las características técnicas por la norma ISO 22476-2:2005. Las consideraciones se derivan de la ley de conservación de energía para lo cual en el caso de estos equipos se consideran variables como resistencia del suelo, elasticidad de las barras de perforación y el procedimiento de hincado.

Para generar la energía el martillo debe dejarse caer desde una altura normalizada, poseyendo en ese momento sólo energía potencial cuya definición se describe de la siguiente manera:

Siendo:

m: Masa del martillo

g: Aceleración de gravedad

H: Altura de caída.

v: Velocidad del martillo.

g: Aceleración de Gravedad.

Como fue descrito anteriormente, el martillo actúa gravitacionalmente por lo que al momento de soltar el martillo, éste sólo posee energía potencial. Sin embargo, al momento de caer la energía se transforma de energía potencial a energía cinética, siendo al momento del impacto con el yunque sólo energía cinética.

Físicamente, al momento de producirse el impacto ocurre transferencia de cantidad de movimiento entre el martillo y el yunque. Además, considerando las pérdidas por la deformación elástica que sufren las barras y que el martillo no sea obstaculizado antes del impacto, al momento de aplicar el balance de energía, se obtiene una ecuación modificada de la energía cinética:

Donde:

e: el avance en cm por golpe

m: Masa del martillo en Kg

m': Masa del yunque más la masa de las barras hasta la profundidad de la punta del cono en kg

Rd: Fuerza de resistencia por punta en kg

h: Altura de caída.

C: Cohesión del Suelo

N: Numero de golpes requeridos. 16

((Obs. a =m' / m)

La normativa en su apéndice E, recomienda utilizar la fórmula aproximada creada por los holandeses. Esto debido a que es una relación válida para

determinar la resistencia dinámica en ensayos del tipo dinámico. Para la fórmula de los holandeses se reemplaza $n=0$ y $c=0$ (esto debido a que se desprecia la fricción en la caída del martillo) lo que se tiene:

Donde:

q_c : Resistencia por punta, o fórmula de los Holandeses.

m : Masa del martillo

m' : Masa de las barras incluyendo la masa del yunque o cabeza de golpeo

e : Avance promedio en cm/golpe

A : Área basal del cono de perforación

h : Altura de caída.

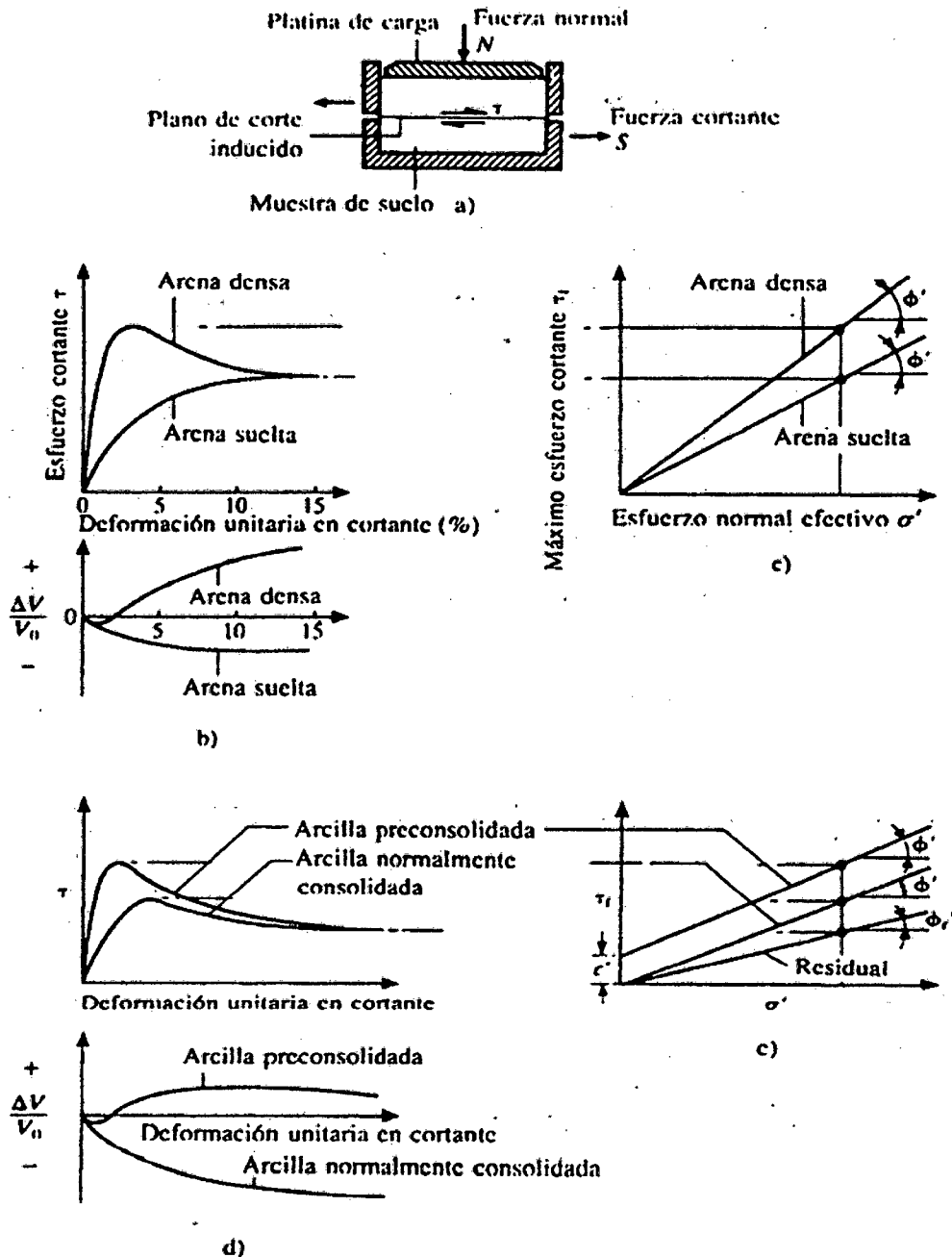
El conocimiento del comportamiento energético del equipo DPL permite, adecuar su uso, de acuerdo a las condiciones existentes del terreno y a la investigación que se desee realizar.

ENSAYO ESPECIAL CORTE DIRECTO. NTP 339.153:2001

La finalidad de los ensayos de corte directo es determinar la resistencia de una muestra de suelo, sometidas a fatiga y/o deformaciones que simulen las que existen o existirán en un terreno producto de la aplicación de una carga. Para conocer la resistencia del terreno se usa el aparato de Corte Directo, siendo el más típico una caja de sección cuadrada o circular dividida horizontalmente en dos mitades. Dentro de ella se coloca la muestra de suelo con piedras porosas en ambos extremos, se aplica una carga vertical de confinamiento (P_v) y luego una carga horizontal (P_h) creciente que origina el desplazamiento de la mitad móvil de la caja originando el corte de la muestra. Esta prueba es conveniente para la determinación relativamente rápida de las propiedades de resistencia consolidada debido a que las trayectorias de drenaje a través del espécimen son cortas, en consecuencia permiten que el exceso de la presión de poros sea disipado más rápidamente que con otras pruebas de resistencia drenada. La figura 2 muestra los principales detalles del aparato de corte directo, en el cual el espécimen de suelo se introduce en

un molde dividido horizontalmente en dos mitades. Se aplica luego a la muestra una fuerza normal N mediante una placa de carga, y, luego de fijar la mitad superior del molde, se corta la muestra en un plano horizontal mediante la aplicación de una fuerza cortante S . El movimiento vertical de la muestra durante el corte se mide por medio de un deformómetro que se apoya sobre la placa superior.

FIGURA N° 2: DETALLES DEL ENSAYO CORTE DIRECTO



Fuente: (Giménez Salas 2010).

a) Representación esquemática de un molde de corte, b) relaciones de esfuerzo deformación unitaria – cambio de volumen para ensayos drenados con arenas c) envolvente de fallas para ensayos drenados con arena, d) relaciones de esfuerzo – deformación unitaria – cambio de volumen para ensayos drenados con arcilla, e) envolventes de falla para ensayos drenados en arcillas.

El diseño del molde de corte no permite el control de drenaje de la muestra. Esta no es una limitante en el caso de arenas y gravas, que son materiales de drenaje libre y por lo general fallan en condiciones completamente drenadas. Sin embargo, en depósitos de arcilla un elemento de suelo en el campo puede fallar sin ningún drenaje (sin disipación del exceso de presión intersticial), con drenaje parcial (con alguna disipación del exceso de presión intersticial), o drenaje completo (con un total disipación del exceso de presión intersticial) dependiendo de la velocidad a la cual se le aplica la carga a la masa del suelo. Aunque puede intentarse medir la resistencia al corte no drenado mediante la aplicación de la fuerza cortante sobre la muestra en pocos minutos; la falla de control del drenaje hace obvio que exista una incertidumbre sobre si este valor representa o no la verdadera resistencia drenada. Por esta razón, la resistencia al corte no drenado de un suelo arcilloso a menudo se mide en una cámara triaxial, la cual permite el completo control del drenaje de la muestra. Sin embargo, el ensayo de corte directo puede utilizarse para medir la resistencia drenada de los suelos arcillosos si primero se consolida por completo la muestra bajo la carga normal y luego se corta la muestra a una velocidad suficientemente lenta para asegurarse de la disipación inmediata del exceso de la presión intersticial que se produce durante el corte; de este modo, $u=0$ durante el proceso de corte. Por lo tanto, para arcillas y arenas drenadas el esfuerzo normal efectivo en el plano de corte está dado por $\sigma' = N/A$ y el esfuerzo cortante asociado $\tau = S/A$, donde A es el área de la planta del molde de corte.

Para las arenas sueltas el volumen disminuye durante el corte, ya que las partículas en el plano de falla se desplazan formando un arreglo más denso. Para grandes deformaciones cortantes del orden del 20%, la muestra se cizalla a volumen constante con un valor constante de esfuerzo cortante. Para

estas grandes deformaciones la tendencia al aumento de volumen por algunas partículas que se mueven hacia arriba se anula con partículas adyacentes que se desplazan hacia los vacíos creados, dando como resultado un cambio de volumen neto nulo. En estas condiciones se dice que la muestra se encuentra en estado de relación de vacíos crítica o en estado de relación de vacíos constante. En una arena densa, la trabazón de los granos hace que se separen (es decir, se mueven hacia arriba montándose unos sobre otros) para que puedan producirse movimientos relativos o el corte entre los granos. Por tanto, la muestra se expande durante el corte; este fenómeno se denomina dilatación, cuyo movimiento se opone a la presión de confinamiento. En consecuencia, esfuerzo cortante pico se presenta en un valor particular de la deformación cortante unitaria en la cual la tasa de dilatación es máxima. Cuando se incrementa la deformación cortante unitaria, la tasa de dilatación disminuye, ya que la muestra alcanza un valor de relación de vacíos constante y los esfuerzos cortantes disminuyen, ya que la muestra alcanza un valor de relación de vacíos constante y los esfuerzos cortantes disminuyen hasta un valor residual. Para la misma presión de confinamiento, el esfuerzo cortante residual de una muestra densa es igual al esfuerzo cortante máximo de una muestra suelta. Los valores típicos de la deformación en la falla en arenas sueltas están alrededor de 12% al 16%; en las arenas densas este valor está alrededor de 2% al 4% .

El ángulo de fricción efectivo para un estado de densidad en particular se obtiene al graficar el valor máximo del esfuerzo cortante τ en función del esfuerzo normal efectivo σ' . Para establecer la envolvente de falla se realizara diferentes ensayos con diferentes valores de precisión de confinamiento y se dibuja una línea recta desde el origen (ya que $c'=0$ en los suelos granulares) pasando por los respectivos puntos; la pendiente de esta línea se designa con ϕ' : en la tabla 1 se presenta valores típicos de ϕ' para suelos granulares.

TABLA N° 1: VALORES DE Φ PARA SUELOS GRANULARES

TIPO DE SUELO	Φ
Limo	27 – 30
Arena limosa	27 – 33
Arena uniforme	28-34
Arena bien graduada	33-45
Grava arenosa	35-50

Fuente: Terzaghi y Peek, 1967

Se observa que los cambios de volumen tienen una influencia fundamental en el valor de la resistencia al corte de los suelos. Tales efectos se reflejan empíricamente en el valor de ϕ' en la ecuación de Coulomb. Sin embargo, un tratamiento detallado requiere el estudio del comportamiento de las partículas del suelo para separar el componente de la resistencia debido a la estructura de las partículas, de aquel que corresponde a la fricción entre las partículas (Rowe, 1962, 1972a, Horne, 1965, 1969).

Muestra la forma de la relación esfuerzo - deformación unitaria cambio de volumen que se obtiene en ensayos drenados como arcillas normalmente consolidadas y preconsolidadas. Para las arcillas normalmente consolidadas, la disminución del esfuerzo cortante desde el valor pico hasta el valor residual se asocia con la orientación gradual de las partículas de arcilla en la zona de corte, cuyas superficies planas se alinean paralelas al plano de falla y presentan así una mínima resistencia al corte. La magnitud del descenso del esfuerzo cortante luego del valor pico se incrementa con el índice de plasticidad. Para las arcillas preconsolidadas existe una notable disminución del esfuerzo cortante desde el valor pico hasta el valor residual como resultado parcial de la dilatancia en el plano de falla y parcialmente también por el alineamiento horizontal de las partículas de arcilla. La diferencia entre los valores del esfuerzo cortante, pico y residual, aumentan con el incremento de la relación del pre consolidación y con el índice de plasticidad. Los valores típicos de las deformaciones en la falla para arcillas normalmente consolidadas están cerca del 20% para las arcillas preconsolidadas están cerca del 6%.

Para establecer el estado residual se necesitan de formaciones cortantes muy grandes que no pueden alcanzarse con el simple desplazamiento del molde de corte. Algunas veces para obtener el desplazamiento necesario debe invertirse de manera repetida de dirección de corte, pero ello distorsiona el alineamiento de las partículas y no se logra el verdadero valor para el estado mínimo. El problema puede resolverse utilizando el aparato de corte simple tipo anular (ring shear) (Bishop et al, 1971) en el cual se prueba aún espécimen se suelo de forma anular en un anillo partido horizontalmente en su plano medio, lo cual permite que la mitad inferior de la muestra sea cizallada continuamente en una dirección sobre la mitad superior fija, sin cambio en el área de contacto entre las dos caras. Muestra la forma de las envolventes de falla que por lo general se obtiene en el ensayo de corte directo con muestras drenadas de arcillas normalmente consolidadas y preconsolidadas. Las arcillas preconsolidadas se caracterizan por tener un intercepto en el eje vertical τ que define el valor de c' del suelo. Este valor a menudo está en el rango de 5 a 30 kN/m². Para arcillas fisuradas existe la evidencia de que la c' medida en laboratorio, en el campo tiende a cero con el tiempo. Para arcillas normalmente consolidadas $c'=0$, y la envolvente de falla pasa entonces por el origen. El valor de ϕ' no es afectado de manera sustancial por la preconsolidación, y por lo general está en el rango de 30° a 20°, y disminuye cuando el índice de plasticidad aumenta. El ángulo de fricción efectivo residual ϕ' puede ser tan bajo como 9° para las arcillas de índice de plasticidad alto y controla la estabilidad de terraplenes y taludes realizados en suelos que han sufrido previamente una falla por corte en un tiempo geológico pasado. Para depósitos de arcilla que tienen una orientación aleatoria de la fisuras, la masa presenta un valor promedio de ϕ' intermedio entre el valor pico de la arcilla intacta y el valor residual en el plano de las figuras (Skempton, 1964).

RESEÑA HISTORICA

CAPACIDAD PORTANTE

Prandtl (1920) resolvió un problema para una cimentación de longitud infinita y ancho b sobre un terreno arcilloso con ángulo de rozamiento nulo y peso despreciable, obteniendo:

$$(N_c, N_q, N_\gamma) = (2 + \pi, 1, 1) \Rightarrow \frac{p_u}{b} = (2 + \pi)c + q \dots\dots\dots (1)$$

Karl von Terzaghi (1943) propuso una fórmula sencilla para la carga máxima que tuvo como base teórica la solución de Prandtl (1920) soportar una cimentación continua con carga vertical centrada, apoyada sobre la superficie de un suelo dada por:

$$\frac{p_u}{b} = qN_q + cN_c + \frac{\gamma b}{2}N_\gamma \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

p_u , carga vertical máxima por unidad de longitud.

q , sobrecarga sobre el terreno adyacente a la cimentación.

c , cohesión del terreno.

b , ancho transversal de la cimentación

γ , peso específico efectivo (ver tensión efectiva) del terreno.

$N_q(\varphi), N_c(\varphi), N_\gamma(\varphi)$, coeficientes dependientes de ángulo de rozamiento interno, para las que Terzaghi sugirió algunas aproximaciones particulares, como por ejemplo $N_c \approx 5.0$.

Veinte años después 1961 el ingeniero danés J. Brinch Hansen logro obtener una fórmula que es una generalización que incluye como casos particulares la fórmula de Terzaghi y la fórmula de Skempton. Esa fórmula incluye además de los efectos de forma y profundidad considerados elementalmente por Skempton los factores de inclinación de la carga, usando una fórmula de mayor rango de aplicabilidad. La expresión Brinch-Hansen (1961) es:

$$\frac{p_u}{b} = qN_qs_qd_qi_q + cN_cs_cd_ci_c + \frac{\gamma b}{2}N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma \dots\dots\dots (3)$$

Donde: N_q, N_c, N_γ ; b, c, γ tienen los mismos significados que en fórmula de Terzaghi y el resto de parámetros son funciones del ángulo de rozamiento interno:

S_q, S_c, S_γ : son los factores de forma.

d_q, d_c, d_γ : son los factores de profundidad.

I_q, I_c, I_γ : son los factores de inclinación de la carga.

Para los parámetros $N_j = N_j(\Phi)$ Brinch Hansen propuso las siguientes expresiones en términos de ángulo de rozamiento interno:

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi} \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right); \quad N_c = \frac{N_q - 1}{\tan \varphi}; \quad N_\gamma = \frac{2(N_q + 1) \tan \varphi}{1 + 0.4 \sin 4\varphi}$$

El resto de factores adicionales en la fórmula (3) se explican a continuación.

Factores de forma y profundidad

Para los factores de forma para una cimentación rectangular $b \times L$ se tiene:

$$s_q = 1 + \frac{b}{L} \tan \varphi; \quad s_c = 1 + \frac{N_q b}{N_c L}; \quad s_\gamma \approx 1 - \frac{1}{2}(0.2 + \tan^6 \varphi) \frac{b}{L} \approx 1 - 0.4 \frac{b}{L} \quad \dots(4)$$

Los factores de profundidad cuando entre la base de cimentación y la superficie del terreno existe una distancia vertical D , vienen dados por las expresiones

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi)^2 \frac{D}{b}; \quad d_c = d_q - \frac{1 - d_q}{N_c \tan \varphi}; \quad d_\gamma = 1 \quad \dots(5)$$

Factores de inclinación de la carga

Para estos factores Brinch Hansen proporcionó ecuaciones exactas que requería resolver la ecuación trigonométrica compleja para α :

$$\tan \left(\alpha - \frac{\varphi}{2} \right) = - \frac{\tan \delta - \sqrt{1 - \frac{\tan^2 \delta}{\tan^2 \varphi}}}{1 + \frac{\tan \delta}{\sin \varphi}}$$

Y donde δ se deduce del diagrama de rotura pertinente, es el ángulo entre la

carga inclinada y la vertical. La expresión del primer factor de inclinación viene dado por:

$$i_q = \frac{1 + \sin \varphi \sin(2\alpha - \varphi)}{1 + \sin \varphi} e^{-(\pi/2 - \varphi - 2\alpha) \tan \delta} \approx \left(1 - \frac{H}{V + cLb \cot \varphi}\right)^2$$

Donde:

H, V son las componentes horizontal y vertical de la carga,
 c, φ la cohesión del terreno y su ángulo de rozamiento interno,
 L, b son las dimensiones rectangulares de la cimentación.

Los otros dos factores de inclinación de la carga son simplemente:

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \tan \varphi}; \quad i_\gamma = i_q^2$$

RELACIÓN ENTRE EL NÚMERO DE GOLPES "N" Y LA CONSISTENCIA DE LAS ARCILLAS

Durante la ejecución de los sondajes es posible estimar la resistencia por medio del Ensayo de Penetración, Fig. No. 2; sin embargo, para un número de golpes dado la dispersión con respecto al término medio puede ser muy grande. Por lo tanto, es recomendable como control realizar ensayos de compresión simple en las muestras obtenidas por la cuchara normal (los valores de laboratorio serán sensiblemente menores debido a la alteración de las muestras).

Se puede estimar en forma aproximada la resistencia de la compresión simple (q_u) en función de N, para los tipos de suelos que se indica, mediante las relaciones siguientes:

TABLA N° 2: RELACIÓN ENTRE NÚMERO DE GOLPES Y ARCILLAS

Arcilla	$q_u = \frac{N}{8}$ (Kg/cm ²)	TERZAGHI
Arcilla limosa	$q_u = \frac{N}{5}$ (Kg/cm ²)	TERZAGHI Y PECK
Arcilla arenosa limosa	$q_u = \frac{N}{7.5}$ (Kg/cm ²)	TERZAGHI Y PECK
Loes	$q_u = \frac{N}{4.5}$ (Kg/cm ²)	TERZAGHI

Fuente: Campanella 1982

En todo caso sería naturalmente riesgoso e incluso peligroso, pretender deducir directamente q_u de N en una región donde no se hubiera realizado jamás ensayos previos comparativos. GRAUX. (1980) , se puede ligar la resistencia a la compresión simple de arcillas con el valor de N por medio de la siguiente relación:

$$q_u = 0.133 N \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

ENSAYOS DE LABORATORIO

Localizado el lugar de la investigación es necesario conocer los diferentes tipos de materiales que forman el subsuelo a diferentes profundidades según el diagrama de presiones efectuándose de 3 a 5 metros de profundidad.

Los ensayos de laboratorio se pueden clasificar en:

ENSAYOS GENERALES.

Nos permiten determinar las principales características de los suelos, para poder clasificarlos e identificarlos adecuadamente.

Son los siguientes:

- Contenido de humedad (MTC E 108 - 2000).
- Peso específico (MTC E 113 - 2000 y MTC E 206-2000, NTP 400.021).
- Análisis granulométrico (MTC E 107 - 2000).
- Límites de consistencia. Entre éstos tenemos:
- Límite líquido (MTC E 110 - 2000).
- Límite plástico (MTC E 111 - 2000).

CONTENIDO DE HUMEDAD.

El contenido de humedad en una masa de suelo es la cantidad de agua presente en dicha masa en términos de su peso en seco.

Este modo operativo está basado en la norma ASTM-D-2216. Se determina secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a 110 ± 5 °C. El peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso debido al secado en horno es considerada como el peso del agua. (Autor: Carlos Crespo Villalaz).

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$W(\%) = \frac{Ph - Ps}{Ps} * 100 \quad (1)$$

$$W(\%) = \frac{Pw}{Ps} * 100 \quad (2)$$

Donde:

- W(%) : Contenido de humedad del suelo tomado en %.
- Ph : Peso del suelo húmedo. (gr.)
- Ps : Peso del suelo seco. (gr.)
- Pw : Peso del agua contenida en la muestra de suelo (gr)

PESO ESPECÍFICO

El peso específico de un suelo se define como la relación en peso, en el aire, de las partículas sólidas y el peso en el agua destilada, considerando un mismo volumen y una misma temperatura. Villalaz (1980).

ANÁLISIS GRANULOMETRICO

Llamado también Análisis Mecánico y consistente en la determinación de la distribución de las partículas de un suelo en cuanto a su tamaño, pudiendo obtener así los porcentajes de piedra, grava, arena, limos y arcilla. Este análisis se hace por un proceso de tamizado (análisis con tamices) en suelos de grano grueso, y por un proceso de sedimentación en agua (análisis granulométrico por vía húmeda) en suelos de grano fino (Abou y Goble 1997).

Si el material es granular, los porcentajes de piedra, grava y arena se pueden determinar fácilmente mediante el empleo de tamices; pudiéndose hacerse en seco, como por lavado, dependiendo del grado de cohesión del suelo. Si el suelo contiene un porcentaje apreciable de material fino (limo arcillo), que pasa el tamiz N° 200 (0.074 mm; el análisis granulométrico se basa, generalmente, en el principio de sedimentación; siendo el método hidrométrico (Norma ASTM –D-422), el más reconocido y usado. Sin embargo existe otro método: Método de Sifoneado, basado también en el principio de sedimentación, expresados por la ley de Stokes; con el que se obtienen, con un mínimo de equipo resultados prácticamente iguales a los que se logran con el método estándar.

Los resultados del análisis mecánico se representan por medio de una gráfica denominada curva granulométrica, la que se obtiene al dibujar el tamaño de las partículas en el eje de las abscisas y el porcentaje, en peso, de las partículas menores que el tamaño correspondiente en el eje de las ordenadas.

La forma de la curva granulométrica da una idea inmediata de la distribución granulométrica del suelo; un suelo constituido por partículas de un solo tamaño, estará representado por una LINEA VERTICAL; en cambio una CURVA MUY TENDIDA, indica gran variedad en tamaños (suelo bien gradado Villalaz 1980).

LÍMITES DE CONSISTENCIA

Entiéndase por consistencia el grado de cohesión de las partículas de un suelo y su resistencia a aquellas fuerzas exteriores que tienden a deformar o destruir su estructura (Villalaz 1980).

LÍMITE LÍQUIDO (LL)

Es el contenido de humedad del material en el límite superior de su estado plástico. El modo operativo para obtener el límite líquido está basado en las normas ASTM-D-4318 Y AASHTO-T-89. Haciendo uso del aparato manual llamado Copa de Casa grande, se obtendrá la curva de fluidez, la que se consigue graficando a escala logarítmica el número de golpes en el eje de las abscisas y a escala natural los contenidos de humedad en el eje de las ordenadas. El contenido de humedad correspondiente a 25 golpes representa el límite líquido del suelo en estudio (Villalaz 1980).

LIMITE PLÁSTICO (LP)

Es el contenido de humedad que corresponde al límite arbitrario entre los estados de consistencia plástico y semisólido de un suelo.

El modo operativo para obtener el límite plástico está basado en las normas ASTM-D-4318 Y AASHTO-T-90. Se determina en el instante en que los rollitos de aproximadamente 3 mm sufren el agrietamiento y desmoronamiento al ser rodados sobre superficies de papel o de vidrio.(Autor: Carlos Crespo Villalaz).

INDICE DE PLASTICIDAD (IP)

Es el valor numérico de la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

$$IP = LL - LP \quad (3)$$

El Reglamento Nacional de Construcciones recomienda lo siguiente:

IP < 20 corresponde generalmente a limos

IP > 20 corresponde generalmente a arcillas

TABLA N° 3: CARACTERÍSTICAS DE SUELOS SEGÚN SUS ÍNDICES DE PLASTICIDAD

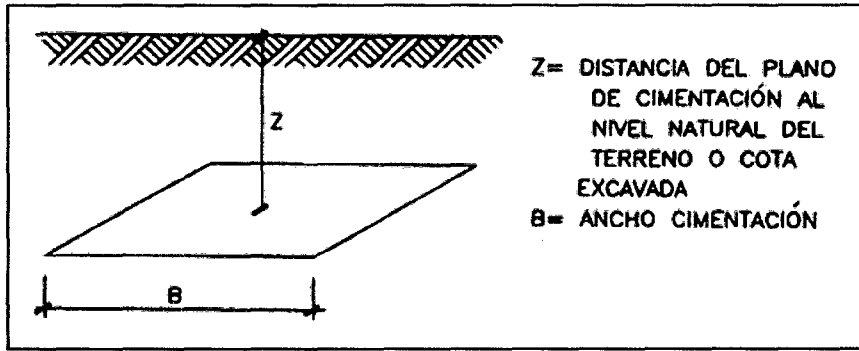
IP	CARACTERÍSTICAS	TIPOS DE SUELOS	COHESIVIDAD
0	No plástico	Arenoso	No cohesivo
< 7	Baja plasticidad	Limoso	Parcialmente cohesivo
7 - 17	Plasticidad media	Arcillo- limoso	Cohesivo
> 17	Altamente plástico	Arcilla	Cohesivo

Fuente: Gonzales de Vallejo- 2003

CIMENTACIONES

Cimentación al conjunto de elementos estructurales cuya misión es transmitir las cargas de la edificación o elementos apoyados a este al suelo distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible ni produzcan cargas zonales.

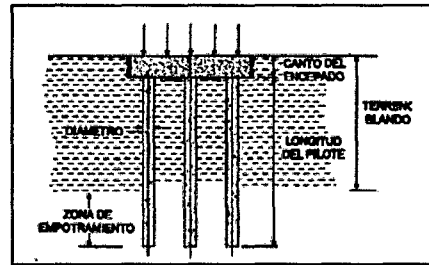
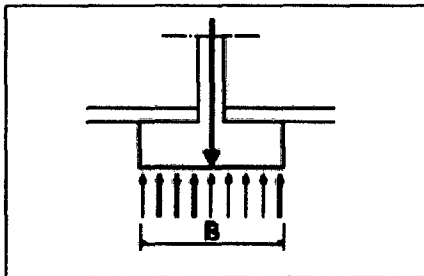
FIGURA N° 3: TIPOS DE CIMENTACIONES



Fuente: (Braja 2102)

TIPOS DE CIMENTACIONES

Cimentaciones directas



Fuente: (Braja 2102)

	Berasategui, Espuga & Gibert	A. Jaramillo	CTE
Superficial	$Z/B < 4$	$Z/B < 1$	
Semiprofunda	$4 < Z/B < 10$	$1 < Z/B < 4$	
Profunda	$Z/B > 10$	$Z/B > 5$	$Z/B > 8$

Fuente: (Braja 2102)

REQUERIMIENTOS DE UNA CIMENTACIÓN

- Debe de situarse de un modo adecuado para impedir los daños producidos por heladas, cambios de volumen, socavaciones, movimientos del nivel freático, daños producidos por futuras construcciones, etc.
- Debe de ser estable: vuelco, deslizamiento, hundimiento, estabilidad general del conjunto, diseño estructural adecuado.
- Los movimientos y vibraciones deben de limitarse para que no desfigure o dañe la estructura o instalaciones.

- Debe ofrecer una seguridad aceptable y suficiente al menor coste posible. Estos requisitos deben considerarse en el orden indicado. Los tres requisitos últimos pueden establecerse con una exactitud razonable por los métodos de la mecánica de suelos, pero el primero implica a muchos factores diferentes, algunos de los cuales no pueden ser evaluados analíticamente, por lo que debe determinarse a juicio del proyectista (Abou y Goble 1997).

2.3. Definición de Términos Básicos

GEOTECNIA: La ingeniería geotécnica es la rama de la ingeniería civil que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas, hidráulicas e ingenieriles de los materiales provenientes de la Tierra. Los ingenieros geotécnicos investigan el suelo y las rocas por debajo de la superficie para determinar sus propiedades y diseñar las cimentaciones para estructuras tales como edificios, puentes, centrales hidroeléctricas, etc. (Terzaghi1975).

CIMENTACION: Se denomina cimentación al conjunto de elementos estructurales cuya misión es transmitir las cargas de la edificación o elementos apoyados a este al suelo distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible ni produzcan cargas zonales. Debido a que la resistencia del suelo es, generalmente, menor que la de los pilares o muros que soportará, el área de contacto entre el suelo y la cimentación será proporcionalmente más grande que los elementos soportados (excepto en suelos rocosos muy coherentes).

La cimentación es importante porque es el grupo de elementos que soportan a la superestructura. Hay que prestar especial atención ya que la estabilidad de la construcción depende en gran medida del tipo de terreno SPT. Leonards (1990).

RESISTENCIA: La resistencia mecánica de un elemento es la capacidad que tiene este de reaccionar frente a diferentes acciones externas como pueden ser la tensión, la compresión y el corte. Leonards (1990).

CAPACIDAD PORTANTE: En cimentaciones se denomina capacidad portante a la capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él. Técnicamente la capacidad portante es la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno tal que no se produzcan un fallo por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo. Por tanto la capacidad portante admisible debe estar basada en uno de los siguientes criterios

funcionales:

- Si la función del terreno de cimentación es soportar una determinada tensión independientemente de la deformación, la capacidad portante se denominará carga de hundimiento.
- Si lo que se busca es un equilibrio entre la tensión aplicada al terreno y la deformación sufrida por éste, deberá calcularse la capacidad portante a partir de criterios de asiento admisible.
- De manera análoga, la expresión capacidad portante se utiliza en las demás ramas de la ingeniería para referir a la capacidad de una estructura para soportar las cargas aplicadas sobre la misma Leonards (1990).

PARÁMETROS DEL SUB SUELO

Compresibilidad C_c : Propiedad que tienen los materiales que sufren disminución de volumen cuando son sobre ellos aplicadas fuerzas externas. Una de las principales causas de los asentamientos es la compresibilidad del suelo.

La variación del volumen de los suelos es por efecto de compresión y es influenciada por los siguientes factores:

- Granulometría
- Densidad
- Grado de Saturación
- Tiempo de acción de la carga de compresión

La influencia de cada uno de estos factores y de su conjunto sobre la compresibilidad puede ser simulada de forma didáctica por el Modelo Analógico de Terzaghi.

Consolidación C_v : Se denomina consolidación de un suelo a un proceso de reducción de volumen de los suelos finos cohesivos (arcillas y limos plásticos), provocado por la actuación de sollicitaciones (cargas) sobre su masa y que ocurre en el transcurso de un tiempo generalmente largo. Producen asientos, es decir, hundimientos verticales, en las construcciones que pueden llegar a romper si se producen con gran amplitud.

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Hipótesis General

La Capacidad Portante de los Suelos de Fundación de la Universidad Nacional de Cajamarca, en la zona Noreste utilizando el Método de Penetración Dinámica Ligera (DPL) en comparación con el Método de Corte Directo difiere en un porcentaje del 5% al 20%.

3.2. Diseño de contrastación de hipótesis

La sistematización de la investigación consistirá en la comparación de los resultados que arrojen los Ensayos Especiales DPL y Corte Directo, si verdaderamente son iguales o hay diferencia en sus resultados, ya que la primera utiliza muestras alteradas y la segunda es con muestras inalteradas, determinar si estos resultados pueden influenciar en los diseños de las Cimentaciones en los Suelos de Fundación de la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de Cajamarca, sus diferencias y variación; y la propuesta de algunas recomendaciones en relación a los resultados finales obtenidos.

3.3. Definición Operacional de variables

TABLA N° 4 DEFINICIÓN CONCEPTUAL Y OPERACIONAL DE LA VARIABLE EN ESTUDIO

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	
		INDICADORES	ÍNDICE
1 Capacidad Portante de los Suelos de Fundación de la Universidad Nacional de Cajamarca, en las zonas suroeste y sureste de la Ciudad Universitaria	Encontrar el mejor resultado de los ensayos especiales a utilizar como son los de Penetración Dinámica Ligera y de Corte Directo.	De acuerdo a los tipos de ensayos a realizar: 05 Ensayos de DPL 05 Ensayos de Corte Directo	Kg/cm2 Kg/cm2

La capacidad Portante de los Suelos de Fundación de la Universidad Nacional de Cajamarca, EN LA ZONA SUR utilizando el Método DPL (Año 2014), en comparación con el obtenido mediante método por Corte Directo (Año 2008)

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1. Diseño y método de Investigación

Teniendo en cuenta el propósito de la investigación y de acuerdo a lo que se indica en esta tesis es una investigación Descriptiva.

Descriptiva. Porque explica situaciones cómo se manifiesta el fenómeno; implica medición de una serie de aspectos que son medidos en forma independiente para describir lo que se investiga.

4.2. Población de estudio

El estudio se realizó en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de Cajamarca tomando como coordenadas: Punto Inicial N. 9206937 E. 776894 H. 2720m.s.n.m y punto final N. 9206922 E. 776427, H. 2720m.s.n.m.

El estudio comprende:

- Universo: Ciudad Universitaria
- Muestra: de 226 516. 37m²(área libre)

4.3. Identificación y selección de las unidades de análisis.

Se ha coordinado con la Oficina General de Servicios y Medio ambiente y la Oficina General de Planificación de la Universidad Nacional de Cajamarca para identificar en un plano los puntos de los Ensayos de Penetración Estándar (DPL) y Corte directo (CD), con el objetivo de evaluar donde se realizarán las nuevas construcciones y edificios que necesitan mejoramiento estructural en las cimentaciones.

4.4. Elaboración de instrumentos de recolección de datos

Se presentan los formatos, hojas de cálculo que se utilizaran en los diferentes tipos de Suelos de las perforaciones de los ensayos especiales de Strathcl y de Partnership for Transport (DPL), como son Granulometría, límites de Atterberg, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, Proctor Modificado, contenido de humedad, peso unitario. Corte directo, Formato de DPL y Cálculos de los Ensayos Especiales.

4.5. Técnicas e instrumentos de recolección de muestras.

Mediante un programa de exploración de suelos se realizaron un total de 05 calicatas, en pozo a cielo abierto y 5 ensayos de penetración estándar (DPL) distribuida convenientemente en el área del estudio con profundidad de 3 metros utilizando los instrumentos debidos para cada ensayo, uno es con muestras alteradas (DPL) y el otro con muestras inalteradas (Corte Directo) y luego se procederá a evaluarlos en laboratorio comparando los resultados

4.6. Técnicas de procesamiento y análisis de los datos.

De la ejecución de las 5 calicatas y de los 5 ensayos del DPL se realizaron los ensayos en laboratorio como: Limite líquido, limite plástico, índice de plasticidad, granulometría, contenido de humedad, ensayo de corte directo, determinación de los parámetros geotécnicos y otros. .

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Estudio del trazo definitivo

5.1.1 Reconocimiento de la zona en estudios.

Se realizó el reconocimiento de la zona con ayuda del GPS y Altimetro tomando las coordenadas del Punto Inicial N. 9206937 E. 776894 H. 2720m.s.n.m y punto final N. 9206922 E. 776427, H. 2720m.s.n.m. donde se fueron apuntando y señalando el lugar del proyecto.

5.2. Geotecnia

5.2.1. Mecánica de Suelos

Generalidades

La presente tesis prioriza los parámetros y lineamientos necesarios para ejecutar las obras de Construcción con la finalidad de cumplir con el objetivo

5.2.2. Contenido de la investigación

La tesis “CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO POR CORTE DIRECTO”

Detalla la descripción de la evaluación Geotécnica de acuerdo con la metodología descrita en el Protocolo de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, de La facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, comprende los trabajos ejecutados en campo y en laboratorio, los registros de suelos referentes a las calicatas investigadas, los perfiles estratigráficos longitudinales en las exploraciones geotécnicas con su respectiva evaluación que nos permitirá determinar los parámetros geotécnicos del terreno de fundación, así como también sus propiedades de resistencia física mecánica de los suelos, sus propiedades de resistencia y

deformación la agresividad química de sus componentes las conclusiones y recomendaciones generales para la ejecución del Proyecto.

Para el logro de estos objetivos se ha recopilado información mediante los resultados obtenidos de las calicatas realizadas con fines de evaluación estructural. Es en base a toda esta información que se ha elaborado el perfil estratigráfico de los suelos, en dicho perfil se muestran los suelos que conforman el lugar del Proyecto sus características favorables y desfavorables de ellos, habiéndose determinado los lugares de muestreo donde la evaluación estructural ha dado valores máximos y mínimos para calcular dicha resistencia.

Se ha realizado el programa siguiente:

- Ubicación y ejecución de calicatas.
- Sondajes del ensayo DPL
- Ejecución de ensayos de laboratorio
- Evaluación de los trabajos de campo y laboratorio.
- Perfiles estratigráficos.
- Análisis de la Capacidad portante del terreno
- Conclusiones y Recomendaciones.

5.2.3. Ubicación y descripción del área de la Investigación

Políticamente el lugar de la investigación se encuentra ubicado en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de Cajamarca, Distrito de Cajamarca, Provincia Cajamarca, Departamento Cajamarca.

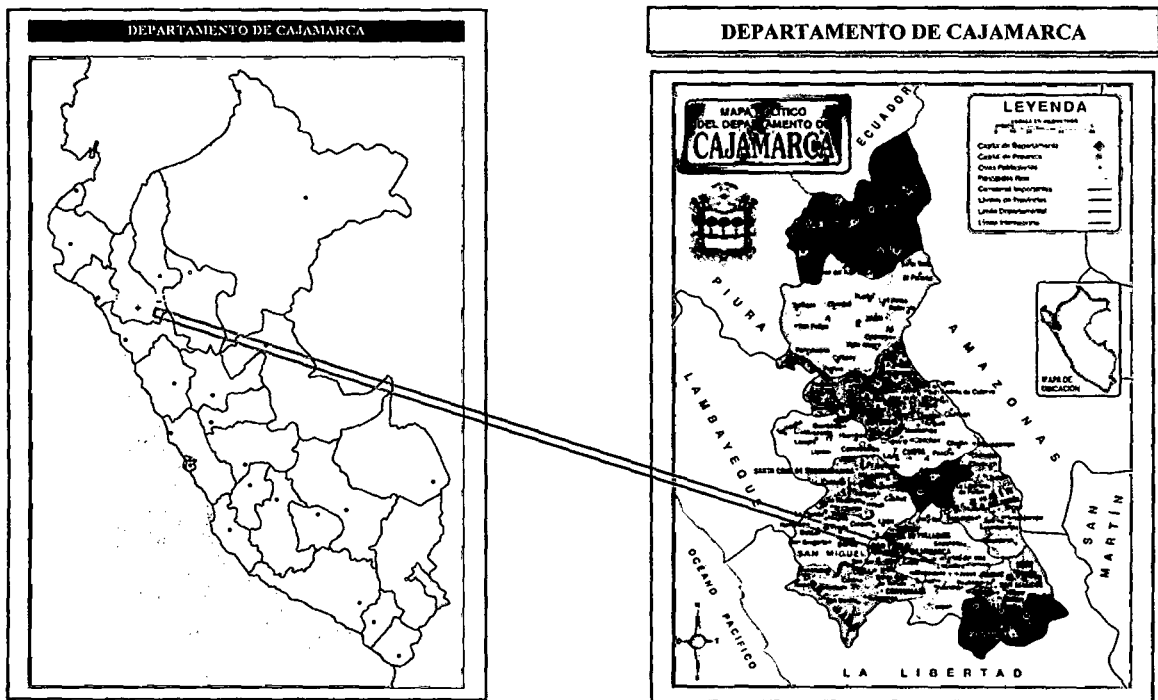
En el cuadrángulo 15F de la Carta Nacional Geográfica. Coordenadas UTM tomadas con GPS de 12 satélites.

5.2.4. Vías de acceso

TABLA N° 5. ACCESOS DESDE LA CIUDAD DE CAJAMARCA

RUTA	DISTANCIA	TIEMPO (Horas)	VIA
Cajamarca –carretera Baños del inca	3.5 km	10m	Carretera Asfaltada

FIGURA N° 04: Macro y micro localización del proyecto



5.2.5. Clima

El lugar de la investigación está considerado en el mapa ecológico como una zona de vida denominada Bosque Seco montano Bajo Tropical (bs MBT). Se encuentra en alturas de 2,400 y 2,800m.s.n.m. Rodeando la formación precedente y extendiéndose al noroeste hacia Cajamarca y Namora. En estos lugares, la biotemperatura es de 13 -17°C. Así como la posibilidad de heladas nocturnas en invierno.

El promedio máximo de precipitación total por año es de 1,800 milímetros. Pertenece a la Región Quechua su clima es templado y moderadamente frío, con bastante sol y cielo despejado la mayor parte del año, así como con lluvias y algunas heladas y granizadas en algunos meses.

Sin embargo, son notables las variaciones en torno a la temperatura media anual máxima, presentan como acentuados cambios entre el día y la noche, siendo notable que las temperaturas máximas y mínima de un año pueden presentarse dentro del mismo mes y a veces en el mismo días, los meses más fríos del año son en Junio, Julio y Agosto, pero en ellos las temperaturas bajas se presentan sólo durante la noche y las primeras horas del día.

5.3. Investigaciones de campo

Trabajos de campo.

5.3.1. Calicatas.

Mediante un programa de exploración de suelos se realizaron un total de 05 calicatas manualmente, en pozo a cielo abierto, distribuida convenientemente en el área del estudio.

Las calicata se identificó con la nomenclatura C-1, C-2 C - 5 con una profundidad de 3 m.

05 ensayos de DPL a una profundidad de 3m

5.3.2. Muestras disturbadas.

Se tomaron muestras disturbadas de cada uno de los tipos de suelos encontrados, en cantidad suficiente como para realizar los ensayos de clasificación e identificación de suelos.

5.3.3. Muestreo inalterado.

Se realizaron 5 ensayos de Corte Directo.

5.3.4. Registro de excavaciones.

Los ensayos de laboratorio que se efectuaron a las muestras obtenidas durante la ejecución de calicatas y los ensayos de penetración dinámica ligera (DPL), consisten en la determinación de granulometría, límites de consistencia (Líquido, plástico e índice de plasticidad), humedad natural. Para la ejecución de los ensayos antes señalados se aplicaron los siguientes procedimientos normalizados por la American Standard of Testing Materials (ASTM):

TABLA N° 6 UBICACIÓN DE PUNTOS EN COORDENADAS UTM. DPL

PUNTO DPL	PROF.	COORDENADAS UTM		NAPA FREATICA
		NORTE	ESTE	
N°	(m)			(m)
1	3	9206937	776894	NP
2	3	9206947	776907	NP
3	3	9206954	776917	NP
4	3	9206926	776448	NP
5	3	9206923	776428	NP

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 7 UBICACIÓN DE PUNTOS EN COORDENADAS UTM. CORTE DIRECTO

CALICATA	PROF.	COORDENADAS UTM		CORTE DIRECTO PROF.(m)	NAPA FREATICA
		NORTE	ESTE		
N°	(m)				(m)
1	3	9206936	776893	2.50	NP
2	3	9206946	776906	2.50	NP
3	3	9206953	776916	2.50	NP
4	3	9206925	776447	2.50	NP
5	3	9206922	776427	2.50	NP

Fuente: Elaboración propia

De los valores obtenidos en el laboratorio se determinó la consistencia de los diferentes suelos, para lo cual se usó el sistema recomendado por el Dr. K. Terzaghi y R. Peck, así como la clasificación del material.

5.3.5. ENSAYOS ESTÁNDAR

- Análisis granulométrico : Norma ASTM-D422
- Límite Líquido : Norma ASTM-D423
- Límite Plástico : Norma ASTM-D424
- Humedad Natural : Norma ASTM-D2216
- Corte Directo : Norma ASTM D-3080
- DPL : Norma ASTM D-1586

Los resultados de todos los ensayos de laboratorio son mostrados en el Anexo I de Suelos.

5.4. Clasificación de suelos.

Las muestras ensayadas en laboratorio se han clasificado de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y AASTHO.

Se muestran en las siguientes tablas:

TABLA N° 6: CLASIFICACIÓN DE SUELOS

CALICATA N°	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5
Muestras	M-1	M-1	M-1	M-1	M-1
Profundidad (m)	0.30-3.00	0.30-3.00	0.30-3.00	0.30-3.00	0.30-3.00
% pasa Tamiz N° 3/8"	100	100	100	100	100
% pasa Tamiz N° 4	98.9	100	100	99.5	100
% pasa Tamiz N° 10	97.6	99	98.5	98.8	99.1
% pasa Tamiz N° 40	90.8	92.9	88.8	92.1	86.6
% pasa Tamiz N° 100	67.6	64.6	72.4	71.5	72.8
% pasa Tamiz N° 200	62.6	60	65.1	63.3	66.1
Limite Líquido.	40.27	35.82	37.16	38.92	45.83
Limite Plástico.	24.52	19.45	22.31	22.19	25.42
Índice de Plasticidad	15.95	16.37	14.85	16.73	19.91
Clasificación SUCS.	CL	CL	CL	CL	CL
Clasificación AASTHO	A-7-6(8)	A-6(7)	A-6(8)	A-6(9)	A-7-6(12)

Fuente: Elaboración Propia

TABLA N° 9: RESUMEN DE CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO CORTE DIRECTO

CORTE DIRECTO					
CALICATA N°	ϕ	C (kg/cm ²)	Capacidad Portante (kg/cm ²)	Módulo De Poisson μ	Coef. Balasto k (Kg/cm ³)
1	14.40	0.25	1.41	25	67.20
2	14.80	0.27	1.52	25	67.20
3	14.00	0.26	1.40	25	67.20
4	15.30	0.26	1.56	25	67.20
5	13.90	0.30	1.47	25	67.20

TABLA N° 10: NUMERO DE GOLPES DE SUELOS DPL

DPL - 01		DPL - 02		DPL - 03		DPL - 04		DPL - 05	
PROF.(m)	Nd _{pl}	PROF.(m)	Nd _{pl}	PROF.(m)	Nd _{pl}	PROF.(m)	Nd _{pl}	PROF.(m)	Nd _{pl}
0.1	2	0.1	2	0.1	8	0.1	3	0.1	10
0.2	4	0.2	6	0.2	5	0.2	21	0.2	12
0.3	8	0.3	8	0.3	8	0.3	22	0.3	14
0.4	7	0.4	8	0.4	9	0.4	22	0.4	16
0.5	6	0.5	5	0.5	8	0.5	24	0.5	22
0.6	5	0.6	4	0.6	5	0.6	27	0.6	11
0.7	5	0.7	4	0.7	6	0.7	28	0.7	17
0.8	5	0.8	5	0.8	8	0.8	25	0.8	19
0.9	5	0.9	5	0.9	13	0.9	19	0.9	17
1.0	8	1.0	6	1.0	12	1.0	28	1.0	17
1.1	9	1.1	6	1.1	10	1.1	32	1.1	19
1.2	7	1.2	7	1.2	8	1.2	18	1.2	16
1.3	7	1.3	6	1.3	9	1.3	19	1.3	20
1.4	6	1.4	6	1.4	9	1.4	16	1.4	11
1.5	7	1.5	6	1.5	8	1.5	15	1.5	9
1.6	8	1.6	6	1.6	7	1.6	19	1.6	9
1.7	8	1.7	6	1.7	7	1.7	24	1.7	17
1.8	9	1.8	6	1.8	8	1.8	23	1.8	27
1.9	9	1.9	7	1.9	10	1.9	22	1.9	20
2.0	10	2.0	8	2.0	13	2.0	29	2.0	22
2.1	10	2.1	11	2.1	11	2.1	31	2.1	22
2.2	9	2.2	10	2.2	11	2.2	31	2.2	18
2.3	10	2.3	10	2.3	12	2.3	32	2.3	17
2.4	10	2.4	10	2.4	10	2.4	28	2.4	15
2.5	12	2.5	12	2.5	10	2.5	23	2.5	15
2.6	12	2.6	14	2.6	12	2.6	26	2.6	18
2.9	14	2.9	24	2.9	16	2.9	22	2.9	19
3.0	12	3.0	25	3.0	13	3.00	20	3.0	20

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 11. CAPACIDAD PORTANTE A DIFERENTES PROFUNDIDADES ENSAYO DPL

RESUMEN DE CAPACIDAD PORTANTE DPL									
DPL N°1		DPL N°2		DPL N°3		DPL N°4		DPL N°5	
PROF. (m)	CAPACIDAD PORTANTE	PROF. (m)	CAPACIDAD PORTANTE	PROF. (m)	CAPACIDAD PORTANTE	PROF. (m)	CAPACIDAD PORTANTE	PROF. (m)	CAPACIDAD PORTANTE
0.50	0.38	0.50	0.30	0.50	0.45	0.50	1.95	0.50	1.13
1.00	0.53	1.00	0.45	1.00	0.68	1.00	1.73	1.00	1.35
1.50	0.60	1.50	0.45	1.50	0.53	1.50	1.65	1.50	1.28
2.00	0.68	2.00	0.75	2.00	0.83	2.00	2.33	2.00	1.43
2.50	0.98	2.50	1.05	2.50	0.90	2.50	1.88	2.50	1.28
3.00	0.90	3.00	1.88	3.00	0.98	3.00	1.50	3.00	1.50

Fuente: Elaboración propia

5.5. EVALUACIÓN GEOTÉCNICA.

CALICATA N° 1,2, 3, 4, 5

EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

La calicata 1, 2, 3, 4 y 5, muestra 1 presentan una cobertura de 20 cm de material orgánico con presencia de raíces y algunas plantas de color negro, seguidamente presentan arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras de clasificación SUCS CL, con profundidad de 3.00m y de color marrón claro amarillento con partes plomas, estos suelos son muy impermeables, resistencia a la tubificación alta, resistencia al cortante media, susceptibilidad al agrietamiento de mediano a alta y a la licuación de mediana a alta si mal compactados, manejabilidad de correcta a pobre.

Nota. El nivel freático no se encontró.

DPL 1, 2, 3, 4 Y 5

EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

De acuerdo a los sondajes realizados del estudio de suelos utilizando el equipo de campo DPL se determino los tipos de suelo como material orgánico, limos y arcillas el cual se describen en el perfil estratigráfico ver anexos.

5.6. Resultados de Laboratorio

5.6.1. Resultado de ensayos de las calicatas

Ver anexos

5.6.2. Perfiles estratigráficos

Se realizó en base a los trabajos de exploración de campo, ensayos de laboratorio y al recorrido integral del lugar en lo cual se indica en el anexo.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

6.1.1. El porcentaje de variación entre el Ensayo DPL y Corte Directo es:

CALICATA N°	DPL $\sigma_t = \text{kg/cm}^2$	CORTE DIRECTO $\sigma_t = \text{kg/cm}^2$	PROFUNDIDAD (m)	% DE VARIACIÓN
1	0.90	1.41	3	63.83
2	1.88	1.52	3	123.68
3	0.98	1.40	3	70.00
4	1.50	1.56	3	96.15
5	1.50	1.47	3	102.04

6.1.2 Se ha determinado la Capacidad Portante de los Suelos de Fundación de la Universidad Nacional de Cajamarca mediante el Ensayo Especial de Corte Directo según Tabla N° 9

CORTE DIRECTO					
CALICATA N°	ϕ	C (kg/cm^2)	Capacidad Portante (kg/cm^2)	Módulo De Poisson μ	Coef. Balasto k (Kg/cm^3)
1	14.40	0.25	1.41	25	67.20
2	14.80	0.27	1.52	25	67.20
3	14.00	0.26	1.40	25	67.20
4	15.30	0.26	1.56	25	67.20
5	13.90	0.30	1.47	25	67.20

6.1.3 Se ha determinado la Capacidad Portante de los Suelos de Fundación de la Universidad Nacional de Cajamarca mediante el Ensayo Especial DPL según Tabla N° 11

RESUMEN DE CAPACIDAD PORTANTE DPL									
DPL N°1		DPL N°2		DPL N°3		DPL N°4		DPL N°5	
PROF. (m)	CAPACIDAD PORTANTE	PROF. (m)	CAPACIDAD PORTANTE	PROF. (m)	CAPACIDAD PORTANTE	PROF. (m)	CAPACIDAD PORTANTE	PRO F. (m)	CAPACIDAD PORTANTE
0.50	0.38	0.50	0.30	0.50	0.45	0.50	1.95	0.50	1.13
1.00	0.53	1.00	0.45	1.00	0.68	1.00	1.73	1.00	1.35
1.50	0.60	1.50	0.45	1.50	0.53	1.50	1.65	1.50	1.28
2.00	0.68	2.00	0.75	2.00	0.83	2.00	2.33	2.00	1.43
2.50	0.98	2.50	1.05	2.50	0.90	2.50	1.88	2.50	1.28
3.00	0.90	3.00	1.88	3.00	0.98	3.00	1.50	3.00	1.50

6.1.4. Se ha determinado las Características Físicas y Mecánicas de los suelos de Fundación de la Universidad Nacional de Cajamarca según Tabla N° 8

CALICATA N°	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5
Muestras	M-1	M-1	M-1	M-1	M-1
Profundidad (m)	0.30-3.00	0.30-3.00	0.30-3.00	0.30-3.00	0.30-3.00
% pasa Tamiz N° 3/8"	100	100	100	100	100
% pasa Tamiz N° 4	98.9	100	100	99.5	100
% pasa Tamiz N° 10	97.6	99	98.5	98.8	99.1
% pasa Tamiz N° 40	90.8	92.9	88.8	92.1	86.6
% pasa Tamiz N° 100	67.6	64.6	72.4	71.5	72.8
% pasa Tamiz N° 200	62.6	60	65.1	63.3	66.1
Limite Líquido.	40.27	35.82	37.16	38.92	45.83
Limite Plástico.	24.52	19.45	22.31	22.19	25.42
Índice de Plasticidad	15.95	16.37	14.85	16.73	19.91
Clasificación SUCS.	CL	CL	CL	CL	CL
Clasificación AASTHO	A-7-6(8)	A-6(7)	A-6(8)	A-6(9)	A-7-6(12)

6.2. RECOMENDACIONES

- 6.2.1 Finalmente se recomienda que de los métodos especiales de Corte Directo y DPL se debe considerar para el diseño estructural una Capacidad Portante de 0.90 Kg/cm^2 mediante el ensayo DPL.
- 6.2.2 Se recomienda que se realice Ensayos de SPT a mayores profundidades para determinar otros tipos de suelos y la verificación de licuefacción de suelos, además poder determinar la Napa Freática.
- 6.2.3 Se recomienda ejecutar más ensayos especiales de DPL y de Corte Directo con la finalidad de obtener mejores resultados para los diseños de las cimentaciones superficiales de las edificaciones a construir.

CAPÍTULO VII

BIBLIOGRAFÍA

1. Crespo C. 1980.- Mecánica de Suelos y Cimentaciones. Características físicas de los suelos. Ed. Limusa. Edición 4. Noriega. Pág. 639.
2. Pinto H. 1994.- Mecánica de Suelos y sus Aplicaciones. Elementos de la Mecánica. Ed. ABDR. 6 Edición Pág. 494.
3. Lambi Whitman. 1972. Mecánica de los Suelos. La Naturaleza del Suelo. Ed. Limusa – Wiley S.A. Primera Edición. Pág. 579.
4. Peck B. 1984. Ingeniería de Cimentaciones. Propiedades de los Materiales el sub suelo Ed. Limusa. Segunda Edición. Pág. 536.
5. Salas J. 1991.- Geotecnia y Cimientos I. Propiedades de los suelos. Ed. Rueda Madrid. Segunda Edición. Pág. 1186
6. Manual de Ensayo De Materiales (Em 200)
7. Peck B. 1984. Ingeniería de Cimentaciones. Propiedades de los Materiales el sub suelo Ed. Limusa. Segunda Edición. Pág. 536.
8. Salas J. 1991.- Geotecnia y Cimientos I. Propiedades de los suelos. Ed. Rueda Madrid. Segunda Edición. Pág. 1186
9. Juárez Badillo, Rico Rodríguez México (1999) Mecánica de suelos (vigésimo segunda reimpresión de la terca edición) México DG. Editorial Limusa Pag 240.
10. Geotecnia y cimientos I, II, III. JIMÉNEZ SALAS, J.A. & DE JUSTO ALPAÑES, J.L. Editorial Rueda. ISBN 84-7207-008-5.
11. Cimentaciones superficiales. FRUCTUOSO MAÑÁ. Editorial Blume. ISBN 84-7031-438-6.

PANEL FOTOGRÁFICO



Foto 1. Ubicación Panorámica de la Calicata - 1.



Foto 2. Perfil Estratigráfico de la Calicata - 1.

PUNTO	COORDENADAS		PRODUNDIDAD (m)		
	NORTE	ESTE	CALICATA	DPL	CORTE DIRECTO
C-1	9206936	776893	3.00	3.00	2.50



Foto 3. Ensayo de PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (DPL) Calicata - 1.



Foto 4. Toma de Muestra Inalterada para el Ensayo de Corte Directo, Calicata - 1.

PUNTO	COORDENADAS		PROFUNDIDAD (m)		
	NORTE	ESTE	CALICATA	DPL	CORTE DIRECTO
C-1	9206936	776893	3.00	3.00	2.50



Foto 5. Ensayo de PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (DPL) Calicata - 2



Foto 6. Toma de Muestra Inalterada para el Ensayo de Corte Directo, Calicata - 2.

PUNTO	COORDENADAS		PRODUNDIDAD (m)		
	NORTE	ESTE	CALICATA	DPL	CORTE DIRECTO
C-2	9206946	776906	3.00	3.00	2.50



Foto 7. Ensayo de PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (DPL) Calicata - 3.

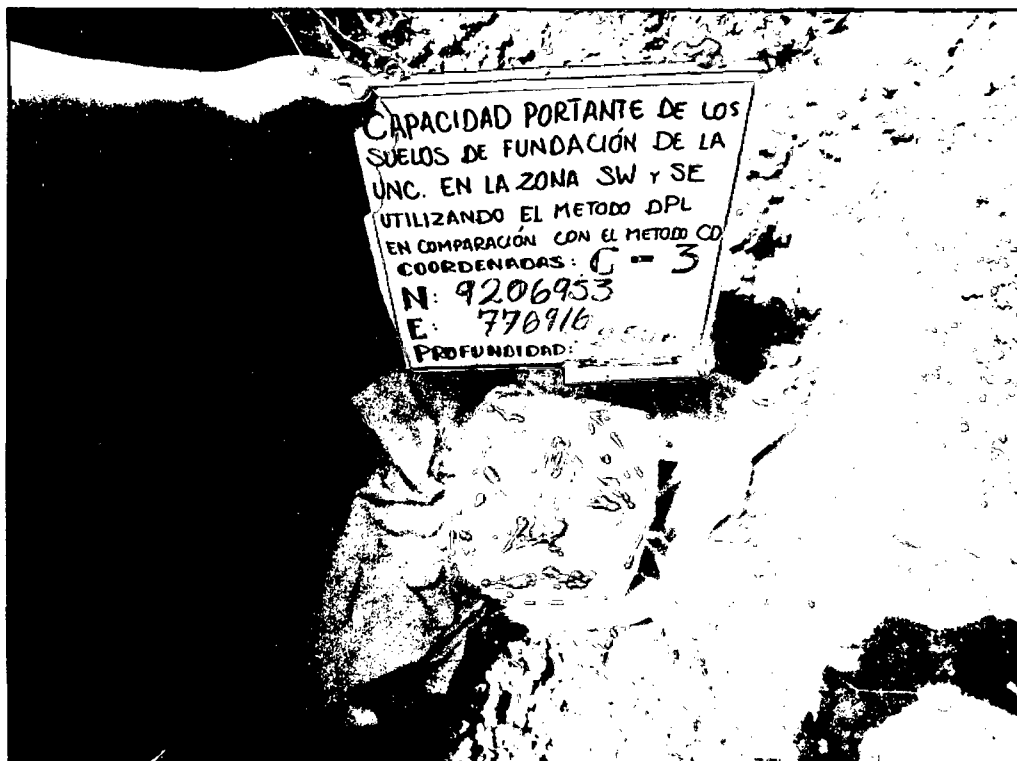


Foto 8 Toma de Muestra Inalterada para el Ensayo de Corte Directo, Calicata - 3.

PUNTO	COORDENADAS		PRODUNDIDAD (m)		
	NORTE	ESTE	CALICATA	DPL	CORTE DIRECTO
C-3	9206953	776916	3.00	3.00	2.50



Foto 9. Ubicación Panorámica de la Calicata - 4.



Foto 10. Ensayo de PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (DPL) Calicata - 4.

PUNTO	COORDENADAS		PROFUNDIDAD (m)		
	NORTE	ESTE	CALICATA	DPL	CORTE DIRECTO
C-4	9206925	776447	3.00	3.00	2.50

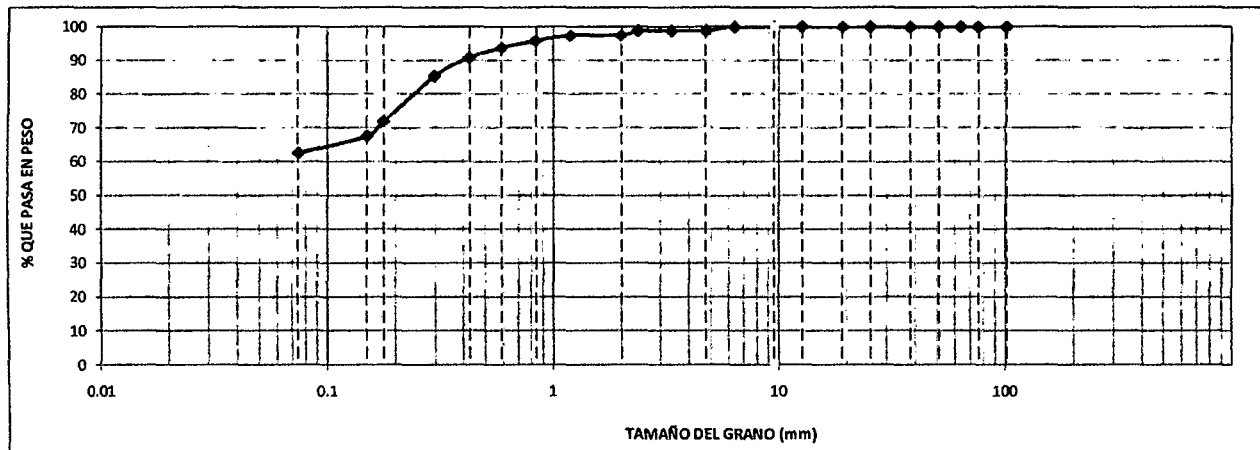
ANEXOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (AASHTO T-27 ASTM D 422)

TESIS	: "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN DINÁMICA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO POR CORTE DIRECTO.		
UBICACIÓN	: LUGAR CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNC. DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA		
CALICATA	: N° 1 - M - 1	PROFUNDIDAD (m):	3.00
TESISTA	: BACH. CASTAÑEDA SANTA CRUZ , LUIS ROBERTO		
FECHA	: SEPTIEMBRE DEL 2014	COORDENADAS UTM:	N 9206936 E.776893

MALLAS SERIE AMERICANA	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM 422						CONTENIDO DE HUMEDAD		
	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUMUL. (%)	PASA (%)	ESPECIFICACIONES			
4"	101.6						Numero de la Tara	S/N	
3"	76.200						Peso de la Tara	25.3	
2 1/2"	63.500						Tara + Suelo Humedo	487.9	
2"	60.800						Tara + Suelo Seco	420.1	
1 1/2"	38.100						Peso del agua	67.8	
1"	25.400						Peso del suelo neto	394.8	
3/4"	19.050						% de Humedad	17.17	
1/2"	12.700						RESULTADOS DE ENSAYOS		
3/8"	9.525				100.0		- LÍMITE LÍQUIDO (%)	:	40.47
1/4"	6.350						- LÍMITE PLÁSTICO (%)	:	24.52
N° 4	4.760	16.2	1.1	1.1	98.9		- ÍNDICE PLASTICIDAD (%)	:	15.95
N° 6	3.360						- CLASIFICACIÓN SUCS	:	CL
N° 8	2.380						- CLASIFICACIÓN AASHTO	:	A-7-6 (8)
N° 10	2.000	19.4	1.3	2.4	97.6		- PESO TOTAL (gr) : 1460.8 100.0 %		
N° 16	1.190						- PESO GRAVA (gr) : 16.2 1.1 %		
N° 20	0.840	24.3	1.7	4.1	95.9		- PESO ARENA (gr) : 1444.6 98.9 %		
N° 30	0.590	31.2	2.1	6.2	93.8		- PESO FRACCIÓN (gr)		
N° 40	0.426	43.5	3.0	9.2	90.8				
N° 50	0.297								
N° 80	0.177	195.7	13.4	28.1	71.9				
N° 100	0.149	63.1	4.3	32.4	67.6				
N° 200	0.074	72.9	5.0	37.4	62.6				
-200		914.5	62.6						

CURVA GRANULOMÉTRICA



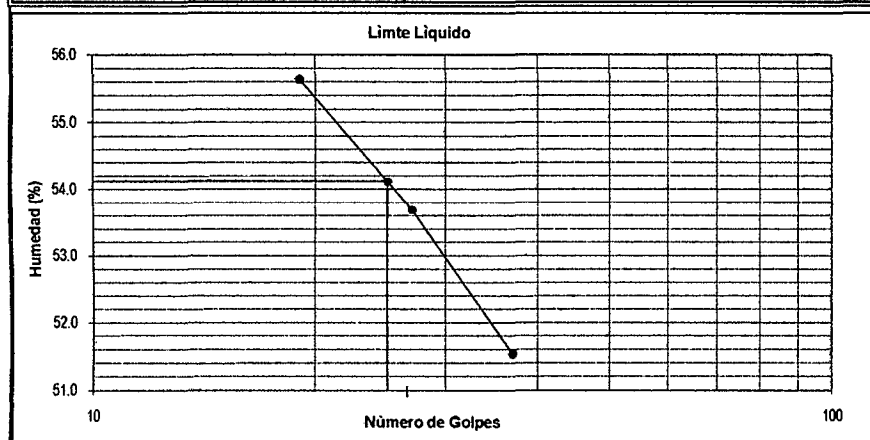
LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA AASHTO T - 90 - ASTM D 4318)

TESIS	: "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN DINÁMICA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO POR CORTE DIRECTO"
UBICACIÓN	: LUGAR CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNC. DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA
CALICATA	: N°1 - M - 1 PROF. (m) : 3.00 COORDENADAS UTM: N 9206936 E.776893
TESISTA	: BACH. CASTAÑEDA SANTA CRUZ , LUIS ROBERTO
FECHA	: SETIEMBRE DEL 2014

LIMITE LIQUIDO ASTM D-423				
TARA N°	I	II	III	
N° DE GOLPES	34	22	16	
TARA+SUELO HUMEDO	29.37	25.07	30.65	
TARA+SUELO SECO	25.71	20.83	26.39	
PESO DEL AGUA	3.66	4.24	4.26	
PESO DE LA TARA	16.12	10.39	16.40	
PESO DEL SUELO SECO	9.59	10.44	9.99	
HUMEDAD (%)	38.16	40.61	42.64	


LIMITE PLASTICO ASTM D-424				
TARA N°	A	B		
TARA+SUELO HUMEDO	18.46	18.81		
TARA+SUELO SECO	17.63	17.97		
PESO DEL AGUA	0.83	0.84		
PESO DE LA TARA	14.24	14.55		
PESO DEL SUELO SECO	3.39	3.42		
HUMEDAD (%)	24.48	24.56		
HUMEDAD PROMEDIO (%)	24.52			



Límites de Consistencia	
Límite Líquido	40.47
Límite Plástico	24.52
Índice Plástico	15.95

REGISTRO DE EXCAVACION: CALICATA DE PLATAFORMA

TESIS	: "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN DINÁMICA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO POR CORTE DIRECTO"		
UBICACIÓN	: LUGAR CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNC. DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA		
CALICATA	: N° 1	: PROF. 3.00	

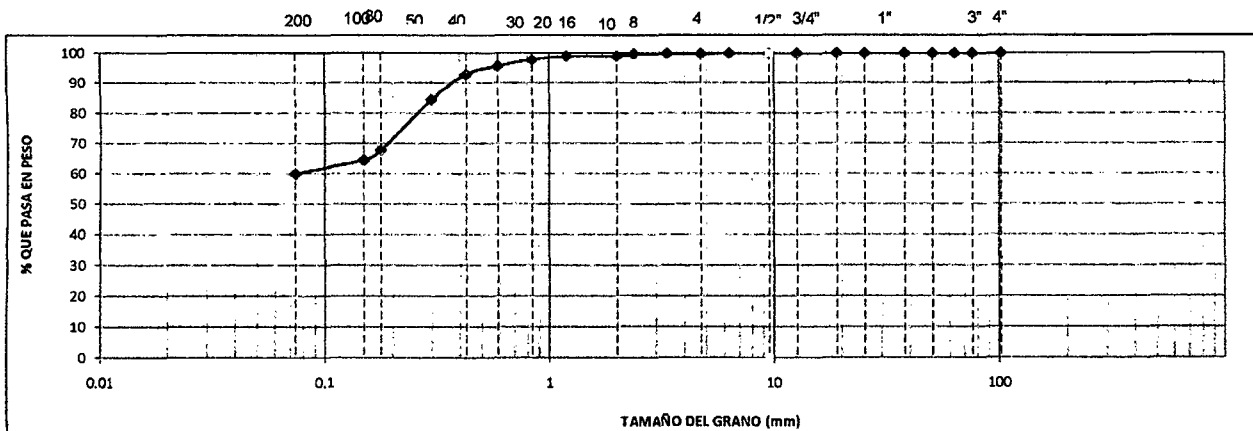
UBICACIÓN :	CALICATA		SIMBOLOGIA	CLASIF.		CONSTANTES FISICAS			% Pasa Malla N° 200	
	PERFORACION AL TIPO CIELO ABIERTO	MUESTRA		DESCRIPCION	AASHTO	SUCS	L.L.	L.P		IP
0.20										
0.50										
0.60										
0.80										
1.00										
1.40										
1.80		M-1		Presenta arcillas inorganicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, magras y limosas de color marrón claro amarillento.	A-7-6(8)	CL	40.47	24.52	15.95	62.6
2.00										
2.50										
2.80										
3.00		MUESTRA EXTRAIDA "Calicata - 1"								

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (AASHTO T-27 ASTM D 422)

TESIS	: "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN DINÁMICA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO POR CORTE DIRECTO"		
UBICACIÓN	: LUGAR CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNC. DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA		
CALICATA	: N° 2 - M - 1	PROFUNDIDAD (m):	3.00
TESISTA	: BACH. CASTAÑEDA SANTA CRUZ, LUIS ROBERTO		
FECHA	: SEPTIEMBRE DEL 2014	COORDENADAS UTM:	N 9206936 E.776906

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM 422						CONTENIDO DE HUMEDAD		
	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUMUL. (%)	PASA (%)	ESPECIFICACIONES			
4"	101.6						Numero de la Tara	S/N	
3"	76.200						Peso de la Tara	22.1	
2 1/2"	63.500						Tara + Suelo Humedo	369.5	
2"	50.800						Tara + Suelo Seco	320.4	
1 1/2"	38.100						Peso del agua	49.1	
1"	25.400						Peso del suelo neto	298.3	
3/4"	19.050						% de Humedad	16.46	
1/2"	12.700						RESULTADOS DE ENSAYOS		
3/8"	9.525				100.0		- LÍMITE LÍQUIDO (%)	:	35.82
1/4"	6.350						- LÍMITE PLÁSTICO (%)	:	19.45
N° 4	4.760	2.3	0.2	0.2	99.8		- ÍNDICE PLASTICIDAD (%)	:	16.37
N° 6	3.360						- CLACIFICACIÓN SUCS	:	CL
N° 8	2.380						- CLACIFICACIÓN AASHTO	:	A-6 (7)
N° 10	2.000	7.6	0.8	1.0	99.0				
N°16	1.190								
N° 20	0.840	11.2	1.2	2.2	97.8				
N° 30	0.590	20.6	2.1	4.3	95.7				
N° 40	0.426	26.9	2.8	7.1	92.9				
N° 50	0.297						- PESO TOTAL (gr)	:	960.3 100.0 %
N° 80	0.177	160.3	16.7	32.2	67.8		- PESO GRAVA (gr)	:	2.3 0.2 %
N° 100	0.149	30.6	3.2	35.4	64.6		- PESO ARENA (gr)	:	958.0 99.8 %
N° 200	0.074	44.3	4.6	40.0	60.0		- PESO FRACCION (gr)	:	
-200		576.5	60.0						

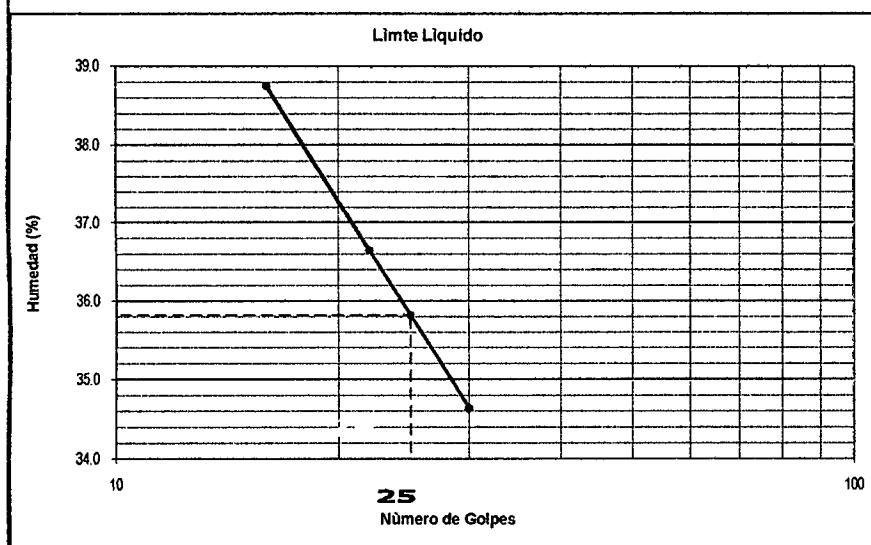
CURVA GRANULOMETRICA



LIMITES DE CONSISTENCIA (NORMA AASHTO T - 90 - ASTM D 4318)

TESIS	:"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN DINÁMICA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO POR CORTE DIRECTO"
UBICACIÓN	: LUGAR CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNC. DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA
CALICATA	: N°2 - M - 1 PROF. (m): 3.00 COORDENADAS UTM: N. 9206946 E. 776906
TESISTA	: BACH. CASTAÑEDA SANTA CRUZ , LUIS ROBERTO
FECHA	: SETIEMBRE DEL 2014

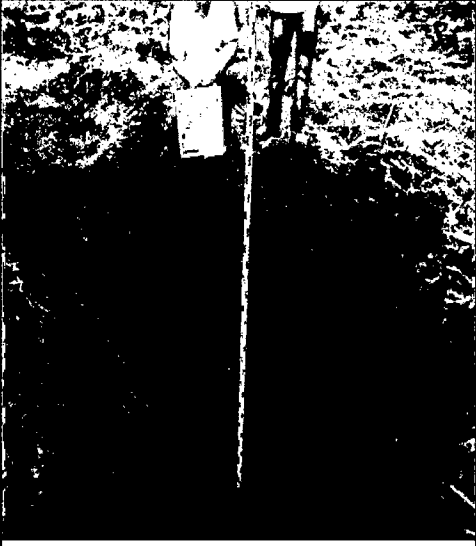
LIMITE LIQUIDO ASTM D-423				
TARA N°	IV	V	VI	
N° DE GOLPES	30	22	16	
TARA+SUELO HUMEDO	30.16	32.79	32.96	
TARA+SUELO SECO	26.18	28.63	27.84	
PESO DEL AGUA	3.98	4.16	5.12	
PESO DE LA TARA	14.69	17.28	14.63	
PESO DEL SUELO SECO	11.49	11.35	13.21	
HUMEDAD (%)	34.64	36.65	38.76	
LIMITE PLASTICO ASTM D-424				
TARA N°	C	D		
TARA+SUELO HUMEDO	20.31	16.68		
TARA+SUELO SECO	19.34	15.73		
PESO DEL AGUA	0.97	0.95		
PESO DE LA TARA	14.36	10.84		
PESO DEL SUELO SECO	4.98	4.89		
HUMEDAD (%)	19.48	19.43		
HUMEDAD PROMEDIO (%)	19.45			



Límites de Consistencia	
Limite Liquido	35.82
Limite Plastico	19.45
Indice Plastico	16.37

REGISTRO DE EXCAVACION: CALICATA DE PLATAFORMA

TESIS	: "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN DINÁMICA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO POR CORTE DIRECTO"
UBICACIÓN	: LUGAR CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNC. DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA
CALICATA	: N° 2 PROF. 3.00

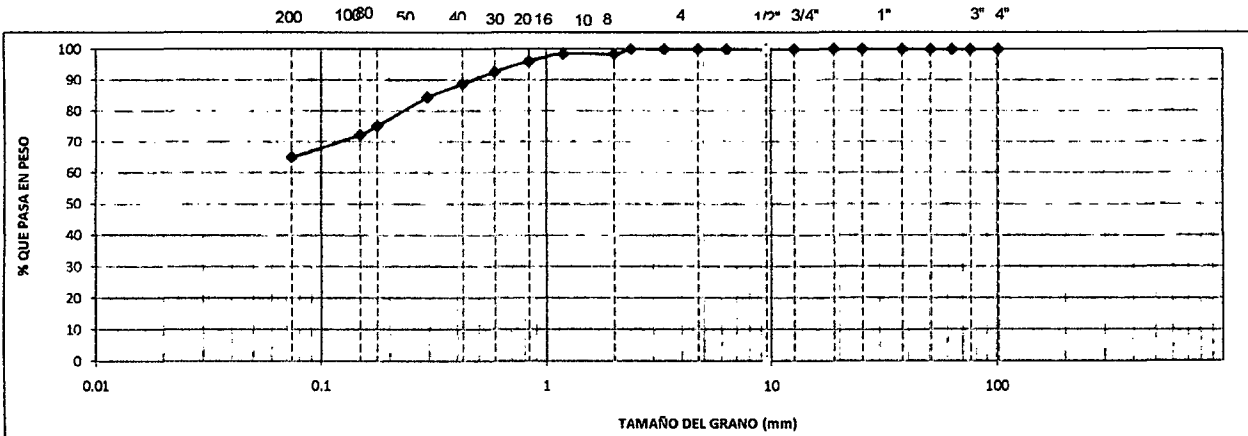
	UBICACIÓN	CALICATA		SIMBOLOGIA	CLASIF.		CONSTANTES FISICAS			% Pasa Malla N° 200							
		PERFORACION AL TIPO CIELO ABIERTO	MUESTRA		DESCRIPCION	AASHTO	SUCS	L.L.	L.P		IP						
	0.20																
PROFUNDIDAD (m)	0.50																
	0.60																
	0.80																
	1.00																
	1.40	M-1									Presenta arcillas inorganicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, magras y limosas de color marrón claro amarillento	A-6(7)	CL	35.82	19.45	16.37	60
	1.80																
	2.00																
	2.50																
	2.80																
	3.00										MUESTRA EXTRAIDA "Calicata - 1"						

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (AASHTO T-27 ASTM D 422)

TESIS	: "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN DINÁMICA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO POR CORTE DIRECTO"		
UBICACIÓN	: LUGAR CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNC. DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA		
CALIGATA	: N° 3 - M - 1	PROFUNDIDAD (m):	3.00
TESISTA	: BACH. CASTAÑEDA SANTA CRUZ, LUIS ROBERTO		
FECHA	: SEPTIEMBRE DEL 2014	COORDENADAS UTM:	N 9206953 E.776916

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM 422						CONTENIDO DE HUMEDAD		
	ABERTURA (mm)	PESO RETERIDO (gr)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUMUL. (%)	PASA (%)	ESPECIFICA- CIONES			
4"	101.6						Numero de la Tara	S/N	
3"	76.200						Peso de la Tara	24.8	
2 1/2"	63.500						Tara + Suelo Humedo	257.1	
2"	50.800						Tara + Suelo Seco	217.2	
1 1/2"	38.100						Peso del agua	39.9	
1"	25.400						Peso del suelo neto	192.4	
3/4"	19.050						% de Humedad	20.74	
1/2"	12.700						RESULTADOS DE ENSAYOS		
3/8"	9.525						- LÍMITE LÍQUIDO (%)	:	37.16
1/4"	6.350						- LÍMITE PLÁSTICO (%)	:	22.31
N° 4	4.760				100.0		- ÍNDICE PLASTICIDAD (%)	:	14.85
N° 6	3.360						- CLACIFICACIÓN SUCS	:	CL
N° 8	2.380						- CLACIFICACIÓN AASHTO	:	A-6 (8)
N° 10	2.000	9.6	1.5	1.5	98.5				
N° 16	1.190								
N° 20	0.840	15.8	2.4	3.9	96.1				
N° 30	0.590	22.4	3.4	7.3	92.7				
N° 40	0.426	25.2	3.9	11.2	88.8				
N° 50	0.297								
N° 80	0.177	60.5	9.3	24.8	75.2		- PESO TOTAL (gr) :	650.6	100.0 %
N° 100	0.149	18.3	2.8	27.6	72.4		- PESO GRAVA (gr) :	0.0	0.0 %
N° 200	0.074	47.3	7.3	34.9	65.1		- PESO ARENA (gr) :	650.6	100.0 %
-200		423.5	65.1				- PESO FRACCION (gr)		

CURVA GRANULOMETRICA

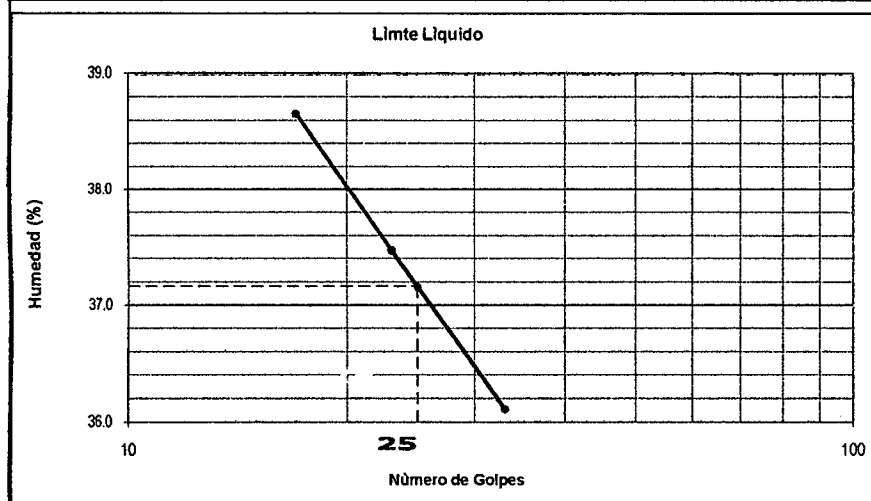


LIMITES DE CONSISTENCIA (NORMA AASHTO T - 90 - ASTM D 4318)

TESIS	:"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN DINÁMICA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO POR CORTE DIRECTO"
UBICACIÓN	: LUGAR CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNC. DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA
CALICATA	: N° 3 - M - 1 PROF. (m) : 3.00 COORDENADAS UTM: N. 9206953 E. 776916
TESISTA	: BACH. CASTAÑEDA SANTA CRUZ , LUIS ROBERTO
FECHA	: SETIEMBRE DEL 2014

LIMITE LIQUIDO ASTM D-423				
TARA N°	VII	VIII	IX	
N° DE GOLPES	33	23	17	
TARA+SUELO HUMEDO	29.87	33.46	30.16	
TARA+SUELO SECO	26.36	29.63	26.31	
PESO DEL AGUA	3.51	3.83	3.85	
PESO DE LA TARA	16.64	19.41	16.35	
PESO DEL SUELO SECO	9.72	10.22	9.96	
HUMEDAD (%)	36.11	37.48	38.65	

LIMITE PLASTICO ASTM D-424				
TARA N°	E	F		
TARA+SUELO HUMEDO	18.24	18.14		
TARA+SUELO SECO	17.54	17.45		
PESO DEL AGUA	0.70	0.69		
PESO DE LA TARA	14.40	14.36		
PESO DEL SUELO SECO	3.14	3.09		
HUMEDAD (%)	22.29	22.33		
HUMEDAD PROMEDIO (%)	22.31			



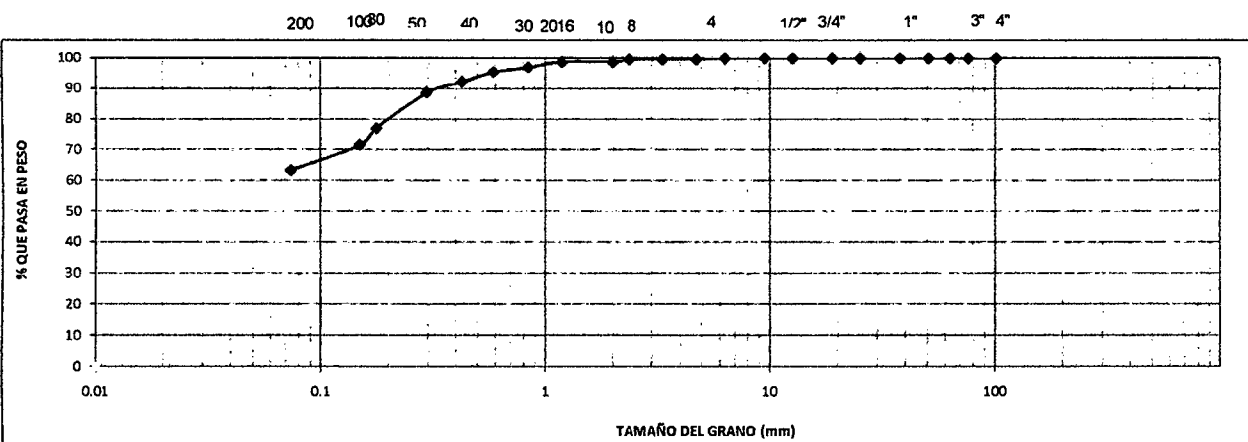
Límites de Consistencia	
Limite Liquido	37.16
Limite Plastico	22.31
Indice Plastico	14.85

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (AASHTO T-27 ASTM D 422)

TESIS	: "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN DINÁMICA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO POR CORTE DIRECTO"		
UBICACIÓN	: LUGAR CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNC. DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA		
CALICATA	: N° 4- M - 1	PROFUNDIDAD (m):	3.00
TESISTA	: BACH. CASTAÑEDA SANTA CRUZ , LUIS ROBERTO		
FECHA	: SEPTIEMBRE DEL 2014	COORDENADAS UTM:	N 9206925 E.776447

MALLAS SERIE AMERICA NA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM 422						CONTENIDO DE HUMEDAD		
	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUMUL. (%)	PASA (%)	ESPECIFICA- CIONES			
4"	101.6						Numero de la Tara	S/N	
3"	76.200						Peso de la Tara	81.6	
2 1/2"	63.500						Tara + Suelo Humedo	362.8	
2"	50.800						Tara + Suelo Seco	320.4	
1 1/2"	38.100						Peso del agua	42.4	
1"	25.400						Peso del suelo neto	238.8	
3/4"	19.050						% de Humedad	17.76	
1/2"	12.700						RESULTADOS DE ENSAYOS		
3/8"	9.525				100.0		- LÍMITE LÍQUIDO (%)	:	38.92
1/4"	6.350						- LÍMITE PLÁSTICO (%)	:	22.19
N° 4	4.760	4.5	0.5	0.5	99.5		- ÍNDICE PLASTICIDAD (%)	:	16.73
N° 6	3.360						- CLACIFICACIÓN SUCS	:	CL
N° 8	2.380						- CLACIFICACIÓN AASHTO	:	A-6 (9)
N° 10	2.000	6.9	0.7	1.2	98.8				
N° 16	1.190								
N° 20	0.840	16.8	1.8	3.0	97.0				
N° 30	0.590	14.9	1.6	4.6	95.4				
N° 40	0.426	30.6	3.3	7.9	92.1				
N° 50	0.297								
N° 80	0.177	108.1	11.6	23.0	77.0		- PESO TOTAL (gr)	:	928.4 100.0 %
N° 100	0.149	50.6	5.5	28.5	71.5		- PESO GRAVA (gr)	:	4.5 0.5 %
N° 200	0.074	75.9	8.2	36.7	63.3		- PESO ARENA (gr)	:	923.9 99.5 %
-200		588.1	63.3				- PESO FRACCION (gr)		

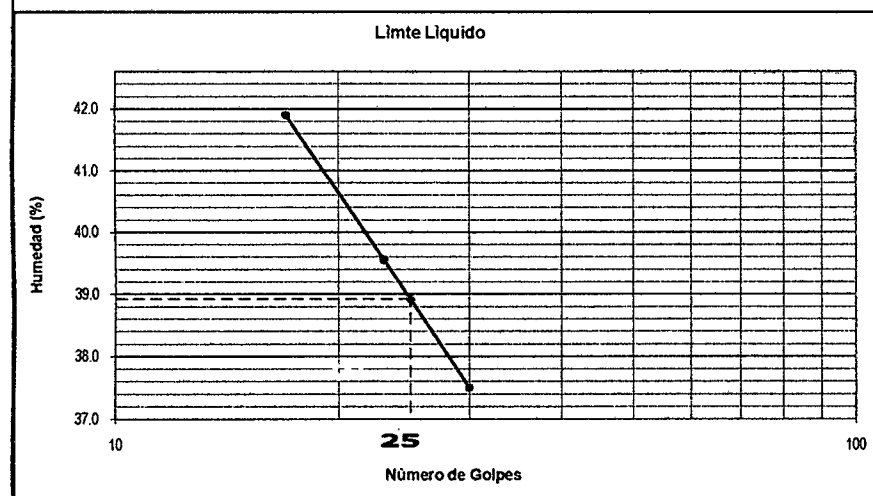
CURVA GRANULOMETRICA



LIMITES DE CONSISTENCIA (NORMA AASHTO T - 90 - ASTM D 4318)

TESIS	:"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN DINÁMICA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO POR CORTE DIRECTO"
UBICACIÓN	: LUGAR CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNC. DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA
CALICATA	: N°4 - M - 1 PROF. (m) : 3.00 COORDENADAS UTM: N. 9206925 E. 776447
TESISTA	: BACH. CASTAÑEDA SANTA CRUZ , LUIS ROBERTO
FECHA	: SETIEMBRE DEL 2014

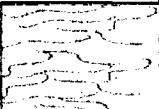

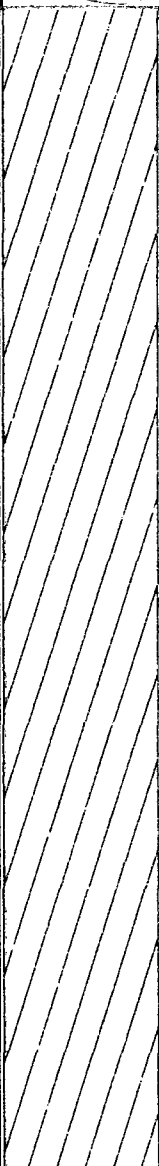
LIMITE LIQUIDO ASTM D-423				
TARA N°	X	XI	XII	
N° DE GOLPES	30	23	17	
TARA+SUELO HUMEDO	29.15	30.99	29.33	
TARA+SUELO SECO	25.69	26.84	25.24	
PESO DEL AGUA	3.46	4.15	4.09	
PESO DE LA TARA	16.47	16.35	15.48	
PESO DEL SUELO SECO	9.23	10.49	9.76	
HUMEDAD (%)	37.51	39.56	41.91	
LIMITE PLASTICO ASTM D-424				
TARA N°	G	H		
TARA+SUELO HUMEDO	23.49	20.74		
TARA+SUELO SECO	22.46	19.58		
PESO DEL AGUA	1.03	1.16		
PESO DE LA TARA	17.81	14.36		
PESO DEL SUELO SECO	4.65	5.22		
HUMEDAD (%)	22.15	22.22		
HUMEDAD PROMEDIO (%)	22.19			



Límites de Consistencia	
Limite Liquido	38.92
Limite Plastico	22.19
Indice Plastico	16.73

REGISTRO DE EXCAVACION: CALICATA DE PLATAFORMA

TESIS	: "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN DINÁMICA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO POR CORTE DIRECTO"		
UBICACIÓN	: LUGAR CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNC. DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA		
CALICATA	: N° 4	PROF. 3.00	

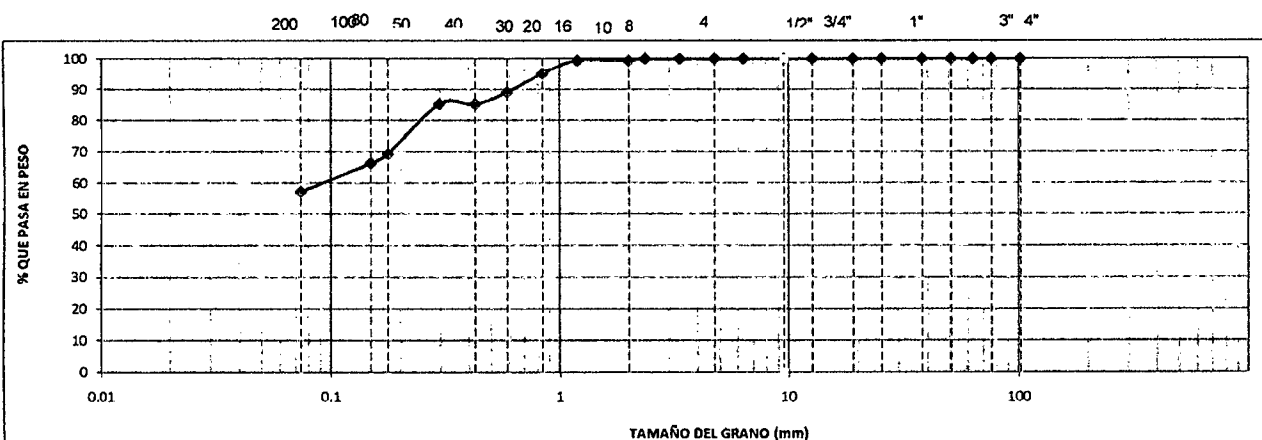
	UBICACIÓN	CALICATA		SIMBOLOGIA	CLASIF.		CONSTANTES FISICAS			% Pasa Malla N° 200		
		PERFORACION AL TIPO CIELO ABIERTO	MUESTRA		DESCRIPCION	AASHTO	SUCS	L.L.	L.P		IP	
		0.20		Presenta material organico cubierta por raices y algunas plantas								
PROFUNDIDAD (m)		0.50										
		0.60										
		0.80										
		1.00										
		1.40	M-1									Presenta arcillas inorganicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, magras y limosas de color marrón claro
		1.80										
		2.00										
		2.50										
		2.80										
		3.00										MUESTRA EXTRAIDA "Calicata - 1"
				A-6(9)	CL	38.92	22.19	16.73	63.3			

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (AASHTO T-27 ASTM D 422)

TESIS	: "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN DINÁMICA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO POR CORTE DIRECTO"		
UBICACIÓN	: LUGAR CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNC. DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA		
CALICATA	: N° 5 - M - 1	PROFUNDIDAD (m):	3.00
TESISTA	: BACH. CASTAÑEDA SANTA CRUZ, LUIS ROBERTO		
FECHA	: SEPTIEMBRE DEL 2014	COORDENADAS UTM:	N 9206922 E.776427

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM 422						CONTENIDO DE HUMEDAD		
	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUMUL. (%)	PASA (%)	ESPECIFICACIONES			
4"	101.6						Numero de la Tara	S/N	
3"	76.200						Peso de la Tara	26.8	
2 1/2"	63.500						Tara + Suelo Humedo	399.8	
2"	50.800						Tara + Suelo Seco	341.8	
1 1/2"	38.100						Peso del agua	58.0	
1"	25.400						Peso del suelo neto	315.0	
3/4"	19.050						% de Humedad	18.41	
1/2"	12.700						RESULTADOS DE ENSAYOS		
3/8"	9.525				100.0				
1/4"	6.350						- LÍMITE LÍQUIDO (%)	:	45.33
N° 4	4.760	9.0	0.9	0.9	99.1		- LÍMITE PLÁSTICO (%)	:	25.42
N° 6	3.360						- ÍNDICE PLASTICIDAD (%)	:	19.91
N° 8	2.380						- CLACIFICACIÓN SUCS	:	CL
N° 10	2.000	22.6	2.3	3.2	96.8		- CLACIFICACIÓN AASHTO	:	A-7-6 (12)
N° 16	1.190								
N° 20	0.840	31.2	3.1	6.3	93.7				
N° 30	0.590	43.2	4.3	10.7	89.3				
N° 40	0.426	27.3	2.7	13.4	86.6				
N° 50	0.297								
N° 80	0.177	115.9	11.6	25.0	75.0		- PESO TOTAL (gr)	:	995.2 100.0 %
N° 100	0.149	21.3	2.1	27.2	72.8		- PESO GRAVA (gr)	:	9.0 0.9 %
N° 200	0.074	66.9	6.7	33.9	66.1		- PESO ARENA (gr)	:	986.2 99.1 %
-200		657.8	66.1				- PESO FRACCION (gr)	:	

CURVA GRANULOMETRICA

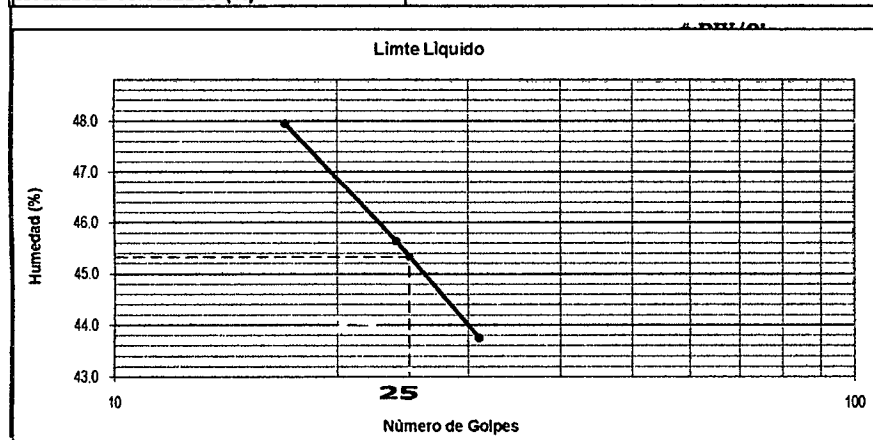


LIMITES DE CONSISTENCIA (NORMA AASHTO T - 90 - ASTM D 4318)

TESIS	:"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN DINÁMICA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO POR CORTE DIRECTO"
UBICACIÓN	: LUGAR CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNC. DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA
CALICATA	: N°5 - M - 1 PROF. (m) : 3.00 COORDENADAS UTM: N. 9206922 E. 776427
TESISTA	: BACH. CASTAÑEDA SANTA CRUZ , LUIS ROBERTO
FECHA	: SETIEMBRE DEL 2014

LIMITE LIQUIDO ASTM D-423				
TARA N°	XIII	XIV	XV	
N° DE GOLPES	31	24	17	
TARA+SUELO HUMEDO	31.92	31.98	33.68	
TARA+SUELO SECO	27.19	27.11	28.16	
PESO DEL AGUA	4.73	4.87	5.52	
PESO DE LA TARA	16.38	16.44	16.65	
PESO DEL SUELO SECO	10.81	10.67	11.51	
HUMEDAD (%)	43.76	45.64	47.96	


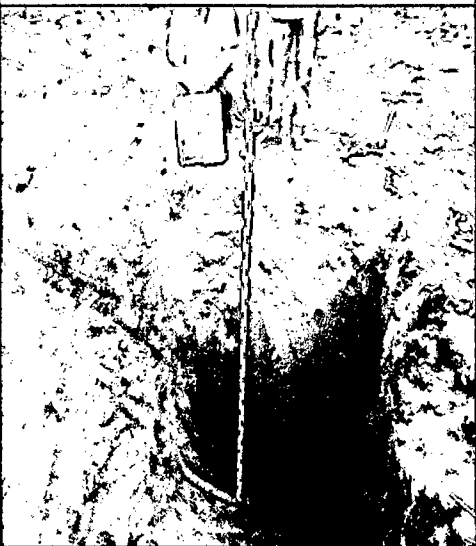
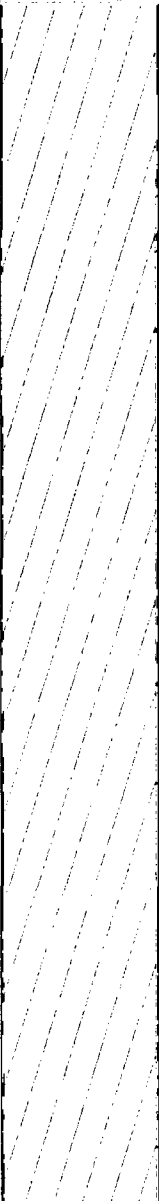
LIMITE PLASTICO ASTM D-424				
TARA N°				
TARA+SUELO HUMEDO	23.22	21.05		
TARA+SUELO SECO	22.13	19.78		
PESO DEL AGUA	1.09	1.27		
PESO DE LA TARA	17.81	14.82		
PESO DEL SUELO SECO	4.32	4.96		
HUMEDAD (%)	25.23	25.60		
HUMEDAD PROMEDIO (%)	25.42			



Límites de Consistencia	
Limite Líquido	45.33
Limite Plástico	25.42
Índice Plástico	19.91

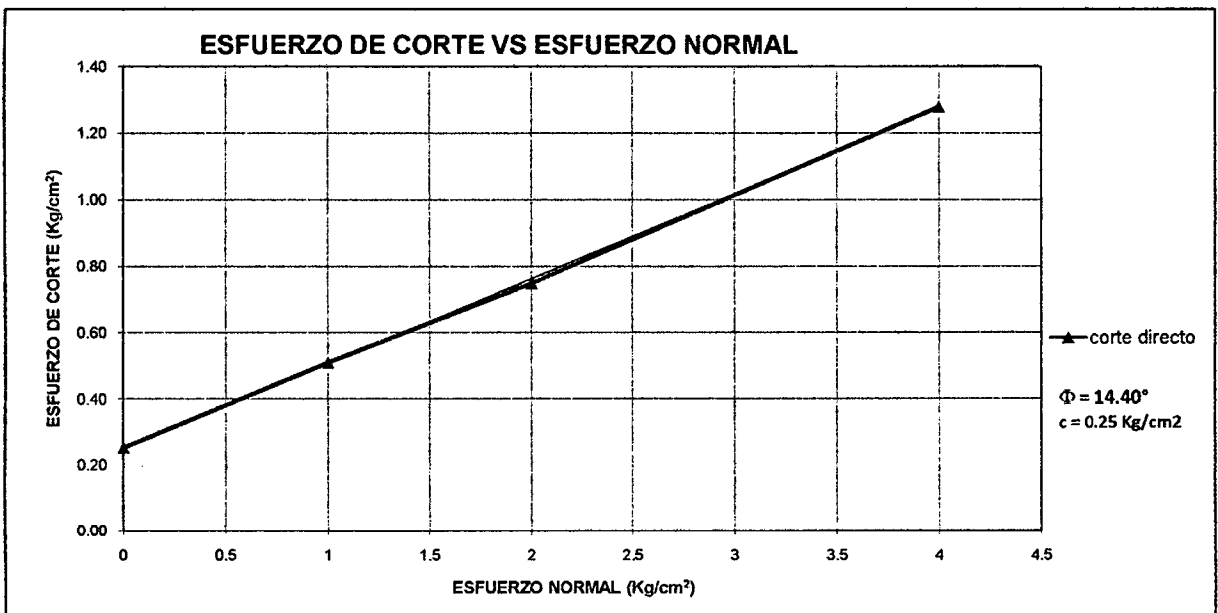
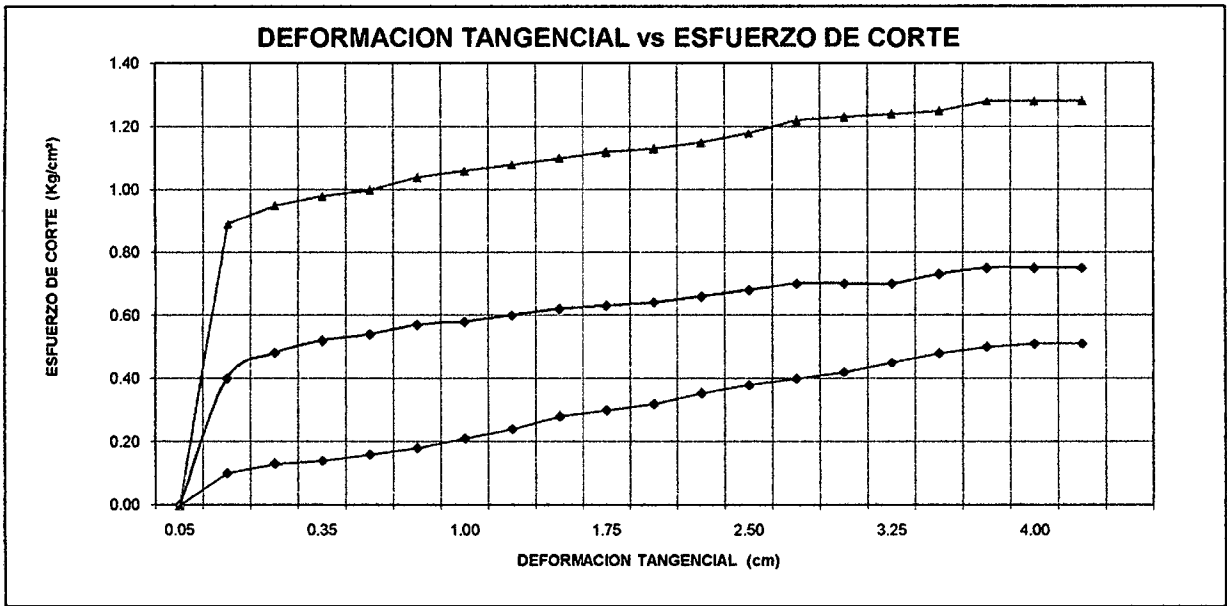
REGISTRO DE EXCAVACION: CALICATA DE PLATAFORMA

TESIS	: "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN DINÁMICA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO POR CORTE DIRECTO"		
UBICACIÓN	: LUGAR CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNC. DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA		
CALICATA	: N° 5	: PROF. 3.00	

	UBICACIÓN	CALICATA		SIMBOLOGIA	CLASIF.		CONSTANTES FISICAS			% Pasa Malla N° 200								
		PERFORACION AL TIPO CIELO ABIERTO	MUESTRA		DESCRIPCION	AASHTO	SUCS	L.L.	L.P		IP							
		0.20		Presenta material organico cubierta por raices y algunas plantas														
PROFUNDIDAD (m)		0.50																
		0.60																
		0.80																
		1.00																
		1.40	M-1									Presenta arcillas inorganicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, magras y limosas de color marrón claro	A-7-6(12)	CL	45.33	25.42	19.91	66.1
		1.80																
		2.00																
		2.50																
		2.80																
		3.00										MUESTRA EXTRAIDA "Calicata - 1"						

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

TESIS	:"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN DINÁMICA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO POR CORTE DIRECTO"					
UBICACIÓN	: LUGAR CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNC. DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA					
CALICATA	: N°1 - PROFUNDIDAD (m) : 2.50					
TIPO DE MUESTRA	: REMOLDEADA			COORDENADAS UTM: N 9206936 E.776893		
FECHA	: SEPTIEMBRE DEL 2014					
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA						
Lado o diámetro (cm)	6.2	Humedad (%)			16.3	
Altura (cm)	2.16	Densidad seca (gr/cm3)			1.67	
Area (cm2)	38.44					
Volumen (cm3)	83.03					
APLICACIONES DE CARGA						
Velocidad de carga de la maquina (mm/min)	0.25					
Carga normal (KG)	5					
Esp. de muestra	I	II			III	
Peso de la Semi Caja Superior (Kg)	4	8			16	
Esfuerzo Normal (σ) (Kg/cm2)	1.00	2.00			4.00	
Esf. de corte máximo (σ) (Kg/cm2)	0.51	0.75			1.28	
ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (ϕ) = 14.40						
COHESIÓN (Kg/cm2) = 0.25						
Deformación %	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.10	0.18	0.40	0.20	0.89	0.22
0.10	0.13	0.18	0.48	0.24	0.95	0.24
0.20	0.14	0.21	0.52	0.26	0.98	0.25
0.35	0.16	0.25	0.54	0.27	1.00	0.25
0.50	0.18	0.26	0.57	0.29	1.04	0.26
0.75	0.21	0.31	0.58	0.29	1.06	0.27
1.00	0.24	0.35	0.60	0.30	1.08	0.27
1.25	0.28	0.34	0.62	0.31	1.10	0.28
1.50	0.30	0.37	0.63	0.32	1.12	0.28
1.75	0.32	0.39	0.64	0.32	1.13	0.28
2.00	0.35	0.39	0.66	0.33	1.15	0.29
2.25	0.38	0.40	0.68	0.34	1.18	0.30
2.50	0.40	0.40	0.70	0.35	1.22	0.31
2.75	0.42	0.42	0.70	0.35	1.23	0.31
3.00	0.45	0.45	0.70	0.35	1.24	0.31
3.25	0.48	0.48	0.73	0.37	1.25	0.31
3.50	0.50	0.44	0.75	0.38	1.28	0.32
3.75	0.51	0.44	0.75	0.38	1.28	0.32
4.00	0.51	0.53	0.75	0.38	1.28	0.33



CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

PROYECTO.	: "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN DINÁMICA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO POR CORTE DIRECTO"		
CALICATA	: N°1 - M - 1	PROF.2.50m.	
TESISTA	: BACH. CASTAÑEDA SANTA CRUZ , LUIS ROBERTO		
FECHA	: NOVIEMBRE DEL 2014		

DATOS DE LA MUESTRA				
Ángulo rozamiento interno ϕ :	14.40	$^{\circ}$	14	$^{\circ}$
Peso específico suelo, γ :	1.67	gr/cm ³	0.0017	kg/cm ³
Profundidad cimentación, D:	3.00	m	300	cm
Tensión vertical, q:			0.50	kg/cm ³
Cohesión, c:	0.25	kg/cm ²	0.25	kg/cm ²
Factor de seguridad, F:	3		3	
Ancho cimentación, B:	3.00	m	300	cm
Peso de la estructura:	65.00	Tn	65000	Kg
Módulo de poisson (μ)	AD	0.30	unidimensional	
Módulo de elasticidad (Es)	AD1	7500.00	Tn/m ²	
Forma de Zapata	Rect. L/B=2			
Valores del Factor de forma IF (cm/m)	CENTRO	ESQUINA	MEDIO	
	153	77	120	

Para ϕ igual a 0 =>	Ángulo de rozamiento interno (ϕ)=	0	Radianes
	$N_q = (1 + \text{sen}\phi) / (1 - \text{sen}\phi) \cdot e^{\pi \text{tg}\phi} =$	1.00	
	$N_c = (N_q - 1) \cdot \text{cotag}\phi =$	5.14	
	$N_\gamma = 2 * (N_q - 1) \cdot \text{tag}\phi =$	0.00	

Para ϕ distinto de 0 =>	Ángulo de rozamiento interno (ϕ)=	0.25	Radianes
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	$N_q = (1 + \text{sen}\phi) / (1 - \text{sen}\phi) \cdot e^{\pi \text{tg}\phi} =$	3.72	2.48
	$N_c = (N_q - 1) \cdot \text{cotag}\phi =$	10.61	7.07
	$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) \cdot \text{tag}\phi =$	2.43	1.62

FORMULA GENERAL DE TERZAGHI

CIMENTACIÓN CONTINUA	$q_h = (\frac{2}{3} \cdot c \cdot N_c + q \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$	SUELOS POR FALLA LOCAL POR CORTE REF. BRAJA M. DAS PAG.139 FUNDAMENTOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES
CIMENTACIÓN CUADRADA	$q_h = (0.867c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$	
CIMENTACIÓN CIRCULAR	$q_h = (0.867c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.3 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$	

Capacidad Admisible cimentación continua qadm=	$(\frac{q_h}{F})$	1.41	kg/cm ²
Capacidad Admisible cimentación cuadrada qadm=	$(\frac{q_h}{F})$	1.55	kg/cm ³
Capacidad Admisible cimentación circular qadm=	$(\frac{q_h}{F})$	1.51	kg/cm ⁴

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

$$S_i = \frac{qB(1-\mu^2)}{E_s} I_f$$

	Centro	Esquina	Medio
<i>S_i</i> =	0.36 cm	0.18 cm	0.28 cm

<i>S_i</i> =	0.36 cm
------------------------	---------

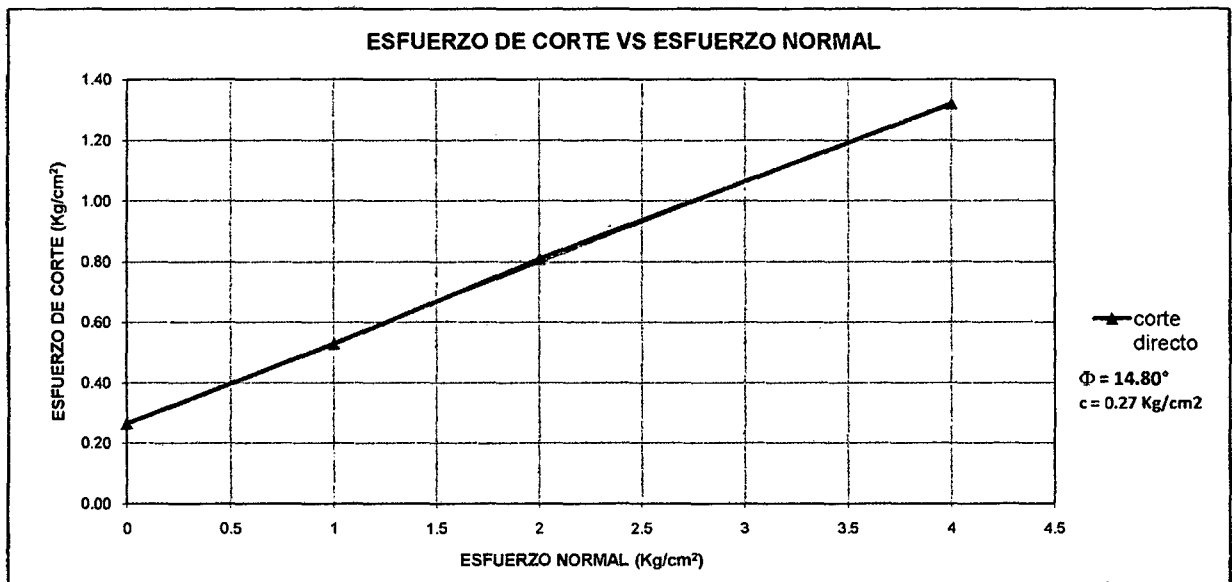
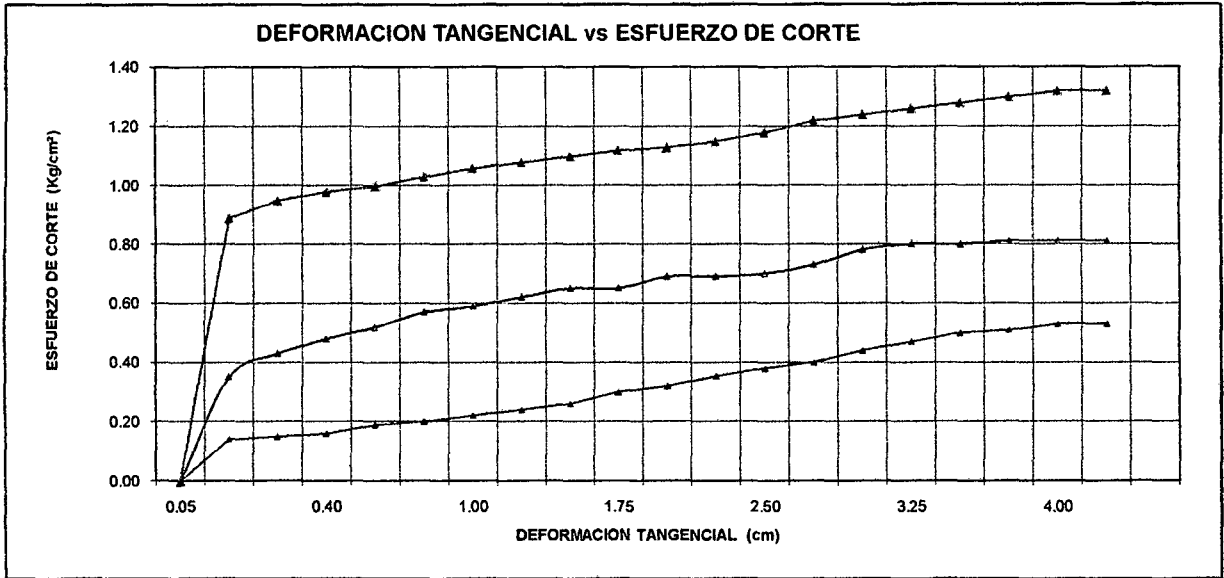
COEFICIENTE DE BALASTRO

$$K = 1.2 \frac{(E_s)}{(1-\mu^2)} 0.07$$

	<i>K</i>
<i>S_i</i> =	69.23 kg/cm ³

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

TESIS	:"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN DINÁMICA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO POR CORTE DIRECTO"					
UBICACIÓN	: LUGAR CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNC. DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA					
CALICATA	: N°2 - PROFUNDIDAD (m) : 2.50					
TIPO DE MUESTRA	: REMOLDEADA			COORDENADAS UTM: N 9206946 E.776906		
FECHA	: SEPTIEMBRE DEL 2014					
CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA						
Lado o diámetro (cm)	6.2	Humedad (%)			16.95	
Altura (cm)	2.16	Densidad seca (gr/cm3)			1.69	
Area (cm2)	38.44					
Volumen (cm3)	83.03					
APLICACIONES DE CARGA						
Velocidad de carga de la maquina (mm/mín)	0.25					
Carga normal (KG)	5					
Esp. de muestra	I	II	III			
Peso de la Semi Caja Superior (Kg)	4	8	16			
Esfuerzo Normal (σ) (Kg/cm2)	1.00	2.00	4.00			
Esf. de corte máximo (σ) (Kg/cm2)	0.53	0.81	1.32			
ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (ϕ) =	14.80					
COHESION (Kg/cm2)	0.27					
Deformacion %	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.14	0.18	0.35	0.18	0.89	0.22
0.10	0.15	0.18	0.43	0.22	0.95	0.24
0.20	0.16	0.21	0.48	0.24	0.98	0.25
0.40	0.19	0.25	0.52	0.26	1.00	0.25
0.50	0.20	0.26	0.57	0.29	1.03	0.26
0.75	0.22	0.31	0.59	0.30	1.06	0.27
1.00	0.24	0.35	0.62	0.31	1.08	0.27
1.25	0.26	0.34	0.65	0.33	1.10	0.28
1.50	0.30	0.37	0.65	0.33	1.12	0.28
1.75	0.32	0.39	0.69	0.35	1.13	0.28
2.00	0.35	0.39	0.69	0.35	1.15	0.29
2.25	0.38	0.40	0.70	0.35	1.18	0.30
2.50	0.40	0.40	0.73	0.37	1.22	0.31
2.75	0.44	0.44	0.78	0.39	1.24	0.31
3.00	0.47	0.44	0.80	0.40	1.26	0.32
3.25	0.50	0.45	0.80	0.40	1.28	0.32
3.50	0.51	0.46	0.81	0.41	1.30	0.33
3.75	0.53	0.48	0.81	0.41	1.32	0.33
4.00	0.53	0.51	0.81	0.41	1.32	0.34



CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

PROYECTO.	: "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN DINÁMICA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO POR CORTE DIRECTO"		
GALICATA	: N°2 - M - 1	: PROF.2.50m.	
TESISTA	: BACH. CASTAÑEDA SANTA CRUZ , LUIS ROBERTO		
FECHA	: NOVIEMBRE DEL 2014		

DATOS DE LA MUESTRA				
Ángulo rozamiento interno Ø:	14.80	°	15	°
Peso específico suelo, γ:	1.69	gr/cm ³	0.0017	kg/cm ³
Profundidad cimentación, D:	3.00	m	300	cm
Tensión vertical, q:			0.51	kg/cm ³
Cohesión, c:	0.27	kg/cm ²	0.27	kg/cm ²
Factor de seguridad, F:	3		3	
Ancho cimentación, B:	3.00	m	300	cm
Peso de la estructura:	65.00	Tn	65000	Kg
Módulo de poisson (μ)	AA	0.25	unidimensional	
Módulo de elasticidad (Es)	AD1	7500.00	Tn/m ²	
Forma de Zapata	Rect. L/B=2			
Valores del Factor de forma IF (cm/m)	CENTRO	ESQUINA	MEDIO	
	153	77	120	

Para φ igual a 0 =>	Ángulo de rozamiento interno (φ)=	0	Radianes
	$Nq=(1+\text{sen}\phi)/(1-\text{sen}\phi) \cdot e^{\text{tag}\phi} =$	1.00	
	$Nc=(Nq-1)\text{cotag}\phi =$	5.14	
	$N\gamma=2*(Nq-1) \cdot \text{tag}\phi =$	0.00	

Para φ distinto de 0 =>	Ángulo de rozamiento interno (φ)=	0.26	Radianes
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	$Nq=(1+\text{sen}\phi)/(1-\text{sen}\phi) \cdot e^{\text{tag}\phi} =$	3.87	2.58
	$Nc=(Nq-1)\text{cotag}\phi =$	10.85	7.23
	$N\gamma=2*(Nq+1) \cdot \text{tag}\phi =$	2.57	1.71

FORMULA GENERAL DE TERZAGHI

CIMENTACIÓN CONTINUA	$q_h = \left(\frac{2}{3}c \cdot N_c + q \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma\right)$	SUELOS POR FALLA LOCAL POR CORTE REF. BRAJA M. DAS PAG.139 FUNDAMENTOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES
CIMENTACIÓN CUADRADA	$q_h = (0.867c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$	
CIMENTACIÓN CIRCULAR	$q_h = (0.867c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.3 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$	

Capacidad Admisible cimentación continua qadm=	($\frac{qh}{F}$)	1.52	kg/cm ²
Capacidad Admisible cimentación cuadrada qadm=	($\frac{qh}{F}$)	1.67	kg/cm ³
Capacidad Admisible cimentación circular qadm=	($\frac{qh}{F}$)	1.63	kg/cm ⁴

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

$$S_i = \frac{qB(1-\mu^2)}{E_s} I_f$$

	Centro	Esquina	Medio
<i>S_i</i> =	0.37 cm	0.19 cm	0.29 cm

<i>S_i</i> =	0.37 cm
------------------------	---------

COEFICIENTE DE BALASTRO

$$K = 1.2 \frac{(E_s)}{(1-\mu^2)} 0.07$$

	<i>K</i>
<i>S_i</i> =	67.20 kg/cm ³

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D 3080

TESIS	:"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN DINÁMICA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO POR CORTE DIRECTO"		
UBICACIÓN	: LUGAR CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNC. DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA		
CALICATA	: N°3 - PROFUNDIDAD (m) : 2.50		
TIPO DE MUESTRA	: REMOLDEADA	COORDENADAS UTM: N 9206953 E.776916	
FECHA	: SEPTIEMBRE DEL 2014		

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

Lado o diámetro (cm)	6.2	Humedad (%)	19.63
Altura (cm)	2.2	Densidad seca (gr/cm ³)	1.69
Area (cm ²)	38.44		
Volumen (cm ³)	84.57		

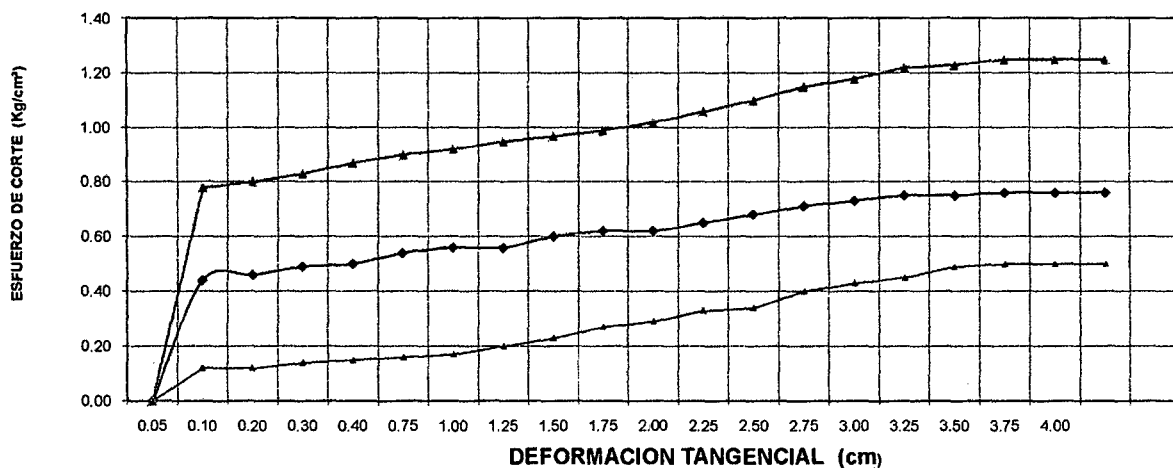
APLICACIONES DE CARGA

Velocidad de carga de la maquina (mm/min)	0.25		
Carga normal (KG)	5		
Esp. de muestra	I	II	III
Peso de la Semi Caja Superior (Kg)	4	8	16
Esfuerzo Normal (σ) (Kg/cm ²)	1.00	2.00	4.00
Esf. de corte máximo (σ) (Kg/cm ²)	0.50	0.76	1.25

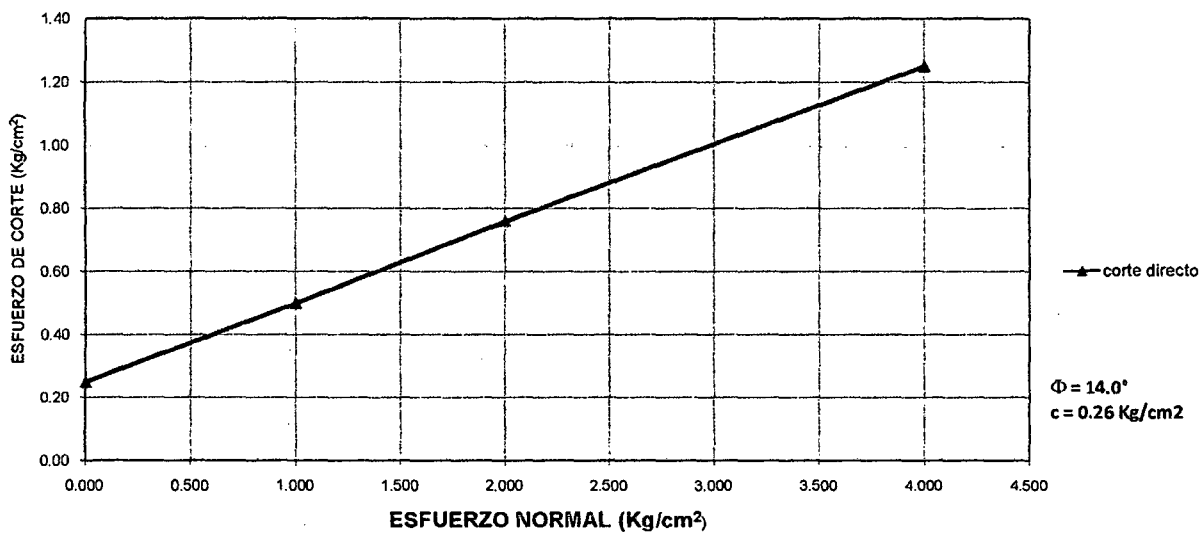
ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (ϕ) =	14.00
COHESION (Kg/cm ²)	0.26

Deformacion %	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.12	0.06	0.44	0.22	0.78	0.20
0.10	0.12	0.06	0.46	0.23	0.80	0.20
0.20	0.14	0.07	0.49	0.25	0.83	0.21
0.30	0.15	0.08	0.50	0.25	0.87	0.22
0.40	0.16	0.08	0.54	0.27	0.90	0.23
0.75	0.17	0.09	0.56	0.28	0.92	0.23
1.00	0.20	0.10	0.56	0.28	0.95	0.24
1.25	0.23	0.12	0.60	0.30	0.97	0.24
1.50	0.27	0.14	0.62	0.31	0.99	0.25
1.75	0.29	0.15	0.62	0.31	1.02	0.26
2.00	0.33	0.17	0.65	0.33	1.06	0.27
2.25	0.34	0.17	0.68	0.34	1.10	0.28
2.50	0.40	0.20	0.71	0.36	1.15	0.29
2.75	0.43	0.22	0.73	0.37	1.18	0.30
3.00	0.45	0.23	0.75	0.38	1.22	0.31
3.25	0.49	0.25	0.75	0.38	1.23	0.31
3.50	0.50	0.25	0.76	0.38	1.25	0.31
3.75	0.50	0.25	0.76	0.38	1.25	0.31
4.00	0.50	0.25	0.76	0.38	1.25	0.31

DEFORMACION TANGENCIAL vs ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO DE CORTE VS ESFUERZO NORMAL



CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

PROYECTO.	:"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN DINÁMICA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO POR CORTE DIRECTO"		
CALICATA	: N°3 - M - 1	: PROF.2.50m.	
TESISTA	: BACH. CASTAÑEDA SANTA CRUZ , LUIS ROBERTO		
FECHA	: NOVIEMBRE DEL 2014		

DATOS DE LA MUESTRA				
Ángulo rozamiento interno Ø:	14.00	°	14	°
Peso específico suelo, γ:	1.69	gr/cm ³	0.0017	kg/cm ³
Profundidad cimentación, D:	3.00	m	300	cm
Tensión vertical, q:			0.51	kg/cm ³
Cohesión, c:	0.26	kg/cm ²	0.26	kg/cm ²
Factor de seguridad, F:	3		3	
Ancho cimentación, B:	3.00	m	300	cm
Peso de la estructura:	65.00	Tn	65000	Kg
Módulo de poisson (μ)	AA	0.25	unidimensional	
Módulo de elasticidad (Es)	AD1	7500.00	Tn/m ²	
Forma de Zapata	Rect. L/B=2			
Valores del Factor de forma IF (cm/m)	CENTRO	ESQUINA	MEDIO	
	153	77	120	

Para φ igual a 0 =>	Ángulo de rozamiento interno (φ)=	0	Radianes
	$N_q = (1 + \text{sen}\phi) / (1 - \text{sen}\phi) \cdot e^{\text{ntag}\phi} =$	1.00	
	$N_c = (N_q - 1) \cotag\phi =$	5.14	
	$N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \text{tag}\phi =$	0.00	

Para φ distinto de 0 =>	Ángulo de rozamiento interno (φ)=	0.24	Radianes
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	$N_q = (1 + \text{sen}\phi) / (1 - \text{sen}\phi) \cdot e^{\text{ntag}\phi} =$	3.59	2.39
	$N_c = (N_q - 1) \cotag\phi =$	10.37	6.91
	$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \text{tag}\phi =$	2.29	1.52

FORMULA GENERAL DE TERZAGHI

CIMENTACIÓN CONTINUA	$q_h = \left(\frac{2}{3} c \cdot N_c + q \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \right)$	SUELOS POR FALLA LOCAL POR CORTE REF. BRAJA M. DAS PAG.139 FUNDAMENTOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES
CIMENTACIÓN CUADRADA	$q_h = (0.867c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$	
CIMENTACIÓN CIRCULAR	$q_h = (0.867c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.3 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$	

Capacidad Admisible cimentación continua qadm=	$\left(\frac{q_h}{F} \right)$	1.40	kg/cm ²
Capacidad Admisible cimentación cuadrada qadm=	$\left(\frac{q_h}{F} \right)$	1.54	kg/cm ³
Capacidad Admisible cimentación circular qadm=	$\left(\frac{q_h}{F} \right)$	1.50	kg/cm ⁴

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

$$S_i = \frac{qB(1-\mu^2)}{E_s} I_f$$

	Centro	Esquina	Medio
<i>S_i</i> =	0.37 cm	0.19 cm	0.29 cm

<i>S_i</i> =	0.37 cm
------------------------	---------

COEFICIENTE DE BALASTRO

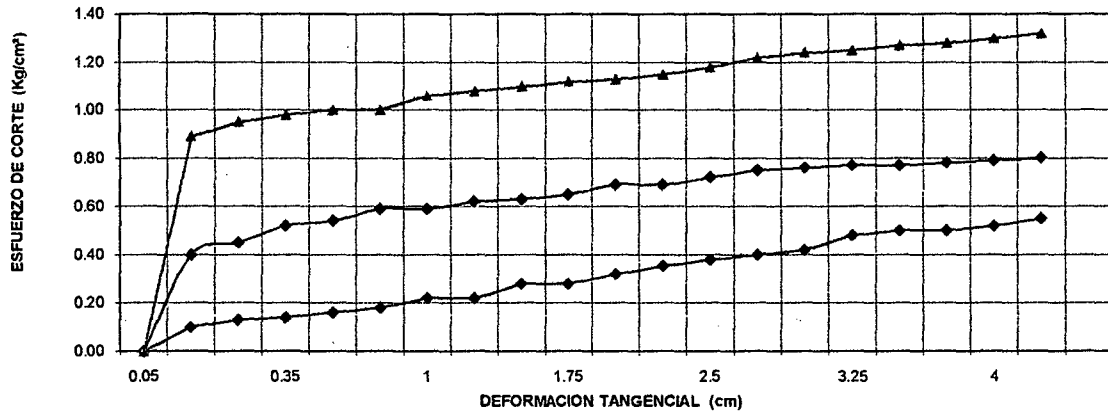
$$K = 1.2 \frac{(E_s)}{(1-\mu^2)} 0.07$$

	<i>K</i>
<i>S_i</i> =	67.20 kg/cm ³

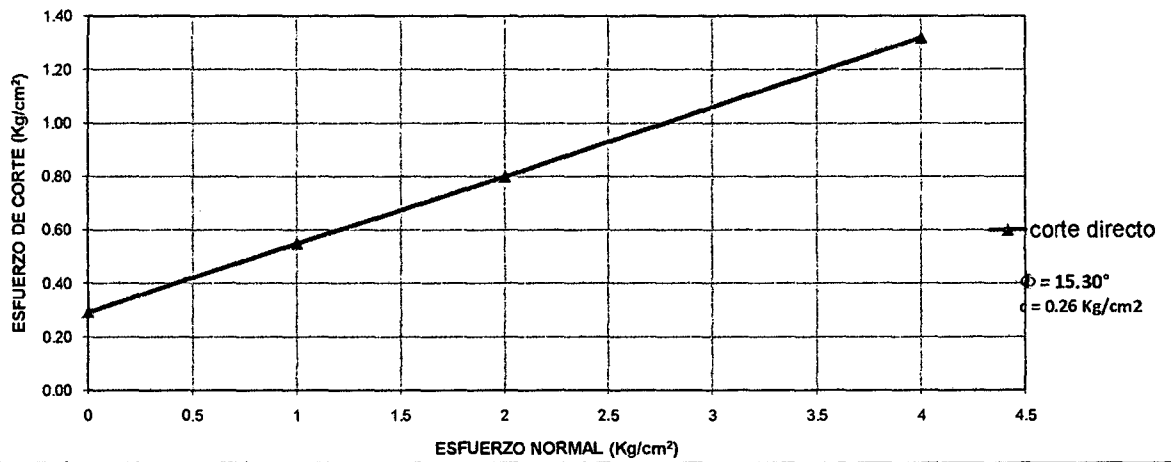
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

TESIS	:"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN DINÁMICA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO POR CORTE DIRECTO"					
UBICACIÓN	: LUGAR CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNC. DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA					
CALICATA	: N°4 - PROFUNDIDAD (m) : 2.50					
TIPO DE MUESTRA	: REMOLDEADA			COORDENADAS UTM: N 9206925 E.776447		
FECHA	: SEPTIEMBRE DEL 2014					
CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA						
Lado o diámetro (cm)	6.2	Humedad (%)			17.21	
Altura (cm)	2.16	Densidad seca (gr/cm3)			1.68	
Area (cm2)	38.44					
Volumen (cm3)	83.03					
APLICACIONES DE CARGA						
Velocidad de carga de la maquina (mm/min)	0.25					
Carga normal (KG)	5					
Esp. de muestra	I	II			III	
Peso de la Semi Caja Superior (Kg)	4	8			16	
Esfuerzo Normal (σ) (Kg/cm2)	1.00	2.00			4.00	
Esf. de corte máximo (σ) (Kg/cm2)	0.52	0.82			1.34	
ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (ϕ) =	15.30					
COHESION (Kg/cm2)	0.26					
Tabla de Resultados						
Deformacion %	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.10	0.16	0.36	0.18	0.88	0.22
0.10	0.11	0.17	0.45	0.23	0.95	0.24
0.20	0.14	0.21	0.52	0.26	0.98	0.25
0.35	0.15	0.26	0.54	0.27	1.00	0.25
0.50	0.19	0.28	0.59	0.30	1.00	0.25
0.75	0.22	0.31	0.59	0.30	1.06	0.27
1.00	0.22	0.35	0.62	0.31	1.08	0.27
1.25	0.28	0.34	0.63	0.32	1.10	0.28
1.50	0.30	0.37	0.65	0.33	1.12	0.28
1.75	0.33	0.38	0.69	0.35	1.13	0.28
2.00	0.35	0.39	0.69	0.35	1.15	0.29
2.25	0.38	0.39	0.72	0.36	1.18	0.30
2.50	0.40	0.40	0.75	0.38	1.22	0.31
2.75	0.42	0.42	0.76	0.38	1.28	0.32
3.00	0.48	0.48	0.77	0.39	1.30	0.33
3.25	0.50	0.50	0.78	0.39	1.33	0.33
3.50	0.52	0.50	0.80	0.40	1.34	0.34
3.75	0.52	0.51	0.81	0.41	1.34	0.34
4.00	0.52	0.51	0.82	0.41	1.34	0.34

DEFORMACION TANGENCIAL vs ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO DE CORTE VS ESFUERZO NORMAL



CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

PROYECTO.	: "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN DINÁMICA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO POR CORTE DIRECTO"		
CALICATA	: N°4- M - 1	PROF.2.50m.	
TESISTA	: BACH. CASTAÑEDA SANTA CRUZ , LUIS ROBERTO		
FECHA	: NOVIEMBRE DEL 2014		

DATOS DE LA MUESTRA				
Ángulo rozamiento interno ϕ :	15.30	°	15	°
Peso específico suelo, γ :	1.68	gr/cm ³	0.0017	kg/cm ³
Profundidad cimentación, D:	3.00	m	300	cm
Tensión vertical, q:			0.50	kg/cm ³
Cohesión, c:	0.26	kg/cm ²	0.26	kg/cm ²
Factor de seguridad, F:	3		3	
Ancho cimentación, B:	3.00	m	300	cm
Peso de la estructura:	65.00	Tn	65000	Kg
Módulo de poisson (μ)	AA	0.25	unidimensional	
Módulo de elasticidad (Es)	AD1	7500.00	Tn/m ²	
Forma de Zapata	Rect. L/B=2			
Valores del Factor de forma IF (cm/m)	CENTRO	ESQUINA	MEDIO	
	153	77	120	

Para ϕ igual a 0 =>	Ángulo de rozamiento interno (ϕ)=	0	Radianes
	$Nq=(1+\text{sen}\phi)/(1-\text{sen}\phi)\cdot e^{\text{ntag}\phi} =$	1.00	
	$Nc=(Nq-1)\text{cotag}\phi =$	5.14	
	$N\gamma=2*(Nq-1)\cdot \text{tag}\phi =$	0.00	

Para ϕ distinto de 0 =>	Ángulo de rozamiento interno (ϕ)=	0.27	Radianes
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	$Nq=(1+\text{sen}\phi)/(1-\text{sen}\phi)\cdot e^{\text{ntag}\phi} =$	4.06	2.70
	$Nc=(Nq-1)\text{cotag}\phi =$	11.17	7.45
	$N\gamma=2*(Nq+1)\cdot \text{tag}\phi =$	2.77	1.84

FORMULA GENERAL DE TERZAGHI

CIMENTACIÓN CONTINUA	$q_h = \left(\frac{2}{3} \cdot c \cdot N_c + q \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \right)$	SUELOS POR FALLA LOCAL POR CORTE REF. BRAJA M. DAS PAG.139 FUNDAMENTOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES
CIMENTACIÓN CUADRADA	$q_h = (0.867c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$	
CIMENTACIÓN CIRCULAR	$q_h = (0.867c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.3 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$	

Capacidad Admisible cimentación continua qadm=	$\left(\frac{qh}{F} \right)$	1.56	kg/cm ²
Capacidad Admisible cimentación cuadrada qadm=	$\left(\frac{qh}{F} \right)$	1.71	kg/cm ³
Capacidad Admisible cimentación circular qadm=	$\left(\frac{qh}{F} \right)$	1.66	kg/cm ⁴

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

$$S_i = \frac{qB(1-\mu^2)}{E_s} I_f$$

	Centro	Esquina	Medio
<i>S_i</i> =	0.37 cm	0.19 cm	0.29 cm

<i>S_i</i> =	0.37 cm
------------------------	---------

COEFICIENTE DE BALASTRO

$$K = 1.2 \frac{(E_s)}{(1-\mu^2)} 0.07$$

	<i>K</i>
<i>S_i</i> =	67.20 kg/cm ³

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

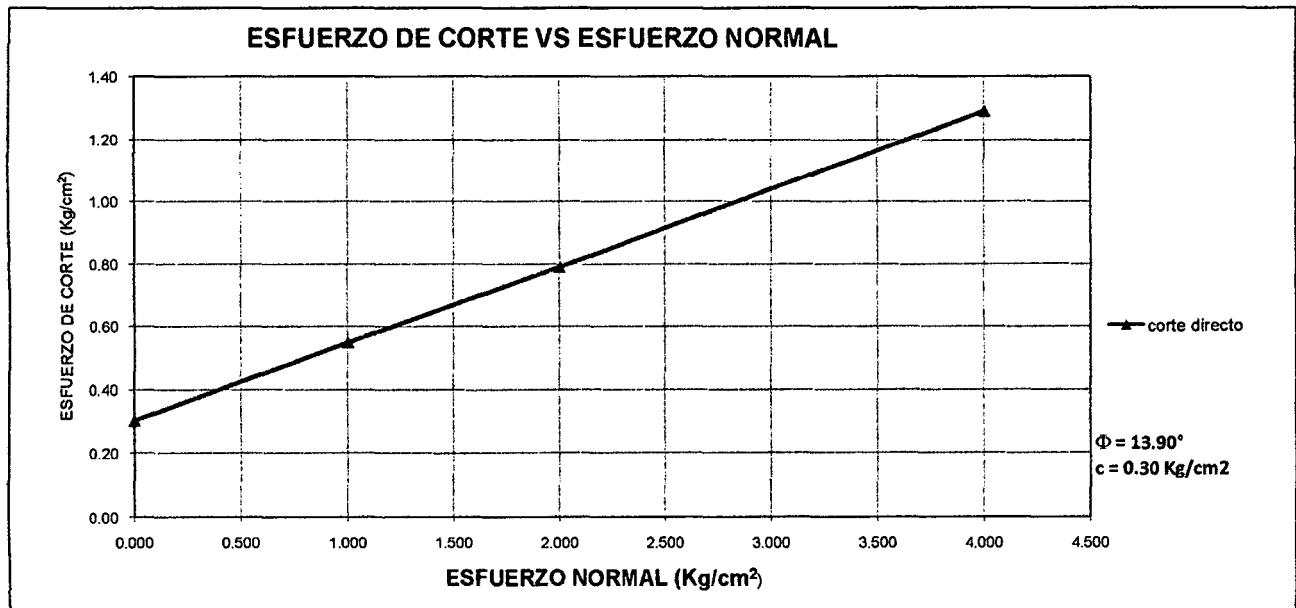
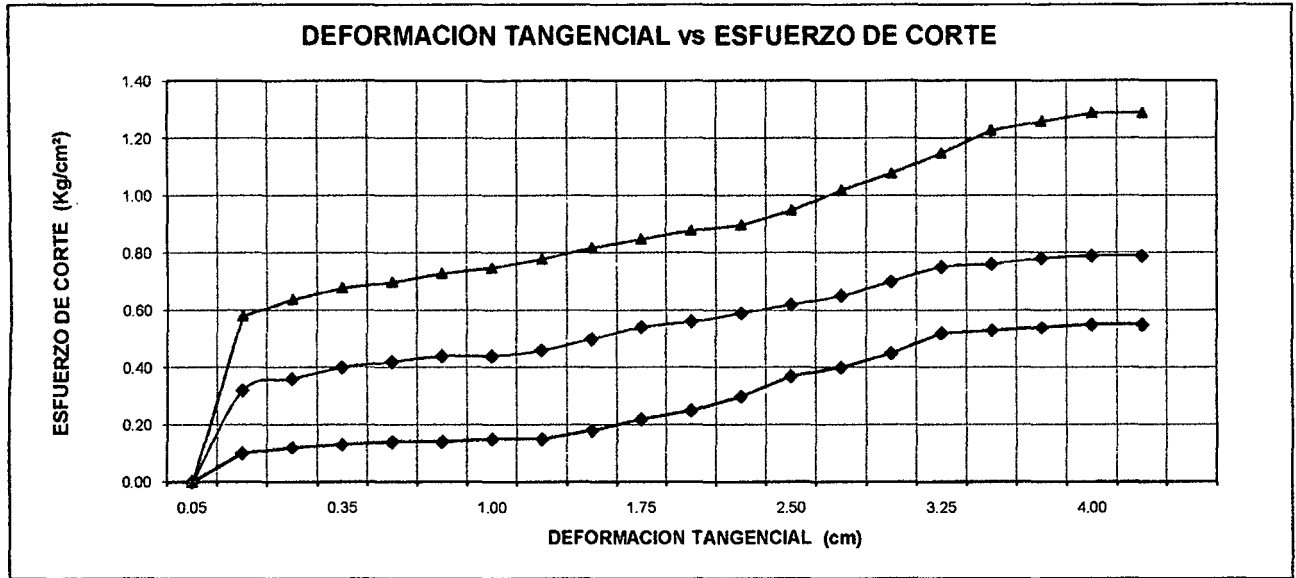
ASTM D 3080

TESIS	:"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN DINÁMICA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO POR CORTE DIRECTO"					
UBICACIÓN	: LUGAR CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNC. DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO.					
CALICATA	: N°5 - PROFUNDIDAD (m) : 2.50					
TIPO DE MUESTRA	: REMOLDEADA			COORDENADAS UTM: N 9206922 E.776427		
FECHA	: SEPTIEMBRE DEL 2014					
CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA						
Lado o diámetro (cm)	6.2	Humedad (%)			18.1	
Altura (cm)	2.2	Densidad seca (gr/cm ³)			1.67	
Area (cm ²)	38.44					
Volumen (cm ³)	84.57					
APLICACIONES DE CARGA						
Velocidad de carga de la maquina (mm/min)				0.25		
Carga normal (KG)				5		
Esp. de muestra	I	II		III		
Peso de la Semí Caja Superior (Kg)	4	8		16		
Esfuerzo Normal (σ) (Kg/cm ²)	1.00	2.00		4.00		
Esf. de corte máximo (σ) (Kg/cm ²)	0.55	0.79		1.29		
ANGULO DE FRICCION INTERNA (ϕ) =						
13.90						
COHESION (Kg/cm²)						
0.30						
Deformacion	ESFUERZO DE CORTE	ESFUERZO NORMALIZADO	ESFUERZO DE CORTE	ESFUERZO NORMALIZADO	ESFUERZO DE CORTE	ESFUERZO NORMALIZADO
%	(Kg/cm ²)		(Kg/cm ²)		(Kg/cm ²)	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.10	0.05	0.32	0.16	0.58	0.15
0.10	0.12	0.07	0.36	0.18	0.64	0.16
0.20	0.13	0.08	0.40	0.20	0.68	0.17
0.35	0.14	0.08	0.42	0.21	0.70	0.18
0.50	0.14	0.09	0.44	0.22	0.73	0.18
0.75	0.15	0.09	0.44	0.22	0.75	0.19
1.00	0.15	0.90	0.46	0.23	0.78	0.20
1.25	0.18	1.10	0.50	0.25	0.82	0.21
1.50	0.22	0.11	0.54	0.27	0.85	0.21
1.75	0.25	0.13	0.56	0.28	0.88	0.22
2.00	0.30	0.15	0.59	0.30	0.90	0.23
2.25	0.37	0.19	0.62	0.31	0.95	0.24
2.50	0.40	0.20	0.65	0.33	1.02	0.26
2.75	0.45	0.23	0.70	0.35	1.08	0.27
3.00	0.52	0.26	0.75	0.38	1.15	0.29
3.25	0.53	0.27	0.76	0.38	1.23	0.31
3.50	0.54	0.27	0.78	0.39	1.26	0.32
3.75	0.55	0.28	0.79	0.40	1.29	0.32
4.00	0.55	0.28	0.79	0.40	1.29	0.32

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D 3080

TESIS	: "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN DINÁMICA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO POR CORTE DIRECTO"	
UBICACIÓN	: LUGAR CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNC. DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO.	
CALICATA	: N°5 - PROFUNDIDAD (m) : 2.50	
TIPO DE MUESTRA	: REMOLDEADA	COORDENADAS UTM: N 9206922 E.776427



CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

PROYECTO.	: "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN DINÁMICA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO POR CORTE DIRECTO"		
CALICATA	: N°5- M - 1	PROF.2.50m.	
TESISTA	: BACH. CASTAÑEDA SANTA CRUZ , LUIS ROBERTO		
FECHA	: NOVIEMBRE DEL 2014		

DATOS DE LA MUESTRA				
Ángulo rozamiento interno Ø:	13.90	°	14	°
Peso específico suelo, γ:	1.67	gr/cm ³	0.0017	kg/cm ³
Profundidad cimentación, D:	3.00	m	300	cm
Tensión vertical, q:			0.50	kg/cm ²
Cohesión, c:	0.30	kg/cm ²	0.30	kg/cm ²
Factor de seguridad, F:	3		3	
Ancho cimentación, B:	3.00	m	300	cm
Peso de la estructura:	65.00	Tn	65000	Kg
Módulo de poisson (μ)	AA	0.25	unidimensional	
Módulo de elasticidad (Es)	AD1	7500.00	Tn/m ²	
Forma de Zapata	Rect. L/B=2			
Valores del Factor de forma IF (cm/m)	CENTRO	ESQUINA	MEDIO	
	153	77	120	

Para φ igual a 0 =>	Ángulo de rozamiento interno (φ)=	0	Radianes
	$Nq=(1+\text{sen}\phi)/(1-\text{sen}\phi)\cdot e^{\text{tag}\phi} =$	1.00	
	$Nc=(Nq-1)\text{cotag}\phi =$	5.14	
	$N\gamma=2*(Nq-1)\cdot \text{tag}\phi =$	0.00	

Para φ distinto de 0 =>	Ángulo de rozamiento interno (φ)=	0.24	Radianes
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	$Nq=(1+\text{sen}\phi)/(1-\text{sen}\phi)\cdot e^{\text{tag}\phi} =$	3.55	2.37
	$Nc=(Nq-1)\text{cotag}\phi =$	10.31	6.87
	$N\gamma=2*(Nq+1)\cdot \text{tag}\phi =$	2.25	1.50

FORMULA GENERAL DE TERZAGHI

CIMENTACIÓN CONTINUA	$q_h = (\frac{2}{3} \cdot c \cdot N_c + q \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$	SUELOS POR FALLA LOCAL POR CORTE REF. BRAJA M. DAS PAG.139 FUNDAMENTOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES
CIMENTACIÓN CUADRADA	$q_h = (0.867c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$	
CIMENTACIÓN CIRCULAR	$q_h = (0.867c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.3 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$	

Capacidad Admisible cimentación continua qadm=	$(\frac{qh}{F})$	1.47	kg/cm ²
Capacidad Admisible cimentación cuadrada qadm=	$(\frac{qh}{F})$	1.64	kg/cm ³
Capacidad Admisible cimentación circular qadm=	$(\frac{qh}{F})$	1.60	kg/cm ⁴

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

$$S_i = \frac{qB(1-\mu^2)}{E_s} I_f$$

	Centro	Esquina	Medio
<i>S_i</i> =	0.37 cm	0.19 cm	0.29 cm

<i>S_i</i> =	0.37 cm
------------------------	---------

COEFICIENTE DE BALASTRO

$$K = 1.2 \frac{(E_s)}{(1-\mu^2)} 0.07$$

	<i>K</i>
<i>S_i</i> =	67.20 kg/cm ³

AUSCULTACIÓN CON PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (DPL ASTM D 1586)

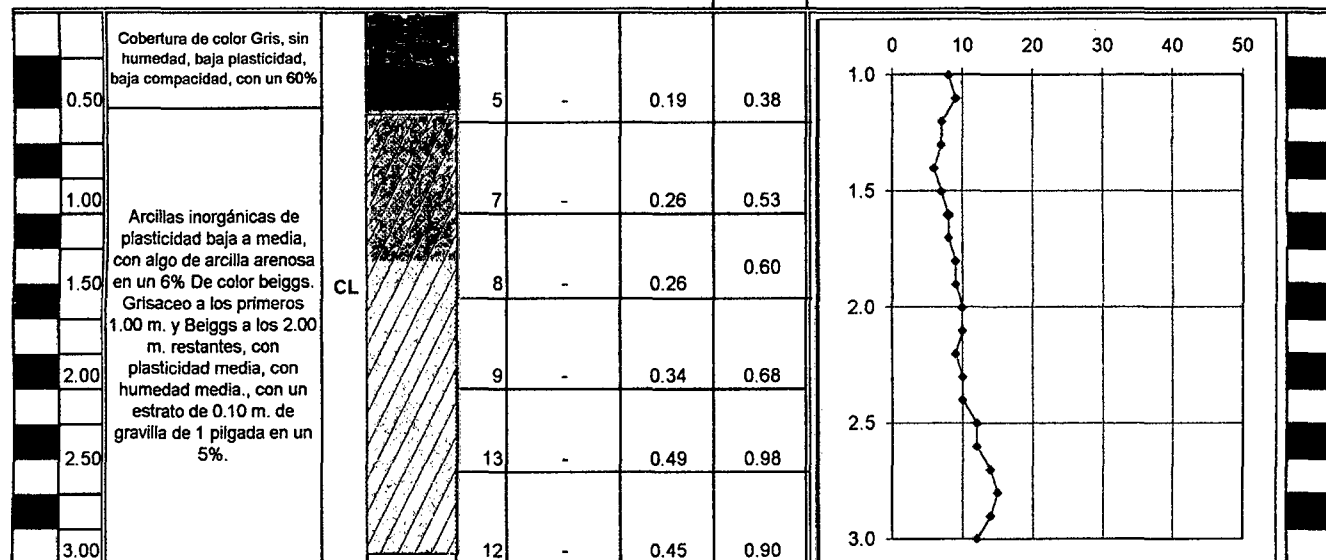
:"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SURO-ESTE Y SUR-ESTE UTILIZANDO EL METODO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL METODO POR CORTE DIRECTO"

UBICACIÓN : DEPARTAMENTO: CAJAMARCA. PROVINCIA: CAJAMARCA. DISTRITO: CAJAMARCA. CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA.

DPL : N°-01 **PROFUNDIDAD. (m).** : 3.00 **COORDENADAS UTM: N.9206934 E.776894**

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2014 **N.F: 0.00 m**

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	SUCS	SIMBOLOGÍA	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA		
				N	F (°)	c (Kg/cm2)	qu (Kg/cm2)	N _{DPL} =	Nº de golpes 10 cm
				DPL	suelo friccionante	suelo cohesivo	Capacida d portante		



DATOS	
profundidad	N _{DPL}
0.1	2
0.2	4
0.3	8
0.4	7
0.5	6
0.6	5
0.7	5
0.8	5
0.9	5
1.0	8
1.1	9
1.2	7
1.3	7
1.4	6
1.5	7
1.6	8
1.7	8
1.8	9
1.9	9
2.0	10
2.1	10
2.2	9
2.3	10
2.4	10
2.5	12
2.6	12
2.7	14
2.8	15
2.9	14
3.0	12



Vista del ensayo de penetración Dinámica ligera en el punto DPL-1.

CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

PROYECTO.	: "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN DINÁMICA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO POR CORTE DIRECTO"		
CALIGATA	: N°1 - M - 1	: PROF.2.50m.	
TESISTA	: BACH. CASTAÑEDA SANTA CRUZ , LUIS ROBERTO		
FECHA	: NOVIEMBRE DEL 2014		

DATOS DE LA MUESTRA				
Ángulo rozamiento interno ϕ :	14.40	$^{\circ}$	14	$^{\circ}$
Peso específico suelo, γ :	1.67	gr/cm ³	0.0017	kg/cm ³
Profundidad cimentación, D:	3.00	m	300	cm
Tensión vertical, q:			0.50	kg/cm ³
Cohesión, c:	0.19	kg/cm ²	0.19	kg/cm ²
Factor de seguridad, F:	3		3	
Ancho cimentación, B:	3.00	m	300	cm
Peso de la estructura:	65.00	Tn	65000	Kg
Módulo de poisson (μ)	AA	0.25	unidimensional	
Módulo de elasticidad (Es)	AD1	7500.00	Tn/m ²	
Forma de Zapata	Rect. L/B=2			
Valores del Factor de forma IF (cm/m)	CENTRO	ESQUINA	MEDIO	
	153	77	120	

Para ϕ igual a 0 =>	Ángulo de rozamiento interno (ϕ)=	0	Radianes
	$Nq=(1+\text{sen}\phi)/(1-\text{sen}\phi) \cdot e^{\pi \text{tag}\phi} =$	1.00	
	$Nc=(Nq-1) \cdot \text{cotag}\phi =$	5.14	
	$N\gamma=2 \cdot (Nq-1) \cdot \text{tag}\phi =$	0.00	

Para ϕ distinto de 0 =>	Ángulo de rozamiento interno (ϕ)=	0.25	Radianes
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	$Nq=(1+\text{sen}\phi)/(1-\text{sen}\phi) \cdot e^{\pi \text{tag}\phi} =$	3.72	2.48
	$Nc=(Nq-1) \cdot \text{cotag}\phi =$	10.61	7.07
	$N\gamma=2 \cdot (Nq+1) \cdot \text{tag}\phi =$	2.43	1.62

FORMULA GENERAL DE TERZAGHI

CIMIENTACIÓN CONTINUA	$q_h = \left(\frac{2}{3} c \cdot N_c + q \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma\right)$	SUELOS POR FALLA LOCAL POR CORTE REF. BRAJA M. DAS PAG.139 FUNDAMENTOS DE INGENIERIA DE CIMIENTACIONES
CIMIENTACIÓN CUADRADA	$q_h = (0.867c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$	
CIMIENTACIÓN CIRCULAR	$q_h = (0.867c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.3 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$	

Capacidad Admisible cimentación continua $q_{adm} =$	$\left(\frac{qh}{F}\right)$	1.27	kg/cm ²
Capacidad Admisible cimentación cuadrada $q_{adm} =$	$\left(\frac{qh}{F}\right)$	1.37	kg/cm ³
Capacidad Admisible cimentación circular $q_{adm} =$	$\left(\frac{qh}{F}\right)$	1.33	kg/cm ⁴

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

$$S_i = \frac{qB(1-\mu^2)}{E_s} I_f$$

	Centro	Esquina	Medio
<i>S_i</i> =	0.37 cm	0.19 cm	0.29 cm

<i>S_i</i> =	0.37 cm
------------------------	---------

COEFICIENTE DE BALASTRO

$$K = 1.2 \frac{(E_s)}{(1-\mu^2)} 0.07$$

	<i>K</i>
<i>S_i</i> =	67.20 kg/cm ³

AUSCULTACIÓN CON PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (DPL ASTM D 1586)

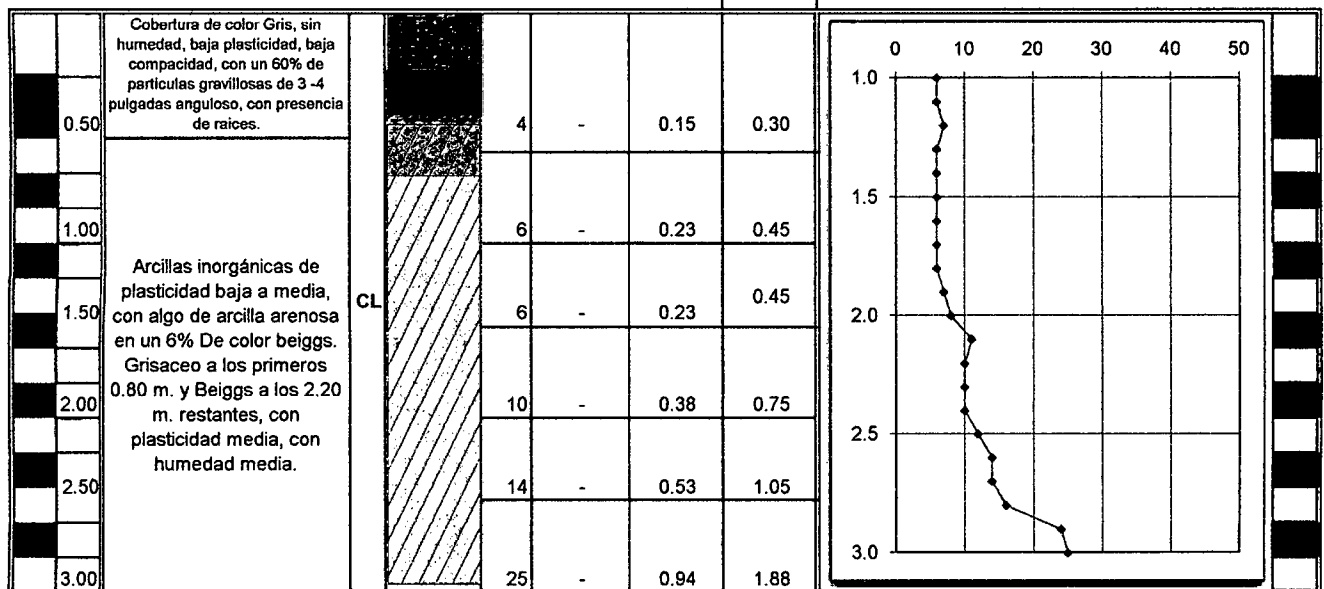
TESIS : "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SURO-ESTE Y SUR-ESTE UTILIZANDO EL METODO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL METODO POR CORTE DIRECTO"

UBICACIÓN : DEPARTAMENTO: CAJAMARCA. PROVINCIA: CAJAMARCA. DISTRITO: CAJAMARCA. CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA.

DPL : N° - 02 PROFUNDIDAD. (m). : 3.00 COORDENADAS UTM: N.9206943 E.776905

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2014 N.F: 0.00 m

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	SIMBOLOGIA	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA	
				N	F (°)	c (Kg/cm2)	qu (Kg/cm2)	N _{DPL} =



DATOS	
profundidad	N _{DPL}
0.1	2
0.2	6
0.3	8
0.4	8
0.5	5
0.6	4
0.7	4
0.8	5
0.9	5
1.0	6
1.1	6
1.2	7
1.3	6
1.4	6
1.5	6
1.6	6
1.7	6
1.8	6
1.9	7
2.0	8
2.1	11
2.2	10
2.3	10
2.4	10
2.5	12
2.6	14
2.7	14
2.8	16
2.9	24
3.0	25



Vista del ensayo de penetración Dinámica ligera en el punto DPL-2.

CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

PROYECTO.	: "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN DINÁMICA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO POR CORTE DIRECTO"		
CALICATA	: N°2 - M - 1	PROF.2.50m.	
TESISTA	: BACH. CASTAÑEDA SANTA CRUZ , LUIS ROBERTO		
FECHA	: NOVIEMBRE DEL 2014		

DATOS DE LA MUESTRA				
Ángulo rozamiento interno Ø:	14.80	°	15	°
Peso específico suelo, γ:	1.69	gr/cm ³	0.0017	kg/cm ³
Profundidad cimentación, D:	3.00	m	300	cm
Tensión vertical, q:			0.51	kg/cm ³
Cohesión, c:	0.27	kg/cm ²	0.27	kg/cm ²
Factor de seguridad, F:	3		3	
Ancho cimentación, B:	3.00	m	300	cm
Peso de la estructura:	65.00	Tn	65000	Kg
Módulo de poisson (μ)	AA	0.25	unidimensional	
Módulo de elasticidad (Es)	AD1	7500.00	Tn/m ²	
Forma de Zapata	Rect. L/B=2			
Valores del Factor de forma IF (cm/m)	CENTRO	ESQUINA	MEDIO	
	153	77	120	

Para φ igual a 0 =>	Ángulo de rozamiento interno (φ)=	0	Radianes
	$Nq=(1+\text{sen}\phi)/(1-\text{sen}\phi)\cdot e^{\pi\text{tag}\phi}=$	1.00	
	$Nc=(Nq-1)\text{cotag}\phi=$	5.14	
	$N\gamma=2*(Nq-1)\cdot\text{tag}\phi=$	0.00	

Para φ distinto de 0 =>	Ángulo de rozamiento interno (φ)=	0.26	Radianes
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	$Nq=(1+\text{sen}\phi)/(1-\text{sen}\phi)\cdot e^{\pi\text{tag}\phi}=$	3.87	2.58
	$Nc=(Nq-1)\text{cotag}\phi=$	10.85	7.23
	$N\gamma=2*(Nq+1)\cdot\text{tag}\phi=$	2.57	1.71

FORMULA GENERAL DE TERZAGHI

CIMENTACIÓN CONTINUA	$q_h = (\frac{2}{3}c \cdot N_c + q \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$	SUELOS POR FALLA LOCAL POR CORTE REF. BRAJA M. DAS PAG.139 FUNDAMENTOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES
CIMENTACIÓN CUADRADA	$q_h = (0.867c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$	
CIMENTACIÓN CIRCULAR	$q_h = (0.867c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.3 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$	

Capacidad Admisible cimentación continua qadm=	$(\frac{qh}{F})$	1.52	kg/cm ²
Capacidad Admisible cimentación cuadrada qadm=	$(\frac{qh}{F})$	1.67	kg/cm ³
Capacidad Admisible cimentación circular qadm=	$(\frac{qh}{F})$	1.63	kg/cm ⁴

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

$$S_i = \frac{qB(1-\mu^2)}{E_s} I_f$$

	Centro	Esquina	Medio
<i>S_i</i> =	0.37 cm	0.19 cm	0.29 cm

<i>S_i</i> =	0.37 cm
------------------------	---------

COEFICIENTE DE BALASTRO

$$K = 1.2 \frac{(E_s)}{(1-\mu^2)} 0.07$$

	<i>K</i>
<i>S_i</i> =	67.20 kg/cm ³

AUSCULTACIÓN CON PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (DPL ASTM D 1586)

TESIS	: "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SURO-ESTE Y SUR-ESTE UTILIZANDO EL METODO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA EN COMPARACIÓN CON EL METODO POR CORTE DIRECTO"
UBICACIÓN	: DEPARTAMENTO: CAJAMARCA. PROVINCIA: CAJAMARCA. DISTRITO: CAJAMARCA. CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA.
DPL	N° - 03 PROFUNDIDAD. (m) : 3.00 COORDENADAS UTM: N.9206952 E.776915
FECHA	: SEPTIEMBRE DEL 2014 N.F: 0.00 m

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	SIMBOLOGÍA	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA	
				N	ϕ (°)	c (Kg/cm ²)	qu (Kg/cm ²)	N _{DPL} =
0.50	Cobertura de color Gris, sin humedad, baja plasticidad, baja compacidad, con un 60%			6	-	0.23	0.45	
1.00	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, con algo de arcilla arenosa en un 6% De color beiggs. Grisáceo a los primeros 1.00 m. y Beiggs a los 2.00 m. restantes, con plasticidad media, con humedad media.	CL		9	-	0.34	0.68	
1.50				7	-	0.34	0.53	
2.00				11	-	0.41	0.83	
2.50				12	-	0.45	0.90	
3.00				13	-	0.49	0.98	

DATOS	
profundidad	N _{dpl}
0.1	8
0.2	5
0.3	8
0.4	9
0.5	8
0.6	5
0.7	6
0.8	8
0.9	13
1.0	12
1.1	10
1.2	8
1.3	9
1.4	9
1.5	8
1.6	7
1.7	7
1.8	8
1.9	10
2.0	13
2.1	11
2.2	11
2.3	12
2.4	10
2.5	10
2.6	12
2.7	12
2.8	13
2.9	16
3.0	13



Vista del ensayo de penetración Dinámica ligera en el punto DPL-3.

CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

PROYECTO.	: "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN DINÁMICA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO POR CORTE DIRECTO"		
CALICATA	: N°3 - M - 1	: PROF.2.50m.	
TESISTA	: BACH. CASTAÑEDA SANTA CRUZ , LUIS ROBERTO		
FECHA	: NOVIEMBRE DEL 2014		

DATOS DE LA MUESTRA				
Ángulo rozamiento interno Ø:	14.00	°	14	°
Peso específico suelo, γ:	1.69	gr/cm ³	0.0017	kg/cm ³
Profundidad cimentación, D:	3.00	m	300	cm
Tensión vertical, q:			0.51	kg/cm ³
Cohesión, c:	0.26	kg/cm ²	0.26	kg/cm ²
Factor de seguridad, F:	3		3	
Ancho cimentación, B:	3.00	m	300	cm
Peso de la estructura:	65.00	Tn	65000	Kg
Módulo de poisson (μ)	AA	0.25	unidimensional	
Módulo de elasticidad (Es)	AD1	7500.00	Tn/m ²	
Forma de Zapata	Rect. L/B=2			
Valores del Factor de forma IF (cm/m)	CENTRO	ESQUINA	MEDIO	
	153	77	120	

Para φ igual a 0 =>	Ángulo de rozamiento interno (φ)=	0	Radianes
	$Nq=(1+\text{sen}\phi)/(1-\text{sen}\phi)\cdot e^{\pi\text{tag}\phi} =$	1.00	
	$Nc=(Nq-1)\text{cotag}\phi =$	5.14	
	$N\gamma=2*(Nq-1)\cdot\text{tag}\phi =$	0.00	

Para φ distinto de 0 =>	Ángulo de rozamiento interno (φ)=	0.24	Radianes
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	$Nq=(1+\text{sen}\phi)/(1-\text{sen}\phi)\cdot e^{\pi\text{tag}\phi} =$	3.59	2.39
	$Nc=(Nq-1)\text{cotag}\phi =$	10.37	6.91
	$N\gamma=2*(Nq+1)\cdot\text{tag}\phi =$	2.29	1.52

FORMULA GENERAL DE TERZAGHI

CIMENTACIÓN CONTINUA	$q_h = (\frac{2}{3}c \cdot N_c + q \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$	SUELOS POR FALLA LOCAL POR CORTE REF. BRAJA M. DAS PAG.139 FUNDAMENTOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES
CIMENTACIÓN CUADRADA	$q_h = (0.867c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$	
CIMENTACIÓN CIRCULAR	$q_h = (0.867c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.3 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$	

Capacidad Admisible cimentación continua qadm=	$(\frac{qh}{F})$	1.40	kg/cm ²
Capacidad Admisible cimentación cuadrada qadm=	$(\frac{qh}{F})$	1.54	kg/cm ³
Capacidad Admisible cimentación circular qadm=	$(\frac{qh}{F})$	1.50	kg/cm ⁴

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

$$S_i = \frac{qB(1-\mu^2)}{E_s} I_f$$

	Centro	Esquina	Medio
<i>S_i</i>	0.37 cm	0.19 cm	0.29 cm

<i>S_i</i>	0.37 cm
-----------------------------	----------------

COEFICIENTE DE BALASTRO

$$K = 1.2 \frac{(E_s)}{(1-\mu^2)} 0.07$$

	<i>K</i>
<i>S_i</i>	67.20 kg/cm³

CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

PROYECTO.	: "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN DINÁMICA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO POR CORTE DIRECTO"		
CALICATA	: N°4 - M - 1	: PROF.2.50m.	
TESISTA	: BACH. CASTAÑEDA SANTA CRUZ , LUIS ROBERTO		
FECHA	: NOVIEMBRE DEL 2014		

DATOS DE LA MUESTRA				
Ángulo rozamiento interno Ø:	15.30	°	15	°
Peso específico suelo, γ:	1.68	gr/cm ³	0.0017	kg/cm ³
Profundidad cimentación, D:	3.00	m	300	cm
Tensión vertical, q:			0.50	kg/cm ³
Cohesión, c:	0.26	kg/cm ²	0.26	kg/cm ²
Factor de seguridad, F:	3		3	
Ancho cimentación, B:	3.00	m	300	cm
Peso de la estructura:	65.00	Tn	65000	Kg
Módulo de poisson (μ)	AA	0.25	unidimensional	
Módulo de elasticidad (Es)	AD1	7500.00	Tn/m ²	
Forma de Zapata	Rect. L/B=2			
Valores del Factor de forma IF (cm/m)	CENTRO	ESQUINA	MEDIO	
	153	77	120	

Para φ igual a 0 =>	Ángulo de rozamiento interno (φ)=	0	Radianes
	$N_q = (1 + \text{sen}\phi) / (1 - \text{sen}\phi) \cdot e^{\pi \cdot \text{tan}\phi} =$	1.00	
	$N_c = (N_q - 1) \cdot \text{cotag}\phi =$	5.14	
	$N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \text{tag}\phi =$	0.00	

Para φ distinto de 0 =>	Ángulo de rozamiento interno (φ)=	0.27	Radianes
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	$N_q = (1 + \text{sen}\phi) / (1 - \text{sen}\phi) \cdot e^{\pi \cdot \text{tag}\phi} =$	4.06	2.70
	$N_c = (N_q - 1) \cdot \text{cotag}\phi =$	11.17	7.45
	$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \text{tag}\phi =$	2.77	1.84

FORMULA GENERAL DE TERZAGHI

CIMENTACIÓN CONTINUA	$q_h = \left(\frac{2}{3} \cdot c \cdot N_c + q \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \right)$	SUELOS POR FALLA LOCAL POR CORTE REF. BRAJA M. DAS PAG.139 FUNDAMENTOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES
CIMENTACIÓN CUADRADA	$q_h = (0.867 \cdot c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$	
CIMENTACIÓN CIRCULAR	$q_h = (0.867 \cdot c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.3 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$	

Capacidad Admisible cimentación continua qadm=	$\left(\frac{q_h}{F} \right)$	1.56	kg/cm ²
Capacidad Admisible cimentación cuadrada qadm=	$\left(\frac{q_h}{F} \right)$	1.71	kg/cm ³
Capacidad Admisible cimentación circular qadm=	$\left(\frac{q_h}{F} \right)$	1.66	kg/cm ⁴

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

$$S_i = \frac{qB(1-\mu^2)}{E_s} I_f$$

	Centro	Esquina	Medio
<i>S_i</i> =	0.37 cm	0.19 cm	0.29 cm

<i>S_i</i> =	0.37 cm
------------------------	---------

COEFICIENTE DE BALASTRO

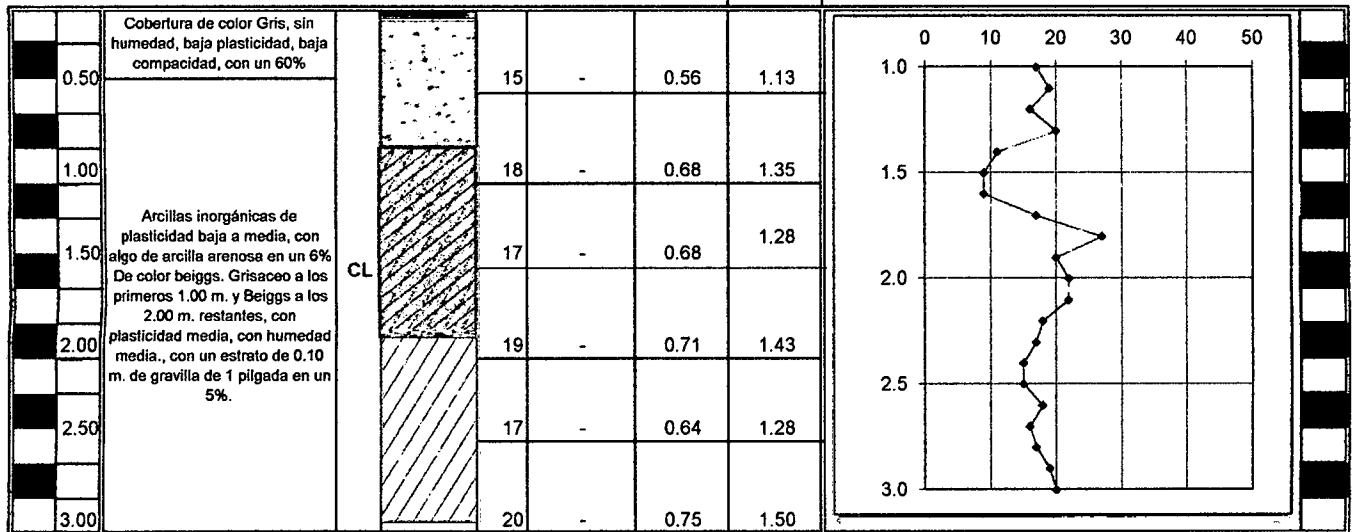
$$K = 1.2 \frac{(E_s)}{(1-\mu^2)} 0.07$$

	<i>K</i>
<i>S_i</i> =	67.20 kg/cm ³

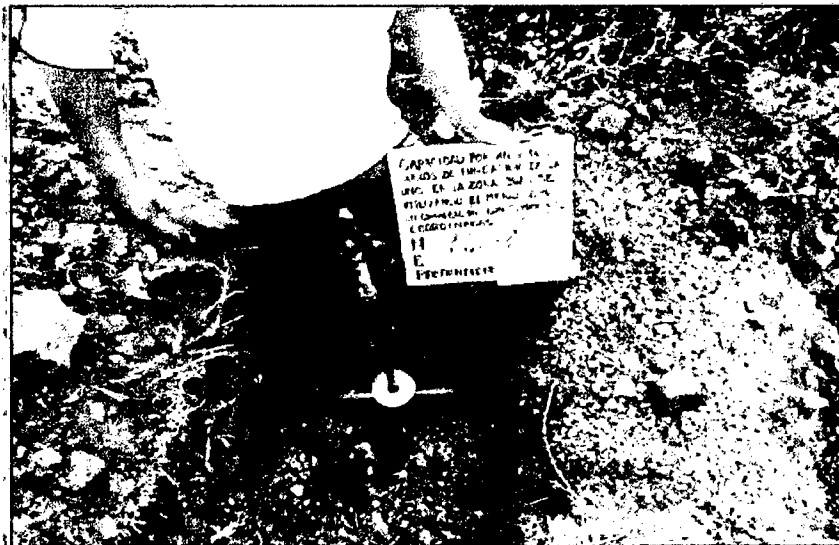
AUSCULTACIÓN CON PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (DPL ASTM D 1586)

TESIS	:"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SURO-ESTE Y SUR-ESTE UTILIZANDO EL METODO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA EN COMPARACIÓN CON EL METODO POR CORTE DIRECTO"
UBICACIÓN	: DEPARTAMENTO: CAJAMARCA. PROVINCIA: CAJAMARCA. DISTRITO: CAJAMARCA. CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA.
DPL	: N° - 05 PROFUNDIDAD. (m) : 3.00 COORDENADAS UTM: N.9206923 E.776428
FECHA	: SEPTIEMBRE DEL 2014 N.F: 0.00 m

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	SIMBOLOGIA	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA	
				N	F (°)	c (Kg/cm2)	qu (Kg/cm2)	N _{dpl} =



DATOS	
profundidad	N _{dpl}
0.1	10
0.2	12
0.3	14
0.4	16
0.5	22
0.6	11
0.7	17
0.8	19
0.9	17
1.0	17
1.1	19
1.2	16
1.3	20
1.4	11
1.5	9
1.6	9
1.7	17
1.8	27
1.9	20
2.0	22
2.1	22
2.2	18
2.3	17
2.4	15
2.5	15
2.6	18
2.7	16
2.8	17
2.9	19
3.0	20



Vista del ensayo de penetración Dinámica ligera en el punto DPL-5.

CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

PROYECTO.	: "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, EN LA ZONA SUROESTE Y SURESTE UTILIZANDO EL MÉTODO PENETRACIÓN DINÁMICA (DPL) EN COMPARACIÓN CON EL MÉTODO POR CORTE DIRECTO"		
CALICATA	: N°S- M - 1	PROF.2.50m.	
TESISTA	: BACH. CASTAÑEDA SANTA CRUZ , LUIS ROBERTO		
FECHA	: NOVIEMBRE DEL 2014		

DATOS DE LA MUESTRA				
Ángulo rozamiento interno ϕ :	13.90	°	14	°
Peso específico suelo, γ :	1.67	gr/cm ³	0.0017	kg/cm ³
Profundidad cimentación, D:	3.00	m	300	cm
Tensión vertical, q:			0.50	kg/cm ³
Cohesión, c:	0.30	kg/cm ²	0.30	kg/cm ²
Factor de seguridad, F:	3		3	
Ancho cimentación, B:	3.00	m	300	cm
Peso de la estructura:	65.00	Tn	65000	Kg
Módulo de poisson (μ)	AA	0.25	unidimensional	
Módulo de elasticidad (Es)	AD1	7500.00	Tn/m ²	
Forma de Zapata	Rect. L/B=2			
Valores del Factor de forma IF (cm/m)	CENTRO	ESQUINA	MEDIO	
	153	77	120	

Para ϕ igual a 0 =>	Ángulo de rozamiento interno (ϕ)=	0	Radianes
	$Nq=(1+\text{sen}\phi)/(1-\text{sen}\phi)\cdot e^{\pi \text{tag}\phi} =$	1.00	
	$Nc=(Nq-1)\text{cotag}\phi =$	5.14	
	$N\gamma=2*(Nq-1)\cdot \text{tag}\phi =$	0.00	

Para ϕ distinto de 0 =>	Ángulo de rozamiento interno (ϕ)=	0.24	Radianes
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	$Nq=(1+\text{sen}\phi)/(1-\text{sen}\phi)\cdot e^{\pi \text{tag}\phi} =$	3.55	2.37
	$Nc=(Nq-1)\text{cotag}\phi =$	10.31	6.87
	$N\gamma=2*(Nq+1)\cdot \text{tag}\phi =$	2.25	1.50

FORMULA GENERAL DE TERZAGHI

CIMENTACIÓN CONTINUA	$q_h = (\frac{2}{3}c \cdot N_c + q \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$	SUELOS POR FALLA LOCAL POR CORTE REF. BRAJA M. DAS PAG.139 FUNDAMENTOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES
CIMENTACIÓN CUADRADA	$q_h = (0.867c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$	
CIMENTACIÓN CIRCULAR	$q_h = (0.867c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.3 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$	

Capacidad Admisible cimentación continua $q_{adm} =$	$(\frac{qh}{F})$	1.47	kg/cm ²
Capacidad Admisible cimentación cuadrada $q_{adm} =$	$(\frac{qh}{F})$	1.64	kg/cm ³
Capacidad Admisible cimentación circular $q_{adm} =$	$(\frac{qh}{F})$	1.60	kg/cm ⁴

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

$$S_i = \frac{qB(1 - \mu^2)}{E_s} I_f$$

	Centro	Esquina	Medio
<i>S_i</i> =	0.37 cm	0.19 cm	0.29 cm

<i>S_i</i> =	0.37 cm
------------------------	---------

COEFICIENTE DE BALASTRO

$$K = 1.2 \frac{(E_s)}{(1 - \mu^2)} 0.07$$

	<i>K</i>
<i>S_i</i> =	67.20 kg/cm ³