

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
CAJAMARCA**

**ESCUELA DE POSGRADO**



**PROGRAMA DE MAESTRIA**

**MENCIÓN: INGENIERIA Y GERENCIA DE LA  
CONSTRUCCIÓN**

**TESIS**

**CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN, MEDIANTE  
LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ  
GÁLVEZ – CELENDÍN - CAJAMARCA**

Para optar el Grado Académico de  
**MAESTRO EN CIENCIAS**

Presentada por:

**JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA**

ASESOR:

**DR. WILFREDO RENÁN FERNÁNDEZ MUÑOZ**

**CAJAMARCA, PERÚ**

**2017**

COPYRIGHT © 2017 by  
JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA  
Todos los derechos reservados

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

## **ESCUELA DE POSGRADO**



## **PROGRAMA DE MAESTRIA**

### **MENCIÓN: INGENIERIA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN**

### **TESIS APROBADA:**

**CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN, MEDIANTE  
LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ  
GÁLVEZ – CELENDÍN - CAJAMARCA**

Para optar el Grado Académico de

### **MAESTRO EN CIENCIAS**

Presentada por:

**JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA**

### **Comité Científico**

Dr. Wilfredo Renán Fernández Muñoz  
Asesor de la Tesis

MSc. Marco Silva Silva  
Presidente del Comité

MSc. Mauro Centurión Vargas  
Primer Miembro Titular

MSc. Katherine Fernández León  
Segundo Miembro Accesorio

**CAJAMARCA - PERÚ**

**2017**



## Universidad Nacional de Cajamarca

### Escuela de Posgrado

#### PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

##### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las ~~10:00~~ ~~10:00~~ de la mañana del día 16 de junio de dos mil diecisiete, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Comité Científico Evaluador presidido por el **M.Cs. MARCO SILVA SILVA**, en Representación del Director y como Miembro del Comité Científico, **Dr. WILFREDO FERNÁNDEZ MUÑOZ**, en calidad de Asesor, **M.Cs. KATHERINE FERNÁNDEZ LEÓN**, **M.Cs. MAURO CENTURIÓN VARGAS**, como integrantes del Comité Científico. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada “**CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GÁLVEZ – CELENDÍN – CAJAMARCA**”, presentada por el **Ing. Civil JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA**, con la finalidad de optar el Grado Académico de **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la facultad de Ingeniería, con Mención en **INGENIERÍA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Comité Científico, y luego de la deliberación, se acordó ~~APROBAR~~ ~~APROBAR~~ con la calificación de ~~DIÉCISETE (17) SOBRE CUMPLIDO~~ ~~DIÉCISETE (17) SOBRE CUMPLIDO~~ la mencionada Tesis; en tal virtud, el **Ing. Civil JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA**, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la facultad de Ingeniería, con Mención en **INGENIERÍA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

Siendo las ~~10:45~~ ~~10:45~~ horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

M.Cs. Marco Silva Silva  
Miembro de Comité Científico

Dr. Wilfredo Fernández Muñoz  
Asesor

M.Cs. Katherine Fernández León  
Miembro de Comité Científico

M.Cs. Mauro Centurión Vargas  
Miembro de Comité Científico

## **DEDICATORIA**

A mis queridos padres Nérida y Raúl, quienes me enseñaron desde pequeño a luchar para alcanzar mis metas. ¡Los amo!

A mi querida esposa Larissa por ser una persona excepcional quien me ha brindado su apoyo incondicional y ha hecho suyos mis preocupaciones y problemas, gracias por tu amor, paciencia y comprensión, a mis hijos Sebastian y Farah para quienes ningún sacrificio es suficiente, quienes son la luz que ha iluminado mi vida y hace mi camino más claro.

***Alberto***

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios todo Poderoso quien me dio la fortaleza espiritual y física necesaria para cumplir mi objetivo.

Para mi asesor Doctor Ing. Wilfredo Fernández Muñoz quien me permitió estar en esta Tesis de investigación, por su apoyo incondicional y por depositar su confianza en mí. Admiro su calidad humana.

A la Universidad Nacional de Cajamarca – Escuela de Postgrado que asumió el reto de mi formación, y con ella a todos y cada uno de mis maestros, en especial a aquellos que por sus cualidades integrales me ayudaron a culminar esta fascinante profesión.

Finalmente, a mis padres y a todos ustedes MIL GRACIAS de todo corazón, que Dios los bendiga porque han sido una bendición en mi vida.

***Alberto***

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Planteamiento del problema .....	3
1.1.1. Contextualización .....	3
1.1.2. Descripción del problema .....	4
1.1.3. Formulación del problema.....	5
1.2. Justificación e importancia .....	6
1.2.1. Justificación científica.....	6
1.2.2. Justificación técnica-práctica .....	7
1.2.3. Justificación institucional y personal .....	8
1.3. Delimitación de la investigación.....	9
1.4. Limitaciones .....	9
1.5. Objetivos .....	9
1.5.1. Objetivo general .....	9
1.5.2. Objetivos específicos .....	9
CAPITULO II.....	11
MARCO TEÓRICO .....	11
2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial.....	11
2.2. Bases Teóricas.....	15

2.3.	Marco conceptual.....	21
2.4.	Definición de términos básicos.....	54
	CAPITULO III.....	56
	PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	56
3.1.	Hipótesis .....	56
3.2.	Variables/categorías.....	56
	CAPITULO IV .....	58
	MARCO METODOLÓGICO.....	58
4.1.	Ubicación geográfica (de acuerdo a la naturaleza de la investigación).....	58
4.2.	Diseño de la investigación.....	61
4.3.	Métodos de investigación.....	62
4.4.	Población, muestra y unidad de análisis.....	62
4.5.	Técnicas e instrumentos de recopilación de información .....	62
4.6.	Técnicas para el procesamiento y análisis de la información .....	62
4.7.	Equipos, materiales, insumos.....	63
4.8.	Matriz de consistencia. Ver Anexo I .....	64
	CAPITULO V .....	65
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	65
5.1.	Presentación de resultados.....	65
5.1.4	Ensayos de Laboratorio .....	67
5.2.	Análisis, interpretación y discusión de resultados .....	70
	CONCLUSIONES.....	73
	RECOMENDACIÓN Y/O SUGERENCIAS.....	75
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de suelos .....	33
Tabla 2: Datos técnicos del equipo .....	45
Tabla 3: Diámetro mínimo de las puntas de las sondas empleadas $d_{min}$ .....	48
Tabla 4: Energía de compactación relativa a la sección transversal de la punta por cada golpe .....	51
Tabla 5: Métodos de investigación .....	62
Tabla 6: Ubicación de puntos en Coordenadas UTM Corte Directo y DPL .....	67
Tabla 7: Clasificación de suelos .....	69
Tabla 8: Resumen Análisis Químicos .....	70
Tabla 9: Capacidad portante mediante el ensayo de Corte Directo .....	71
Tabla 10: Capacidad portante mediante el ensayo de DPL .....	71
Tabla 11: Comparación de la Capacidad Portante mediante el ensayo de Corte Directo y ensayo DPL.....	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Caja de cizalladura .....	23
Figura 2: Aparato de cizalladura.....	26
Figura 3: Caja de cizalladura .....	26
Figura 4: Bloques permeables (Piedras Porosas).....	27
Figura 5: Anillo de carga.....	29
Figura 6: Esquema de conos y barras (para las dimensiones; D= diámetro del cono).....	47
Figura 7: Esquema de DPL .....	54
Figura 8: Ubicación Región Cajamarca .....	58
Figura 9: Ubicación Provincia de Celendín.....	59
Figura 10: Ubicación Distrito de José Gálvez .....	60
Figura 11: Ciudad de José Gálvez .....	61
Figura 12: Ciudad de José Gálvez .....	79
Figura 13: Problemas de asentamiento .....	79
Figura 14: Evidencia de fallas en estructura de una casa en José Gálvez .....	80
Figura 15: Realizando los ensayos DPL .....	80
Figura 16: Realizando la ejecución de calicatas y ensayo DPL.....	81
Figura 17: Realizando la excavación de calicata .....	81
Figura 18: Realizando el ensayo de Corte Directo .....	82
Figura 19: Realizando el ensayo de Corte Directo .....	82
Figura 20: Plano de ubicación de calicata .....	96

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Ciudad de José Gálvez, Distrito José Gálvez, Provincia Celendín, Región Cajamarca, el problema principal fue: ¿Cuál es la capacidad portante de los suelos de fundación, mediante los métodos DPL y corte directo para la ciudad distrito de José Gálvez – Celendín – Cajamarca?. El objetivo principal fue determinar la capacidad portante de los suelos de fundación de la ciudad de José Gálvez, provincia de Celendín, departamento de Cajamarca, mediante los ensayos DPL y Corte Directo. La hipótesis fue la capacidad portante mediante el ensayo DPL es 30% mayor que la capacidad portante del ensayo de Corte Directo, para los suelos de fundación de la ciudad de José Gálvez – Celendín – Cajamarca. Se realizaron diez ensayos de Corte Directo y diez ensayos de DPL para determinar las características físicas, químicas y mecánicas de los suelos de fundación. Para realizar la contrastación de la hipótesis mediante el método de DPL se encontró que hay una diferencia entre las capacidades portantes obtenidas por los dos métodos, con una variación entre 0,53 y 1.20 kg/cm<sup>2</sup> y el número de golpes varía entre 7 y 16 respectivamente y por el método de Corte Directo la variación se encontró entre 0,84 y 0,96 kg/cm<sup>2</sup>. Asimismo, se determinó 04 zonas geotécnicas. Finalmente concluimos que el método a utilizar en las obras de ingeniería es el Ensayo de Corte Directo por darnos resultados más confiables.

Palabras Claves: Capacidad portante, suelos de fundación, Corte Directo y Ensayo de Penetración Liviana (DPL).

## **ABSTRACT**

This research was conducted within the José Gálvez, City, José Galvez District, Celendín Province, and Cajamarca Region. The main research problem was as follows: What is the bearing capacity of foundation soils between DPL and Direct Cut methods of the José Gálvez city, José Galvez District, Celendín Province, and Cajamarca region? The main objective was to determine the bearing capacity of foundation soils of the José Gálvez city, The tested hypothesis was the bearing capacity by the DPL test is 30% higher than the Direct Cut Test for the foundation soils of José Gálvez City. Ten tests of the Light Dynamic Penetrometer and ten Direct Cut special Test were made in order to determine the physical, mechanical and chemical characteristics of soil foundation. To test the hypothesis using the DPL method it was found that there is a difference between the bearing capacities obtained by the two methods, with a variation between 0.45 and 2.03kg / cm<sup>2</sup> and the number of strokes varies between 7 and 27 respectively and by the Direct Cut method the variation was between 0.84 and 0.96 kg / cm<sup>2</sup>. In addition, 04 geotechnical zones were determined.

Finally we conclude that the method to be used in engineering works is the Direct Cut Test for giving us more reliable results. Key Words: Bearing Capacity, foundation soils, Direct Cut Special Test and Light Dynamic Penetrometer

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

En los inicios de la historia, el suelo ha estado en estrecha relación con la vida del hombre, si bien fue recién a principios del siglo XIX que la importancia y dimensiones de las construcciones y edificios en general exigió un mayor conocimiento de las propiedades y características del suelo, de modo de poder utilizar mejor su capacidad portante y controlar los asentamientos. Muchos fueron los eminentes físicos e investigadores pioneros de la mecánica de suelos, entre los cuales se pueden mencionar a CA. Coulomb en 1773 y a W.J. Rankine en 1885, quienes a pesar de contar inicialmente sólo con instrumentos y equipos de poca precisión, tuvieron la aguda visión de la problemática que involucra el comportamiento de los suelos, y permitieron signar el futuro de esta rama de la ingeniería.

En la época actual, la construcción de todo tipo de obras civiles demanda un buen control de calidad en todas sus etapas, tanto de diseño como de construcción, lo que implica el conocimiento de las propiedades y del comportamiento de los distintos materiales involucrados, entre los cuales se encuentra el suelo. Los suelos son el material de construcción más antiguo y complejo, debido a su gran diversidad y a sus características mecánicas, las cuales se ven afectadas directamente por factores externos presentes en el lugar donde se localizan.

Actualmente se utilizan varios métodos para determinar la capacidad portante del suelo entre ellos el Ensayo Triaxial No Drenado No Consolidado UU, Cono de Peck, SPT, Corte Directo, DPL, entre otros algunos con muestras alteradas e inalteradas y todos nos permiten determinar las características físicas y mecánicas del suelo; en esta investigación se ha considerado el método de Corte Directo (muestras inalteradas) y el

Ensayo de Penetración Dinámica Liger (energía cinética) para determinar su comparación y la variación entre ellas.

En la ciudad de José Gálvez, existen patologías registradas en muchas edificaciones a consecuencia de falta de estudios de mecánica de suelos para la determinación de la capacidad portante del suelo, para el diseño de cimentaciones superficiales y profundas, es por ello, que esta investigación ha determinado una zonificación geotécnica en la ciudad delimitando las zonas más críticas en base a sus parámetros físicos, mecánicos y químicos obtenidos.

## **1.1. Planteamiento del problema**

### **1.1.1. Contextualización**

Partiendo que en la modernidad que en las edificaciones siempre se considera en el diseño los principales parámetros en el que se obtienen estructuras resistentes y con alto grado de seguridad, se tiene que el Valle de Celendín especialmente de la Ciudad de José Gálvez está conformado por depósitos cuaternarios. De suelos residuales con presencia de arcillas y limos producto de la intemperización y meteorización de las rocas calizas, generadas por efecto de la saturación del agua produciendo las karstificaciones, ocasionando fallas en los diferentes tipos de edificaciones, pavimentos y otros.

Estas arcillas son extremadamente peligrosas en todas las obras civiles de ingeniería, como edificaciones, puentes, taludes, presas, pavimentos, entre otros, causando millonarias pérdidas a nivel Local y Nacional, debido a los asentamientos diferenciales. Por estas razones es necesario, suficiente e importante estudiar los parámetros de forma, profundidad e inclinación para determinar la capacidad portante del suelo, así como también las características físicas, límites de Atterberg, contenido de humedad, peso específico, su clasificación de suelos, como los mecánicos cohesión, ángulo de fricción interna módulo de elasticidad, Poisson y otros.

En la ciudad de José Gálvez, ubicada en la provincia de Celendín, región de Cajamarca, desde su creación hasta la fecha la mayoría de sus construcciones y edificaciones no se han ejecutados ensayos geotécnicos especialmente de mecánica de suelos con ensayos de Corte Directo, SPT, DPL, Ensayos Triaxiales No Drenados, No Consolidados UU y otros, que determinan en forma real los parámetros para el diseño de la Capacidad Portante de todos los suelos de fundación y así como sus características físicas, químicas y mecánicas.

Lo que se investigó fue las características físicas, químicas y mecánicas de los suelos mediante 10 calicatas y/o exploraciones geotécnicas de muestras inalteradas para el ensayo de Corte Directo y 10 ensayos de Penetración Dinámica Ligera (DPL) por el número de golpes para determinar la capacidad portante del terreno y luego se hizo la comparación y la variación porcentual entre ellos, concluyendo con el método más óptimo. Para la determinación de las características químicas como sulfatos, cloruros se ejecutó dichos ensayos y se determinó que se encuentran dentro de los límites permisibles, esto concluyó el tipo de cemento a utilizar en las diferentes obras a ejecutarse.

### **1.1.2. Descripción del problema**

La no ejecución de ensayos especiales ha ocasionado en casi todas las edificaciones fallas estructuras, por corte, flexión, punzonamiento, asentamientos diferenciales y otros. Esta investigación hará que las instituciones públicas, privadas y la

población en general tomen conciencia de la importancia de estos estudios geotécnicos.

Siendo la Región de Cajamarca una zona medianamente sísmica, por lo que pertenece a Zona 2 y 3, específicamente la ciudad de José Gálvez a la zona 2, tenemos que asumir el reto ante los riesgos y peligros que estamos expuestos la población ante un evento Sísmico de gran magnitud que puede ocasionar muertes y colapso de las estructuras, es por ello que se hace prioritario, necesario e importante la ejecución en todos los niveles de las nuevas construcciones y diseños estructurales un estudio geotécnico de mecánica de suelos.

Según INEI 2014, en la ciudad de José Gálvez la mayor cantidad de viviendas están construidas con adobe o tapial (95%), siendo minoritaria las edificaciones con material noble, como la construcción de la Iglesia Católica y algunos centros educativos.

### **1.1.3. Formulación del problema**

¿Cuál es la capacidad portante de los suelos de fundación, mediante los métodos DPL y corte directo para la ciudad de José Gálvez – Celendín – Cajamarca?

## **1.2. Justificación e importancia**

### **1.2.1. Justificación científica**

Las investigaciones teóricas y metodológicas de las experiencias ejecutadas en los países del mundo, como Estados Unidos, México (construida en una laguna), Brasil (95% de suelos residuales), España, Países Bajos, Japón, la India, entre otros, han desarrollado miles de ensayos de laboratorio para determinar formulas empíricas que nos han permitido hasta la fecha determinar esfuerzos cortantes del suelo, es decir la capacidad portante del terreno, entre estos científicos se encuentran Terzaghi, Meyerhof, Vesic, DeBeer, Hansen, Hanna, Prandtl, Reissner, Caquot, Kerisel, y muchos otros que siguen investigando para evitar futuros colapsos de las obras de ingeniería.

Para evitar las fallas y colapsos de las estructuras construidas y en las futuras construcciones se tiene que realizar exploraciones geotécnicas, y con las muestras extraídas podemos determinar las características físicas, químicas y mecánicas de los suelos de fundación como son granulometría, peso específico, límites de Attemberg, y otros; ensayos especiales tales como de DPL y Corte Directo en diferentes puntos de la ciudad y su expansión urbana.

### **1.2.2. Justificación técnica-práctica**

Se realiza esta investigación para poder conocer la capacidad portante del suelo de fundación de la ciudad de José Gálvez, porque no se debe seguir cometiendo los mismos errores por falta de aplicación de la tecnología en la construcción de cualquier edificación.

Se determinó dicha capacidad portante del suelo de fundación mediante dos métodos, Corte Directo y Ensayo de Penetración Dinámica Ligera (DPL), donde se hizo su respectiva comparación y variación porcentual.

El aporte teórico ejecutado en esta investigación, es la comparación entre estos ensayos de Corte Directo y DPL, comprobándose que el ensayo de Corte Directo es mucho más preciso en la determinación de sus parámetros físicos y mecánicos, debido a que son muestras inalteradas.

Con estas comparaciones que se ha hecho de los ensayos respectivos, se tiene parámetros físicos y mecánicos para la ciudad, para sus construcciones futuras que antes no lo tenían y pueden ser generalizados dichos resultados en la zonificación geotécnica ejecutada en esta investigación.

Se apoya esta investigación en el conocimiento y metodología de Terzaghi y Braja M. Das., incrementando el conocimiento científico para la ejecución en otras ciudades del Perú que tanto se necesita, pudiendo ser utilizados en diferentes ciudades a nivel local, nacional e internacional.

Lo que se ha investigado a la fecha es la comparación de estos dos ensayos, faltando la comparación de los ensayos SPT, Ensayos Triaxiales No Drenados, No Consolidados UU y otros, para luego realizar una curva de alabeo.

Finalmente se ha podido zonificar geotécnicamente los suelos de fundación de la ciudad de José Gálvez.

### **1.2.3. Justificación institucional y personal**

Los motivos que llevaron a realizar esta investigación en la ciudad de José Gálvez, es por la ascendencia de mi familia, contribuyendo a encontrar una zonificación geotécnica y la determinación de la capacidad portante del suelo.

La investigación es netamente original tanto en su metodología y ensayos para los diferentes de tipos de suelos encontrados en las exploraciones geotécnicas.

Esta investigación resuelve el problema de la determinación de la capacidad portante de los suelos de fundación mediante los métodos DPL y Corte Directo, para la ciudad de José Gálvez, Celendín, Cajamarca.

La trascendencia en la ciudad de José Gálvez, las instituciones públicas y privadas, contratistas, ingenieros estructuristas, alumnos de la universidad de la facultad de ingeniería, población, investigadores y otros, que serán beneficiados en sus futuras construcciones mediante la zonificación geotécnica y los parámetros determinados en los ensayos de Corte Directo y DPL

La Universidad Nacional de Cajamarca es la institución llamada a realizar investigaciones que permitan el desarrollo, no solo de nuestra ciudad, sino del Perú y el mundo. Por ello es necesario investigar temas que, actualmente, se vienen haciendo a nivel nacional y mundial.

### **1.3. Delimitación de la investigación**

La presente investigación se limitó a determinar la capacidad portante y los parámetros geotécnicos de los suelos de fundación de la ciudad de José Gálvez mediante los métodos Corte Directo y DPL.

La investigación se limitó a realizar 10 ensayos de DPL y 10 ensayos de Corte Directo a una profundidad de 3 m.

### **1.4. Limitaciones**

No existió limitaciones para realizar el trabajo de investigación.

### **1.5. Objetivos**

#### **1.5.1. Objetivo general**

Determinar la capacidad portante de los suelos de fundación de la ciudad de José Gálvez, provincia de Celendín, departamento de Cajamarca, mediante los ensayos DPL y Corte Directo.

#### **1.5.2. Objetivos específicos**

Determinar las características físicas, químicas y mecánicas de los suelos de fundación.

Comparar la capacidad portante de los suelos de fundación mediante los ensayos DPL y Corte Directo.

Zonificar Geotécnicamente los suelos de fundación de la ciudad de  
José Gálvez.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### **2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial**

Pinto, H. 1994 menciona que en el ámbito internacional por ser un Ensayo de Penetración Estándar Ligera (DPL), uno de los más antiguos se utilizó en los años 55 en Estados Unidos, Florida, con una capacidad portante de 1.12 kg/cm<sup>2</sup>, México (Nuevo México) con una capacidad portante de 0.78 kg/cm<sup>2</sup> y Europa para la determinación de la resistencia de los suelos, además para la determinación de los acuíferos libres para el abastecimiento de agua potable, con una capacidad portante promedio.

El Ministerio de Agricultura, 2003 a través de la Dirección General de Agua y Saneamiento de Tumbes, 1974, efectuó el “Diagnóstico con fines de Rehabilitación de los suelos de cultivo de los Sectores de Quebrada Seca y Bajo Zarumilla”- 55 DPL a 10m de profundidad y 30 Corte Directo a 3.00 m. que ayudaron a determinar los perfiles estratigráficos que sirvió para la determinación del acuífero libre y la capacidad portante de los suelos de 1.18 kg/cm<sup>2</sup> para reservorios, llegando a la conclusión para suelos arcillo arenosos.

En 2003, el Instituto Nacional de Defensa Civil proyecto INDECI–PNUD realizó estudio de suelos y napa freática 10 DPL´s a 15m que ayudaron a determinar los tipos de suelos y perfiles estratigráficos de la Ciudad de Catacaos, para la determinación del acuífero libre para suelos con una capacidad portante de 1.15 kg/cm<sup>2</sup>.

En 2006, Fernández M, se realizaron estudios Geotécnicos de cimentaciones superficiales en suelos arcillosos a 3.00 m. de profundidad en la ciudad

universitaria de la Universidad Nacional de Cajamarca con ensayos especiales de Corte Directo y Ensayo Triaxial No Drenado No Consolidado UU, llegando a la conclusión de una capacidad portante de 0.76 kg/cm<sup>2</sup>.

El Gobierno Regional La Libertad, 2007 realiza el Proyecto "Reconstrucción de la I.E. Secundaria Santa Magdalena en C.P. Ciudad de Dios en Guadalupe - Pacasmayo - La Libertad", se encuentra ubicado en el Centro Poblado de Ciudad de Dios, perteneciente al Distrito de Guadalupe, Provincia de Pacasmayo, Departamento de La Libertad, se obtuvieron los siguientes resultados: Se realizó las Pruebas de Campo que consistió en 2 calicatas a cielo abierto C- 1, y C-2. Las calicatas se realizaron hasta una profundidad máxima de 2.00 m., a partir de la superficie inicial del terreno. La Capacidad Portante Admisible del terreno a la profundidad de cimentación mínima indicada es de 0.895 kg/cm<sup>2</sup> para Cimientos Corridos y 1.075 kg/cm<sup>2</sup> para Cimientos Cuadrados.

Según Fernández M 2009, se realizó el estudio de Análisis de la Sostenibilidad de los reservorios y sistemas de agua y alcantarillado del distrito de Aguas Verdes usando los Ensayos de Corte Directo, Ensayo Triaxial para la determinación de la Capacidad Portante, su estudio se realizó con la finalidad de contribuir al conocimiento de la sostenibilidad de los servicios de provisión de agua en el área de estudio, estudiando el estado de la prestación del servicio e identificando los factores que afectan a la calidad de la misma.

En el 2010, en Madrid – España el Laboratorio de Suelos INGEGAR realizó el estudio de Suelos mediante el Ensayo de Penetración Estándar Ligera (DPL) del Proyecto Urbanización La Madrid Villavicencio- Meta, determinando su

capacidad portante. Llegándose a la conclusión en suelos granulares un  $\lambda_t=1.48$  Kg/cm<sup>2</sup>.

En el 2011, en México – se realizó Estudio Geológico y Geotécnico de los suelos en San Bernardino Tlaxcalancingo en donde se usó el Ensayo SPT para determinar su capacidad portante de los suelos a diferentes profundidades.

En el 2011, La Secretaria de Comunicaciones y Transportes Subsecretaria de Infraestructura Dirección General de Carreteras – Chile, realizó el estudio para paso de estructuras de puentes y pontones determinándose la capacidad Portante a diferentes profundidades

En 2011, dirección de estudios de proyectos hidráulicos multisectoriales (ENTURPERU)". Realizo el estudio a nivel de perfil del Mejoramiento del canal de la margen izquierda del río Tumbes y bocatoma La Peña, realizándose 02 DPL's, para la determinación de perfiles estratigráficos y el nivel freático.

Palma, Valenzuela & Espinace, 2007 en su tesis Estabilidad de Rellenos Sanitarios en Chile evaluaron la estabilidad en rellenos sanitarios, analizando sus condiciones de equilibrio a partir de métodos geotécnicos tradicionales, para analizar su compresibilidad, capacidad portante y estabilidad de los taludes. Específicamente, se propuso un procedimiento que evalúa las condiciones de estabilidad por medio de un factor de seguridad.

Con la información de mecánica de suelos se ha logrado calcular las capacidades portantes de los suelos en el área de estudio y sus alrededores, especialmente hacia la ciudad de Cajamarca.

En el 2012, en el distrito de Baños del Inca, fue necesario analizar y comparar las condiciones estratigráficas de las calicatas que se ejecutaron en proyectos con los resultados de los ensayos de mecánica de suelos, tanto de los ensayos estándar y

especiales, teniendo como resultado las capacidades portantes y capacidades admisibles en dos planos debajo del nivel del terreno.

En primer lugar, se realizó éstos cálculos para una profundidad de 1,50 metros considerando que las estructuras se cimienten sobre zapatas de 1,50 metro, las cuales se acercan concretamente a la realidad de construcción de estructuras en Baños del Inca. La información que se obtiene es que casi el 100% de valores pasan de  $1\text{Kg}/\text{cm}^2$ , teniendo las mayores capacidades admisibles en la zona del Club del Pueblo y la zona NE del área en el poblado Puylucana. La zona este y sureste en dirección a Shaullo presenta capacidades admisibles entre 0,9 a  $1,8\text{ Kg}/\text{cm}^2$ , las indican la necesidad de realizar cálculos individuales para cada uno de los proyectos de construcciones que se realicen.

El Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), 2013, de acuerdo a estudios realizados en la ciudad de Nueva Cajamarca lograron determinar que las zonas adyacentes a los ríos y drenaje urbano de las ciudades la Capacidad portante disminuye, considerándolas zonas de peligro alto y peligro muy alto. A la vez se puede resumir las zonas de peligro de la siguiente manera:

#### **Zona de Peligro Medio**

Son aquellas áreas donde el terreno es de pendiente menor de  $15^\circ$  (Suave a Moderada), poca erosión, con posibilidad de uso moderado, la profundidad del nivel freático es mayor al ancho de la cimentación (profundo), la capacidad portante varía entre  $1.00 - 1.50\text{ Kg}/\text{cm}^2$ .

#### **Zona de Peligro Alto**

Son aquellas áreas donde el terreno tiene una pendiente de  $15^\circ$  a  $30^\circ$ ; no existe erosión severa, son áreas cercanas a las riberas de las quebradas y torrenteras; la

profundidad del nivel freático es menor o igual al ancho de la cimentación (menor de 4m), la capacidad portante se encuentra entre 0.50 a 1.00 Kg./cm<sup>2</sup>.

#### **Zona de Peligro “Alto +”**

Son aquellas áreas donde el terreno es de pendiente de 30° a 60°, zonas adyacentes a las riberas del río Yuracyacu, canales y drenes naturales, donde la profundidad del nivel freático es superficial (menor a 50 cm.), la capacidad portante es menor a 0.50 Kg./cm<sup>2</sup>. En estos suelos la disminución de la capacidad portante por efecto sísmico es muy alta. Para el uso del suelo se requieren estudios de sitio muy intensos, por las limitaciones Geotécnicas.

#### **Zona de Peligro Muy Alto**

Son aquellas áreas donde el terreno es de pendiente mayor de 60°. Riberas y cauces de quebradas y zonas adyacentes, cuyo ancho de trabajo estará determinado por la topografía, talud del cauce natural (ancho efectivo del río y/o quebrada). En estas zonas no se deberá permitir el uso del suelo con fines de vivienda por el alto peligro de inundación, o erosión y/o socavamiento, los que podrían generar el colapso de las estructuras. Las inversiones que se realicen serán para protección, defensa ribereña y recreación. En estas áreas los suelos disminuyen su capacidad portante por la inestabilidad y el efecto Sísmico.

### **2.2. Bases Teóricas.**

Historia de la Mecánica De Suelos

Verruijt, 2001, menciona que la Mecánica de los suelos se ha desarrollado en el comienzo del siglo 20. La necesidad de que el análisis del comportamiento de los suelos surgió en muchos países, a menudo como resultado de accidentes espectaculares, tales como deslizamientos de tierra y los fracasos de las fundaciones (La fundación es aquella parte de la estructura que tiene como función

transmitir en forma adecuada las cargas de la estructura al suelo y brindar a la misma un sistema de apoyo estable). En los Países Bajos el deslizamiento de un terraplén de ferrocarril cerca de Weesp, en 1918 dio lugar a la primera investigación sistemática en el campo de mecánica de suelos, por una comisión especial creada por el gobierno.

Muchos de los principios básicos de mecánica de suelos eran bien conocidos en ese momento, pero su combinación con una disciplina de ingeniería aún no se había completado. Las primeras contribuciones importantes a la mecánica del suelo se deben a Coulomb, que publicó un importante tratado sobre el fracaso de los suelos en 1776, y de Rankine, que publicó un artículo sobre los posibles estados de estrés en los suelos en 1857. En 1856 Darcy publicó su famosa obra sobre la permeabilidad de los suelos, por el suministro de agua de la ciudad de Dijon. Los principios de la mecánica de continua, incluyendo la estática y la resistencia de los materiales, también conocido en el siglo 19, debido a la obra de Newton, Cauchy, Navier y Boussinesq. La unión de todos estos fundamentos para una disciplina coherente tenía que esperar hasta el siglo 20. Cabe mencionar que el comité de investigar el desastre, cerca de Weesp llegó a la conclusión de que el agua los niveles en el terraplén del ferrocarril aumentó por la lluvia constante, y que la fuerza del muro de contención era insuficiente para soportar estas aguas de alta presiones. Importante pioneras contribuciones al desarrollo de la mecánica del suelo fueron realizadas por Karl Terzaghi, que, entre otras muchas cosas, ha descrito cómo hacer frente a la influencia de las presiones del agua intersticial en el comportamiento de los suelos. Este es un elemento esencial de la teoría de la mecánica del suelo.

Un factor estimulante ha sido la creación del Laboratorio de Mecánica de Suelos de Delft en 1934, ahora conocido como Deltares. En muchos países del mundo hay institutos similares y empresas consultoras que se especializan en la mecánica del suelo. Por lo general, también se ocupan de ingeniería de la Fundación, que se ocupa de la aplicación del principio de la mecánica del suelo para el diseño y la construcción de las fundaciones en la práctica de la ingeniería. Mecánica de suelos e ingeniería Fundación juntos a menudo denotada como Geotecnia. Una empresa consultora muy conocida en este campo es Fugro, con sede en Leidschendam, y sucursales en todo el mundo.

La organización internacional en el campo de la geotecnia es la Sociedad Internacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica, el ISSMGE, que organiza conferencias y estimula el desarrollo de la geotecnia mediante la creación de grupos internacionales de estudio y por normalización. En la mayoría de los países de la Sociedad Internacional cuenta con una sociedad nacional. En los Países Bajos, este es el Departamento de Geotecnia de la Institución Real de los Países de Ingenieros (KIVI), con cerca de 800 miembros.

### **Capacidad Portante**

Miguel Arévalo, 2008 menciona que las cimentaciones de estructuras o equipos que soportan usualmente se diseñan para satisfacer ciertos requerimientos de servicio y resistencia. Las condiciones de servicio establecen que la cimentación debe comportarse satisfactoriamente, bajo las condiciones normales de cargas de operación que imponen la estructura o equipo que soportan, de tal forma que se satisfagan los propósitos de su diseño.

(Braja, 2012), Se menciona que las propiedades mecánicas de un terreno suelen diferir frente a cargas que varían (casi) instantáneamente y cargas cuasi-

permanentes. Esto se debe a que los terrenos son porosos, y estos poros pueden estar total o parcialmente saturados de agua. En general los terrenos se comportan de manera más rígida frente a cargas de variación cuasi-instantánea ya que éstas aumentan la presión intersticial, sin producir el desalojo de una cantidad apreciable de agua. En cambio, bajo cargas permanentes la diferencia de presión intersticial entre diferentes partes del terreno produce el drenaje de algunas zonas.

En el cálculo o comprobación de la capacidad portante de un terreno sobre el que existe una construcción debe atenderse al corto plazo (caso sin drenaje) y al largo plazo (con drenaje). En el comportamiento a corto plazo se desprecian todos los términos excepto la cohesión última, mientras que en la capacidad portante a largo plazo (caso con drenaje) es importante también el rozamiento interno del terreno y su peso específico.

### **Fórmula de Terzaghi**

Karl von Terzaghi, 1943 propuso una fórmula sencilla para la carga máxima que podría soportar una cimentación continua con carga vertical centrada, apoyada sobre la superficie de un suelo dada por:

$$\frac{p_u}{b} = qN_q + cN_c + \frac{\gamma b}{2} N_\gamma \dots \dots \dots (1)$$

Dónde:

$p_u$ , 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

$\gamma$ , peso específico efectivo (ver tensión efectiva) del terreno.

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

Anteriormente Prandtl, 1920. En un problema para una cimentación de longitud infinita y ancho  $b$  sobre un terreno arcilloso con ángulo de rozamiento nulo y peso despreciable, obteniendo:

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

Además una fórmula sencilla para la carga máxima que tuvo como base teórica la solución de Prandtl soportar una cimentación continua con carga vertical centrada, apoyada sobre la superficie de un suelo dada por:

$$\frac{p_u}{b} = qN_q + cN_c + \frac{\gamma b}{2} N_\gamma \dots \dots \dots (3)$$

Dónde:

$P_u$ , 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

$\gamma$ , peso específico efectivo (ver tensión efectiva) del terreno.

$N_q$ ,  $N_c$ ,  $N_\gamma$ , coeficientes dependientes de ángulo de rozamiento interno, para las que Terzaghi sugirió algunas aproximaciones particulares, como por ejemplo  $N_c=50$ .

Braja M. Das, 2012, p. 143 menciona que veinte años después logró 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 es:

$$\frac{p_u}{b} = qN_q s_q d_q i_q + cN_c s_c d_c i_c + \frac{\gamma b}{2} N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma \dots\dots\dots (4)$$

Dónde:  $N_q, N_c, N_\gamma$ ;  $b, c, \gamma$  tienen los mismos significados que en fórmula de Terzaghi y el resto de parámetros son funciones del ángulo de rozamiento interno:

$S_q, S_c, S$ : son los factores de forma.

$d_q, d_c, d_\gamma$  : son los factores de profundidad.

$I_q, I_c, I_\gamma$  : son los factores de inclinación de la carga.

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

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi} \tan^2 \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right); \quad N_c = \frac{N_q - 1}{\tan \varphi}; \quad N_\gamma = \frac{2(N_q + 1) \tan \varphi}{1 + 0.4 \sin 4\varphi} \dots\dots\dots (5)$$

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:

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

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:

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi)^2 \frac{D}{b}; \quad d_c = d_q - \frac{1 - d_q}{N_c \tan \varphi}; \quad d_\gamma = 1 \dots\dots (7)$$

**Factores de inclinación de la carga**

Para estos factores Binch Hansen proporcionó ecuaciones exactas que requería resolver la ecuación trigonométrica compleja para  $\alpha$ :

$$\tan\left(\alpha - \frac{\varphi}{2}\right) = -\frac{\tan\delta - \sqrt{1 - \frac{\tan^2\delta}{\tan^2\varphi}}}{1 + \frac{\tan\delta}{\tan\varphi}} \dots\dots\dots (8)$$

Y donde  $\delta$  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 dada por:

$$i_q = \frac{1 + \sin\varphi \sin(2\alpha - \varphi)}{1 + \sin\varphi} e^{-\left(\frac{\pi}{2} + \varphi - 2\alpha\right)\tan\delta} \approx \left(1 - \frac{H}{V + cLb \cdot \cot\varphi}\right)^2 \dots\dots\dots (9)$$

Dónde:

$H, V$  Son las componentes horizontal y vertical de la carga,

$c, \varphi$  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:

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \tan\varphi}; \quad i_\gamma = i_q^2 \dots\dots\dots (10)$$

### 2.3. Marco conceptual

#### Ensayo de Corte Directo

El ensayo de Corte Directo durante la presente investigación se hicieron el Laboratorio de Mecánica de Suelos W.F.M.

La Univ. Nac. Colombia -Ensayo de Corte Directo, 2001 menciona que este método describe y regula el método de ensayo para la determinación de la resistencia al corte de una muestra de suelo, sometida previamente a un proceso de consolidación,

cuando se le aplica un esfuerzo de cizalladura o corte directo mientras se permite un drenaje completo de ella. El ensayo se lleva a cabo deformando una muestra a velocidad controlada, cerca de un plano de cizalladura determinado por la configuración del aparato de cizalladura. Generalmente se ensayan tres o más especímenes, cada uno bajo una carga normal diferente para determinar su efecto sobre la resistencia al corte y al desplazamiento y las propiedades de resistencia a partir de las envolventes de resistencia de Mohr.

Los esfuerzos de cizalladura y los desplazamientos no se distribuyen uniformemente dentro de la muestra y no se puede definir una altura apropiada para el cálculo de las deformaciones por cizalladura. En consecuencia, a partir de este ensayo no pueden determinarse las relaciones esfuerzo-deformación o cualquier otro valor asociado, como el módulo de cizalladura.

La determinación de las envolventes de resistencia y el desarrollo de criterios para interpretar y evaluar los resultados del ensayo se dejan a criterios del ingeniero o de la oficina que solicita el ensayo. Los resultados del ensayo pueden ser afectados por la presencia de partículas de suelo o fragmentos de roca, o ambos.

Las condiciones del ensayo, incluyendo los esfuerzos normales y la humedad, son seleccionadas para representar las condiciones de campo que se investigan. La velocidad de deformación debe ser lo suficientemente lenta para asegurar las condiciones de drenaje equivalentes a una presión intersticial nula.

### **Terminología**

La Norma ASTM, 1994: Las definiciones de este método corresponden a los datos en la Norma D653.

Descripción de términos propios de esta norma.

*Desplazamiento lateral relativo*: desplazamiento horizontal de la mitad superior de la caja de cizalladura respecto a la mitad inferior.

*Estado de esfuerzos en condiciones de falla para un espécimen*. Normalmente se acepta que la falla corresponde al máximo esfuerzo de cizalladura alcanzado, o al esfuerzo de cizalladura cuando ha tenido lugar del 15% al 20% de desplazamiento lateral relativo. Dependiendo del comportamiento del suelo y de la aplicación en el campo pueden definirse otros criterios más adecuados.

### Resumen del Método de Ensayo

La Univ. Nac. Colombia -Ensayo de Corte Directo, 2001 menciona que este ensayo consiste en colocar el espécimen del ensayo en una caja de cizalladura directa, aplicar un esfuerzo normal determinado, humedecer o drenar el espécimen de ensayo, o ambas cosas, consolidar el espécimen bajo el esfuerzo normal, soltar los marcos que contienen la muestra y desplazar un marco horizontalmente respecto al otro a una velocidad constante de deformación y medir la fuerza de cizalladura y los desplazamientos horizontales a medida que la muestra es cizallada.

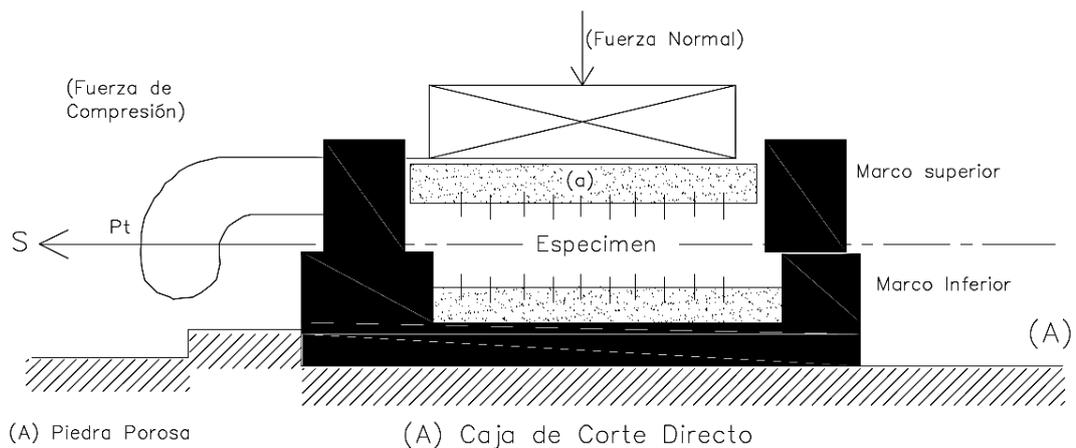


Figura 1: Caja de cizalladura

(unalmed, 2001)

## **Significado y Uso**

La Univ. Nac. Colombia -Ensayo de Corte Directo, 2001 menciona que el ensayo de cizalladura directa es adecuado para la determinación relativamente rápida de las propiedades de resistencia de materiales drenados y consolidados. Debido a que las trayectorias de drenaje a través de la muestra son cortas, se permite que el exceso de presión en los poros sea disipado más rápidamente que con otros ensayos drenados. El ensayo puede ser hecho en todo tipo de suelos inalterados, remoldeados o compactados. Hay sin embargo una limitación en el tamaño máximo de las partículas presentes en las muestras. Los resultados del ensayo son aplicables para estimar la resistencia al corte en una situación de campo donde ha tenido lugar una completa consolidación bajo los esfuerzos normales actuales. La ruptura ocurre lentamente bajo condiciones drenadas, de tal manera que los excesos de presión en los poros quedan disipados.

Los resultados de varios ensayos pueden ser utilizados para expresar la relación entre los esfuerzos de consolidación y la resistencia a la cizalladura en condiciones drenadas. Durante el ensayo de cizalladura hay rotación de los esfuerzos principales, lo que puede o no corresponder a las condiciones de campo. Aún más, la ruptura puede no ocurrir en un plano de debilidad, puesto que ella tiene que ocurrir cerca de un plano horizontal en la parte media del espécimen. La localización fija del plano de ruptura en el ensayo puede ser una ventaja en la determinación de la resistencia al corte a lo largo de planos reconocidamente débiles dentro del material del suelo y para analizar las interfaces entre materiales diferentes.

Los esfuerzos de cizalladura y los desplazamientos no están distribuidos uniformemente dentro de la muestra y no puede definirse una altura apropiada para

calcular las deformaciones de cizalladura o cualquier otra cantidad asociada de interés en geotecnia. La baja velocidad de desplazamiento asegura la disipación de los excesos de presión de los poros, pero también permite el flujo plástico de suelos cohesivos blandos. Debe tenerse cuidado de asegurar que las condiciones del ensayo representen las condiciones que se están investigando.

El intervalo de los esfuerzos normales, la velocidad de deformación y las condiciones generales del ensayo deben ser seleccionados para reflejar las condiciones específicas de los suelos que se está investigando.

### **Equipo**

La Univ. Nac. Colombia -Ensayo de Corte Directo, 2001 menciona que el *Aparato de cizalladura* es un instrumento diseñado y construido para contener de manera segura la muestra entre dos bloques porosos de tal modo que no se aplique un torque a la muestra. El aparato de cizalladura debe estar en condiciones de aplicar un esfuerzo normal a las caras del espécimen, medir el cambio de espesor del espécimen, permitir el drenaje del agua a través de los bloques porosos en las fronteras superior e inferior de la muestra y de sumergir la muestra en agua. El aparato debe ser capaz de aplicar una fuerza de cizalladura al espécimen a lo largo de un plano de cizalladura predeterminado (cizalladura simple) paralelo a las caras de la muestra. Los marcos que contienen el espécimen deben ser lo suficientemente rígidos para prevenir su distorsión durante el ensayo. Las diferentes partes del aparato de cizalladura, deben ser construidas de un material que no esté sujeto a la corrosión por humedad o por sustancias que se encuentren en el suelo, por ejemplo, acero inoxidable, bronce, aluminio, etc. No se permite la combinación de metales que puedan dar lugar a un efecto galvánico.



Figura 2: Aparato de cizalladura

La Univ. Nac. Colombia -Ensayo de Corte Directo, 2001 mencionó que la *Caja de cizalladura*, circular o cuadrada, hecha de acero inoxidable, bronce o aluminio, con dispositivos para el drenaje a través de su parte superior e inferior. Esta caja debe estar dividida verticalmente por un plano horizontal en dos mitades de espesor igual que se ajustan con tornillos de alineación. La caja de cizalladura está provista con tornillos de separación, que controlan el espacio entre sus mitades superior e inferior.



Figura 3: Caja de cizalladura

La Univ. Nac. Colombia -Ensayo de Corte Directo, 2001, menciona que los *Bloques permeables (piedras porosas)*: Los bloques permeables permiten el drenaje de la muestra de suelo a lo largo de los extremos superior e inferior de la muestra. Los bloques permeables tienen también como función transferir los esfuerzos de cizalladura horizontal del bloque a los bordes superior e inferior del espécimen. Los bloques permeables deben consistir de carburo de silicio, óxido de aluminio o un metal que no esté sujeto a la corrosión por sustancias del suelo. El grado adecuado del bloque depende del suelo que se vaya a analizar. La permeabilidad del bloque debe ser substancialmente mayor que la del suelo, pero debe tener una textura lo suficientemente fina para prevenir una intrusión excesiva en los poros del bloque. El diámetro o anchura del bloque poroso o de la platina superior debe ser de 0.2 mm a 0.5 mm menos que la medida interior de la caja. Si el bloque tiene como función transferir los esfuerzos horizontales del suelo, debe ser lo suficientemente rugoso para desarrollar una adherencia por fricción. Este efecto se puede conseguir con chorro de arena o maquinado del bloque, pero su superficie no debe ser tan irregular que cause grandes concentraciones de esfuerzos en el suelo.



Figura 4: Bloques permeables (Piedras Porosas)

No se han establecido criterios exactos para definir la textura y la permeabilidad de los bloques. Para un ensayo de suelo corriente, se consideran apropiados los bloques de grado medio con una permeabilidad de aproximadamente  $5 \times 10^{-4}$  a  $1 \times 10^{-3}$  cm/s, para analizar limos y arcillas, y bloques de grado grueso con una permeabilidad de  $5 \times 10^{-2}$  a  $1 \times 10^{-1}$  cm/s para arenas. Es importante que la permeabilidad del bloque poroso no se vea reducida por la acumulación de partículas de suelo en los poros del bloque. En consecuencia, es necesario un frecuente examen y limpieza (por lavado y ebullición o por limpieza ultrasónica) para asegurar la permeabilidad necesaria.

### **Mecanismos de Carga**

La Univ. Nac. Colombia -Ensayo de Corte Directo, 2001 hace mención:

A. - *Mecanismo para aplicar y medir la fuerza normal*: La fuerza normal puede aplicarse con un marco de carga activado por pesas o mediante un mecanismo neumático de carga. El instrumento debe ser capaz de mantener la fuerza normal dentro de una variación de 1% de la fuerza, rápidamente y sin excederla.

B. - *Mecanismo para cizallar la muestra*: El instrumento utilizado debe ser capaz de cizallar la muestra a una velocidad uniforme de desplazamiento con una desviación menor de 5%, y debe permitir el ajuste de la velocidad de desplazamiento desde 0.0025 a 1.0 mm/min. La velocidad que se aplique depende de las características de consolidación de los suelos. La velocidad normalmente se mantiene con un motor eléctrico y un motorreductor y la fuerza de cizalladura se determina por un instrumento indicador de carga como una celda o un anillo de carga.

C. - El peso de la parte superior de la caja de cizalladura debe ser menos de 1% de la fuerza normal aplicada: Esto puede requerir que la parte superior de la caja de

cizalladura sea modificada y soportada por una fuerza vertical de sentido contrario a la gravitacional.

**Nota:** La cizalladura del espécimen de ensayo a una velocidad mayor que la especificada, puede producir resultados de cizalladura del material parcialmente drenados, que difieren de la resistencia del material drenado.

*Instrumento de medición de la fuerza de cizalladura:* Un anillo de carga o celda de carga con precisión de 2.5 N (0.25 Kg) o 1% de la fuerza de cizalladura en condiciones de ruptura, lo que sea mayor.



Figura 5: Anillo de carga

*Soporte de la caja de cizalladura:* Una caja o marco metálico que soporte la caja de cizalladura y suministre a una reacción contra la que se apoye la mitad de la caja de cizalladura, o una base sólida que permita la alineación de la mitad de la caja de cizalladura, que permanezca libre para moverse en la dirección de la fuerza de cizalladura aplicada en un plano horizontal.

*Cuarto de humedad controlada:* Si se requiere, para preparar las muestras de modo que las variaciones de humedad sean minimizadas durante la preparación de las muestras.

*Anillo de corte*, para recortar las muestras de tamaño mayor a las dimensiones internas de la caja de cizalladura con un mínimo de alteración. Puede necesitarse una plantilla o moruna mordaza exterior para mantener el alineamiento de la muestra con la caja de cizalladura.

*Indicadores de deformación*: Calibradores de carátula o transductores de desplazamiento capaces de medir el cambio de espesor de la muestra con una sensibilidad de por lo menos 0.002 mm y medir desplazamientos horizontales con una sensibilidad de por lo menos 0.02 mm.

Equipo para la determinación del contenido de agua, de acuerdo con las especificaciones de la norma *D2216*.

Equipo para remoldear y compactar las muestras si es necesario.

*Equipo misceláneo* que incluye un cronometro, con un segundero, agua destilada o desmineralizada, espátulas, cuchillos, enrasadores, sierras de alambre, etc. utilizados para la preparación de la muestra.

La Univ. Nac. Colombia -Ensayo de Corte Directo, 2001 hace mención que:

### **Muestra**

La muestra utilizada en la preparación del espécimen debe ser suficientemente grande de manera que puedan ser preparadas por lo menos un mínimo de tres especímenes similares.

Prepare los especímenes en un ambiente de temperatura y humedad controlada para minimizar la ganancia o pérdida de humedad.

**A.** - Debe tenerse mucho cuidado al preparar los especímenes inalterados de suelos sensitivos para prevenir la alteración de la estructura natural del suelo. Determine la masa inicial de la muestra húmeda que se utilizara para calcular el contenido inicial de agua y el peso unitario del espécimen.

**B.** - El diámetro mínimo del espécimen para las muestras circulares o el ancho para los especímenes cuadrados debe ser 50 mm, o no menos que 10 veces el diámetro máximo de partícula, lo que sea mayor, y de acuerdo con la relación ancho a espesor.

El espesor mínimo inicial del espécimen debe ser 12 mm, pero no menor que seis veces el tamaño máximo de partícula.

La relación mínima entre el diámetro y el espesor del espécimen debe ser 2: 1.

Si se encuentran partículas grandes de suelo en el suelo después del ensayo, debe llevarse a cabo un análisis granulométrico de acuerdo con la norma D422, para confirmar las observaciones visuales y el resultado debe registrarse en el informe.

#### ***Preparación De La Muestra.***

A. - *Muestras inalteradas:* Prepare los especímenes a partir de muestras grandes inalteradas o de muestras obtenidas de acuerdo con la Norma D1587 u otros procedimientos de muestreo inalterado con tubos. Las muestras inalteradas deben ser preservadas y transportadas como se define para las muestras de los grupos C o D en la Norma D4220. Manipule los especímenes cuidadosamente para minimizar la alteración, los cambios en la sección transversal o la pérdida en el contenido de humedad. Si hay lugar a compresión o cualquier otro tipo de alteración notoria por el extractor, parta longitudinalmente el tubo de muestreo o córtelo en pequeñas secciones para facilitar la remoción del espécimen con un mínimo de alteración. Prepare muestras recortadas, siempre que sea posible en un ambiente que minimice los cambios de humedad del espécimen.

- **Nota:** Es deseable contar con un cuarto con una alta humedad controlada para este objeto.

B. - *Especímenes compactados*: Los especímenes serán preparados utilizando el método de compactación y el contenido de agua y el peso unitario prescrito por el cliente que solicita el ensayo. Arme y asegure la caja de cizalladura. Coloque un bloque poroso en el fondo de la caja de cizalladura. Los especímenes pueden ser moldeados por amasado o compactando cada capa hasta que la masa acumulada de suelo colocada en la caja de cizalladura esté compactada hasta un volumen conocido o ajustando el número de capas, el número de golpes por capa y la fuerza por golpe. La parte superior de cada capa debe ser escarificada antes de la adición del material para la próxima capa. Los límites entre capas compactadas deben ser colocados de tal manera que no coincidan con el plano de cizalladura definido por las mitades de la caja de cizalladura, a menos que este sea el objeto establecido para un ensayo en particular. El compactador utilizado para densificar el material debe tener un área de contacto con el suelo igual o menor al 50% del área del molde. Determine la masa de suelo húmeda para una capa individual compactada y colóquela en la caja de cizalladura.

Compacte el suelo hasta que obtenga el peso unitario deseado. Continúe colocando y compactando el suelo hasta que todo el espécimen esté compactado.

El espesor requerido de la capa compactada puede ser determinado directamente midiendo el espesor de la capa o de las marcas dejadas en la varilla de compactación que corresponde al espesor de la capa que se está colocando.

La decisión de saturar los bloques porosos inundando la caja de cizalladura antes de aplicar la fuerza normal depende del problema que se estudie. Los bloques porosos normalmente son saturados cuando se analizan muestras inalteradas obtenidas por debajo del nivel freático. En el caso de suelo expansivo la secuencia de consolidación, humedecimiento y cizalladura debe simular las condiciones de

campo. Determinar la masa compactada del espécimen a partir de la masa medida y compactada en el molde o por la diferencia entre la masa de la caja de cizalladura y la masa del espécimen compactado con la caja de cizalladura.

El material requerido para el espécimen, debe ser preparado mezclando completamente el suelo con suficiente agua para producir el contenido de humedad deseado. Deje reposar el espécimen antes de la compactación de acuerdo con la siguiente guía:

**Tabla 1:** Clasificación de suelos

<i>Clasificación Unificada</i>	<i>Tiempo mínimo de reposo (horas)</i>
SW, SP	Ninguno
SM	3
SC, ML, CL	18
MH, CH	36

**Fuente:** Univ. Nac. Colombia -Ensayo de Corte Directo, 2001

Puede prepararse también los especímenes compactados, compactando el suelo mediante los procedimientos y el equipo utilizados para determinar las relaciones de humedad-densidad de los suelos (Normas D698 y D1557) y recortando el espécimen para el ensayo de corte directo de la muestra así preparada, como si se tratara de una muestra inalterada.

La Univ. Nac. Colombia -Ensayo de Corte Directo, 2001, habla sobre:

### **Calibración**

La calibración es la operación mediante la cual se determina la deformación del aparato cuando está sometido a la carga de consolidación de tal manera que para cada carga de consolidación la deflexión del aparato puede ser sustraída de las deformaciones observadas.

En consecuencia sólo se registrará la deformación debida a la consolidación de la muestra para el ensayo completo. La calibración de las características de carga-deformación, necesita llevarse a cabo en el aparato cuando se pone por primera vez en servicio o cuando se cambian partes del aparato.

Arme el aparato de cizalladura directa con un disco o placa metálica de calibración de espesor aproximadamente igual al del espécimen de ensayo deseado y alrededor de 5 mm más pequeño en diámetro o anchura.

Coloque el indicador de desplazamiento normal, ajuste este indicador de manera que pueda ser utilizado para medir consolidación o expansión a partir de las lecturas del disco o placa de calibración. Registre la lectura cero o “sin carga”.

Aplique incrementos de fuerza normal hasta alcanzar la capacidad del equipo, y registre las lecturas del indicador de desplazamiento normal y de la fuerza normal.

Promedie los valores y prepare un gráfico de las deformaciones por carga del aparato como una función de la carga normal. Calcule la media de los resultados para futuras referencias en la determinación del espesor del espécimen de ensayo y de la compresión dentro del aparato mismo.

Retire el disco o placa de calibración. Puede aceptarse otros métodos de precisión probada para calibrar el aparato.

### **Procedimiento**

#### **Arme La Caja De Cizalladura.**

**A.** - Muestra inalterada: coloque los bloques porosos húmedos sobre los extremos expuestos del espécimen en la caja de cizalladura, coloque la caja de cizalladura con el espécimen inalterado y los bloques porosos en el soporte de la caja de cizalladura y fíjela al soporte.

En algunos aparatos la parte superior de la caja de cizalladura se mantiene en su lugar mediante una varilla ranurada que se ajusta a un agujero en la misma mitad superior de la caja de cizalladura. La mitad inferior de la caja de cizalladura se fija al soporte mediante tornillos. En algunos aparatos la mitad superior de cizalladura se mantiene en su lugar mediante una platina de anclaje.

**B.** - Especímenes compactados: coloque la caja de cizalladura que contiene el espécimen compactado y los bloques porosos en el soporte y fíjela.

Conecte y ajuste el sistema de carga de cizalladura de modo que no transmita fuerzas sobre el instrumento de medición de carga.

Conecte y ajuste adecuadamente el instrumento de medición de desplazamiento horizontal utilizado para medir los desplazamientos de cizalladura. Haga una lectura inicial o coloque el instrumento de medición para indicar el desplazamiento cero.

Coloque un bloque poroso húmedo y la placa de transferencia de carga en la parte superior del espécimen en la caja de cizalladura.

Coloque el marco de carga de fuerza horizontal en posición y ajústelo de modo que la barra de carga quede horizontal. Si se utiliza un sistema de carga por palancas, nivele la palanca. En los sistemas de carga neumática ajuste el marco de carga hasta que asiente suavemente en la depresión de la placa de transferencia de carga, o coloque una esfera metálica sobre la placa de transferencia y ajuste el marco hasta que haga un contacto suave.

Aplique una pequeña carga normal al espécimen. Verifique que todos los componentes del sistema de carga estén ajustados y alineados de tal manera que no quede restringido el movimiento de la placa de transferencia de carga en la caja de cizalladura. Registre la carga vertical y la carga horizontal aplicadas en el sistema.

La carga normal aplicada al espécimen debe ser aproximadamente 7kPa (0.07 kg/cm) Fije y ajuste los instrumentos de medición y desplazamiento lateral y vertical. Obtenga las lecturas iniciales o coloque en cero los instrumentos de medición de desplazamiento vertical y horizontal.

Si se requiere, llene la caja de cizalladura con agua y manténgala llena durante la ejecución del ensayo.

Calcule y registre la fuerza normal requerida para obtener el esfuerzo normal deseado o el incremento subsiguiente. Aplique el esfuerzo normal deseado agregando las masas apropiadas en el extremo de la palanca o incrementando la presión neumática.

La fuerza normal utilizada para un espécimen depende de los datos requeridos. La aplicación de una fuerza normal en un solo incremento puede ser apropiado para suelos relativamente firmes. Para suelos relativamente blandos, puede ser necesaria la aplicación de la fuerza normal en varios incrementos para prevenir el daño al espécimen.

Después de que ha tenido lugar la consolidación primaria, remueva los tornillos de alineamiento o los pines de la caja de cizalladura. Abra el espaciamiento entre las mitades de la caja de cizalladura hasta 0.6 mm utilizando los tornillos de separación. Retire los tornillos de separación.

Puede haber ocasiones en las que las separaciones entre las placas de la caja de cizalladura deben aumentarse para acomodar tamaños de arena mayores que la separación específica. Actualmente no hay información suficiente disponible para especificaciones del tamaño de la separación basado en una distribución de tamaño de partículas. Aplique la carga de cizalladura al espécimen.

Seleccione una velocidad de desplazamiento apropiada. Cizalle el espécimen a una velocidad relativamente baja de modo que haya exceso de presión en los poros en el momento de la ruptura. La siguiente ecuación puede ser utilizada como una guía para determinar el tiempo mínimo requerido desde el principio del ensayo hasta la ruptura.

$$T_f \approx 50T_{90} \dots \dots \dots (11)$$

Dónde:

$t_f$ [min]: tiempo total estimado hasta la ruptura, minutos.

$T_{50}$ : tiempo requerido *para* que el espécimen alcance el 50% de la consolidación bajo el esfuerzo normal especificado (o los incrementos subsiguientes).

Si se tiene una gráfica de desplazamiento normal vs.  $t$ , puede calcularse  $T_{90}$  del tiempo para comprobar el 90% de la consolidación utilizando la siguiente expresión:

$$T_{50} \approx T_{90} / 4.8 \dots \dots \dots (12)$$

Dónde:

$T_{90}$ : tiempo requerido para que el espécimen alcance el 90% de la consolidación bajo el esfuerzo normal especificado (o los incrementos subsiguientes), en minutos.

4.8: Constante que relaciona el desplazamiento y los factores de tiempo,  $T_{50}$  y  $T_{90}$ , para alcanzar el 50 y 90% de la consolidación.

Si el material presenta una tendencia a expandirse el suelo debe ser inundado con agua y dejarse que alcance el equilibrio bajo un incremento de esfuerzo normalmente suficientemente grande para contrarrestar la tendencia a la expansión antes de que pueda determinarse el tiempo mínimo para la ruptura. La curva

tiempo-consolidación más los incrementos subsiguientes de esfuerzos normales pueden utilizarse en la determinación de  $t_f$ .

Algunos suelos como las arenas densas y arcillas sobreconsolidadas, pueden no presentar curvas bien definidas de tiempo-asentamiento. Consecuentemente el cálculo de  $t_f$  puede producir una estimación inapropiada del tiempo requerido para fallar el espécimen en condiciones drenadas. Para arcillas sobreconsolidadas que se analizan bajo cargas normales menores que la presión de preconsolidación, se sugiere que el tiempo hasta la falla se estime utilizando un valor de  $t_{50}$  equivalente al que se obtendría del comportamiento tiempo-asentamiento en un proceso de consolidación normal. Para arenas densas limpias que drenan rápidamente puede usarse un tiempo,  $t_f$ , de 10 minutos; para arenas densas con más de 5% de finos, puede utilizarse un  $t_f$  igual a 60 minutos. Si se selecciona un valor alternativo de  $t_f$ , debe explicarse el criterio de selección en los resultados del ensayo.

Determine el desplazamiento apropiado a partir de la siguiente ecuación:

$$D_r \approx D_f / t_f \dots\dots\dots (13)$$

Dónde:

$D_r$ : velocidad de desplazamiento

$D_f$ : desplazamiento horizontal estimado en el momento de la ruptura (mm).

$T_f$ : tiempo total estimado hasta la ruptura (min).

La magnitud del desplazamiento estimado hasta la ruptura, depende de muchos factores incluyendo el tipo y la historia de esfuerzos en el suelo. Como guía utilice  $D_f=12$  mm si es suelo fingranular normalmente o ligeramente sobreconsolidado; de lo contrario utilice  $D_f = 5$  mm.

**A.** - Seleccione y fije la velocidad de desplazamiento. Para algunos tipos de aparatos la velocidad de desplazamiento se logra utilizando combinaciones de piñones y posiciones de palancas. En otros tipos la velocidad de desplazamiento se consigue ajustando la velocidad del motor.

**B.** - Registre el tiempo inicial, los desplazamientos vertical y horizontal y las fuerzas normales y de cizalladura. Ponga en funcionamiento el aparato e inicie la cizalladura.

**C.** - Haga la lectura de los datos de tiempo, desplazamiento vertical y horizontal y la fuerza de cizalladura a intervalos definidos de desplazamiento. Las lecturas de datos deben tomarse a intervalos de desplazamientos iguales al 2% del diámetro del espécimen, o de su anchura, para definir con precisión una curva de esfuerzo-desplazamiento.

Puede ser útil hacer lecturas adicionales para identificar el valor del esfuerzo de cizalladura máximo de materiales sobreconsolidados.

Puede ser necesario suspender el ensayo y separar nuevamente las mitades de la caja de cizalladura para mantener el espacio entre las piezas de la caja de cizalladura.

**D.** - Detenga el aparato una vez ocurra la falla de la muestra. El desplazamiento correspondiente a la condición de falla puede encontrarse entre el 15 y el 20% del diámetro o longitud del espécimen.

Si se desea conocer los parámetros de resistencia residual, la aplicación de la carga de cizalladura debe mantenerse hasta que ésta permanezca constante.

**E.** - Quite la fuerza normal del espécimen, retirando la masa de la palanca.

Cuando se trate de especímenes cohesivos separe las mitades de la caja de cizalladura con un movimiento deslizante a lo largo del plano de ruptura. No separe

las mitades de la caja de cizalladura perpendicularmente a la superficie de falla puesto que puede dañar el espécimen. Fotografíe, dibuje, o describa por escrito la superficie de falla. Este procedimiento no es aplicable a los especímenes no cohesivos.

Retire el espécimen de la caja de cizalladura y determine su contenido de humedad de acuerdo con el método de la Norma D2216. Calcule y grafique el esfuerzo de cizalladura nominal vs el desplazamiento lateral relativo.

### **Ensayo de Penetración (D.P.L.)**

Canaza, 2003 menciona que este método describe el procedimiento generalmente conocido como ensayo de penetración ligera, consiste en introducir al suelo una varilla de acero, en una punta se encuentra un cono metálico de penetración con 60° de punta, mediante la aplicación de golpes de un martillo de 10kg que se deja caer desde una altura de 0.50m. Como medida de la resistencia a la penetración se registra el número N, ha sido correlacionado con algunas propiedades relativas al suelo, particularmente con sus parámetros de resistencia al corte, capacidad portante, densidad relativa, etc.

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 este ensayo se efectúa varias pruebas diferentes para obtener los cálculos del suelo en que se va trabajar y realizar nuestro proceso constructivo como ingenieros civiles

### ***Definición:***

Canaza, 2003 menciona que este ensayo impone sobre un suelo condiciones idealizadas, o sea indica 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.

*Equipos y Materiales:*

- Equipo de DPL DIN 4094
- Cono metálico de penetración (60°)
- Yunque o cabezote
- Varillas o tubos de perforación
- Martillo o pesa (10 Kg.)
- Barra guía
- Otros equipos. - Guantes y alicates de manipuleo

La Sociedad Sueca de Geotecnia y el Instituto Sueco de Geotecnia, 1989, menciona que las pruebas de Penetración Dinámica fueron aprobadas por el Comité Técnico de Pruebas de Penetración de Suelos de la Sociedad Internacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones.

Atala Abad, 2011 menciona que las auscultaciones dinámicas son ensayos que requieren investigación adicional de suelos para su interpretación y no sustituyen al Ensayo de Penetración Estándar.

No se recomienda ejecutarse ensayos DPL en fondo de calicatas, debido a la pérdida de confinamiento para determinar las condiciones de cimentación sobre la base de auscultaciones dinámicas, debe conocerse previamente la estratigrafía del terreno obtenida mediante la ejecución de calicatas, trincheras o perforaciones.

Atala Abad, 2011 indica:

**Prueba Dinámica Ligera (DPL)** representando el más bajo rango de masa de Penetrómetro dinámico usado mundialmente; la profundidad de investigación, para obtener resultados hasta 3m. de profundidad aproximadamente. Emplea un martillo de 10 kg.

### **Alcance**

La expresión sondeando se usa para indicar un registro continuo en contraste con la Prueba de Penetración Estándar (SPT). El objetivo de la prueba dinámica es medir el esfuerzo exigido al manejar un cono a través del suelo para obtener la resistencia que corresponde a las propiedades mecánicas del suelo. Se recomienda cuatro procedimientos:

**Prueba Dinámica Media (DPM)** representando el rango medio de masa; con profundidades de investigación generalmente no mayores de 20 a 25 m aproximadamente. Emplea un martillo de 30 kg.

**Prueba Dinámica Pesada (DPH)** representando el rango medio de masa pesada y masa muy pesada; la profundidad de investigación generalmente no mayor que 25 m aproximadamente. Emplea un martillo de 50 kg.

**Prueba Dinámica Superpesada (DPSH)** representando el más alto rango de masa de penetrómetro dinámico y simulando las dimensiones del SPT estrechamente; la profundidad de investigación puede ser mayor de 25 m. emplea un martillo de 63.5 kg.

Atala Abad, 2011, indica:

### **Definiciones**

#### **Principios generales y Nomenclatura**

En general se emplea un martillo de masa  $M$  dejado caer desde una altura de caída  $H$ , para introducir una sonda puntiaguda cónica. El martillo golpea una base

conectada rígidamente a la barra. La resistencia de penetración se define como el número de golpes necesarios para que el penetrómetro ingrese una distancia definida. La energía de un golpe es la masa del martillo considerando la aceleración de la gravedad y la altura de caída (M.g.H). Los resultados de diferentes tipos de pruebas dinámicas pueden ser representados (y/o comparados) como valores de la resistencia qd o rd.

Las ecuaciones para rd y qd, según formulas holandesas son:

$$rd = \frac{M \cdot g \cdot H}{A \cdot e} \dots\dots\dots(14)$$

$$qd = \frac{M}{M+M'} \frac{M \cdot g \cdot H}{A \cdot e} \dots\dots\dots(15)$$

Dónde:

rd y qd: son valores de resistencia en Pa, KPa o MPa.

M: Masa del martillo

M': Masa total de las barras, la base y el tubo guía

H: Altura de caída

e: Penetración promedio por golpe

A: Área de la base del cono

g: Aceleración de gravedad

El sondeo dinámico es principalmente usado en suelos poco cohesivos.

Interpretando los resultados de la prueba obtenidos en suelos cohesivos y en suelos a grandes profundidades, se deben tomar precauciones cuando la fricción a lo largo de las barras es importante. Los sondeos dinámicos pueden usarse para detectar las capas suaves y localizar las capas duras como, por ejemplo, en suelos poco cohesivos para la resistencia en la punta de los pilotes (DPH, DPSH). En relación con la perforación, la presencia de suelos con gravas puede ser evaluada en condiciones

favorables. También pueden usarse los resultados del DPL para evaluar trabajabilidad y laborabilidad de los suelos.

Después de la calibración apropiada, pueden usarse los resultados del sondeo dinámico, para conseguir una indicación de las propiedades de la ingeniería de los suelos, como por ejemplo:

- Densidad relativa
- Compresibilidad
- Resistencia al esfuerzo cortante
- Consistencia

Por el momento, la interpretación cuantitativa de los resultados incluyendo predicciones de capacidad portante restringidas, permanecen solamente para suelos poco cohesivos; tiene que tener en cuenta que el tipo de suelo de poca cohesión (distribución de tamaño de grano, etc.) puede influir en los resultados del ensayo.

### **Clasificación**

Los diferentes equipos de penetración DPL, DPM, DPH y DPSH, se deben utilizar en forma apropiada dependiendo de las diferentes topografías, condiciones geológicas y propósitos de la investigación. A continuación, se describe los procedimientos de prueba, medidas y registros. Los datos técnicos de los equipos se resumen en la Tabla 2. Pueden requerirse otros tipos de equipo con propósitos especiales o con dimensiones del cono diferentes.

Tabla 2: Datos técnicos del equipo

Características del Equipo		Factor	Procedimiento de Ensayo			
			DPL	DPM	DPH	DPSH
Características del Martillo	Peso del martillo, Kg.		10±0.1	30±0.3	50±0.5	63.5±0.5
	Altura de caída, m		0.5±0.01	0.5±0.01	0.5±0.01	0.75±0.02
	Masa de guía y yunque (máx), Kg		6	18	18	30
	Rebote (máx.), %		50	50	50	50
	Relación Largo a Diámetro (D) del martillo		1 ≤ ≤ 2	1 ≤ ≤ 2	1 ≤ ≤ 2	1 ≤ ≤ 2
Características de la varilla	Longitud de la varilla, m		100<d<0.5D	100<d<0.5D	100<d<0.5D	100<d<0.5D
	Masa máx. de la varilla, Kg/m		3	6	6	8
	Desviación máx. de la varilla en los primeros 5 m, %		0.1	0.1	0.1	0.1
	Desviación máx. de la varilla debajo de los 5m, %		0.2	0.2	0.2	0.2
	Excentricidad de la varilla (máx.), mm		0.2	0.2	0.2	0.2
	Diámetro exterior de la varilla, mm		22±0.2	32±0.3	32±0.3	32±0.3
	Diámetro interior de la varilla, mm		6±0.2	9±0.2	9±0.2	-
	Angulo del cono, grados		90	90	90	90
	Área nominal del cono, cm <sup>2</sup>		10	10	15	20
	Diámetro del cono nuevo, mm		35.7±0.3	35.7±0.3	43.7±0.3	51±0.5
Características del cono	Diámetro del cono gastado, mm		34	34	42	49
	Longitud tramo recto del cono, mm		35.7±0.1	35.7±0.1	43.7±0.1	51±2
	Angulo de la parte inclinada del cono, grados		11	11	11	11
	Longitud de la punta del cono, mm		17.9±0.1	17.9±0.1	21.9±0.1	25.3±0.4
	Desgaste máx. de la longitud de la punta del cono, mm		3	3	4	5
Penetración	Número de golpes por cm. de penetración		10 cm; N10	10 cm; N10	10 cm; N10	20 cm; N10
	Rango estándar del N° de golpes		.3 – 50	.3 - 50	.3 - 50	.3 - 50
Energía por golpe	Trabajo específico por golpe, MgH/AkJ/m <sup>2</sup>		50	150	167	238

## **Equipo**

### **Dispositivo de golpeteo**

Atala Abad, 2011 indica que el dispositivo de golpeteo consiste en el martillo, la base y el tubo guía. Las dimensiones y masas se presentan en la tabla 2.

El martillo tendrá un agujero axial con un diámetro 3-4 mm aproximadamente más grande que el diámetro del tubo guía. La relación entre la longitud y el diámetro del martillo cilíndrico estará entre 1 y 2. El martillo caerá libremente y no estará conectado a cualquier objeto que puede influir en la aceleración o desaceleración del martillo. La velocidad inicial puede ser despreciable cuando el martillo se suelta en su posición superior.

La base debe estar conectada rígidamente a las barras. El diámetro de la base no será menor de 100 mm y no más de la mitad del diámetro del martillo. El eje de la base, el tubo guía y las barras, serán rectas con una desviación máxima de 5 mm por metro.

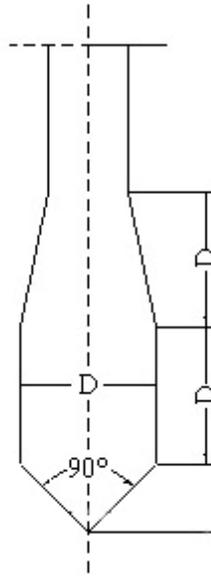
### **Barras de extensión**

Las dimensiones y masas de las barras de extensión se dan en la tabla 2.

El material de las barras será de acero de alta resistencia con una alta resistencia al uso, alta dureza a bajas temperaturas y una resistencia alta a la fatiga. Las deformaciones permanentes deben ser capaces de ser corregidas. Las barras serán rectas. Pueden usarse las barras sólidas; deben preferirse las barras huecas para reducir el peso.

### **Conos**

Las dimensiones de los conos se dan en la tabla 2. El cono consiste en una parte cónica (la punta), una extensión cilíndrica y una transición cónica con una longitud igual al diámetro del cono entre la extensión cilíndrica y la barra. Los conos cuando están nuevos tendrán una punta con un ángulo del ápice de 90°.



**Figura 6:** Esquema de conos y barras (para las dimensiones; D= diámetro del cono)

El máximo desgaste permisible del cono está dado en la tabla 2. El cono se conectará a la barra de manera que no se suelte durante el golpeteo. Pueden usarse conos fijos o descartables (perdidos).

### **Terminología**

Atala Abad, 2011, menciona en su estudio la siguiente terminología:

1. Auscultación de suelos: La auscultación de suelo con sonda es un proceso indirecto de prospección de suelos de cimentación, que consiste en introducir una sonda generalmente de manera perpendicular, midiendo los parámetros de resistencia a la penetración.
2. Determinación de la resistencia a la penetración: La determinación de la resistencia a la penetración, consiste en introducir una sonda en el suelo empleando un martinete con una altura de caída invariable, registrando el número de golpes para conseguir una profundidad de penetración definida.

3. Ensayo normalizado de penetración o SPT (Standard Penetration Test): El SPT es un ensayo de campo estandarizado que sirve para la determinación de la resistencia a la penetración del suelo y que se realiza dentro de una perforación, desde la superficie del terreno y con una profundidad de penetración definida.
4. Sonda: La sonda es una serie de varillas (varillaje) con una punta a 90°.
5. Equipo: El equipo para realizar la auscultación de suelo está compuesto por una sonda, un equipo de medición y un dispositivo de introducción.
6. Profundidad Límite: La profundidad límite es la profundidad desde la cual la resistencia a la penetración permanece casi constante cuando las condiciones son las mismas. La resistencia a la penetración aumenta notoriamente con la profundidad, desde el punto en que se inicia la determinación del suelo hasta la profundidad límite.
7. Nomenclatura: Para la nomenclatura se emplearán las abreviaturas DPL (Dynamic Probing Light – Prueba Dinámica Ligera), seguido de un número que identifica a la auscultación; así, por ejemplo, para la auscultación número 5 de un suelo con un penetrómetro ligero (DPL) tendríamos:

Tabla 3: Diámetro mínimo de las puntas de las sondas empleadas  $d_{min}$

N°	Tipo de Sonda	$d_{min}$ / mm
1	DPL – 5	24.0
2	DPL, DPM - A, DPM	34.0
3	DPH	42.0
4	SPT	49.0
5	CPT	34.8

**Fuente:** Norma técnica Peruana - INDECOPI - NTP 339.159, 2001

## **Procedimiento de Ensayo**

### **Generalidades**

Se especificará el criterio para el propósito de una prueba. La profundidad requerida dependerá de las condiciones locales y el propósito de la prueba particular.

### **Equipo de sondeo**

Los sondeos se efectuarán verticalmente a menos que se indique de otra forma.

Los equipos de sondeo se apoyarán firmemente. Las tuberías y el cono deben ser niveladas inicialmente para que las barras ingresen verticalmente. Puede requerirse una perforación previa de poca profundidad.

El diámetro del agujero del taladro será ligeramente más grande que la del cono.

El equipo de la prueba se posicionará de tal manera que las barras no puedan doblarse sobre la superficie del suelo.

### **Hincado**

El penetrómetro será continuamente hincado dentro del subsuelo. La velocidad de hincado debe estar entre 15 y 30 golpes por minuto excepto cuando el suelo ya es conocido por perforación o ha sido identificado por sonido que están siendo penetrados en arena o gravas; en este caso la velocidad puede incrementarse a 60 golpes por minuto. La experiencia nos muestra que la velocidad de hincado tiene poca influencia en los resultados.

Todas las interrupciones serán registradas en el sitio. Todos los factores que pueden influir en la resistencia a la penetración (por ejemplo, la estrechez de los acoplamientos de la barra, la verticalidad de las barras) deben verificarse regularmente. Se registrará cualquier desviación de los procedimientos de la prueba recomendados. Las barras se rotarán un giro y medio cada metro para mantener el agujero recto y vertical y para reducir la fricción superficial. Cuando la profundidad excede 10 m, las barras se girarán

más a menudo, por ejemplo, cada 0.2 m. Se recomienda usar un dispositivo de rotación mecanizado para grandes profundidades.

### **Medidas**

El número de golpes se debe registrar cada 0.1 m para el DPL, DPM y DPH (N10) y cada 0.2 m para DPSH (N20). Los golpes pueden fácilmente ser medidos marcando la profundidad de penetración definida (0.1 o 0.2 m) en la tubería. El rango normal de golpes, sobre todo en vista de cualquier interpretación cuantitativa de la prueba, resulta estar entre  $N_{10}=3$  y 50 para DPL, DPM y DPH y entre  $N_{20} = 5$  y 100 para DPSH. El rebote por golpe debe ser menor de 50% de la penetración por golpe. En casos excepcionales (fuera de estos rangos), cuando la resistencia a la penetración es baja, por ejemplo, en las arcillas suaves, la profundidad de penetración por golpe puede marcarse. En suelos duros donde la resistencia a la penetración es muy alta, puede marcarse la penetración para un cierto número de golpes.

Es recomendable medir el torque requerido para la rotación de las barras y estimar la fricción superficial. La fricción superficial también puede ser medida por medio de una copla deslizante cerca del cono.

La precisión de la medida de la profundidad total de penetración (punta del cono) será + 0.02 m.

### **Precauciones, Controles y Comprobaciones**

El martillo debe levantarse despacio para asegurar que la inercia del martillo no lo lleve sobre la altura definida.

La deflexión (con respecto a la línea recta) en el punto medio de una barra de 1m. no será mayor de 1 mm. para las cinco primeras tuberías y 2 mm. para las restantes.

La longitud de la punta del cono puede cortarse por desgaste hasta un 10% del diámetro con respecto a la longitud teórica de la punta del cono.

La máxima desviación del equipo de prueba es 2%, es decir 1 (horizontal) a 50 (vertical).

Antes de cada medición se debe revisar que las puntas de la sonda cumplan con el diámetro mínimo especificado en la Tabla 4. Las varillas empleadas en la determinación de la resistencia a la penetración de suelos deben ser rectas. La máxima desviación axial por cada metro de varilla no debe exceder a 1 mm. Se debe revisar la precisión de los instrumentos de medición por lo menos cada seis meses, en caso de que los fabricantes no hayan establecido un periodo más corto y se deben cambiar las partes defectuosas. El informe de la revisión debe llenarse paralelamente a la revisión del equipo.

Penetrómetros: Se deben revisar los dispositivos mecánicos de desconexión para garantizar su correcto funcionamiento. Para revisar los equipos con funcionamiento neumático, se debe medir directamente la energía de compactación relativa a la sección transversal de la punta por cada golpe. Esta energía no debe desviarse del valor teórico en más del 3%. El fabricante de equipos debe adjuntar a cada equipo una certificación de fábrica para la determinación de la compactación con funcionamiento neumático. Se recomienda al usuario realizar la revisión del equipo de determinación de suelos cada seis meses.

Tabla 4: Energía de compactación relativa a la sección transversal de la punta por cada golpe

N°	Tipo de Sonda	. KJ/m2 (Kilo Joule/m2)
1	DPL	24.0
2	DPM	34.0
3	DPH	42.0
4	SPT	49.0

**Fuente:** Norma tecnica Peruana - INDECOPI - NTP 339.159, 2001

En caso de equipos con registro automático se debe revisar el buen funcionamiento del dispositivo de registro. En el lugar donde se va a emplear el equipo se debe revisar la secuencia de golpes, la altura de caída y la caída sin rozamiento del martinete.

## **Características Especiales**

Para eliminar la fricción superficial puede inyectarse barro a través de los agujeros de las barras cerca del cono. Los agujeros tienen que ser dirigidos horizontalmente o ligeramente hacia arriba. La presión de inyección debe ser suficiente para que el barro llene el espacio anular entre el suelo y la barra.

Pueden usarse fundas alternativamente.

En lugar de las barras huecas (OD=22 mm.) del DPL, se pueden usar barras sólidas con un diámetro de 20 mm.

## **Informe de Resultados**

Atala Abad, 2011, Se reportará la siguiente información:

### a) Ubicación de prueba

Tipo de investigación

Propósito del sondeo

Fecha del sondeo

Número de sondeo

b) Número de pruebas, evaluación y ubicación de la prueba de la perforación (en caso de existir una perforación de referencia). La cota del terreno, así como la elevación y profundidad de la napa freática.

c) Equipos usados. Tipo de penetrómetro, cono, tubería, funda, bentonita, etc.

Masa de martillo, altura de caída y número de golpes requerido por la penetración definida

e) Elevación o profundidad en que las barras fueron rotadas

f) Desviaciones del procedimiento normal tal como la interrupción o daños a las barras

g) Observaciones hechas por el operador como el tipo de suelo, sonidos en las barras de extensión, indicación de piedras, perturbaciones, etc.

## **Factores que ejercen influencia en los resultados de la Auscultación de Suelos**

Generalidades: Para el análisis se deben considerar los siguientes factores:

- Factores geotécnicos.
- Factores técnicos del equipo.
  
- Factores geotécnicos:

Influencia del tipo, grupo y condiciones del suelo:

- Suelos de grano grueso: Además de la identidad, los factores geotécnicos que influyen en la resistencia a la penetración en suelos de grano grueso son la textura granular, la granulometría, la forma y aspereza del grano, el tipo de mineral, la cohesión y el estado del confinamiento en el suelo.
- Suelos de grano fino: Los factores geotécnicos que ejercen influencia en la resistencia a la penetración en suelos de grano fino son la forma, la plasticidad y la estructura.
- Suelos orgánicos: Los factores geotécnicos que ejercen influencia en la resistencia a la penetración en suelos orgánicos son la estructura, sus antecedentes geológicos y las mezclas con otros tipos de suelos.
- Suelos de granos mezclados: Los factores geotécnicos que ejercen influencia en la resistencia a la penetración en suelos de granos mezclados son la porción de los granos gruesos, así como la plasticidad y la forma de los granos finos.

Influencia de la profundidad límite: Se debe tener en cuenta la influencia que ejerce el factor de la profundidad límite en la resistencia a la penetración.

Influencia del agua subterránea: Cuando se ejecuta la prueba, el agua subterránea ejerce una influencia especialmente visible al existir poca resistencia a la penetración.

- Factores técnicos del equipo:

Los factores técnicos del equipo que ejercen influencia en la resistencia a la penetración son:

- a) Diámetro de la punta
- b) Longitud de varillaje

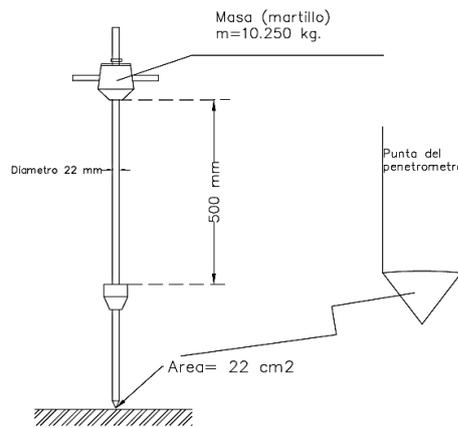


Figura 7: Esquema de DPL

**Fuente:** Norma tecnica Peruana - INDECOPI - NTP 339.159, 2001

#### 2.4. Definición de términos básicos

**Geotecnia:** En (Braja, 2012) se menciona que la ingeniería geotécnica es la rama de la ingeniería geológica 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.

**Cimentación:** 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).

**Resistencia:** Gomez, Y, 2014 menciona que 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.

**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.

## CAPITULO III

### PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES

#### 3.1. Hipótesis

Los resultados de la capacidad portante de los estudios de suelos mediante el ensayo DPL es menor que los resultados obtenidos de la capacidad portante del ensayo de Corte Directo, para los suelos de fundación de la ciudad de José Gálvez – Celendín – Cajamarca.

#### 3.2. Variables/categorías

Capacidad portante : Dependiente

Tipo de suelo : Independiente

### 3.3. Operacionalización/categorización de los componentes de las hipótesis

Título: “Capacidad Portante de los suelos de fundación, mediante los métodos DPL y Corte Directo para la ciudad de José Gálvez – Celendín - Cajamarca”

**Cuadro 1:**

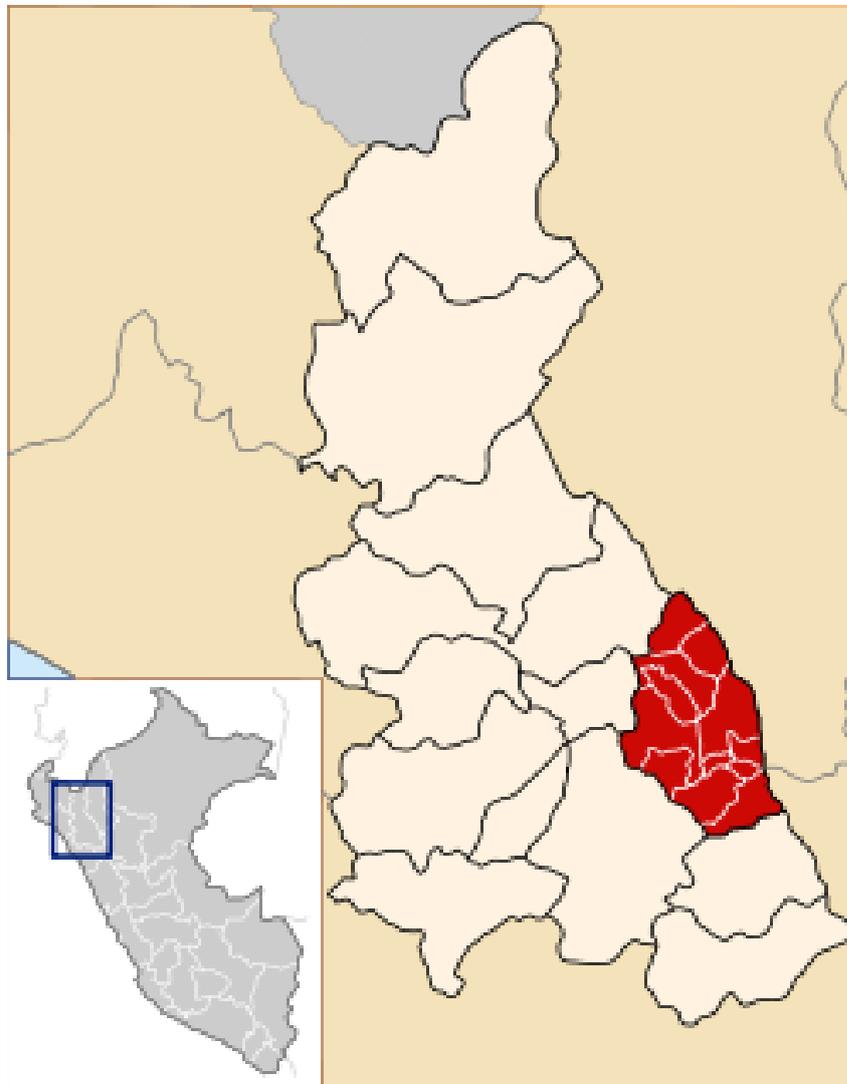
Hipótesis	Definición operacional de las variables/categorías			
	Definición conceptual de las variables/categorías	Variables /categorías	Dimensiones/factores	Indicadores/cualidades
<p>Hipótesis General</p> <p>La capacidad portante mediante el ensayo DPL es menor que los resultados obtenidos de la capacidad portante del ensayo de Corte Directo, para los suelos de fundación de la ciudad de José Gálvez – Celendín – Cajamarca</p>	<p>Técnicamente la capacidad portante es la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno</p>	<p>Capacidad portante</p>	<p>Ensayo de Penetración estándar ligera (DPL)</p>	<p>Nº golpes</p>
			<p>Corte Directo (CD)</p>	<p>Kg/cm<sup>2</sup></p>
	<p>El tipo de suelo, su composición química y la naturaleza de su origen orgánico se determinan a través de los ensayos de laboratorio para identificar el tipo de suelo a través de ka Granulometría y Límites de Atterberg</p>	<p>Tipos de suelos</p>	<p>Granulometrías</p>	<p>%</p>
			<p>Límites Atterberg</p>	<p>%</p>
			<p>Contenido de Humedad</p>	<p>%</p>

## CAPITULO IV MARCO METODOLÓGICO

### 4.1. Ubicación geográfica (de acuerdo a la naturaleza de la investigación)

El presente proyecto está ubicado en:

- Distrito : José Gálvez.
- Provincia : Celendín.
- Región : Cajamarca.
- País : Perú.



**Figura 8: Ubicación Región Cajamarca**

Fuente: Enciclopedia libre, 2012



**Figura 9: Ubicación Provincia de Celendín**  
Fuente: Enciclopedia libre, 2012

MAPA DEL DISTRITO DE JOSÉ GÁLVEZ

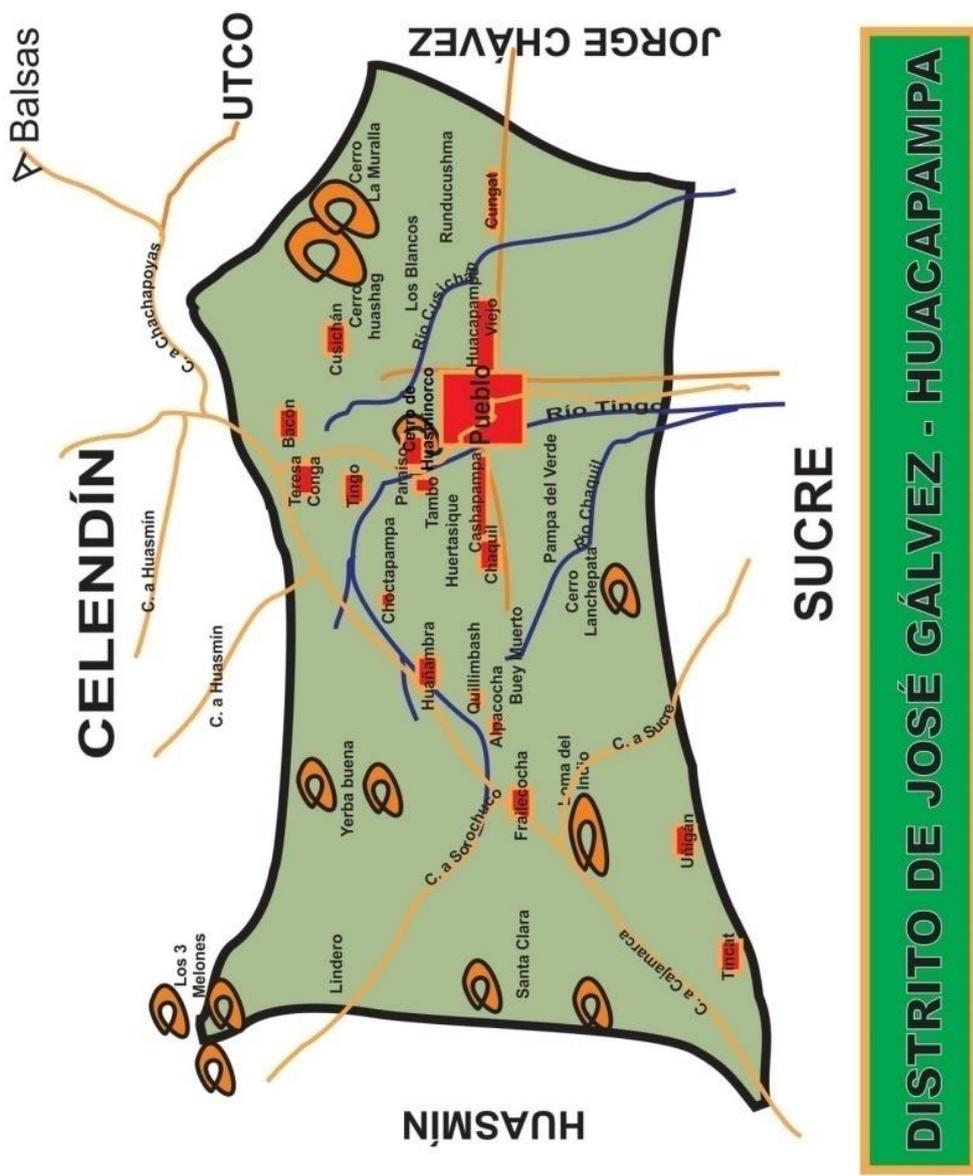


Figura 10: Ubicación Distrito de José Gálvez

Fuente: Enciclopedia libre, 2012

## Ciudad de José Gálvez



### 4.2. Diseño de la investigación

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

#### 4.3. Métodos de investigación

Los métodos de investigación se detallan a continuación

**Tabla 5: Métodos de investigación**

CRITERIO	TIPO DE INVESTIGACIÓN
Finalidad	Aplicada
Objetivos	Descriptiva
Fuente	Primaria
Diseño	Cuasi-Experimental
Contexto	Laboratorio, campo

Fuente: Braja M.

#### 4.4. Población, muestra y unidad de análisis

- Universo: Suelos de la provincia de Celendín.
- Muestra: Suelos del distrito de José Gálvez.
- Unidad de Análisis: Suelos de la ciudad de José Gálvez.

#### 4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información

- Revisión del material Bibliográfico
- Revisión de pesquisas en el tema
- Muestreo de suelos en las calicatas
- Ensayos de laboratorio: Análisis de suelos, granulometrías, Límites de Attemberg, Análisis Químicos y otros.

#### 4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

La recolección de datos se realizó mediante los cuadros de doble entrada, gráficos, formatos de ensayos de laboratorio tales como Límites de Attemberg, granulometría, contenido de humedad, entre otros.

Para el cálculo de la capacidad portante de los suelos de fundación se utilizó las fórmulas: Terzaghi y Peck,

Para la zonificación geotécnica se realizó un reconocimiento del terreno, ubicación de calicatas y DPL

#### **4.7. Equipos, materiales, insumos**

##### **Materiales**

Material Cartográfico

Fichas de Registro para los Ensayos

Materiales de escritorio:

##### **Equipos**

Fijador, rex

Cronometro. Rex

Bandejas para horno.

Probeta Graduada de 500ML.

Mallas 3",21/2" ,2", 11/2", 1" , 3/4" , 1/2" , 3/8",1/4" , N°4 , N°8, N°10,N°12, N°16,N°20,N°30, N°50,N°60, N°80,N°100,N°200 marca Tamiequipos y Forner.

Calibrador bernier de 8" marca: Miyuyo.

Cocina eléctrica de 02 hornillas, resistencia protegida,

Juego para pruebas de equivalente de arena con estuche marca forney,

Horno eléctrico marca HACEB.

Equipo de Límite Líquido, Cazuela de Casagrande, incluye ranurador. Marca Forner.

Horno eléctrico de 60 litros, material aluminio

Equipo de Límite Plástico, incluye placa de vidrio esmerilado, limite plástico, probeta 25 cc, capsula porcelana, pesa filtros, espátula marca ele internacional, marca tami equipos

Balanza mecánica de 2610 g de capacidad, 0.1 g procedencia usa, marca Ohaus

Balanza digital Ohaus de 300g de capacidad, 0.01 g procedencia usa,

Balanza electrónica de mesa cap.15 kg x 0.5g modelo eb15 marca Ohaus procedencia usa

Corte Directo Digital Electric Strand Direct Shear serie

GPS Smap 60CSx Marca Garmin

Equipo DPL

#### **4.8. Matriz de consistencia. Ver Anexo I**

## CAPITULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1. Presentación de resultados.

Trabajo de campo

##### 5.1.1 Calicatas

Mediante un programa de exploración de suelos se realizaron un total de 10 calicatas con la ayuda de una retroexcavadora marca JCB, modelo 3CX, de 180 HP, en pozo a cielo abierto, distribuida convenientemente en el área del estudio, zona urbana de la ciudad de José Gálvez. Se identificó con la nomenclatura C-1, C-2 .... C - 10 con una profundidad promedio de 3 m.

Se recolectó muestras de suelos inalteradas donde se determinó y se identificó las características físicas y mecánicas, así como los parámetros que nos sirvieron para la determinación de la Capacidad Portante, como son límites de Atterberg, contenido de humedad, clasificación de suelos, ángulo de fricción interna, cohesión, entre otros, de acuerdo a las normas nacionales e internacionales NTP, ASTM, entre otras.

En la recolección de las muestras, se extrajo las muestras inalteradas con protección de parafina, para guardar sus características físicas y enseguida se llevó al laboratorio.

### 5.1.2 Ensayo de Corte Directo

A. - Muestra inalterada: Se colocan los bloques porosos húmedos sobre los extremos expuestos del espécimen en la caja de cizalladura, se coloca la caja de cizalladura con el espécimen inalterado y los bloques porosos en el soporte de la caja de cizalladura y se fijó al soporte.

B. - Especímenes compactados: Se coloca la caja de cizalladura que contiene el espécimen compactado y los bloques porosos en el soporte y se la fijó.

Se Conecta y ajusta adecuadamente el instrumento de medición de desplazamiento horizontal utilizado para medir los desplazamientos de cizalladura. Se hizo lectura inicial o coloque el instrumento de medición para indicar el desplazamiento cero.

La carga normal aplicada al espécimen debe ser aproximadamente 7kPa (0.07 kg/cm). Se fijaron y ajustaron los instrumentos de medición y desplazamiento lateral y vertical. Obtenga las lecturas iniciales o coloque en cero los instrumentos de medición de desplazamiento vertical y horizontal.

Este ensayo de Corte Directo se hizo para las 10 muestras inalteradas, obteniendo resultados similares o sin mucha variación entre ellos, sobre la capacidad portante.

### 5.1.3 Ensayo de Penetración Estándar Ligera DPL

Para este ensayo se ha realizado 10 ensayos Especiales de DPL a 3.5 m de profundidad promedio.

El procedimiento del Ensayo de Penetración Estándar Ligera está indicado en la norma NTP 339.159 2001 ASTM D 3441. Este método describe el procedimiento generalmente conocido como ensayo de penetración ligera, consiste en introducir al suelo una varilla de acero, en una punta se encuentra un cono metálico de penetración con 60° de punta, mediante la aplicación de golpes de un martillo de 10kg que se deja caer desde una altura de 0.50m. Como medida de la resistencia a la penetración se registra el número N, ha sido correlacionado con algunas propiedades relativas al suelo, particularmente con sus parámetros de resistencia al corte, capacidad portante, densidad relativa, etc.

**Tabla 6:** Ubicación de puntos en Coordenadas UTM Corte Directo y DPL

<b>CA DPL/CD</b>	<b>COORD. UTM</b>	<b>ALTITUD</b>
1	N 9233507 E 816847	2611 m.
2	N 9233758 E 817291	2617 m.
3	N 9233946 E 817053	2607 m.
4	N 9233060 E 816965	2603 m.
5	N 9233393 E 816674	2602 m.
6	N 9233603 E 816959	2600 m.
7	N 9233248 E 817039	2601 m.
8	N 9233311 E 816873	2603 m.
9	N 9233702 E 816685	2602 m.
10	N 9233706 E 816890	2600 m.

Fuente: Plano de ubicación – Anexo II

#### 5.1.4 Ensayos de Laboratorio

Los ensayos de laboratorio que se efectuaron a las muestras obtenidas durante la ejecución de calicatas y los ensayos de penetración estándar 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), no se encontró nivel freático en ninguna de las excavaciones, dentro de los trabajos de campo.

### **Ensayos Estándar**

- Análisis granulométrico : Norma ASTM-D422
- Límite Líquido : Norma ASTM-D423
- Límite Plástico : Norma ASTM-D424
- Humedad Natural : Norma ASTM-D2216
- Clasificación de suelos : Norma ASTM-D2487
- Corte Directo : Norma ASTM D-3080
- Ensayo de DPL : Norma ASTM D-3441

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

#### **5.1.5 Clasificación de Suelos**

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

Las características de las calicatas C1, C2...C10 son arcillas de media alta plasticidad con un índice de plasticidad que varía entre 13.10% hasta 16.40%, y un contenido de humedad que varía entre 13,22 % hasta 19,50%, como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 7: Clasificación de suelos

<b>CALICATA N°</b>	<b>C - 1</b>	<b>C - 2</b>	<b>C - 3</b>	<b>C - 4</b>	<b>C-5</b>
Muestras	M - 1	M - 1	M - 1	M - 1	M - 1
Profundidad (m)	00-3,00	00-3,00	00-3,00	00-3,00	00-3,00
% pasa Tamiz N° 3/8"	100	100	100	100	100
% pasa Tamiz N° 4	99,1	100	99,7	100	100
% pasa Tamiz N° 10	98,2	98,1	99,6	99,6	97,7
% pasa Tamiz N° 40	88,7	90,7	90,7	83,7	85,4
% pasa Tamiz N° 100	74,4	64,7	69,8	61,3	65,6
% pasa Tamiz N° 200	67,7	57,8	61,7	56,0	55,6
Limite Líquido.	36,71	29,19	30,82	29,53	33,26
Limite Plástico.	20,31	14,82	17,27	15,61	20,53
Índice de Plasticidad	16,40	14,37	13,55	13,92	12,73
Clasificación SUCS.	CL	CL	CL	CL	CL
<b>Clasificación AASTHO</b>	A-6(9)	A-6(5)	A-6(6)	A-6(5)	A-6(5)
<b>Contenido Humedad</b>	19,50	17.28	16,81	15.52	13,22

<b>CALICATA N°</b>	<b>C - 6</b>	<b>C - 7</b>	<b>C - 8</b>	<b>C - 9</b>	<b>C-10</b>
Muestras	M - 1	M - 1	M - 1	M - 1	M - 1
Profundidad (m)	00-3,00	00-3,00	00-3,00	00-3,00	00-3,00
% pasa Tamiz N° 3/8"	100	100	100	100	100
% pasa Tamiz N° 4	99,1	99,9	99,8	99,7	99,9
% pasa Tamiz N° 10	97,5	99,9	98,8	98,4	99,4
% pasa Tamiz N° 40	91,5	96,7	90,1	91,1	93,0
% pasa Tamiz N° 100	74,8	89,2	73,7	71,1	69,4
% pasa Tamiz N° 200	70,6	86,3	67,8	63,5	66,0
Limite Líquido.	36,69	33,52	35,37	33,91	34,43
Limite Plástico.	20,97	20,42	21,36	19,70	20,60
Índice de Plasticidad	15,72	13,10	14,10	14,21	13,83
Clasificación SUCS.	CL	CL	CL	CL	CL
<b>Clasificación AASTHO</b>	A-6(10)	A-6(11)	A-6(6)	A-6(7)	A-6(7)
<b>Contenido Humedad</b>	14.18	15.60	19.46	16.20	17.16

Tabla 8: Resumen Análisis Químicos

MUESTRAS DE SUELO DE LAS CALICATAS					
Nº	MUESTRA	PROF. (m)	SULFATOS (SO <sub>4</sub> ) <sup>-2</sup> ppm.	CLORUROS CL <sup>-1</sup> ppm.	TEMPERATURA (°C)
1	C - 1	3.00	415.17	63.29	16
2	C - 2	3.00	462.90	57.13	16
3	C - 3	3.00	770.84	52.67	16
4	C - 4	3.00	820.90	59.80	16
5	C - 5	3.00	589.52	65.36	16
6	C - 6	3.00	682.38	67.23	16
7	C - 7	3.00	801.59	58.36	16
8	C - 8	3.00	643.19	51.89	16
9	C - 9	3.00	757.43	53.46	16
10	C - 10	3.00	613.36	68.94	16

**NOTA: De acuerdo a los análisis químicos realizados en las muestras de suelo, de sulfatos y cloruros se encuentra en los límites permisibles.**

Los resultados de los análisis químicos se evidencian en el Anexo IV

Se muestran los resultados del Ensayo DPL en el Anexo III

## 5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados

En la Tabla 9, se observa que la capacidad portante mediante el Ensayo de Corte Directo de los suelos de fundación de la Ciudad de José Gálvez varía entre 0,84 y 0,96 kg/cm<sup>2</sup> y el ángulo de fricción interna varía entre 10,7 y 15,7

Tabla 9: Capacidad portante mediante el ensayo de Corte Directo

CALICATA	ANGULO FRICCION ( $\phi$ )°	CAPACIDAD PORTANTE $\sigma_{\tau=}$ kg/cm <sup>2</sup>
1	12,7	0,90
2	10,7	0,84
3	13,8	0,90
4	15,5	0,92
5	14,3	0,96
6	14,8	0,95
7	15,4	0,96
8	15,3	0,95
9	14,5	0,96
10	13,7	0,95

Fuente: Resultados de los análisis de laboratorio

En la Tabla 10, se observa que la capacidad de los suelos de fundación de la Ciudad de José Gálvez mediante el Ensayo de DPL varía entre 0,53 y 1,20 kg/cm<sup>2</sup> y el número de golpes varía entre 7 y 16.

Tabla 10: Capacidad portante mediante el ensayo de DPL

CALICATA	Numero de Golpes (N)	CAPACIDAD PORTANTE $\sigma_{\tau=}$ kg/cm <sup>2</sup>
1	7	0,53
2	10	0,75
3	11	0,83
4	7	0,53
5	7	0,53
6	12	0,90
7	16	1,20
8	9	0,68
9	7	0,75
10	8	0,60

Fuente: Resultados de los análisis de laboratorio.

En la Tabla 11, se observa que la capacidad de los suelos de fundación de la Ciudad de José Gálvez mediante el Ensayo de DPL varía entre 0,53 y 1,20 kg/cm<sup>2</sup> y mediante el Ensayo de Corte Directo varía entre 0,84 y 0,96 kg/cm<sup>2</sup>

Tabla 11: Comparación de la Capacidad Portante mediante el ensayo de Corte Directo y ensayo DPL

CALICATA 3m. profundidad	CAPACIDAD PORTANTE $\sigma_{\tau=}$ kg/cm <sup>2</sup> CD	CAPACIDAD PORTANTE $\sigma_{\tau=}$ kg/cm <sup>2</sup> DPL	% DE VARIACION
1	0,90	0,53	69.81
2	0,84	0,75	12.00
3	0,9	0,83	8.43
4	0,92	0,53	73.58
5	0,96	0,53	81.13
6	0,95	0,9	5.56
7	0,96	1,20	20.00
8	0,95	0,68	39.71
9	0,96	0,75	28.00
10	0,95	0,60	58.33

De los resultados obtenidos hay harta variación, desde un 5.56%, calicata N<sup>a</sup> 06 hasta un 81.13%, calicata N<sup>a</sup> 05.

Teniendo solo en la calicata N<sup>o</sup> 07, que el resultado del ensayo DPL es mayor al resultado del ensayo del Corte Directo, esto puede ser porque nos pudimos encontrar con algún pequeño estrato de grava, no representativo, pero que si afectó considerablemente el número de golpes y por ende el resultado de la capacidad portante.

## CONCLUSIONES

- De acuerdo a los objetivos planteados en la presente investigación para determinar la capacidad portante de los suelos de fundación de la Ciudad de José Gálvez- Cajamarca mediante el ensayo de Corte Directo y DPL, se concluye lo siguiente:

CALICATA 3m. profundidad	CAPACIDAD PORTANTE $\sigma_{\tau} = \text{kg/cm}^2$ CD	CAPACIDAD PORTANTE $\sigma_{\tau} = \text{kg/cm}^2$ DPL	% DE VARIACION
1	0,90	0,53	69.81
2	0,84	0,75	12.00
3	0,9	0,83	8.43
4	0,92	0,53	73.58
5	0,96	0,53	81.13
6	0,95	0,9	5.56
7	0,96	1,20	20.00
8	0,95	0,68	39.71
9	0,96	0,75	28.00
10	0,95	0,60	58.33

La capacidad portante mediante el Ensayo de Corte Directo de los suelos de fundación de la Ciudad de José Gálvez varía entre 0,84 y 0,96  $\text{kg/cm}^2$  y el ángulo de fricción interna varía entre  $10,7^\circ$  y  $15,7^\circ$ . Tabla 9. La capacidad portante mediante el Ensayo de DPL de los suelos de fundación de la Ciudad de José Gálvez varía entre 0,53 y 1.20  $\text{kg/cm}^2$  y el número de golpes varía entre 7 y 16 respectivamente. Tabla 10. El porcentaje de variación entre ambos ensayos varía desde un 5.56 % hasta 81.13 %, donde se contrasta que el valor propuesto en la hipótesis cumple mayoritariamente, a excepción de la calicata N° 07 que el valor es mayor en el ensayo DPL, debido a que en la mayoría de resultados de capacidad portante obtenidos por el método DPL, son menores los valores.

- Las características físicas de las calicatas C1, C2....C10 son arcillas de media alta plasticidad con un índice de plasticidad que varía entre 13.10% hasta

16.40%, y un contenido de humedad que varía entre 13,22 % hasta 19,50% respectivamente, con su clasificación SUCS CL. Ver Tabla 7. De acuerdo a los análisis químicos realizados con el Permanganato de potasio los sulfatos y cloruros se encuentran en los límites permisibles por lo que no se necesita utilizar cemento contra sulfatos. Ver Anexo IV.

- Se ha determinado 04 zonas geotécnicas en la Ciudad de José Gálvez conformado por las siguientes calicatas: Ver Anexo V.

a) Zona 1: Calicatas 1, 3, 5, 6, 8 y 9 con una capacidad portante de  $0.90 \text{ kg/cm}^2$

b) Zona 2: Calicatas 2, 3, 6, 7, 10, 8 y 4 con una capacidad portante de  $0.84 \text{ kg/cm}^2$

b) Zona 3: Calicatas 6, 7 y 8 con una capacidad portante de  $0.95 \text{ kg/cm}^2$

c) Zona 4: Calicatas 4, 5 y 8 con una capacidad portante de  $0.92 \text{ kg/cm}^2$

## **RECOMENDACIÓN Y/O SUGERENCIAS**

De acuerdo a los resultados obtenidos de los dos ensayos Corte Directo y DPL, se recomienda utilizar la capacidad portante de los resultados del método de Corte Directo, debido a que sus resultados están hechos con muestras inalteradas y más representativas, a la vez no existe mucha variación entre ellos, de acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio. Asimismo, el método de Corte Directo utiliza la parafina que mantienen sus características naturales, tanto físicas, mecánicas y químicas del suelo. Mientras el ensayo DPL sólo utiliza la fuerza del suelo (energía cinética).

Realizar Ensayos Triaxial No Drenado No Consolidado UU, cono PECK, SPT, Sondeo Eléctrico vertical, Refracción sísmica, entre otros, para realizar la comparación con los datos del Ensayo de Corte Directo, y así poder construir la curva de labeo.

Los resultados obtenidos en campo y laboratorio permiten plantear estructuras para cimentaciones superficiales (corte directo). Utilizar cemento tipo MS para las futuras construcciones que evitarán las inflorescencias, sulfatos y otros.

Realizar en cada una de las construcciones actuales de la Ciudad de José Gálvez exploraciones geotécnicas para determinar los tipos de fallas que han ocasionado su deterioro y sus asentamientos diferenciales.

Apoyar a los estudiantes de pre grado, post grado y doctorado en realizar investigaciones en la línea de geotécnica con su respectivo apoyo económico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASTM, S. (1994). Terminology Relating to soil, Rock and Contained Fluids. USA: American Society for Testing and Materials, West Conshohovken, PA.

Atala Abad, C. A. (2011). Estudio experimental sobre correlaciones en suelos granulares finos (arenas) compactados, usando equipos de penetración. Lima - Peru : Universidad Nacional de Ingeniería.

Atkins, J. (2013). Mapa de peligros de la Ciudad de Nuevo Cajamarca. Nuevo Cajamarca- San Martin: Instituto Nacional de defensa Civil - INDECI.

Braja M, D. (1999). Principios de la Ingeniería de cimentaciones. California: California State University, Sacramento.

Braja, M. (2012). Fundamentos de Ingeniería de cimentaciones- Setima edición. Mexico: Cengage Learning.

Brinch Hansen, J. (1970). Revised and extended formula for bearing capacity, Belletin N° 28. Danish Geotechnical Institute Copenhagen.

Canaza, Y. (2003). Ensayo de penetración DPL.

Comisión de Reglamentos técnicos y comerciales, I. (2001). NTP339.159-2001- Auscultacion con Penetrometro Dinamica. PERU: INDECOPI.

Diagnóstico con fines de rehabilitación de los suelos de cultivo en los Sectores de Quebrada Seca y Bajo Zarumilla. (1974). Tumbes: Dirección General de Atención a la Salud.

Estudio Geológico y Geotécnico de los suelos en San Bernardino Tlaxcalancingo. (2011). Mexico- San Bernardino.

Estudio para paso de estructuras de puentes y pontones. (2011). Chile: La Secretaria de Comunicaciones y transportes Subsecretaria de infraestructura Dirección General de Carreteras.

Estudios de Mecánicas de Suelos- Proyectos de Baños del Inca. (2012). Baños del Inca Cajamarca: Municipalidad Distrital de Baños del Inca.

Fernández, W. (2006). Evaluación de la capacidad portante de los suelos de fundación de la ciudad universitaria – Universidad Nacional de Cajamarca- Perú. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.

Fernández, W. (2009). Análisis de la Sostenibilidad de los reservorios y sistemas de agua y alcantarillado del distrito de Aguas Verdes. Tumbes: ATUSA.

Hgz, E. (Marzo de 2011). Construcción de Estructuras Hormigón Armado. Obtenido de Blogger : <https://www.blogger.com/profile/09675494367573346828>

Mejoramiento del canal margen izquierda del Río Tumbes y bocatoma La Peña. (2011). Tumbes: Dirección de estudios de Proyectos Hidráulicos multisectoriales (ENTURPERU).

Norma técnica Peruana - INDECOPI - NTP 339.159. (2001). Método de Ensayo Normalizado para la Auscultación Penetrómetro Dinámico Ligero de Puntas Cónica. Peru: Indecopi.

Prandtl, L. (1920). Über die Härte plastischer Körper. Nachr. Ges. Wiss. Göttingen Math- Phys.

Proyecto INDECI- PNUD. (2003). Catacaos, Piura: Instituto Nacional de Defensa Civil.

Proyecto Urbanización La Madrid Villavicencio- Meta. (2010). Madrid- España: INGESAR.

Sociedad sueca de Geotecnia y el Instituto Sueco de Geotecnia. (1989). Suecia: Comité Técnico de Pruebas de penetración estándar .

Terzaghi, K. (1943). Theoretical soil mechanics. New York: J. Wiley.

## **REFERENCIAS DE PÁGINAS WEB**

Arevalo, J. (22 de agosto de 2008). Capacidad Portante. La Paz -Bolivia: [http://www.academia.edu/15066866/capacidad\\_de\\_carga](http://www.academia.edu/15066866/capacidad_de_carga).

Gomez, Y. (11 de Setiembre de 2014). Los Plasticos. Obtenido de <https://yesikatatianagomez06.wordpress.com/2014/09/11/los-plasticos%E2%99%A5/>

Hgz, E. (marzo de 2011). Construccin de Estructuras Hormigon Armado. Obtenido de Blogger : <https://www.blogger.com/profile/09675494367573346828>

Ingeniero Civil: La Mecánica se Suelos: Introducción. (21 de 03 de 2011). Obtenido de [uningenierocivil.blogspot.com/2011/03/la-mecanica-de-suelos-introduccion.html](http://uningenierocivil.blogspot.com/2011/03/la-mecanica-de-suelos-introduccion.html)

## PANEL FOTOGRÁFICO

**Figura 12: Ciudad de José Gálvez**



**Figura 13: Problemas de asentamiento**



**Figura 14: Evidencia de fallas en estructura de una casa en José Gálvez**



**Figura 15: Realizando los ensayos DPL**



**Figura 16: Realizando la ejecución de calicatas y ensayo DPL**



**Figura 17: Realizando la excavación de calicata**



**Figura 18: Realizando el ensayo de Corte Directo**



**Figura 19: Realizando el ensayo de Corte Directo**



# ANEXOS

# ANEXO I

Anexo I

Titulo: "Capacidad Portante de los suelos de fundación, mediante los métodos DPL y Corte Directo para la ciudad de José Gálvez - Celendín - Cajamarca"								
Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variales/Categorías	Dimensiones/Factores	Indicadores/Cualidades	Fuente o instrumento de recolección de datos	Metodología	Población y Muestra.
Cuál es la capacidad portante de los suelos de fundación, mediante los métodos DPL y Corte Directo para la ciudad de José - Celendín - Cajamarca	Determinar la capacidad portante de los suelos de fundación de la ciudad de José Gálvez, provincia de Celendín, departamento de Cajamarca, mediante los ensayos DPL y Corte Directo	La capacidad portante mediante el ensayo DPL es 30% mayor que la capacidad portante del ensayo de Corte Directo, para los suelos de fundación de la ciudad de José Gálvez - Celendín - Cajamarca	Dependiente: Capacidad Portante	Ensayo de Penetración estándar ligera (DPL)	Nº Golpes	Equipo de penetración dinámica ligera	Ensayo in situ	10 ensayos DPL in situ
				Corte Directo (CD)	Kg/cm2	Equipo de Corte Directo	Recolección de muestras para ser analizadas en laboratorio	10 calicatas y toma de muestras
Cuales son las características físicas, químicas y mecánicas de los suelos de fundación	Determinar las características físicas, químicas y mecánicas de los suelos de fundación	Los suelos de fundación de la ciudad son arcillosos y de baja resistencia	Independiente: Tipo de Suelo	Granulometrias	%	Equipo de Mecánica de Suelos	Recolección de muestras para ser analizadas en laboratorio	10 calicatas y toma de muestras
				Límites de Attemberg	%			
				Contenido de Humedad	%			

# ANEXO II

## Anexo II



Figura 20: Plano de ubicación de calicata

# ANEXO III

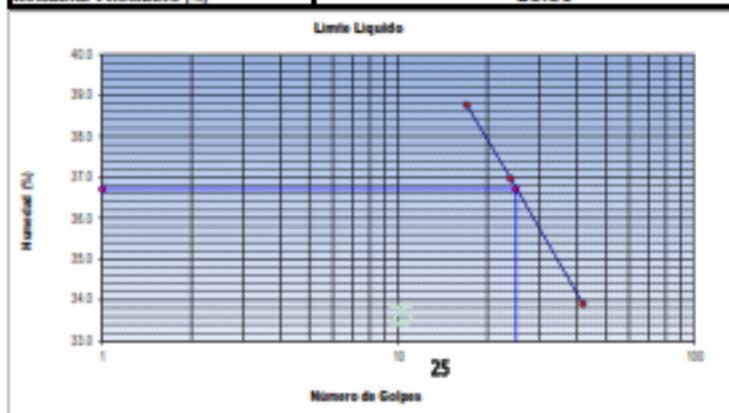
ENSAYOS DE  
MECÁNICA DE  
SUELOS

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

<b>TESIS</b>	: *CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ - CELENDÍN - CAJAMARCA*		
<b>UBICACION</b>	: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDIN, DPTO. CAJAMARCA		
<b>CALICATA</b>	: N°1 - M - 1	: PROFUNDIDAD (m): 3.00	
<b>TESISTA</b>	: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA		
<b>FECHA</b>	: ENERO 2016		

LIMITE LIQUIDO ASTM D-423				
TARA N°	1	2	3	
<b>N° DE GOLPES</b>	17	24	42	
TARA+SUELO HUMEDO	62.18	57.14	60.75	
TARA+SUELO SECO	49.82	45.64	49.25	
PESO DEL AGUA	12.36	11.50	11.50	
PESO DE LA TARA	17.94	14.53	15.34	
PESO DEL SUELO SECO	31.88	31.11	33.91	
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>38.77</b>	<b>36.97</b>	<b>33.91</b>	

LIMITE PLASTICO ASTM D-424				
TARA N°	A	B		
TARA+SUELO HUMEDO	26.84	27.20		
TARA+SUELO SECO	25.32	25.67		
PESO DEL AGUA	1.52	1.53		
PESO DE LA TARA	17.84	18.13		
PESO DEL SUELO SECO	7.48	7.54		
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>20.32</b>	<b>20.29</b>		
<b>HUMEDAD PROMEDIO (%)</b>	<b>20.31</b>			



Límites de Consistencia		
Límite	Líquido	36.71
Límite	Plástico	20.31
Índice	Plástico	16.40

Observaciones	

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

<b>TESIS</b>	<b>"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ - CELENDÍN - CAJAMARCA"</b>	
<b>UBICACION</b>	<b>: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDIN, DPTO. CAJAMARCA</b>	
<b>CALICATA</b>	<b>: 1 - M - 1 PROFUNDIDAD (m):3.00</b>	
<b>TESISTA</b>	<b>: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA</b>	
<b>FECHA</b>	<b>: ENERO 2016</b>	<b>COORDENADAS UTM: N. 9233507 E.0816847</b>

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				100		Numero de la Tara	S/N	
3"	76.200	-	-	-	100.0		Peso de la Tara	24.1	
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.0		Tara + Suelo Humedo	255.1	
2"	50.800	-	-	-	100.0		Tara + Suelo Seco	217.4	
1 1/2"	38.100	-	-	-	100.0		Peso del agua	37.7	
1"	25.400	-	-	-	100.0		Peso del suelo neto	193.3	
3/4"	19.050	-	-	-	100.0		% de Humedad	19.50	
1/2"	12.700	-	-	-	100.0		<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b> - LÍMITE LÍQUIDO (%) : 36.71 - LÍMITE PLÁSTICO (%) : 20.31 - ÍNDICE PLASTICIDAD (%) : 16.40 - CLASIFICACIÓN SUCS : CL - CLASIFICACIÓN AASHTO : A-6 ( 9 )		
3/8"	9.525	-	-	-	100.0				
1/4"	6.350	-	-	-	100.0				
N° 4	4.760	6.9	0.9	0.9	99.1				
N° 6	3.300								
N° 8	2.380								
N° 10	2.000	7.9	1.0	1.8	98.2				
N° 16	1.190								
N° 20	0.840	21.8	2.7	4.6	95.4				
N° 30	0.590	28.9	3.6	8.2	91.8				
N° 40	0.426	25.3	3.2	11.3	88.7		<b>DATOS DE LA MUESTRA</b> - PESO TOTAL : 800.5 100.0 % - PESO GRAVA ( ) : 6.9 0.9 % - PESO ARENA ( ) : 793.6 99.1 % - PESO FRACCION (gr)		
N° 50	0.297								
N° 80	0.177	61.2	7.6	22.8	77.2				
N° 100	0.149	22.3	2.8	25.6	74.4				
N° 200	0.074	53.7	6.7	32.3	67.7				
-200		541.9	67.7						

**CURVA GRANULOMETRICA**

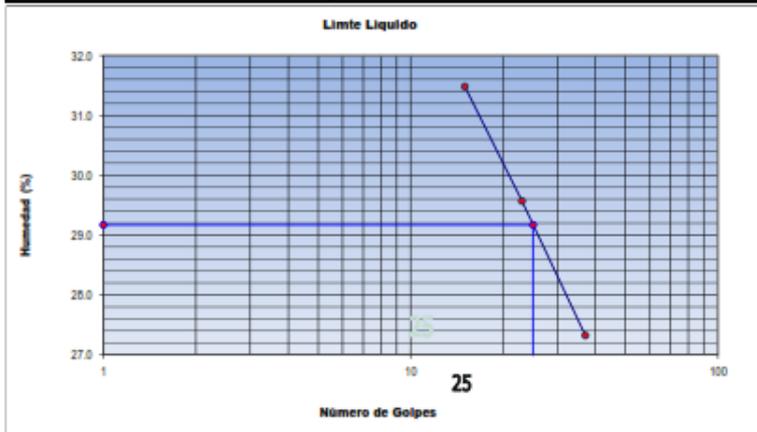




## LIMITES DE CONSISTENCIA (NORMA AASHTO T - 90 - ASTM D 4318)

<b>TESIS</b>	<b>: "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ - CELENDÍN - CAJAMARCA"</b>		
<b>UBICACION</b>	<b>: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDIN, DPTO. CAJAMARCA</b>		
<b>CALICATA</b>	<b>: N°2 - M - 1</b>	<b>PROFUNDIDAD (m):</b>	<b>3.00</b>
<b>TESISTA</b>	<b>: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA</b>		
<b>FECHA</b>	<b>: ENERO 2016</b>		

LIMITE LIQUIDO ASTM D-423				
TARA N°				
N° DE GOLPES	15	23	37	
TARA+SUELO HUMEDO	60.03	58.26	51.02	
TARA+SUELO SECO	49.83	48.93	43.41	
PESO DEL AGUA	10.20	9.33	7.61	
PESO DE LA TARA	17.43	17.38	15.56	
PESO DEL SUELO SECO	32.40	31.55	27.85	
HUMEDAD (%)	<b>31.48</b>	<b>29.57</b>	<b>27.32</b>	
LIMITE PLASTICO ASTM D-424				
TARA N°				
TARA+SUELO HUMEDO	26.62	28.40		
TARA+SUELO SECO	25.74	27.71		
PESO DEL AGUA	0.88	0.69		
PESO DE LA TARA	20.03	22.86		
PESO DEL SUELO SECO	5.71	4.85		
HUMEDAD (%)	<b>15.41</b>	<b>14.23</b>		
HUMEDAD PROMEDIO (%)	<b>14.82</b>			



Limites de Consistencia		
Limite	Liquido	29.19
Limite	Plastico	14.82
Índice	Plastico	14.37

Observaciones	

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

<b>TESIS</b>	<b>"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ – CELENDÍN - CAJAMARCA"</b>		
<b>UBICACION</b>	: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDIN, DPTO. CAJAMARCA		
<b>CALICATA</b>	: 2 - M - 1 PROFUNDIDAD (m): 00-3.00		
<b>TESISTA</b>	: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA		
<b>FECHA</b>	: ENERO 2016	<b>COORDENADAS UTM: N 9233758 E 817291</b>	

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM 422						CONTENIDO DE HUMEDAD		
	ABERTURA (mm)	PESO REYENIDO (gr)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUMUL. (%)	PASA (%)	ESPECIFICACIONES			
4"	101.6						Numero de la Tara	S/N	
3"	76.200						Peso de la Tara	19.9	
2 1/2"	63.500						Tara + Suelo Humedo	481.4	
2"	50.800						Tara + Suelo Seco	413.4	
1 1/2"	38.100						Peso del agua	68.0	
1"	25.400						Peso del suelo neto	393.5	
3/4"	19.050						% de Humedad	17.28	
1/2"	12.700						<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>		
3/8"	9.525						LÍMITE LÍQUIDO (%)	:	29.19
1/4"	6.350						LÍMITE PLÁSTICO (%)	:	14.82
N° 4	4.750				100.0		ÍNDICE PLASTICIDAD (%)	:	14.37
N° 6	3.360						CLASIFICACIÓN SUCS	:	CL
N° 8	2.380						CLASIFICACIÓN AASHTO	:	A-6 ( 5 )
N° 10	2.000	16.7	1.9	1.9	98.1		<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>		
N° 16	1.190						PESO TOTAL (gr)	:	900.0 100.0 %
N° 20	0.840	21.4	2.4	4.2	95.8		PESO GRAVA (gr)	:	0.0 0.0 %
N° 30	0.590	25.6	2.8	7.1	92.9		PESO ARENA (gr)	:	900.0 100.0 %
N° 40	0.426	19.9	2.2	9.3	90.7		PESO FRACCION (gr)	:	
N° 50	0.297								
N° 80	0.177	160.8	17.9	31.6	68.4				
N° 100	0.149	35.1	3.9	35.5	64.5				
N° 200	0.075	60.3	6.7	42.2	57.8				
-200		520.0	57.8						

### CURVA GRANULOMETRICA

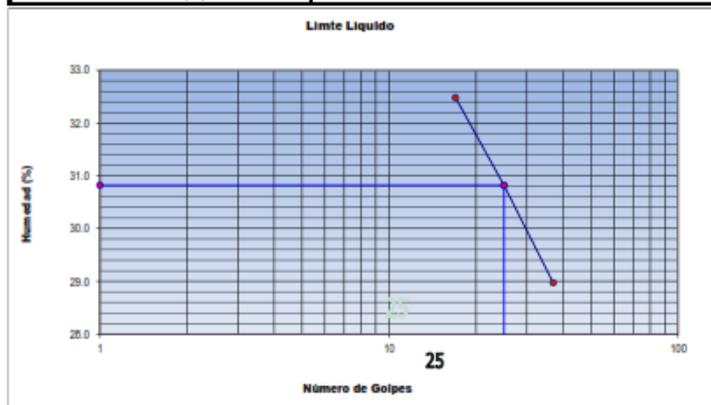




## LIMITES DE CONSISTENCIA (NORMA AASHTO T - 90 - ASTM D 4318)

<b>TESIS</b>	: "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ - CELENDÍN - CAJAMARCA"		
<b>UBICACION</b>	: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDIN, DPTO. CAJAMARCA		
<b>CALICATA</b>	: N°3 - M - 1	<b>PROFUNDIDAD (m): 3.00</b>	
<b>TESISTA</b>	: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA		
<b>FECHA</b>	: ENERO 2016		

LIMITE LIQUIDO ASTM D-423				
TARA N°				
N° DE GOLPES	17	25	37	
TARA+SUELO HUMEDO	63.98	62.97	65.61	
TARA+SUELO SECO	52.19	51.75	54.23	
PESO DEL AGUA	11.79	11.22	11.38	
PESO DE LA TARA	15.89	15.34	14.95	
PESO DEL SUELO SECO	36.30	36.41	39.28	
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>32.48</b>	<b>30.82</b>	<b>28.97</b>	
LIMITE PLASTICO ASTM D-424				
TARA N°				
TARA+SUELO HUMEDO	32.91	30.10		
TARA+SUELO SECO	31.13	28.41		
PESO DEL AGUA	1.78	1.69		
PESO DE LA TARA	21.12	18.33		
PESO DEL SUELO SECO	10.01	10.08		
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>17.78</b>	<b>16.77</b>		
<b>HUMEDAD PROMEDIO (%)</b>	<b>17.27</b>			



Límites de Consistencia		
Limite	Liquido	30.82
Limite	Plastico	17.27
Indice	Plastico	13.55

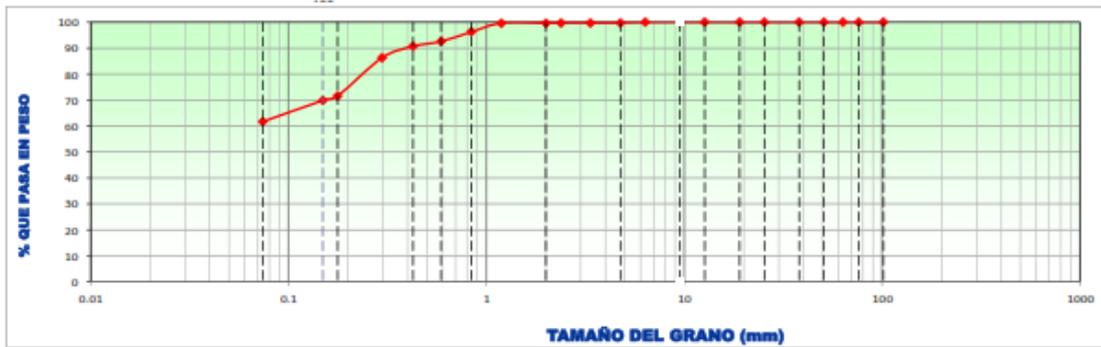
Observaciones	

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

<b>TESIS</b>	<b>"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ - CELENDÍN - CAJAMARCA"</b>		
<b>UBICACION</b>	: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDIN, DPTO. CAJAMARCA		
<b>CALICATA</b>	: 3 - M - 1 PROFUNDIDAD (m): 00-3.00		
<b>TESISTA</b>	: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA		
<b>FECHA</b>	: ENERO 2016	<b>COORDENADAS UTM: N. 9233758 E.0617291</b>	

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				100		Numero de la Tara	S/N	
3"	76.200	-	-	-	100.0		Peso de la Tara	13.2	
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.0		Tara + Suelo Humedo	376.7	
2"	50.800	-	-	-	100.0		Tara + Suelo Seco	324.4	
1 1/2"	38.100	-	-	-	100.0		Peso del agua	52.3	
1"	25.400	-	-	-	100.0		Peso del suelo neto	311.2	
3/4"	19.050	-	-	-	100.0		% de Humedad	16.81	
1/2"	12.700	-	-	-	100.0		<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b> - LÍMITE LÍQUIDO (%) : 30.82 - LÍMITE PLÁSTICO (%) : 17.27 - ÍNDICE PLÁSTICIDAD (%) : 13.55 - CLASIFICACIÓN SUCS : CL - CLASIFICACIÓN AASHTO : A-6 (6)		
3/8"	9.525	-	-	-	100.0				
1/4"	6.350	-	-	-	100.0				
N° 4	4.750	1.9	0.3	0.3	99.7				
N° 6	3.360								
N° 8	2.380								
N° 10	2.000	0.6	0.1	0.4	99.6				
N° 16	1.190								
N° 20	0.840	22.9	3.4	3.7	96.3				
N° 30	0.590	25.0	3.7	7.4	92.6				
N° 40	0.426	12.9	1.9	9.3	90.7				
N° 50	0.297								
N° 80	0.177	100.1	14.7	28.4	71.6				
N° 100	0.149	11.7	1.7	30.2	69.8				
N° 200	0.074	55.6	8.2	38.3	61.7				
-200		419.3	61.7				<b>DATOS DE LA MUESTRA</b> - PESO TOTAL (gr) : 680.0 100.0 % - PESO GRAVA (gr) : 1.9 0.3 % - PESO ARENA (gr) : 678.1 99.7 % - PESO FRACCION (gr)		

### CURVA GRANULOMETRICA

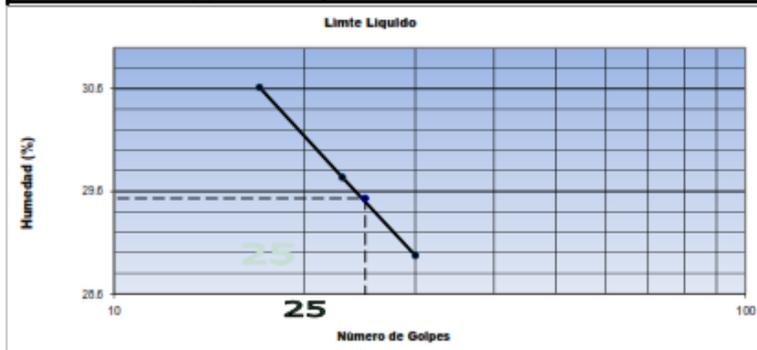




## LIMITES DE CONSISTENCIA (NORMA AASHTO T - 90 - ASTM D 4318)

<b>TESIS</b>	: "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ - CELENDÍN - CAJAMARCA"
<b>UBICACION</b>	: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDIN, DPTO. CAJAMARCA
<b>CALICATA</b>	: N°4 - M - 1 <b>PROFUNDIDAD (m): 3.00</b>
<b>TESISTA</b>	: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA
<b>FECHA</b>	: ENERO 2016

LIMITE LIQUIDO ASTM D-423				
TAERA N°	C	D	E	
N° DE GOLPES	30	23	17	
TARA+SUELO HUMEDO	30.48	29.98	32.77	
TARA+SUELO SECO	27.18	26.84	28.42	
PESO DEL AGUA	3.30	3.14	4.35	
PESO DE LA TARA	15.79	16.28	14.21	
PESO DEL SUELO SECO	11.39	10.56	14.21	
HUMEDAD (%)	28.97	29.73	30.61	
LIMITE PLASTICO ASTM D-424				
TARA N°	3	4		
TARA+SUELO HUMEDO	22.19	20.20		
TARA+SUELO SECO	21.38	19.44		
PESO DEL AGUA	0.81	0.76		
PESO DE LA TARA	16.19	14.57		
PESO DEL SUELO SECO	5.19	4.87		
HUMEDAD (%)	15.61	15.61		
HUMEDAD PROMEDIO (%)	15.61			



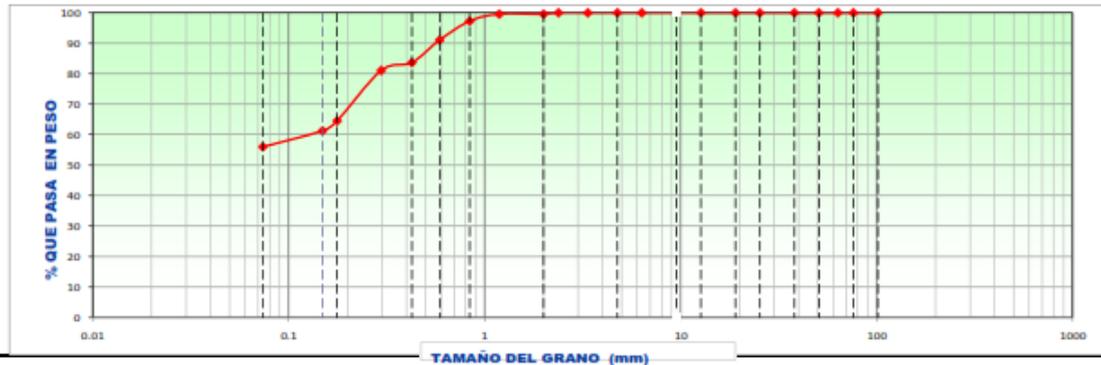
Limites de Consistencia		
Limite Liquido		29.53
Limite Plastico		15.61
Indice Plastico		13.92

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

<b>TESIS</b>	<b>"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ - CELENDÍN - CAJAMARCA"</b>		
<b>UBICACION</b>	: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDIN, DPTO. CAJAMARCA		
<b>CALICATA</b>	: 4 - M - 1 PROFUNDIDAD (m): 00-3.00		
<b>TESISTA</b>	: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA		
<b>FECHA</b>	: ENERO 2016	<b>COORDENADAS UTM: N 9233060 E 816965</b>	

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				100		Numero de la Tara	S/N	
3"	76.200	-	-	-	100.0		Peso de la Tara	19.6	
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.0		Tara + Suelo Humedo	373.2	
2"	50.800	-	-	-	100.0		Tara + Suelo Seco	325.7	
1 1/2"	38.100	-	-	-	100.0		Peso del agua	47.5	
1"	25.400	-	-	-	100.0		Peso del suelo neto	306.1	
3/4"	19.050	-	-	-	100.0		% de Humedad	15.52	
1/2"	12.700	-	-	-	100.0		<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b> - LÍMITE LÍQUIDO (%) : 29.53 - LÍMITE PLÁSTICO (%) : 15.61 - ÍNDICE PLASTICIDAD (%) : 13.92 - CLASIFICACIÓN SUCS : CL - CLASIFICACIÓN AASHTO : A-6 (S)  - PESO TOTAL (gr) : 1150.0 100.0 % - PESO GRAVA (gr) : 0.0 0.0 % - PESO ARENA (gr) : 1150.0 100.0 % - PESO FRACCIÓN (gr)		
3/8"	9.525	-	-	-	100.0				
1/4"	6.350	-	-	-	100.0				
N° 4	4.760	-	-	-	100.0				
N° 6	3.360	-	-	-	100.0				
N° 8	2.380	-	-	-	100.0				
N° 10	2.000	4.9	0.4	0.4	99.6				
N° 16	1.190								
N° 20	0.840	26.3	2.3	2.7	97.3				
N° 30	0.590	71.5	6.2	8.9	91.1				
N° 40	0.426	84.9	7.4	16.3	83.7				
N° 50	0.297								
N° 80	0.177	190.0	16.5	35.4	64.6				
N° 100	0.149	37.5	3.3	38.7	61.3				
N° 200	0.075	60.5	5.3	44.0	56.0				
-200		644.0	56.0						

### CURVA GRANULOMÉTRICA



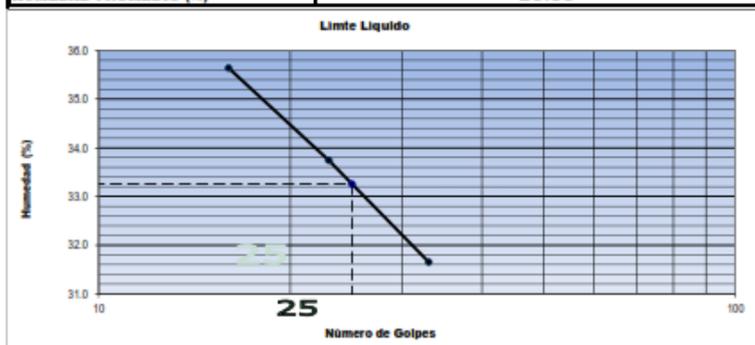
## REGISTRO DE EXCAVACION: CALICATA DE PLATAFORMA

<b>TESIS "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ – CELENDÍN - CAJAMARCA"</b>											
<b>UBICACIÓN : DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDIN, DPTO. CAJAMARCA</b>											
<b>CALICATA : N° 4 PROF. 3,00</b>											
PROFUNDIDAD (m)	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		M-1	Presenta arcillas inorganicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, magras y limosas de color marrón claro amarillento de clasificación SUCS (CL) estos suelos son impermeables, resistencia a la tubificación alta, resistencia al cortante media, susceptibilidad al agrietamiento de mediano a alta.			CL	29.53	15.61	13.92	56	
0.40											
0.60											
0.80											
1.00											
1.40											
1.60											
1.80											
2.00											
2.50											
3.00											MUESTRA EXTRAIDA

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

<b>TESIS</b>	: "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ - CELENDÍN - CAJAMARCA"		
<b>UBICACION</b>	: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDIN, DPTO. CAJAMARCA		
<b>CALICATA</b>	: N°5 - M - 1	<b>PROFUNDIDAD (m): 3.00</b>	
<b>TESISTA</b>	: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA		
<b>FECHA</b>	: ENERO 2016		

LIMITE LIQUIDO ASTM D-423				
TARA N°	4D	5E	6F	
N° DE GOLFES	33	23	16	
TARA+SUELO HUMEDO	31.73	36.63	37.74	
TARA+SUELO SECO	28.34	32.81	32.69	
PESO DEL AGUA	3.39	3.82	5.05	
PESO DE LA TARA	17.63	21.49	18.52	
PESO DEL SUELO SECO	10.71	11.32	14.17	
HUMEDAD (%)	31.65	33.75	35.64	
LIMITE PLASTICO ASTM D-424				
TARA N°	5	6		
TARA+SUELO HUMEDO	19.68	23.14		
TARA+SUELO SECO	18.64	22.17		
PESO DEL AGUA	1.04	0.97		
PESO DE LA TARA	13.59	17.43		
PESO DEL SUELO SECO	5.05	4.74		
HUMEDAD (%)	20.59	20.46		
HUMEDAD PROMEDIO (%)	20.53			



Límites de Consistencia		
Limite Líquido		33.26
Limite Plástico		20.53
Índice Plástico	Plástico	12.73

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

<b>TESIS</b>	<b>"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ - CELENDÍN - CAJAMARCA"</b>		
<b>UBICACION</b>	: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDIN, DPTO. CAJAMARCA		
<b>CALICATA</b>	: 5 - M - 1 PROFUNDIDAD (m): 00-3.00		
<b>TESISTA</b>	: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA		
<b>FECHA</b>	: ENERO 2016	<b>COORDENADAS UTM:</b> N 9233393 E 816674	

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM 422						CONTENIDO DE HUMEDAD		
	ABERTURA (mm)	PESO RETERIDO (gr)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUMUL. (%)	PASA (%)	ESPECIFICACIONES			
4"	101.6				100		Numero de la Tara	S/N	
3"	76.200	-	-	-	100.0		Peso de la Tara	25.0	
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.0		Tara + Suelo Humedo	472.9	
2"	50.800	-	-	-	100.0		Tara + Suelo Seco	420.6	
1 1/2"	38.100	-	-	-	100.0		Peso del agua	52.3	
1"	25.400	-	-	-	100.0		Peso del suelo neto	395.6	
3/4"	19.050	-	-	-	100.0		% de Humedad	13.22	
1/2"	12.700	-	-	-	100.0		<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b> - LÍMITE LÍQUIDO (%) : 33.26 - LÍMITE PLÁSTICO (%) : 20.53 - ÍNDICE PLÁSTICIDAD (%) : 12.73 - CLASIFICACIÓN SUCS : CL - CLASIFICACIÓN AASHTO : A-6 ( S )		
3/8"	9.525				100.0				
1/4"	6.350								
N° 4	4.750	9.6	0.9	0.9	99.1				
N° 6	3.360								
N° 8	2.380								
N° 10	2.000	15.4	1.4	2.3	97.7				
N° 16	1.190								
N° 20	0.840	21.8	2.0	4.3	95.7				
N° 30	0.590	32.6	4.8	9.1	90.9				
N° 40	0.426	39.2	5.4	14.6	85.4				
N° 50	0.297								
N° 80	0.177	102.8	14.9	29.5	70.5				
N° 100	0.149	53.5	4.9	34.4	65.6				
N° 200	0.074	108.7	10.0	44.4	55.6				
-200		606.4	55.6						
							<b>DATOS DE LA MUESTRA</b> - PESO TOTAL (gr) : 1090.0 100.0 % - PESO GRAVA (gr) : 9.6 0.9 % - PESO ARENA (gr) : 1080.4 99.1 % - PESO FRACCION (gr) :		

### CURVA GRANULOMETRICA

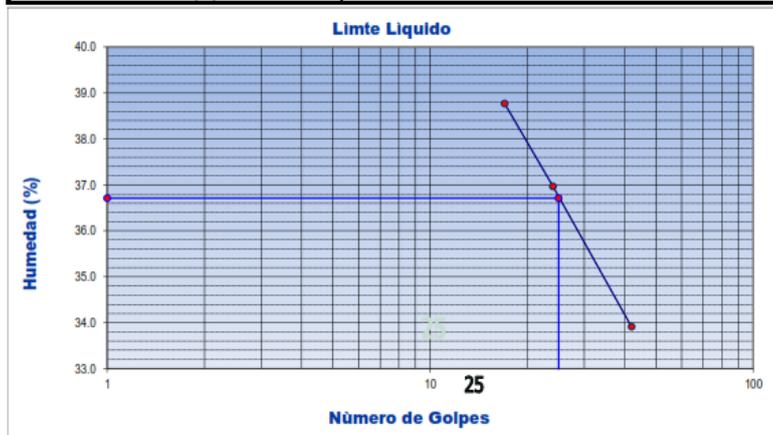




## LIMITES DE CONSISTENCIA (NORMA AASHTO T - 90 - ASTM D 4318)

<b>TESIS</b>	: "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ - CELENDÍN - CAJAMARCA"
<b>UBICACION</b>	: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDIN, DPTO. CAJAMARCA
<b>CALICATA</b>	: N°6 - M - 1 <b>PROFUNDIDAD (m): 3.00</b>
<b>TESISTA</b>	: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA
<b>FECHA</b>	: ENERO 2016

LIMITE LIQUIDO ASTM D-423				
TARA N°	A	B	C	
N° DE GOLPES	17	24	42	
TARA+SUELO HUMEDO	62.18	57.14	60.75	
TARA+SUELO SECO	49.82	45.64	49.25	
PESO DEL AGUA	12.36	11.50	11.50	
PESO DE LA TARA	17.94	14.53	15.34	
PESO DEL SUELO SECO	31.88	31.11	33.91	
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>38.77</b>	<b>36.97</b>	<b>33.91</b>	
LIMITE PLASTICO ASTM D-424				
TARA N°	I	II		
TARA+SUELO HUMEDO	26.89	27.25		
TARA+SUELO SECO	25.32	25.67		
PESO DEL AGUA	1.57	1.58		
PESO DE LA TARA	17.84	18.13		
PESO DEL SUELO SECO	7.48	7.54		
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>20.99</b>	<b>20.95</b>		
<b>HUMEDAD PROMEDIO (%)</b>	<b>20.97</b>			



Límites de Consistencia	
Límite Líquido	36.69
Límite Plástico	20.97
Índice Plástico	15.72

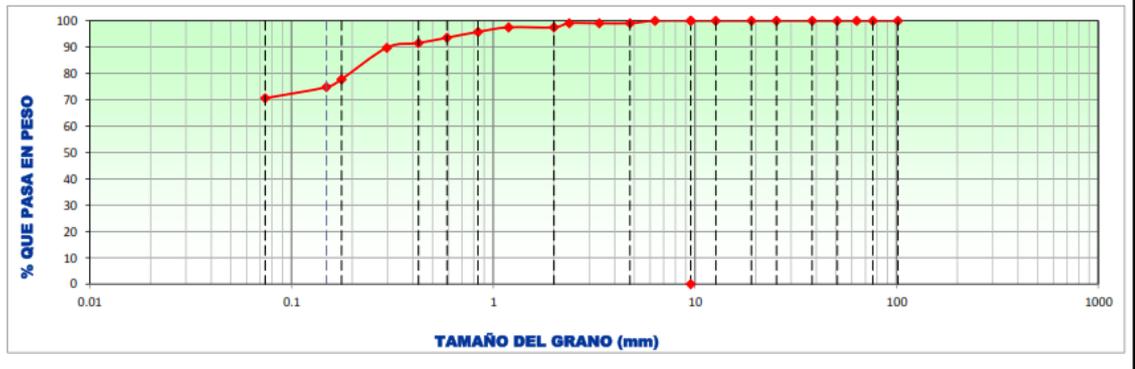
Observaciones	

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

<b>TESIS</b>	<b>"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ - CELENDÍN - CAJAMARCA"</b>		
<b>UBICACION</b>	: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDIN, DPTO. CAJAMARCA		
<b>CALICATA</b>	: 6 - M - 1 PROFUNDIDAD (m): 00-3.00		
<b>TESISTA</b>	: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA		
<b>FECHA</b>	: ENERO 2016	<b>COORDENADAS UTM: N 9233603 E 816959</b>	

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				100		Numero de la Tara	S/N	
3"	76.200	-	-	-	100.0		Peso de la Tara	22.1	
2 1/2"	63.800	-	-	-	100.0		Tara + Suelo Humedo	245.1	
2"	50.800	-	-	-	100.0		Tara + Suelo Seco	217.4	
1 1/2"	38.100	-	-	-	100.0		Peso del agua	27.7	
1"	25.400	-	-	-	100.0		Peso del suelo neto	195.3	
3/4"	19.050	-	-	-	100.0		% de Humedad	14.18	
1/2"	12.700	-	-	-	100.0		<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>		
3/8"	9.525	-	-	-	100.0		- LÍMITE LÍQUIDO (%)	:	36.69
1/4"	6.350	-	-	-	100.0		- LÍMITE PLÁSTICO (%)	:	20.97
N° 4	4.760	16.3	0.9	0.9	99.1		- ÍNDICE PLASTICIDAD (%)	:	15.72
N° 6	3.360						- CLASIFICACIÓN SUCS	:	CL
N° 8	2.380						- CLASIFICACIÓN AASHTO	:	A-6 ( 10 )
N° 10	2.000	27.9	1.6	2.5	97.5		<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>		
N° 16	1.190						- PESO TOTAL :	1750.0	100.0 %
N° 20	0.840	29.8	1.7	4.2	95.8		- PESO GRAVA :	16.3	0.9 %
N° 30	0.590	38.9	2.2	6.5	93.5		- PESO ARENA :	1733.7	99.1 %
N° 40	0.426	35.3	2.0	8.5	91.5		- PESO FRACCION (gr)		
N° 50	0.297								
N° 80	0.177	210.0	12.0	22.2	77.8				
N° 100	0.149	52.3	3.0	25.2	74.8				
N° 200	0.074	73.7	4.2	29.4	70.6				
-200		1,235.2	70.6						

### CURVA GRANULOMETRICA

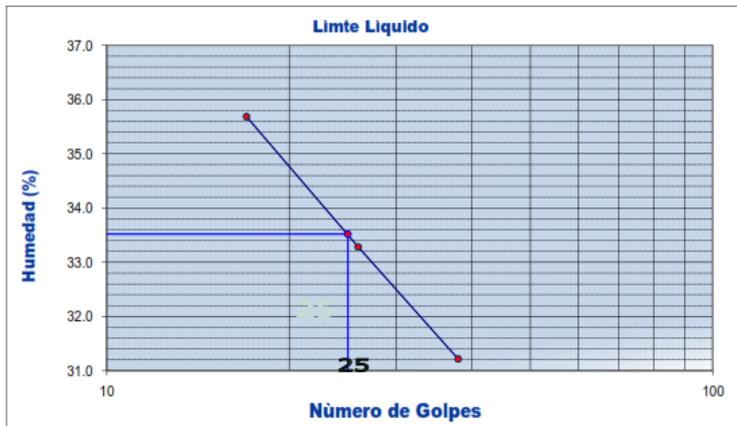




## LIMITES DE CONSISTENCIA (NORMA AASHTO T - 90 - ASTM D 4318)

<b>TESIS</b>	<b>: "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ - CELENDÍN - CAJAMARCA"</b>
<b>UBICACION</b>	<b>: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDIN, DPTO. CAJAMARCA</b>
<b>CALICATA</b>	<b>: N°7 - M - 1                      PROFUNDIDAD (m): 3.00</b>
<b>TESISTA</b>	<b>: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA</b>
<b>FECHA</b>	<b>: ENERO 2016</b>

LIMITE LIQUIDO ASTM D-423				
TARA N°	D	E	F	
N° DE GOLPES	17	26	38	
TARA+SUELO HUMEDO	46.06	45.40	50.72	
TARA+SUELO SECO	38.73	38.42	42.80	
PESO DEL AGUA	7.33	6.98	7.92	
PESO DE LA TARA	18.19	17.45	17.43	
PESO DEL SUELO SECO	20.54	20.97	25.37	
HUMEDAD (%)	35.69	33.29	31.22	
LIMITE PLASTICO ASTM D-424				
TARA N°	III	IV		
TARA+SUELO HUMEDO	24.60	27.00		
TARA+SUELO SECO	23.21	25.16		
PESO DEL AGUA	1.39	1.84		
PESO DE LA TARA	16.40	16.15		
PESO DEL SUELO SECO	6.81	9.01		
HUMEDAD (%)	20.41	20.42		
HUMEDAD PROMEDIO (%)	20.42			



Límites de Consistencia	
Limite Líquido	33.52
Limite Plástico	20.42
Índice Plástico	13.10

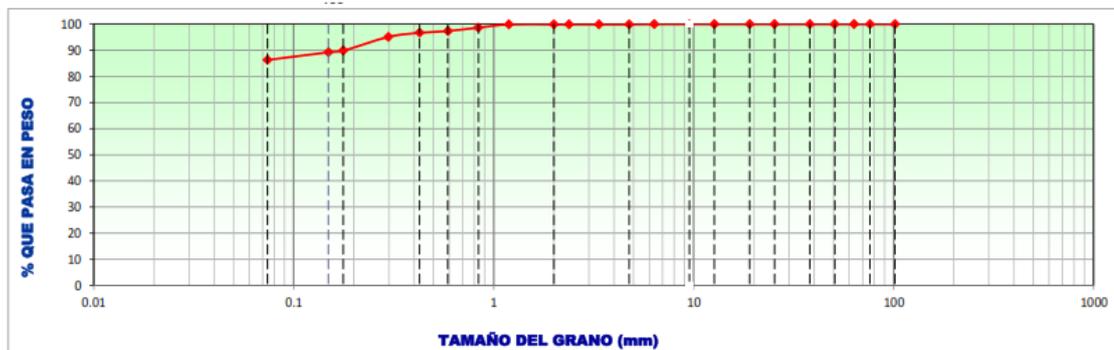
Observaciones	

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

<b>TESIS</b>	<b>"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ - CELENDÍN - CAJAMARCA"</b>		
<b>UBICACION</b>	: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDIN, DPTO. CAJAMARCA		
<b>CALICATA</b>	: 7 - M - 1 PROFUNDIDAD (m): 00-3.00		
<b>TESISTA</b>	: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA		
<b>FECHA</b>	: ENERO 2016	<b>COORDENADAS UTM: N 9233248 E 817039</b>	

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				100		Numero de la Tara	S/N	
3"	76.200	-	-	-	100.0		Peso de la Tara	15.2	
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.0		Tara + Suelo Humedo	373.1	
2"	50.800	-	-	-	100.0		Tara + Suelo Seco	324.8	
1 1/2"	38.100	-	-	-	100.0		Peso del agua	48.3	
1"	25.400	-	-	-	100.0		Peso del suelo neto	309.6	
3/4"	19.050	-	-	-	100.0		% de Humedad	15.60	
1/2"	12.700	-	-	-	100.0		<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b> - LÍMITE LÍQUIDO (%) : 33.52 - LÍMITE PLÁSTICO (%) : 20.42 - ÍNDICE PLASTICIDAD (%) : 13.10 - CLASIFICACIÓN SUCS : CL - CLASIFICACIÓN AASHTO : A-6 ( 11 )		
3/8"	9.525	-	-	-	100.0				
1/4"	6.350	-	-	-	100.0				
N° 4	4.760	1.9	0.1	0.1	99.9				
N° 6	3.360								
N° 8	2.380								
N° 10	2.000	0.6	0.0	0.1	99.9				
N° 16	1.190								
N° 20	0.840	22.9	1.2	1.3	98.7				
N° 30	0.590	25.0	1.3	2.7	97.3				
N° 40	0.426	12.9	0.7	3.3	96.7		<b>DATOS DE LA MUESTRA</b> - PESO TOTAL (gr) : 1900.0 100.0 % - PESO GRAVA (gr) : 1.9 0.1 % - PESO ARENA (gr) : 1898.1 99.9 % - PESO FRACCION (gr)		
N° 50	0.297								
N° 80	0.177	100.1	5.3	10.2	89.8				
N° 100	0.149	11.7	0.6	10.8	89.2				
N° 200	0.074	55.6	2.9	13.7	86.3				
-200		1,639.3	86.3						

### CURVA GRANULOMETRICA



## REGISTRO DE EXCAVACION: CALICATA DE PLATAFORMA

<b>TESIS</b>	<b>"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ – CELENDÍN - CAJAMARCA"</b>
<b>UBICACIÓN</b>	<b>: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDIN, DPTO. CAJAMARCA</b>
<b>CALICATA</b>	<b>: N° 7                                  PROF. 3,00</b>

PROFUNDIDAD (m)	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		M-1	Presenta material organico cubierta por plantas nativas de la zona de color marrón oscuro, negruzco								
0.40											
0.60											
0.80											
1.00											
1.40				Presenta arcillas inorganicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, magras y limosas de color marrón claro amarillento de clasificación SUCS (CL) estos suelos son impermeables, resistencia a la tubificación alta, resistencia al cortante media, susceptibilidad al agrietamiento de mediano a alta.		A-6(11)	CL	33.52	20.42	13.1	86.3
1.60											
1.80											
2.00											
2.50											
3.00		MUESTRA EXTRAIDA									

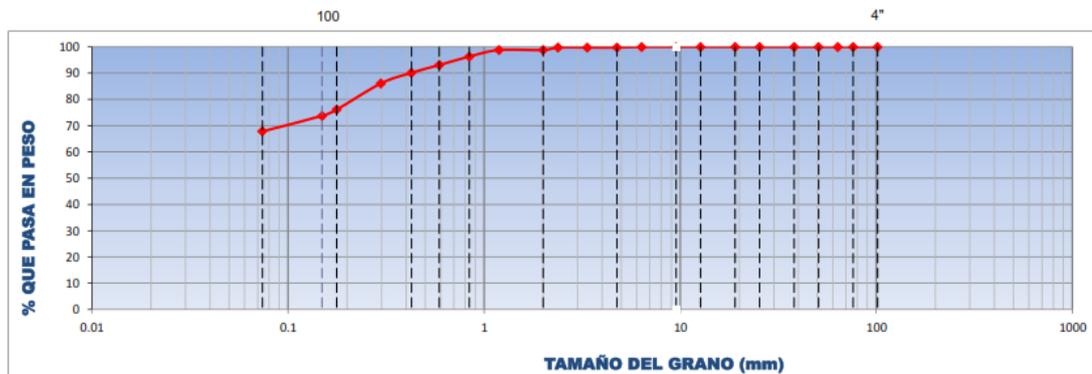


## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (AASHTO T-27 ASTM D 422)

<b>TESIS</b>	<b>"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ - CELENDÍN - CAJAMARCA"</b>		
<b>UBICACION</b>	: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDIN, DPTO. CAJAMARCA		
<b>CALICATA</b>	: 8 - M - 1 PROFUNDIDAD (m): 00-3.00		
<b>TESISTA</b>	: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA		
<b>FECHA</b>	: ENERO 2016	<b>COORDENADAS UTM: N 9233311 E 816873</b>	

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				100		Numero de la Tara	A	
3"	76.200	-	-	-	100.0		Peso de la Tara	35.4	
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.0		Tara + Suelo Humedo	357.1	
2"	50.800	-	-	-	100.0		Tara + Suelo Seco	304.7	
1 1/2"	38.100	-	-	-	100.0		Peso del agua	52.4	
1"	25.400	-	-	-	100.0		Peso del suelo neto	269.3	
3/4"	19.050	-	-	-	100.0		% de Humedad	19.46	
1/2"	12.700	-	-	-	100.0		<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>		
3/8"	9.525	-	-	-	100.0		- LÍMITE LÍQUIDO (%)	:	35.37
1/4"	6.350	-	-	-	100.0		- LÍMITE PLÁSTICO (%)	:	21.36
N° 4	4.760	2.3	0.2	0.2	99.8		- ÍNDICE PLASTICIDAD (%)	:	14.01
N° 6	3.360						- CLASIFICACIÓN SUCS	:	CL
N° 8	2.380						- CLASIFICACIÓN AASHTO	:	A-6 ( 8 )
N° 10	2.000	9.6	1.0	1.2	98.8		<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>		
N° 16	1.190						- PESO TOTAL (gr) :	980.0	100.0 %
N° 20	0.840	24.2	2.5	3.7	96.3		- PESO GRAVA (gr) :	2.3	0.2 %
N° 30	0.590	31.9	3.3	6.9	93.1		- PESO ARENA (gr) :	977.7	99.8 %
N° 40	0.426	28.7	2.9	9.9	90.1		- PESO FRACCION (gr)		
N° 50	0.297								
N° 80	0.177	97.4	9.9	23.9	76.1				
N° 100	0.149	23.3	2.4	26.3	73.7				
N° 200	0.074	58.0	5.9	32.2	67.8				
-200		664.6	67.8						

### CURVA GRANULOMETRICA



## REGISTRO DE EXCAVACION: CALICATA DE PLATAFORMA

<b>TESIS</b>	<b>"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ – CELENDÍN - CAJAMARCA"</b>
<b>UBICACIÓN</b>	<b>: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDIN, DPTO. CAJAMARCA</b>
<b>CALICATA</b>	<b>: N° 8 PROF. 3,00</b>

UBICACIÓN :	CALICATA			SIMBOLOGIA	CLASIF.		CONSTANTES FISICAS			% Pasa Malla N° 200
	PERFORACION AL TIPO CIELO ABIERTO	MUESTRA	DESCRIPCION		AASHTO	SUCS	L.L.	L.P	IP	
PROFUNDIDAD (m)	0.20		<p>Presenta arcillas inorganicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, magras y limosas de color marrón claro amarillento de clasificación SUCS (CL) estos suelos son Impermeables, resistencia a la tubificación alta, resistencia al cortante media, susceptibilidad al agrietamiento de mediano a alta.</p>							
	0.40									
	0.60									
	0.80									
	1.00									
	1.40									
	1.60									
	1.80									
	2.00									
	2.50									
	3.00									

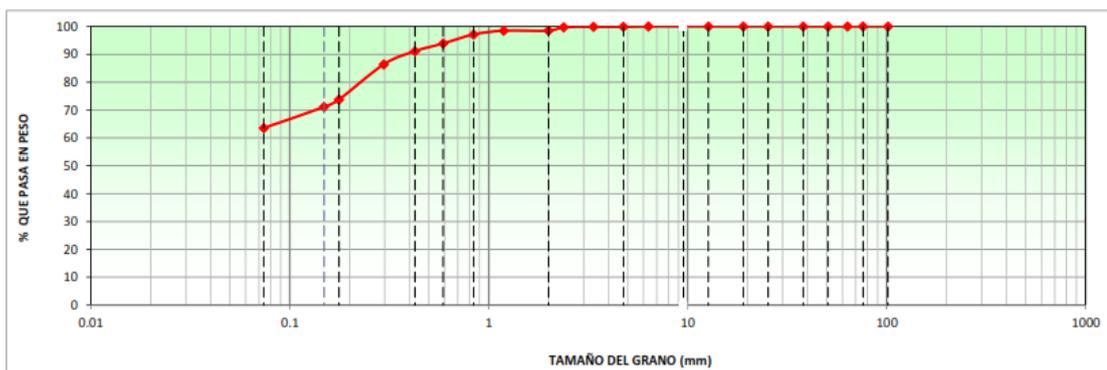


## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (AASHTO T-27 ASTM D 422)

<b>TESIS</b>	<b>"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ – CELENDÍN - CAJAMARCA"</b>		
<b>UBICACION</b>	: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDIN, DPTO. CAJAMARCA		
<b>CALICATA</b>	: 9 - M - 1 PROFUNDIDAD (m): 00-3.00		
<b>TESISTA</b>	: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA		
<b>FECHA</b>	: ENERO 2016	<b>COORDENADAS UTM: N 9233702 E 816685</b>	

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM 422						CONTENIDO DE HUMEDAD		
	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUMUL. (%)	PASA (%)	ESPECIFICA- CIONES			
4"	101.6				100		Numero de la Tara	S/N	
3"	76.200				100.0		Peso de la Tara	24.5	
2 1/2"	63.500				100.0		Tara + Suelo Humedo	365.3	
2"	50.800				100.0		Tara + Suelo Seco	317.8	
1 1/2"	38.100				100.0		Peso del agua	47.5	
1"	25.400				100.0		Peso del suelo neto	293.3	
3/4"	19.050				100.0		% de Humedad	16.20	
1/2"	12.700				100.0		RESULTADOS DE ENSAYOS		
3/8"	9.525				100.0		LÍMITE LÍQUIDO (%)	:	33.91
1/4"	6.350						LÍMITE PLÁSTICO (%)	:	19.70
N° 4	4.760	2.1	0.2	0.2	99.8		ÍNDICE PLASTICIDAD (%)	:	14.21
N° 6	3.360						CLACIFICACIÓN SUCS	:	CL
N° 8	2.380						CLACIFICACIÓN AASHTO	:	A-6 ( 7 )
N° 10	2.000	15.6	1.2	1.6	98.4				
N° 16	1.190								
N° 20	0.840	17.2	1.4	2.9	97.1				
N° 30	0.590	41.0	3.2	6.1	93.9				
N° 40	0.426	35.1	2.8	8.9	91.1				
N° 50	0.297						PESO TOTAL (gr)	:	1270.0      100.0 %
N° 80	0.177	160.2	12.6	26.2	73.8		PESO GRAVA (gr)	:	2.1      0.2 %
N° 100	0.149	33.9	2.7	28.9	71.1		PESO ARENA (gr)	:	1267.9      99.8 %
N° 200	0.074	96.0	7.6	36.5	63.5		PESO FRACCIÓN (gr)	:	
-200		806.9	63.5						

### CURVA GRANULOMETRICA



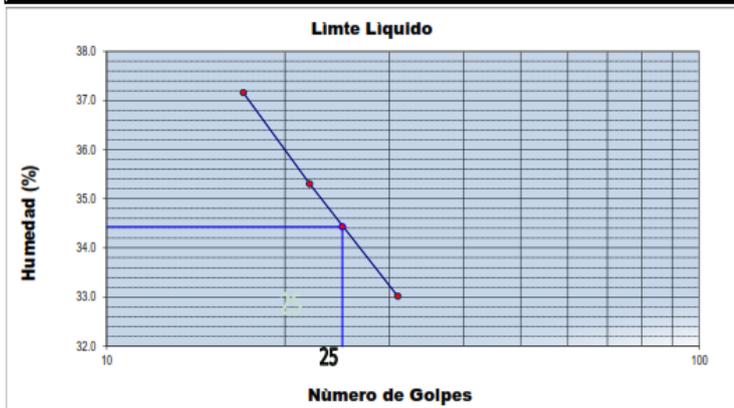
<b>TESIS</b>	<b>"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ – CELENDÍN - CAJAMARCA"</b>	
<b>UBICACIÓN</b>	<b>: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDIN, DPTO. CAJAMARCA</b>	
<b>CALICATA</b>	<b>: N° 9</b>	<b>PROF. 3,00</b>

UBICACIÓN :	CALICATA		SIMBOLOGIA	CLASIF.		CONSTANTES FISICAS			% Pasa Malla N° 200	
	PERFORACION AL TIPO CIELO ABIERTO	MUESTRA		DESCRIPCION	AASHTO	SUCS	L.L.	L.P		IP
PROFUNDIDAD (m)	0.20		Presenta material organico cubierta por plantas nativas de la zona de color marrón oscuro, negruzco							
	0.40		Presenta arcillas inorganicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, magras y limosas de color marrón claro amarillento de clasificación SUCS (CL) estos suelos son impermeables, resistencia a la tubificación alta, resistencia al cortante media, susceptibilidad al agrietamiento de mediano a alta.		A-6(7)	CL	33.91	19.70	14.21	63.5
	0.60									
	0.80									
	1.00									
	1.40	M-1								
	1.60									
	1.80									
	2.00									
	2.50									
3.00		MUESTRA EXTRAIDA								

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

<b>TESIS</b>	<b>"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ - CELENDÍN - CAJAMARCA"</b>
<b>UBICACION</b>	<b>: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDIN, DPTO. CAJAMARCA</b>
<b>CALICATA</b>	<b>: N°10 - M - 1                      PROFUNDIDAD (m): 3.00</b>
<b>TESISTA</b>	<b>: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA</b>
<b>FECHA</b>	<b>: ENERO 2016</b>

LIMITE LIQUIDO ASTM D-423				
TARA N°	4	5	6	
N° DE GOLPES	17	22	31	
TARA+SUELO HUMEDO	52.13	48.96	55.59	
TARA+SUELO SECO	43.82	41.38	46.27	
PESO DEL AGUA	8.31	7.58	9.32	
PESO DE LA TARA	21.46	19.91	18.04	
PESO DEL SUELO SECO	22.36	21.47	28.23	
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>37.16</b>	<b>35.31</b>	<b>33.01</b>	
LIMITE PLASTICO ASTM D-424				
TARA N°	III	IV		
TARA+SUELO HUMEDO	23.04	23.79		
TARA+SUELO SECO	21.86	22.71		
PESO DEL AGUA	1.18	1.08		
PESO DE LA TARA	16.15	17.45		
PESO DEL SUELO SECO	5.71	5.26		
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>20.67</b>	<b>20.53</b>		
<b>HUMEDAD PROMEDIO (%)</b>	<b>20.60</b>			



Límites de Consistencia		
Limite	Liquido	34.43
Limite	Plastico	20.60
Indice	Plastico	13.83

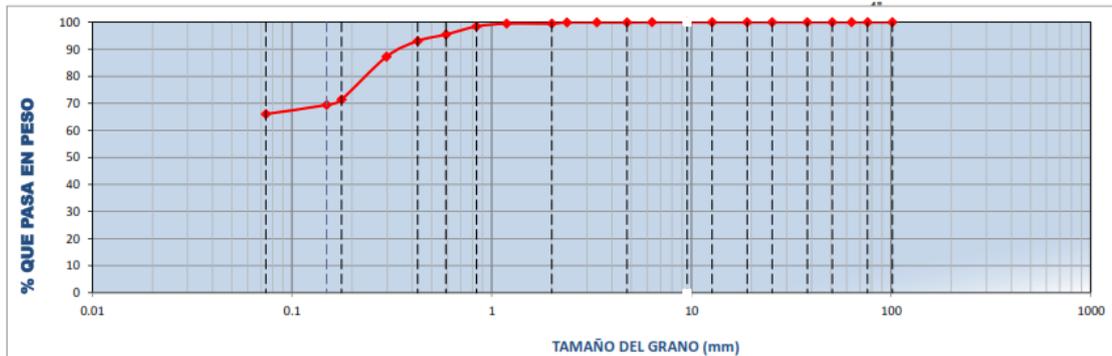
Observaciones	

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

<b>TESIS</b>	<b>"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ - CELENDÍN - CAJAMARCA"</b>		
<b>UBICACION</b>	: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDIN, DPTO. CAJAMARCA		
<b>CALICATA</b>	: 10 - M - 1 PROFUNDIDAD (m): 00-3.00		
<b>TESISTA</b>	: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA		
<b>FECHA</b>	: ENERO 2016	<b>COORDENADAS UTM: N 9233706 E 816890</b>	

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				100		Numero de la Tara	S/N	
3"	76.200	-	-	-	100.0		Peso de la Tara	30.4	
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.0		Tara + Suelo Humedo	343.1	
2"	50.800	-	-	-	100.0		Tara + Suelo Seco	297.3	
1 1/2"	38.100	-	-	-	100.0		Peso del agua	45.8	
1"	25.400	-	-	-	100.0		Peso del suelo neto	266.9	
3/4"	19.050	-	-	-	100.0		% de Humedad	17.16	
1/2"	12.700	-	-	-	100.0		<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>		
3/8"	9.525				100.0		- LÍMITE LÍQUIDO (%)	:	34.43
1/4"	6.350						- LÍMITE PLÁSTICO (%)	:	20.60
N° 4	4.760	1.3	0.1	0.1	99.9		- ÍNDICE PLASTICIDAD (%)	:	13.83
N° 6	3.360						- CLACIFICACIÓN SUCS	:	CL
N° 8	2.380						- CLACIFICACIÓN AASHTO	:	A-6 ( 7 )
N° 10	2.000	5.5	0.5	0.6	99.4		<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>		
N° 16	1.190						- PESO TOTAL (gr)	:	1200.3      100.0 %
N° 20	0.840	12.5	1.0	1.6	98.4		- PESO GRAVA (gr)	:	1.3      0.1 %
N° 30	0.590	35.6	3.0	4.6	95.4		- PESO ARENA (gr)	:	1199.0      99.9 %
N° 40	0.426	28.9	2.4	7.0	93.0		- PESO FRACCIÓN (gr)	:	
N° 50	0.297								
N° 80	0.177	189.1	15.8	28.6	71.4				
N° 100	0.149	24.6	2.0	30.6	69.4				
N° 200	0.074	40.1	3.3	34.0	66.0				
-200		792.7	66.0						

### CURVA GRANULOMÉTRICA



## REGISTRO DE EXCAVACION: CALICATA DE PLATAFORMA

<b>TESIS</b>	<b>"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ – CELENDÍN - CAJAMARCA"</b>
<b>UBICACIÓN</b>	<b>: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDIN, DPTO. CAJAMARCA</b>
<b>CALICATA</b>	<b>: N° 10                      PROF. 3,00</b>

UBICACIÓN :	CALICATA		SIMBOLOGIA	CLASIF.		CONSTANTES FISICAS			% Pasa Malla N° 200
	PERFORACION AL TIPO CIELO ABIERTO	MUESTRA		DESCRIPCION	AASHTO	SUCS	L.L.	L.P	
0.20		<b>M-1</b>	Presenta material organico cubierta por plantas nativas de la zona de color marrón oscuro, negruzco						
0.40									
0.60									
0.80									
1.00									
1.40			<b>Presenta arcillas inorganicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, magras y limosas de color marrón claro de clasificación SUCS (CL) estos suelos son impermeables, resistencia a la tubificación alta, resistencia al cortante media,</b>	A-6(7)	<b>CL</b>	34.43	20.60	13.83	66
1.60									
1.80									
2.00									
2.50									
3.00		MUESTRA EXTRAIDA							

ENSAYO DE CORTE  
DIRECTO

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

### ASTM D 3080

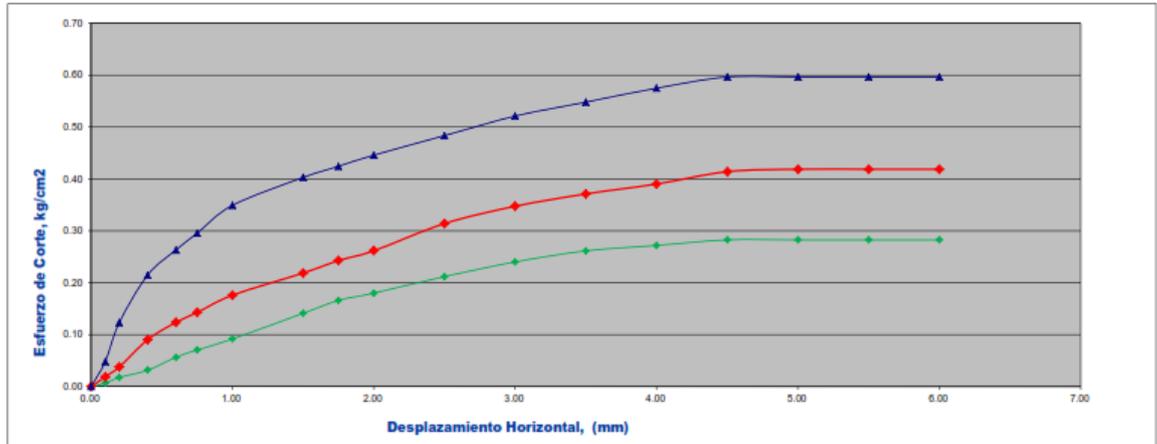
<b>TESIS</b>	: "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ - CELENDÍN - CAJAMARCA"				
<b>UBICACIÓN</b>	: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDIN, DPTO. CAJAMARCA				
<b>CALICATA</b>	: N° 1	<b>PROFUNDIDAD (m): 3,00</b>			
<b>TIPO DE MUESTRA</b>	: REMOLDEADA	<b>COORDENADAS</b>		N 9233507 E 816847	
<b>TESISTA</b>	: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA				
<b>FECHA</b>	: ENERO 2016				

### ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA

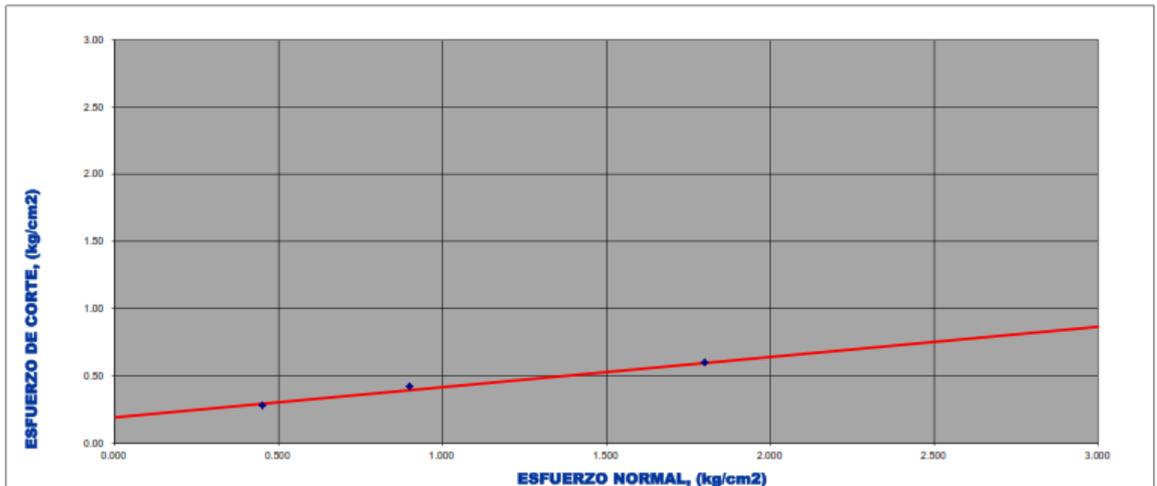
ESFUERZO NORMAL (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.45 Kg/cm <sup>2</sup>		0.90 Kg/cm <sup>2</sup>		1.80 Kg/cm <sup>2</sup>	
ETAPA	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
ALTURA (cm)	2.00	1.90	2.00	1.83	2.00	1.78
DIAMETRO (cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	20.66	21.79	19.56	20.51	20.15	21.01
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.75	1.85	1.74	1.90	1.72	1.92
	0.45 kg/cm <sup>2</sup>		0.90 kg/cm <sup>2</sup>		1.80 kg/cm <sup>2</sup>	
	DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.10	0.01	0.10	0.02	0.10	0.05
	0.20	0.02	0.20	0.04	0.20	0.12
	0.40	0.03	0.40	0.09	0.40	0.21
	0.60	0.06	0.60	0.12	0.60	0.26
	0.75	0.07	0.75	0.14	0.75	0.30
	1.00	0.09	1.00	0.18	1.00	0.35
	1.50	0.14	1.50	0.22	1.50	0.40
	1.75	0.17	1.75	0.24	1.75	0.42
	2.00	0.18	2.00	0.26	2.00	0.45
	2.50	0.21	2.50	0.31	2.50	0.48
	3.00	0.24	3.00	0.35	3.00	0.52
	3.50	0.26	3.50	0.37	3.50	0.55
	4.00	0.27	4.00	0.39	4.00	0.57
	4.50	0.28	4.50	0.41	4.50	0.60
	5.00	0.28	5.00	0.42	5.00	0.60
	5.50	0.28	5.50	0.42	5.50	0.60
	6.00	0.28	6.00	0.42	6.00	0.60

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTANDAR EN SUELOS A.S.T.M. D 3080

### APLICACIÓN DEL ESFUERZO CORTANTE



### ENVOLVENTES DE RESISTENCIA



ESPECIMEN	ESFUERZO NORMAL (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )	PARAMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE
1	0.450	0.28	<b>COHESIÓN = 0.19</b> kg/cm <sup>2</sup> <b>ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA = 12.7</b> °
2	0.90	0.42	
3	1.80	0.60	

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

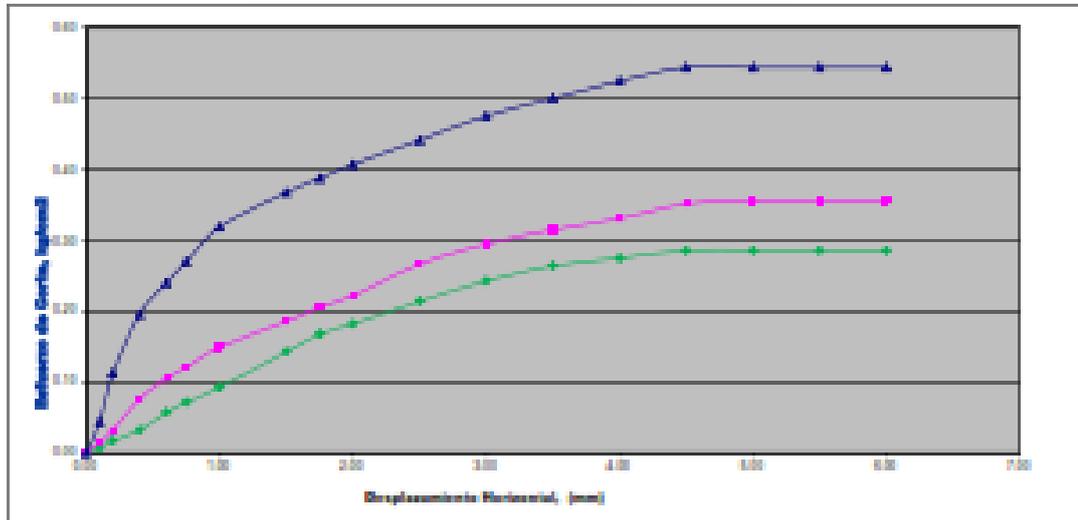
<b>TÍTULO</b>	<b>“CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GÁLVEZ – CELENDÍN - CAJAMARCA”</b>		
<b>UBICACIÓN</b>	: DIST. JOSÉ GÁLVEZ, PROV. CELENDÍN, DPTO. CAJAMARCA		
<b>SALICATA</b>	: N° 2	<b>PROFUNDIDAD (m): 3,00</b>	
<b>TIPO DE MUESTRA</b>	: SEMOLINADA	<b>COORDENADAS N 283278 E 817231</b>	
<b>TECNISTA</b>	: JUAN ALBERTO RAYNES ALIAGA		
<b>FECHA</b>	: ENERO 2018		

### ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA

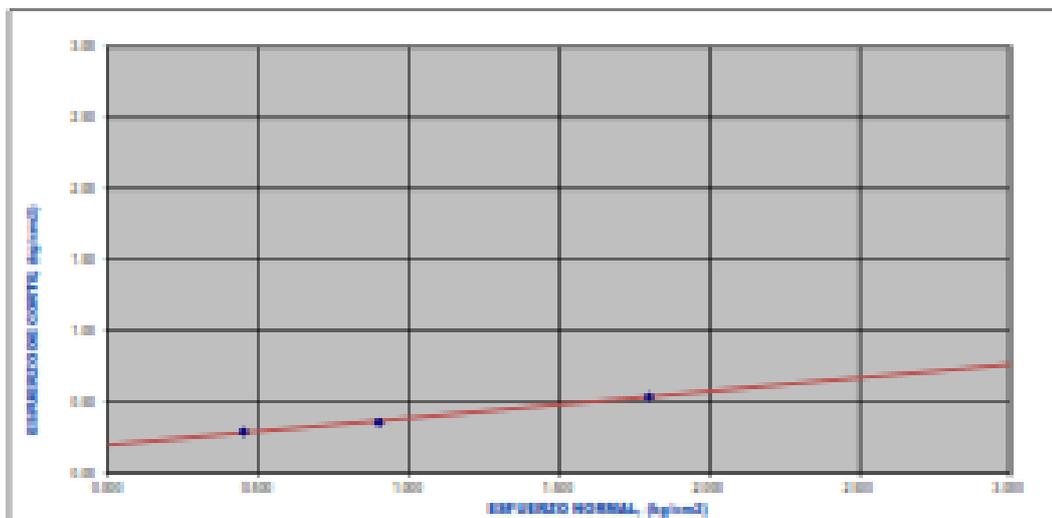
ESFUERZO NORMAL (Kg/cm <sup>2</sup> )		0.45 Kg/cm <sup>2</sup>		0.90 Kg/cm <sup>2</sup>		1.80 Kg/cm <sup>2</sup>	
ETAPA		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
ALTURA	(cm)	2.00	1.88	2.00	1.82	2.00	1.75
DIÁMETRO	(cm)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	21.15	22.24	21.25	22.20	21.45	22.21
DENSIDAD HUMEDA	(g/cm <sup>3</sup> )	1.75	1.87	1.73	1.81	1.75	1.85
		0.45 Kg/cm <sup>2</sup>		0.90 Kg/cm <sup>2</sup>		1.80 Kg/cm <sup>2</sup>	
DEPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	DEPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	DEPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	DEPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.01	0.10	0.02	0.10	0.04	0.10	0.04
0.20	0.02	0.20	0.03	0.20	0.11	0.20	0.11
0.40	0.03	0.40	0.05	0.40	0.20	0.40	0.20
0.60	0.05	0.60	0.11	0.60	0.24	0.60	0.24
0.75	0.07	0.75	0.12	0.75	0.27	0.75	0.27
1.00	0.09	1.00	0.15	1.00	0.32	1.00	0.32
1.50	0.14	1.50	0.19	1.50	0.37	1.50	0.37
1.75	0.17	1.75	0.21	1.75	0.39	1.75	0.39
2.00	0.18	2.00	0.22	2.00	0.41	2.00	0.41
2.50	0.21	2.50	0.27	2.50	0.44	2.50	0.44
3.00	0.24	3.00	0.29	3.00	0.48	3.00	0.48
3.50	0.26	3.50	0.32	3.50	0.50	3.50	0.50
4.00	0.27	4.00	0.33	4.00	0.52	4.00	0.52
4.50	0.29	4.50	0.35	4.50	0.54	4.50	0.54
5.00	0.29	5.00	0.36	5.00	0.54	5.00	0.54
5.50	0.29	5.50	0.36	5.50	0.54	5.50	0.54
6.00	0.29	6.00	0.36	6.00	0.54	6.00	0.54

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTANDAR EN SUELOS  
A.S.T.M. D 3080**

**APLICACIÓN DEL ESFUERZO CORTANTE**



**ENVOLVENTES DE RESISTENCIA**



ESPECIMEN	ESFUERZO NORMAL, (kg/cm²)	ESFUERZO DE CORTE, (kg/cm²)	PARAMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE	
1	0.450	0.29	COESIÓN, c	0.29 kg/cm <sup>2</sup>
2	0.90	0.38	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA, φ	19.7 °
3	1.80	0.54		

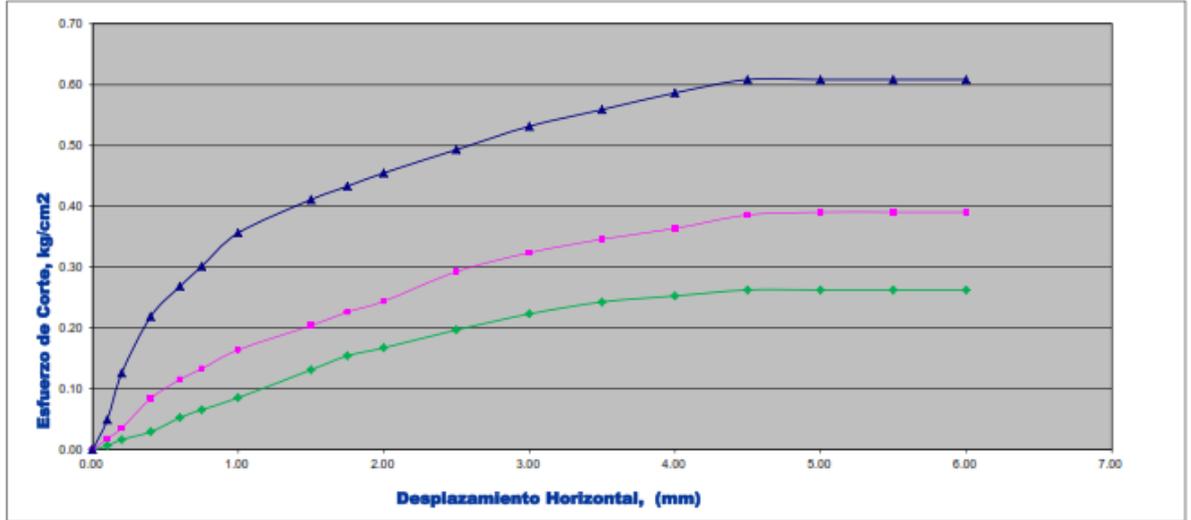
## ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

<b>TESIS</b>	<b>!CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ – CELENDÍN - CAJAMARCA*</b>		
<b>UBICACIÓN</b>	<b>: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDIN, DPTO. CAJAMARCA</b>		
<b>CALICATA</b>	<b>: N° 3</b>	<b>PROFUNDIDAD (m): 3,00</b>	
<b>TIPO DE MUESTRA</b>	<b>: REMOLDEADA</b>	<b>COORDENADAS: 'N 9233946 E 817053</b>	
<b>TESISTA</b>	<b>: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA</b>		
<b>FECHA</b>	<b>: ENERO 2016</b>		

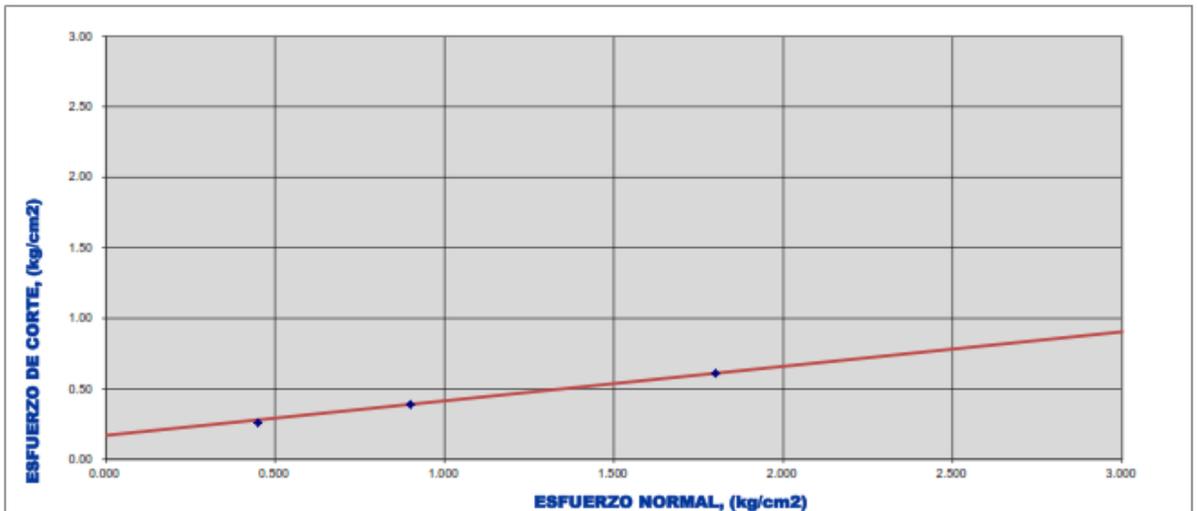
### ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA

ESFUERZO NORMAL (Kg/cm2)		0.45 Kg/cm2		0.90 Kg/cm2		1.80 Kg/cm2	
ETAPA		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
ALTURA	(cm)	2.00	1.90	2.00	1.05	2.00	1.00
DIAMETRO	(cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	17.54	16.67	17.26	16.30	17.94	16.54
DENSIDAD HUMEDA	(gr/cm3)	1.71	1.80	1.70	1.64	1.72	1.92
		<b>0.45 kg/cm2</b>		<b>0.90 kg/cm2</b>		<b>1.80 kg/cm2</b>	
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL	ESFUERZO DE CORTE						
(mm)	(Kg/cm2)	(mm)	(Kg/cm2)	(mm)	(Kg/cm2)	(mm)	(Kg/cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.01	0.10	0.02	0.10	0.02	0.10	0.05
0.20	0.02	0.20	0.04	0.20	0.04	0.20	0.13
0.40	0.03	0.40	0.08	0.40	0.08	0.40	0.22
0.60	0.05	0.60	0.12	0.60	0.12	0.60	0.27
0.75	0.07	0.75	0.13	0.75	0.13	0.75	0.30
1.00	0.09	1.00	0.16	1.00	0.16	1.00	0.36
1.50	0.13	1.50	0.20	1.50	0.20	1.50	0.41
1.75	0.15	1.75	0.23	1.75	0.23	1.75	0.43
2.00	0.17	2.00	0.24	2.00	0.24	2.00	0.45
2.50	0.20	2.50	0.29	2.50	0.29	2.50	0.49
3.00	0.22	3.00	0.32	3.00	0.32	3.00	0.53
3.50	0.24	3.50	0.35	3.50	0.35	3.50	0.56
4.00	0.25	4.00	0.36	4.00	0.36	4.00	0.59
4.50	0.26	4.50	0.39	4.50	0.39	4.50	0.61
5.00	0.26	5.00	0.39	5.00	0.39	5.00	0.61
5.50	0.26	5.50	0.39	5.50	0.39	5.50	0.61
6.00	0.26	6.00	0.39	6.00	0.39	6.00	0.61

### APLICACIÓN DEL ESFUERZO CORTANTE



### ENVOLVENTES DE RESISTENCIA

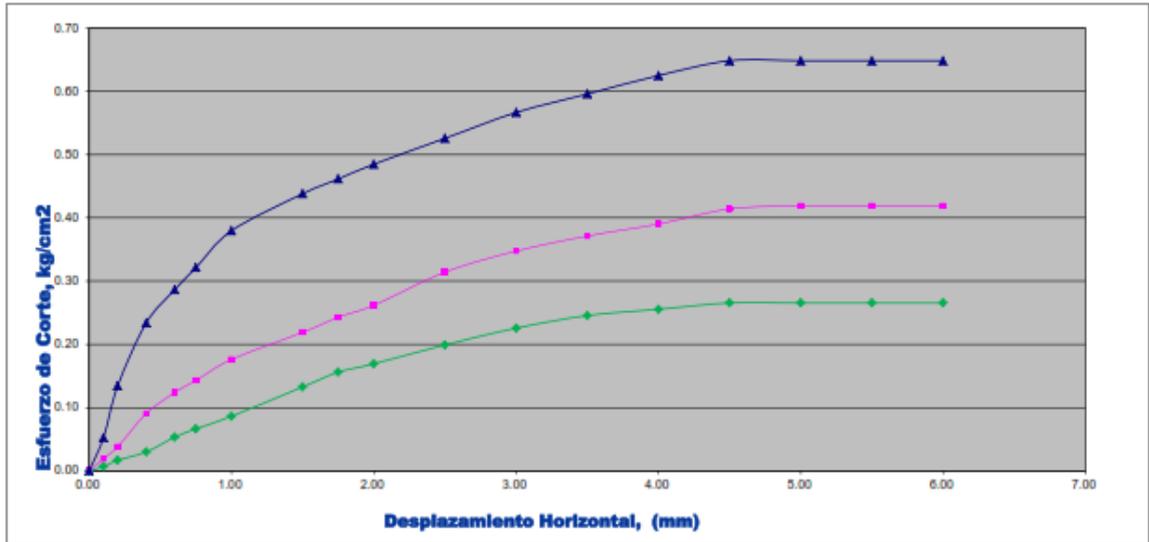


ESPECIMEN	ESFUERZO NORMAL (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )	PARAMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE
1	0.450	0.26	<b>COHESIÓN = 0.17 kg/cm<sup>2</sup></b> <b>ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA = 13.8 °</b>
2	0.90	0.39	
3	1.80	0.61	

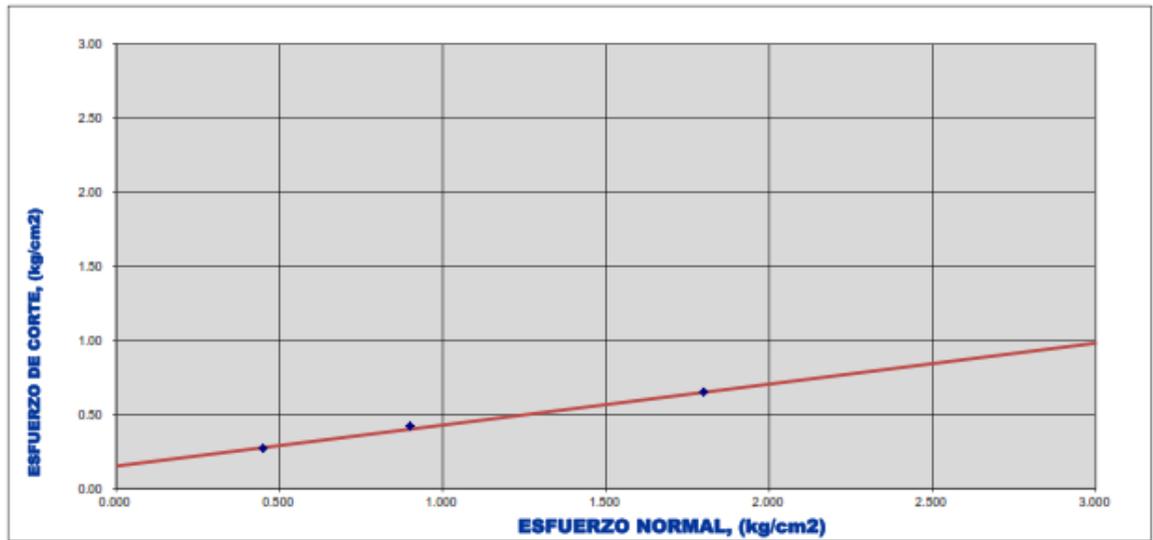
## ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

<b>TESIS</b>	<b>"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ – CELENDÍN - CAJAMARCA"</b>						
<b>UBICACIÓN</b>	<b>: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDIN, DPTO. CAJAMARCA</b>						
<b>CALICATA</b>	<b>: N° 4</b>	<b>PROFUNDIDAD (m): 3,00</b>					
<b>TIPO DE MUESTRA</b>	<b>: REMOLDEADA</b>			<b>COORDENADAS : N 9233060 E 816965</b>			
<b>TESISTA</b>	<b>: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA</b>						
<b>FECHA</b>	<b>: ENERO 2016</b>						
<b>ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA</b>							
<b>ESFUERZO NORMAL (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>		<b>0.45 Kg/cm<sup>2</sup></b>		<b>0.90 Kg/cm<sup>2</sup></b>		<b>1.80 Kg/cm<sup>2</sup></b>	
<b>ETAPA</b>		<b>INICIAL</b>	<b>FINAL</b>	<b>INICIAL</b>	<b>FINAL</b>	<b>INICIAL</b>	<b>FINAL</b>
ALTURA	(cm)	2.00	1.91	2.00	1.87	2.00	1.82
DIAMETRO	(cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	15.90	16.96	15.40	16.35	15.37	16.25
DENSIDAD HUMEDA	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.68	1.76	1.70	1.82	1.72	1.88
<b>0.45 kg/cm<sup>2</sup></b>		<b>0.90 kg/cm<sup>2</sup></b>		<b>1.80 kg/cm<sup>2</sup></b>			
<b>DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL</b>	<b>ESFUERZO DE CORTE</b>	<b>DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL</b>	<b>ESFUERZO DE CORTE</b>	<b>DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL</b>	<b>ESFUERZO DE CORTE</b>		
(mm)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(mm)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(mm)	(Kg/cm <sup>2</sup> )		
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
0.10	0.01	0.10	0.02	0.10	0.05		
0.20	0.02	0.20	0.04	0.20	0.13		
0.40	0.03	0.40	0.09	0.40	0.23		
0.60	0.05	0.60	0.12	0.60	0.29		
0.75	0.07	0.75	0.14	0.75	0.32		
1.00	0.09	1.00	0.18	1.00	0.38		
1.50	0.13	1.50	0.22	1.50	0.44		
1.75	0.16	1.75	0.24	1.75	0.46		
2.00	0.17	2.00	0.26	2.00	0.48		
2.50	0.20	2.50	0.31	2.50	0.53		
3.00	0.23	3.00	0.35	3.00	0.57		
3.50	0.25	3.50	0.37	3.50	0.60		
4.00	0.26	4.00	0.39	4.00	0.63		
4.50	0.27	4.50	0.41	4.50	0.65		
5.00	0.27	5.00	0.42	5.00	0.65		
5.50	0.27	5.50	0.42	5.50	0.65		
6.00	0.27	6.00	0.42	6.00	0.65		

### APLICACIÓN DEL ESFUERZO CORTANTE



### ENVOLVENTES DE RESISTENCIA



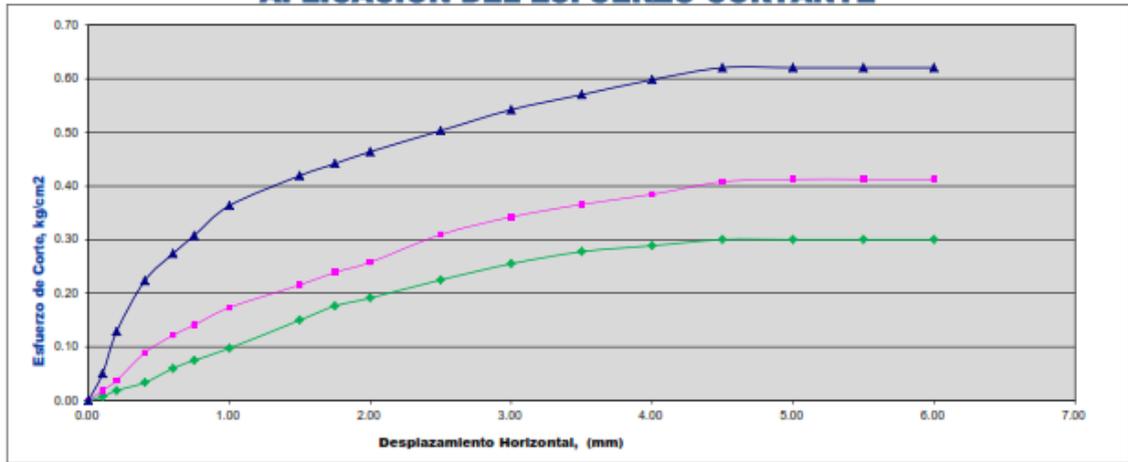
ESPECIMEN	ESFUERZO NORMAL (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )	PARAMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE
1	0.450	0.27	<b>COHESIÓN = 0.15 kg/cm<sup>2</sup></b> <b>ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA = 15.5°</b>
2	0.90	0.42	
3	1.80	0.65	

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

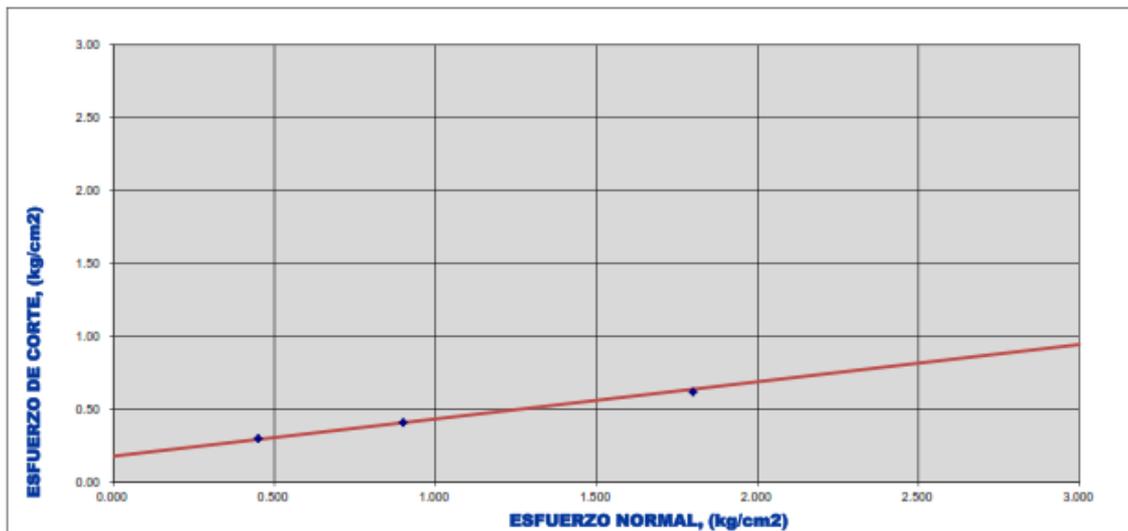
### ASTM D 3080

<b>TESIS</b>	<b>:"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ - CELENDÍN - CAJAMARCA"</b>						
<b>UBICACIÓN</b>	: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDIN, DPTO. CAJAMARCA						
<b>CALICATA</b>	: N° 5	PROFUNDIDAD (m): 3,00					
<b>TIPO DE MUESTRA</b>	: REMOLDEADA	COORDENADAS: N 9233393 E 816674					
<b>TESISTA</b>	: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA						
<b>FECHA</b>	: ENERO 2016						
<b>ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA</b>							
<b>ESFUERZO NORMAL (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>		<b>0.45 Kg/cm<sup>2</sup></b>		<b>0.90 Kg/cm<sup>2</sup></b>		<b>1.80 Kg/cm<sup>2</sup></b>	
<b>ETAPA</b>		<b>INICIAL</b>	<b>FINAL</b>	<b>INICIAL</b>	<b>FINAL</b>	<b>INICIAL</b>	<b>FINAL</b>
ALTURA	(cm)	2.00	1.85	2.00	1.84	2.00	1.75
DIAMETRO	(cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.15	23.25	22.54	23.49	21.87	22.75
DENSIDAD HUMEDA	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.75	1.86	1.77	1.92	1.73	1.94
0.45 kg/cm <sup>2</sup>		0.90 kg/cm <sup>2</sup>		1.80 kg/cm <sup>2</sup>			
<b>DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL</b>	<b>ESFUERZO DE CORTE</b>	<b>DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL</b>	<b>ESFUERZO DE CORTE</b>	<b>DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL</b>	<b>ESFUERZO DE CORTE</b>		
(mm)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(mm)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(mm)	(Kg/cm <sup>2</sup> )		
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
0.10	0.01	0.10	0.02	0.10	0.05		
0.20	0.02	0.20	0.04	0.20	0.13		
0.40	0.03	0.40	0.09	0.40	0.22		
0.60	0.06	0.60	0.12	0.60	0.27		
0.75	0.08	0.75	0.14	0.75	0.31		
1.00	0.10	1.00	0.17	1.00	0.36		
1.50	0.15	1.50	0.22	1.50	0.42		
1.75	0.18	1.75	0.24	1.75	0.44		
2.00	0.19	2.00	0.26	2.00	0.46		
2.50	0.23	2.50	0.31	2.50	0.50		
3.00	0.26	3.00	0.34	3.00	0.54		
3.50	0.28	3.50	0.37	3.50	0.57		
4.00	0.29	4.00	0.38	4.00	0.60		
4.50	0.30	4.50	0.41	4.50	0.62		
5.00	0.30	5.00	0.41	5.00	0.62		
5.50	0.30	5.50	0.41	5.50	0.62		
6.00	0.30	6.00	0.41	6.00	0.62		

## APLICACIÓN DEL ESFUERZO CORTANTE



## ENVOLVENTES DE RESISTENCIA



ESPECIMEN	ESFUERZO NORMAL (kg/cm²)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm²)	PARAMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE	
1	0.450	0.30	COHESIÓN =	0.18 kg/cm²
2	0.90	0.41	ANGULO DE FRICCION INTERNA =	14.3 °
3	1.80	0.62		

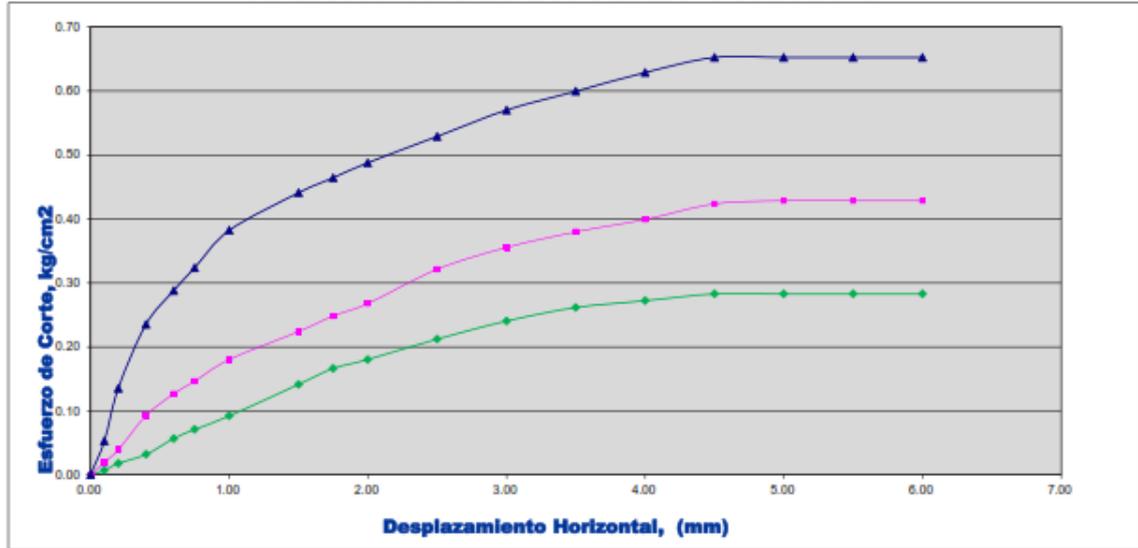
## ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

<b>TESIS</b>	<b>:"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ - CELENDÍN - CAJAMARCA"</b>					
<b>UBICACIÓN</b>	<b>: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDIN, DPTO. CAJAMARCA</b>					
<b>CALICATA</b>	<b>: N° 6</b>	<b>PROFUNDIDAD (m): 3,00</b>				
<b>TIPO DE MUESTRA</b>	<b>: REMOLDEADA</b>	<b>COORDENADAS</b>				<b>N 9233603 E 816959</b>
<b>TESISTA</b>	<b>: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA</b>					
<b>FECHA</b>	<b>: ENERO 2016</b>					

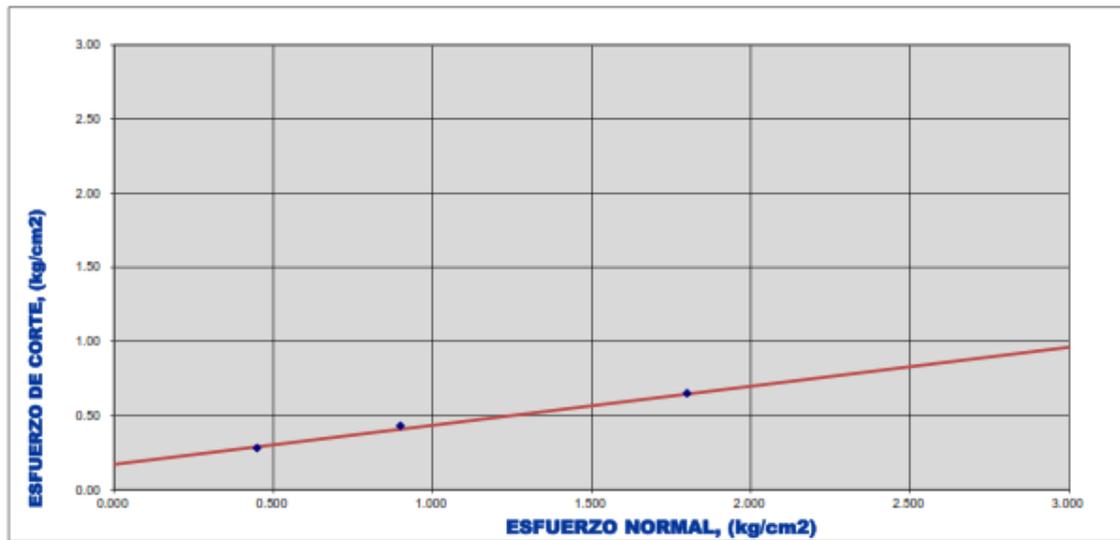
### ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA

ESFUERZO NORMAL (Kg/cm2)		0.45 Kg/cm2		0.90 Kg/cm2		1.80 Kg/cm2	
ETAPA		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
ALTURA	(cm)	2.00	1.89	2.00	1.83	2.00	1.77
DIAMETRO	(cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	19.52	20.65	20.05	21.01	19.45	20.21
DENSIDAD HUMEDA	(gr/cm3)	1.74	1.84	1.76	1.93	1.72	1.94
0.45 kg/cm2		0.90 kg/cm2		1.80 kg/cm2			
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm2)	DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm2)	DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm2)		
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
0.10	0.01	0.10	0.02	0.10	0.05		
0.20	0.02	0.20	0.04	0.20	0.14		
0.40	0.03	0.40	0.09	0.40	0.24		
0.60	0.06	0.60	0.13	0.60	0.29		
0.75	0.07	0.75	0.15	0.75	0.32		
1.00	0.09	1.00	0.18	1.00	0.38		
1.50	0.14	1.50	0.22	1.50	0.44		
1.75	0.17	1.75	0.25	1.75	0.46		
2.00	0.18	2.00	0.27	2.00	0.49		
2.50	0.21	2.50	0.32	2.50	0.53		
3.00	0.24	3.00	0.36	3.00	0.57		
3.50	0.26	3.50	0.38	3.50	0.60		
4.00	0.27	4.00	0.40	4.00	0.63		
4.50	0.28	4.50	0.42	4.50	0.65		
5.00	0.28	5.00	0.43	5.00	0.65		
5.50	0.28	5.50	0.43	5.50	0.65		
6.00	0.28	6.00	0.43	6.00	0.65		

### APLICACIÓN DEL ESFUERZO CORTANTE



### ENVOLVENTES DE RESISTENCIA



ESPECIMEN	ESFUERZO NORMAL (kg/cm2)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm2)	PARAMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE
1	0.450	0.28	<b>COHESIÓN = 0.17 kg/cm2</b> <b>ANGULO DE FRICCION INTERNA = 14.8 °</b>
2	0.90	0.43	
3	1.80	0.65	

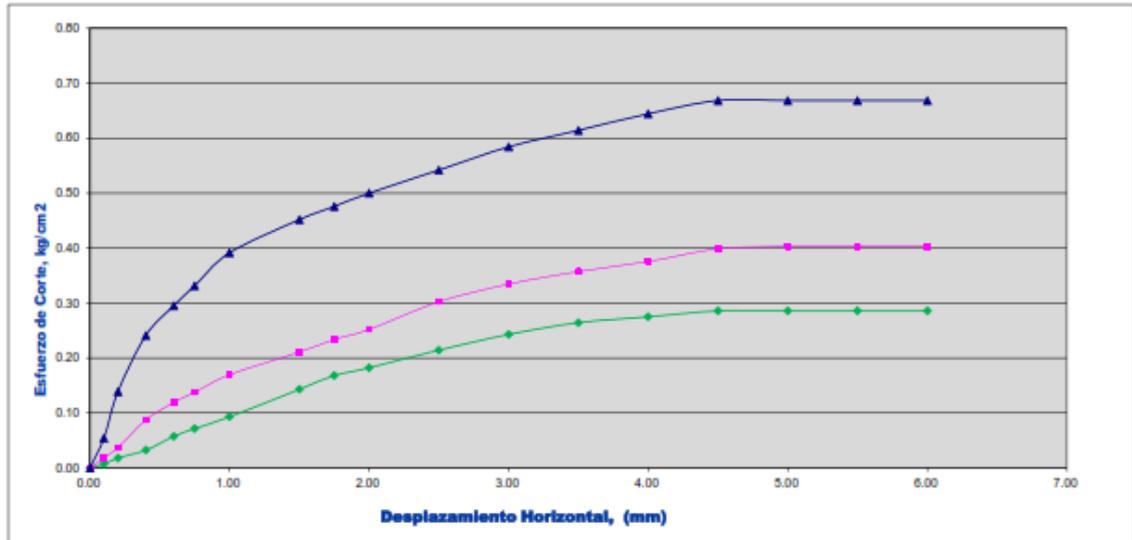
## ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

<b>TESIS</b>	<b>:"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ - CELENDÍN - CAJAMARCA"</b>	
<b>UBICACIÓN</b>	<b>: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDIN, DPTO. CAJAMARCA</b>	
<b>CALICATA</b>	<b>: N° 7</b>	<b>PROFUNDIDAD (m): 3,00</b>
<b>TIPO DE MUESTRA</b>	<b>: REMOLDEADA</b>	<b>COORDENADAS N 9233248 E 817039</b>
<b>TESISTA</b>	<b>: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA</b>	
<b>FECHA</b>	<b>: ENERO 2016</b>	

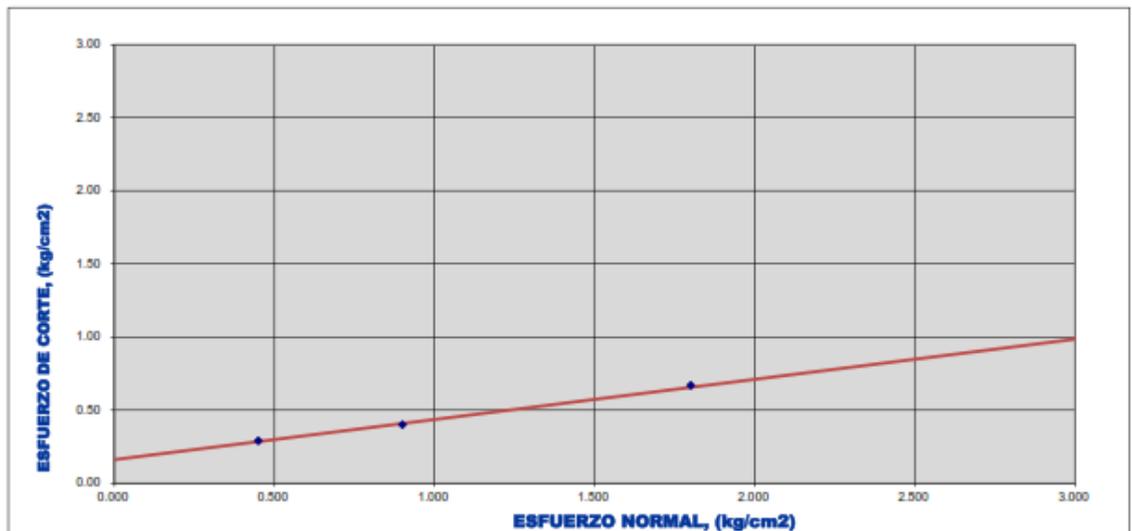
### ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA

ESFUERZO NORMAL (Kg/cm <sup>2</sup> )		0.45 Kg/cm <sup>2</sup>		0.90 Kg/cm <sup>2</sup>		1.80 Kg/cm <sup>2</sup>	
ETAPA		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
ALTURA	(cm)	2.00	1.89	2.00	1.85	2.00	1.80
DIAMETRO	(cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	16.42	19.56	16.46	19.49	16.12	19.01
DENSIDAD HUMEDA	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.71	1.81	1.76	1.90	1.74	1.94
		<b>0.45 kg/cm<sup>2</sup></b>		<b>0.90 kg/cm<sup>2</sup></b>		<b>1.80 kg/cm<sup>2</sup></b>	
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.01	0.10	0.02	0.10	0.05	0.10	0.05
0.20	0.02	0.20	0.04	0.20	0.14	0.20	0.14
0.40	0.03	0.40	0.09	0.40	0.24	0.40	0.24
0.60	0.06	0.60	0.12	0.60	0.30	0.60	0.30
0.75	0.07	0.75	0.14	0.75	0.33	0.75	0.33
1.00	0.09	1.00	0.17	1.00	0.39	1.00	0.39
1.50	0.14	1.50	0.21	1.50	0.45	1.50	0.45
1.75	0.17	1.75	0.23	1.75	0.48	1.75	0.48
2.00	0.18	2.00	0.25	2.00	0.50	2.00	0.50
2.50	0.21	2.50	0.30	2.50	0.54	2.50	0.54
3.00	0.24	3.00	0.33	3.00	0.58	3.00	0.58
3.50	0.26	3.50	0.36	3.50	0.61	3.50	0.61
4.00	0.27	4.00	0.38	4.00	0.64	4.00	0.64
4.50	0.29	4.50	0.40	4.50	0.67	4.50	0.67
5.00	0.29	5.00	0.40	5.00	0.67	5.00	0.67
5.50	0.29	5.50	0.40	5.50	0.67	5.50	0.67
6.00	0.29	6.00	0.40	6.00	0.67	6.00	0.67

## APLICACIÓN DEL ESFUERZO CORTANTE



## ENVOLVENTES DE RESISTENCIA



ESPECIMEN	ESFUERZO NORMAL (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )	PARAMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE
1	0.450	0.29	<b>COHESIÓN = 0.16</b> kg/cm <sup>2</sup> <b>ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA = 15.4</b> °
2	0.90	0.40	
3	1.80	0.67	

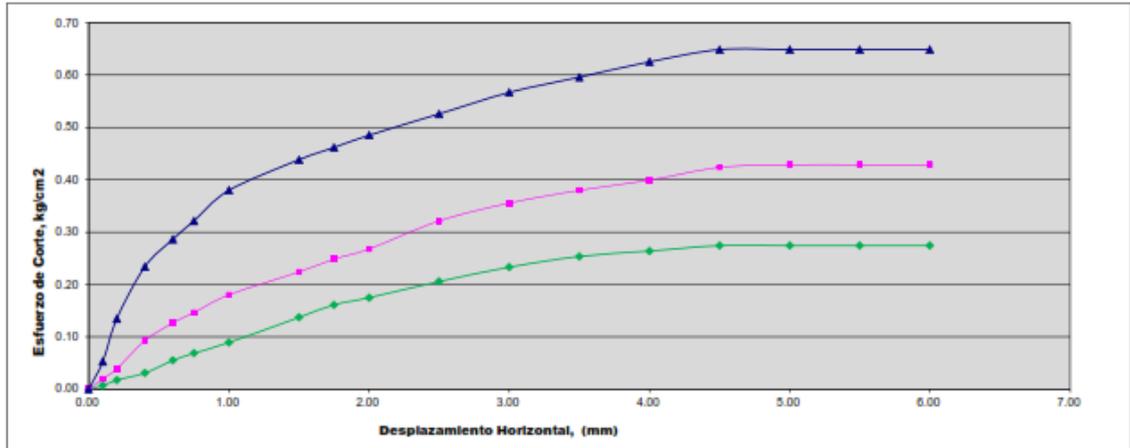
## ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

<b>TESIS</b>	<b>:"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ – CELENDÍN - CAJAMARCA"</b>		
<b>UBICACIÓN</b>	: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDIN, DPTO. CAJAMARCA		
<b>CALICATA</b>	: N° 8	PROFUNDIDAD (m): 3,00	
<b>TIPO DE MUESTRA</b>	: REMOLDEADA	COORDENADAS N 9233311 E 816873	
<b>TESISTA</b>	: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA		
<b>FECHA</b>	: ENERO 2016		

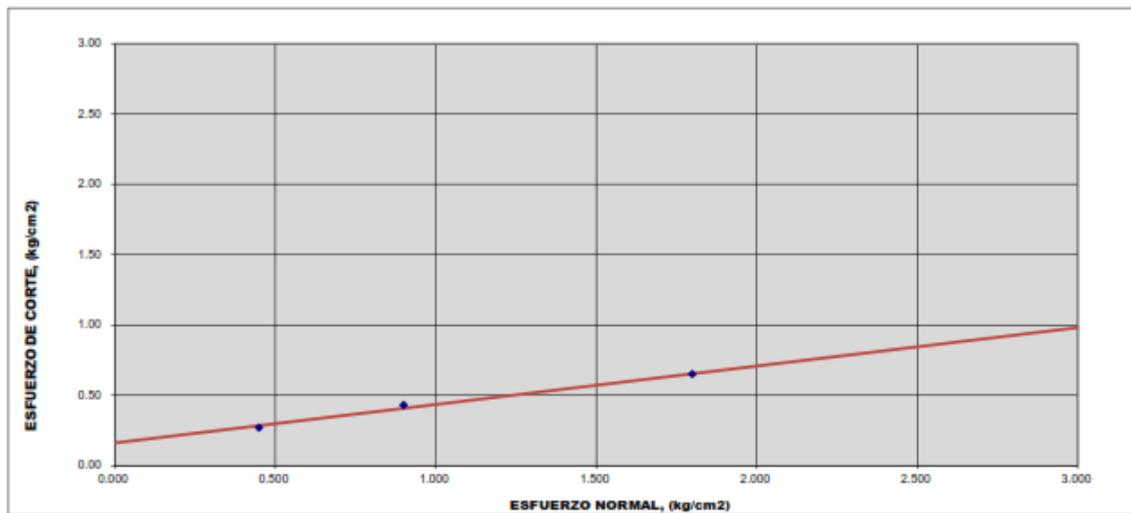
### ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA

ESFUERZO NORMAL (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.45 Kg/cm <sup>2</sup>		0.90 Kg/cm <sup>2</sup>		1.80 Kg/cm <sup>2</sup>	
ETAPA	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
ALTURA (cm)	2.00	1.92	2.00	1.83	2.00	1.76
DIAMETRO (cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18.56	19.75	18.21	19.21	18.01	18.94
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.70	1.77	1.72	1.67	1.75	1.99
<b>0.45 kg/cm<sup>2</sup></b>		<b>0.90 kg/cm<sup>2</sup></b>		<b>1.80 kg/cm<sup>2</sup></b>		
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.10	0.01	0.10	0.02	0.10	0.05	
0.20	0.02	0.20	0.04	0.20	0.13	
0.40	0.03	0.40	0.09	0.40	0.23	
0.60	0.05	0.60	0.13	0.60	0.29	
0.75	0.07	0.75	0.15	0.75	0.32	
1.00	0.09	1.00	0.18	1.00	0.38	
1.50	0.14	1.50	0.22	1.50	0.44	
1.75	0.16	1.75	0.25	1.75	0.46	
2.00	0.17	2.00	0.27	2.00	0.48	
2.50	0.21	2.50	0.32	2.50	0.53	
3.00	0.23	3.00	0.36	3.00	0.57	
3.50	0.25	3.50	0.38	3.50	0.60	
4.00	0.26	4.00	0.40	4.00	0.63	
4.50	0.27	4.50	0.42	4.50	0.65	
5.00	0.27	5.00	0.43	5.00	0.65	
5.50	0.27	5.50	0.43	5.50	0.65	
6.00	0.27	6.00	0.43	6.00	0.65	

## APLICACIÓN DEL ESFUERZO CORTANTE



## ENVOLVENTES DE RESISTENCIA



ESPECIMEN	ESFUERZO NORMAL (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )	PARAMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE
1	0.450	0.27	<b>COHESIÓN = 0.16</b> kg/cm <sup>2</sup> <b>ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA = 15.3</b> °
2	0.90	0.43	
3	1.80	0.65	

# ENSAYO DE CORTE DIRECTO

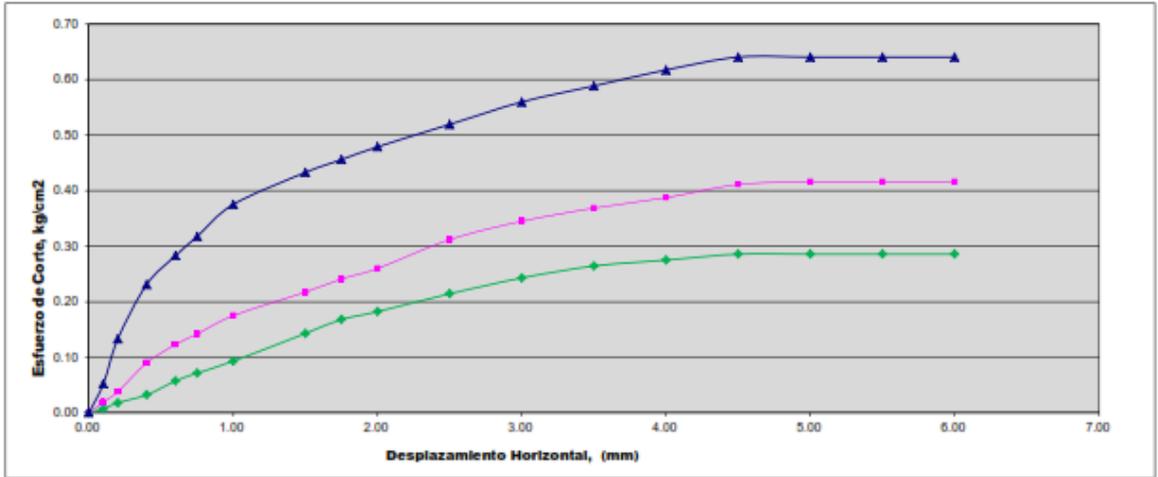
## ASTM D 3080

<b>TESIS</b>	:"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ - CELENDÍN - CAJAMARCA"		
<b>UBICACIÓN</b>	: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDIN, DPTO. CAJAMARCA		
<b>CALICATA</b>	: N° 9	PROFUNDIDAD (m): 3,00	
<b>TIPO DE MUESTRA</b>	: REMOLDEADA	COORDENADAS N 9233702 E 816685	
<b>TESISTA</b>	: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA		
<b>FECHA</b>	: ENERO 2016		

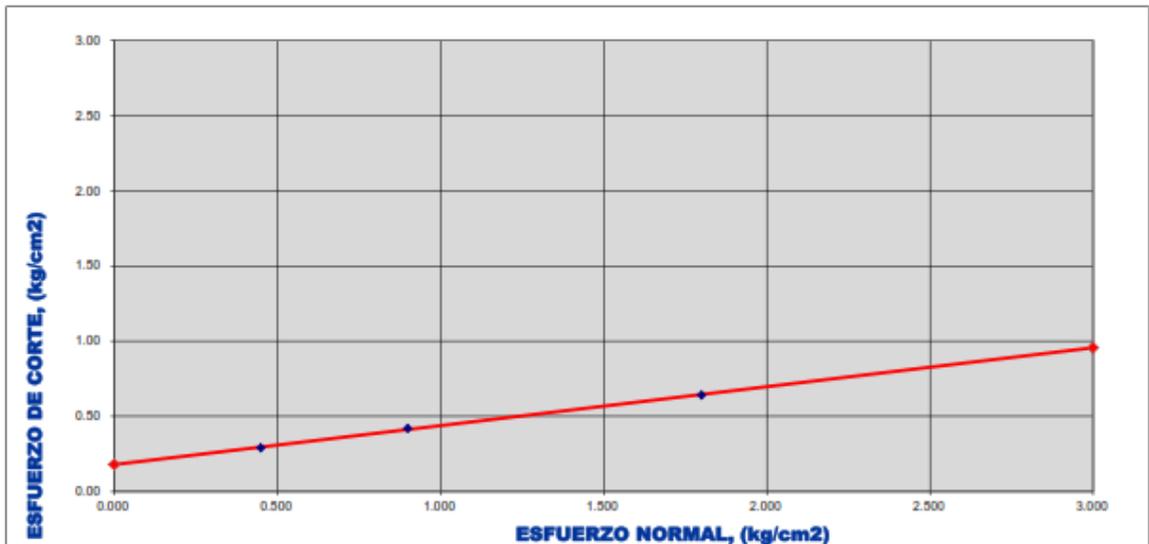
### ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA

ESFUERZO NORMAL (Kg/cm <sup>2</sup> )		0.45 Kg/cm <sup>2</sup>		0.90 Kg/cm <sup>2</sup>		1.80 Kg/cm <sup>2</sup>	
ETAPA		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
ALTURA	(cm)	2.00	1.90	2.00	1.85	2.00	1.77
DIAMETRO	(cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	15.87	16.95	15.62	16.75	16.24	17.15
DENSIDAD HUMEDA	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.74	1.83	1.71	1.84	1.72	1.94
		<b>0.45 kg/cm<sup>2</sup></b>		<b>0.90 kg/cm<sup>2</sup></b>		<b>1.80 kg/cm<sup>2</sup></b>	
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL	ESFUERZO DE CORTE	DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL	ESFUERZO DE CORTE	DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL	ESFUERZO DE CORTE	DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL	ESFUERZO DE CORTE
(mm)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(mm)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(mm)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(mm)	(Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.01	0.10	0.02	0.10	0.05	0.10	0.05
0.20	0.02	0.20	0.04	0.20	0.13	0.20	0.13
0.40	0.03	0.40	0.09	0.40	0.23	0.40	0.23
0.60	0.06	0.60	0.12	0.60	0.28	0.60	0.28
0.75	0.07	0.75	0.14	0.75	0.32	0.75	0.32
1.00	0.09	1.00	0.17	1.00	0.38	1.00	0.38
1.50	0.14	1.50	0.22	1.50	0.43	1.50	0.43
1.75	0.17	1.75	0.24	1.75	0.46	1.75	0.46
2.00	0.18	2.00	0.26	2.00	0.48	2.00	0.48
2.50	0.21	2.50	0.31	2.50	0.52	2.50	0.52
3.00	0.24	3.00	0.34	3.00	0.56	3.00	0.56
3.50	0.26	3.50	0.37	3.50	0.59	3.50	0.59
4.00	0.27	4.00	0.39	4.00	0.62	4.00	0.62
4.50	0.29	4.50	0.41	4.50	0.64	4.50	0.64
5.00	0.29	5.00	0.42	5.00	0.64	5.00	0.64
5.50	0.29	5.50	0.42	5.50	0.64	5.50	0.64
6.00	0.29	6.00	0.42	6.00	0.64	6.00	0.64

### APLICACIÓN DEL ESFUERZO CORTANTE



### ENVOLVENTES DE RESISTENCIA



**ESPECIM    ESFUERZO    FUERZO DE**  
**NORMAL (kg/cm²)    TE (kg/cm²)**

**1            0.450        0.29**  
**2            0.90         0.42**  
**3            1.80         0.64**

**PARAMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE**

**COHESIÓN =        0.18 kg/cm²**  
**ANGULO DE         14.5 °**  
**FRICCION**

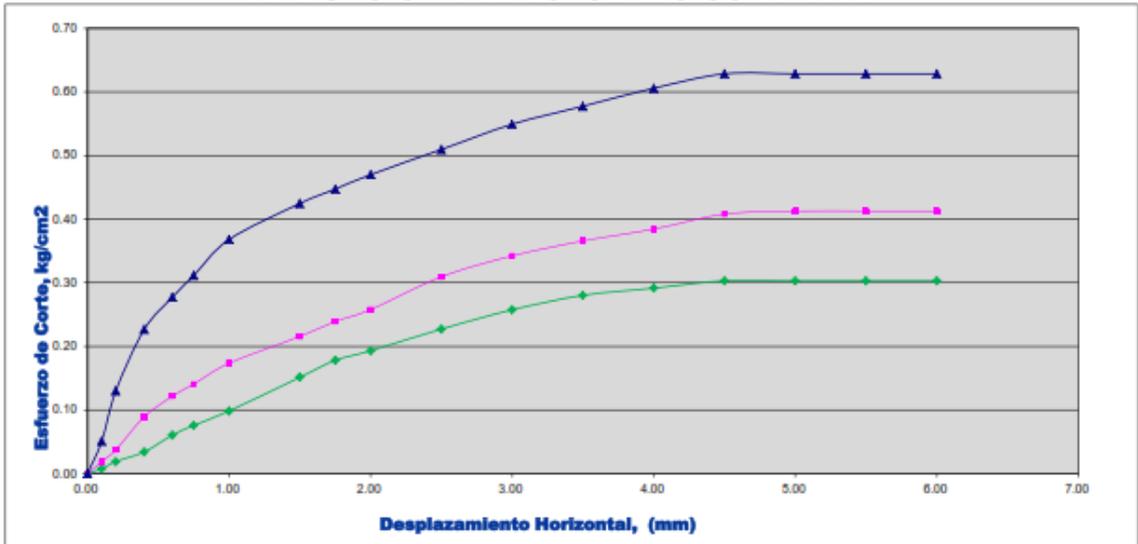
## ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

<b>TESIS</b>	<b>:"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ – CELENDÍN - CAJAMARCA"</b>		
<b>UBICACIÓN</b>	<b>: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDIN, DPTO. CAJAMARCA</b>		
<b>CALICATA</b>	<b>: N° 10</b>	<b>PROFUNDIDAD (m): 3,00</b>	
<b>TIPO DE MUESTRA</b>	<b>: REMOLDEADA</b>	<b>COORDENADAS: 'N 9233706 E 816890</b>	
<b>TESISTA</b>	<b>: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA</b>		
<b>FECHA</b>	<b>: ENERO 2016</b>		

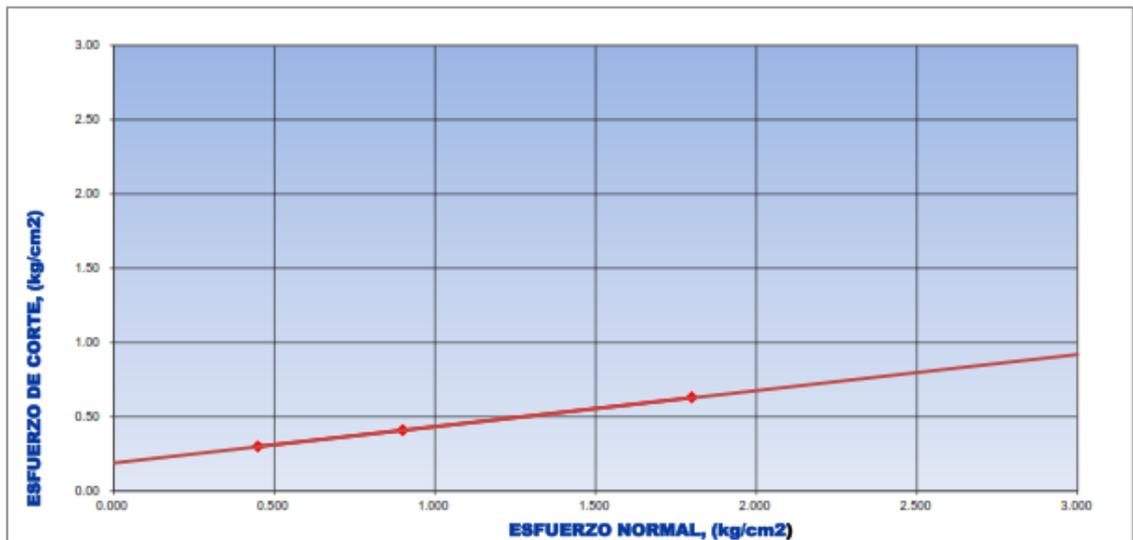
### ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA

ESFUERZO NORMAL (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.45 Kg/cm <sup>2</sup>		0.90 Kg/cm <sup>2</sup>		1.80 Kg/cm <sup>2</sup>	
ETAPA	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
ALTURA (cm)	2.00	1.87	2.00	1.82	2.00	1.75
DIAMETRO (cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	21.56	22.75	21.16	22.21	21.09	21.97
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.75	1.87	1.73	1.90	1.77	2.02
<b>0.45 kg/cm<sup>2</sup></b>		<b>0.90 kg/cm<sup>2</sup></b>		<b>1.80 kg/cm<sup>2</sup></b>		
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.10	0.01	0.10	0.02	0.10	0.05	
0.20	0.02	0.20	0.04	0.20	0.13	
0.40	0.03	0.40	0.09	0.40	0.23	
0.60	0.06	0.60	0.12	0.60	0.28	
0.75	0.08	0.75	0.14	0.75	0.31	
1.00	0.10	1.00	0.17	1.00	0.37	
1.50	0.15	1.50	0.22	1.50	0.42	
1.75	0.18	1.75	0.24	1.75	0.45	
2.00	0.19	2.00	0.26	2.00	0.47	
2.50	0.23	2.50	0.31	2.50	0.51	
3.00	0.26	3.00	0.34	3.00	0.55	
3.50	0.28	3.50	0.37	3.50	0.58	
4.00	0.29	4.00	0.38	4.00	0.61	
4.50	0.30	4.50	0.41	4.50	0.63	
5.00	0.30	5.00	0.41	5.00	0.63	
5.50	0.30	5.50	0.41	5.50	0.63	
6.00	0.30	6.00	0.41	6.00	0.63	

### APLICACIÓN DEL ESFUERZO CORTANTE



### ENVOLVENTES DE RESISTENCIA

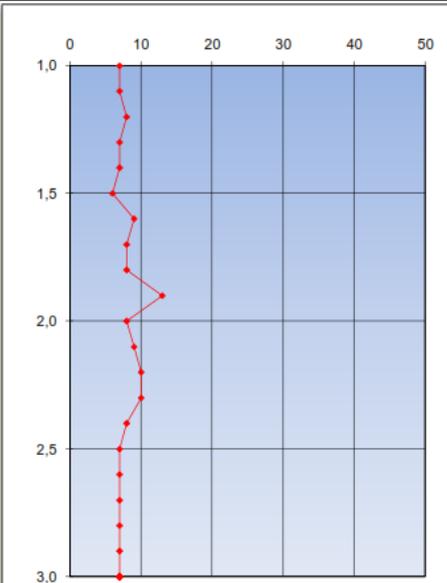


ESPECIMEN	ESFUERZO NORMAL (kg/cm²)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm²)	PARAMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE
1	0.450	0.30	<b>COHESIÓN = 0.19 kg/cm²</b> <b>ANGULO DE FRICCIÓN = 13.7 °</b>
2	0.90	0.41	
3	1.80	0.63	

# ENSAYO DPL

## AUSCULTACIÓN CON PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (DPL ASTM D 1586)

<b>TESIS</b>	<b>"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ - CELENDÍN - CAJAMARCA"</b>		
<b>UBICACIÓN</b>	: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDÍN, DPTO. CAJAMARCA		
<b>DPL</b>	: N° 01 - PROFUNDIDAD (m) : 3.00		
<b>TESISTA</b>	: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA		
<b>FECHA</b>	: ENERO 2016	<b>N.F : NP</b>	<b>COORDENADAS UTM: N 9233507 E 816847</b>

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	SIMBOLOGIA	S U C S	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA		
				N	F (°)	c (Kg/cm2)	qu (Kg/cm2)	N <sub>DPL</sub> =	N° de golpes 10 cm
				DPL	Suelo friccionante	Suelo cohesivo	Capacidad portante		
0,20	Material organico de color marrón oscuro cubierta por plantas nativas de la zona								
0,50				8,00	-	0,30	0,60		
1,00				7	-	0,26	0,53		
1,50	Presenta arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, limosas, arcillas magras de color marrón claro a profundidad de 0.90 m. y Beiggs a los 3,00 m.		CL	8	-	0,26	0,60		
2,00				9	-	0,34	0,68		
2,50				7	-	0,26	0,53		
3,00				7	-	0,26	0,53		

### DATOS

Prof.	Nd.	Prof.	Nd.
0,1	22	1,6	9
0,2	11	1,7	8
0,3	11	1,8	8
0,4	11	1,9	13
0,5	10	2,0	8
0,6	10	2,1	9
0,7	10	2,2	10
0,8	6	2,3	10
0,9	7	2,4	8
1,0	7	2,5	7
1,1	7	2,6	7
1,2	8	2,7	7
1,3	7	2,8	7
1,4	7	2,9	7
1,5	6	3,0	7

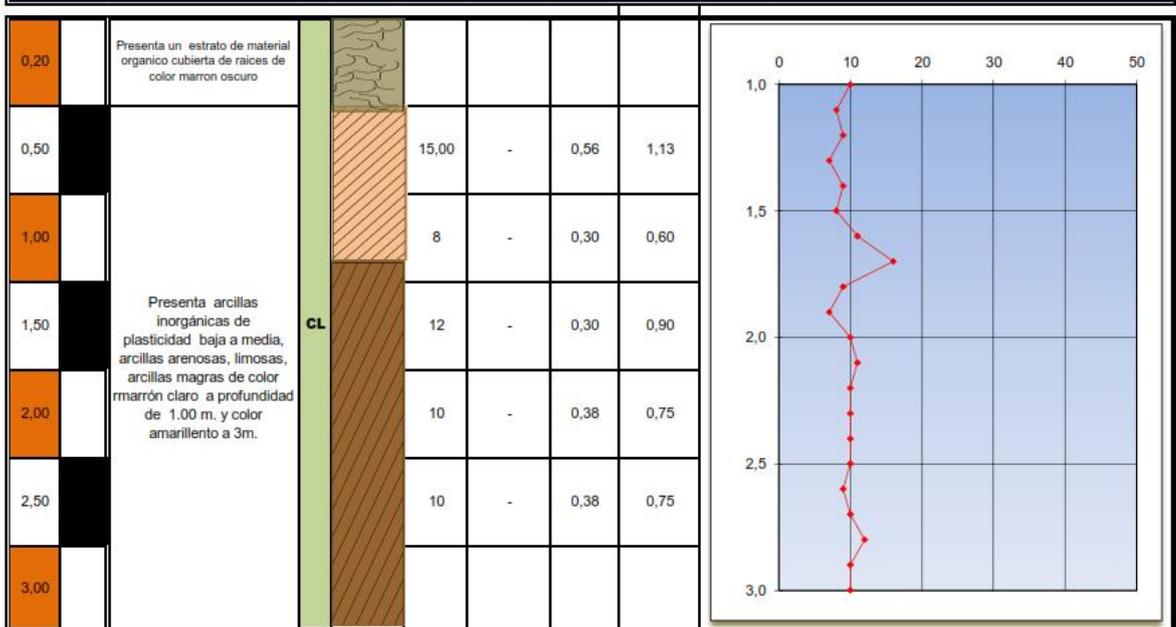


Vista del ensayo de penetración Dinámica ligera en el punto DPL-1.

## AUSCULTACIÓN CON PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (DPL ASTM D 1586)

<b>TESIS</b>	<b>"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GÁLVEZ - CELENDÍN - CAJAMARCA"</b>		
<b>UBICACIÓN</b>	: DIST. JOSÉ GÁLVEZ, PROV. CELENDÍN, DPTO. CAJAMARCA		
<b>DPL</b>	: N° 02 - PROFUNDIDAD (m) : 3.00		
<b>TESISTA</b>	: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA		
<b>FECHA</b>	: ENERO 2016	<b>N.F : NP</b>	<b>COORDENADAS UTM: N 9233758 E 817291</b>

PROF. (m)	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	S U C S	SIMBOLOGÍA	CORRELACIONES				ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA	
				N	F (°)	c (Kg/cm2)	qu (Kg/cm2)	N <sub>DPL</sub> =	N° de golpes 10 cm
				DPL	suelo friccionante	suelo cohesivo	Capacidad portante		



### DATOS

Prof.	Nd.	Prof.	Nd.
0,1	5	1,6	12
0,2	8	1,7	15
0,3	11	1,8	17
0,4	9	1,9	19
0,5	9	2,0	21
0,6	12	2,1	20
0,7	20	2,2	19
0,8	15	2,3	17
0,9	18	2,4	0
1,0	17	2,5	0
1,1	22	2,6	0
1,2	23	2,7	0
1,3	21	2,8	0
1,4	19	2,9	0
1,5	15	3,0	0



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

## AUSCULTACIÓN CON PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (DPL ASTM D 1586)

<b>TESIS</b>	<b>"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GÁLVEZ - CELENDÍN - CAJAMARCA"</b>		
<b>UBICACIÓN</b>	: DIST. JOSÉ GÁLVEZ, PROV. CELENDÍN, DPTO. CAJAMARCA		
<b>DPL</b>	: N° 03 - PROFUNDIDAD (m) : 3.00		
<b>TESISTA</b>	: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA		
<b>FECHA</b>	: ENERO 2016	<b>N.F. : NP</b>	<b>COORDENADAS UTM: N. 9233946 E.817053</b>

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	SIMBOLOGÍA	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA		
				N	$\phi$ (°)	c (Kg/cm2)	qu (Kg/cm2)	N <sub>DPL</sub> =	N° de golpes 10 cm
				DPL	suelo friccionante	suelo cohesivo	Capacidad portante		
0,20	Presenta un estrato de material organico cubierta de raices de color marron oscuro		[Diagrama de estrato orgánico]						
0,50	Presenta arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, limosas, arcillas magras de color marrón claro a profundidad de 1.20 m. y color amarillento a 3m.		[Diagrama de arcillas]	6,00	-	0,23	0,45		
1,00			[Diagrama de arcillas]	10	-	0,38	0,75		
1,50		CL	[Diagrama de arcillas]	8	-	0,38	0,60		
2,00			[Diagrama de arcillas]	11	-	0,41	0,83		
2,50			[Diagrama de arcillas]	11	-	0,41	0,83		
3,00			[Diagrama de arcillas]						

### DATOS

Prof.	Nd <sub>1</sub>	Prof.	Nd <sub>2</sub>
0,1	12	1,6	23
0,2	23	1,7	20
0,3	20	1,8	20
0,4	19	1,9	22
0,5	20	2,0	23
0,6	21	2,1	24
0,7	22	2,2	23
0,8	23	2,3	22
0,9	19	2,4	23
1,0	20	2,5	21
1,1	21	2,6	22
1,2	22	2,7	20
1,3	23	2,8	23
1,4	24	2,9	25
1,5	22	3,0	25

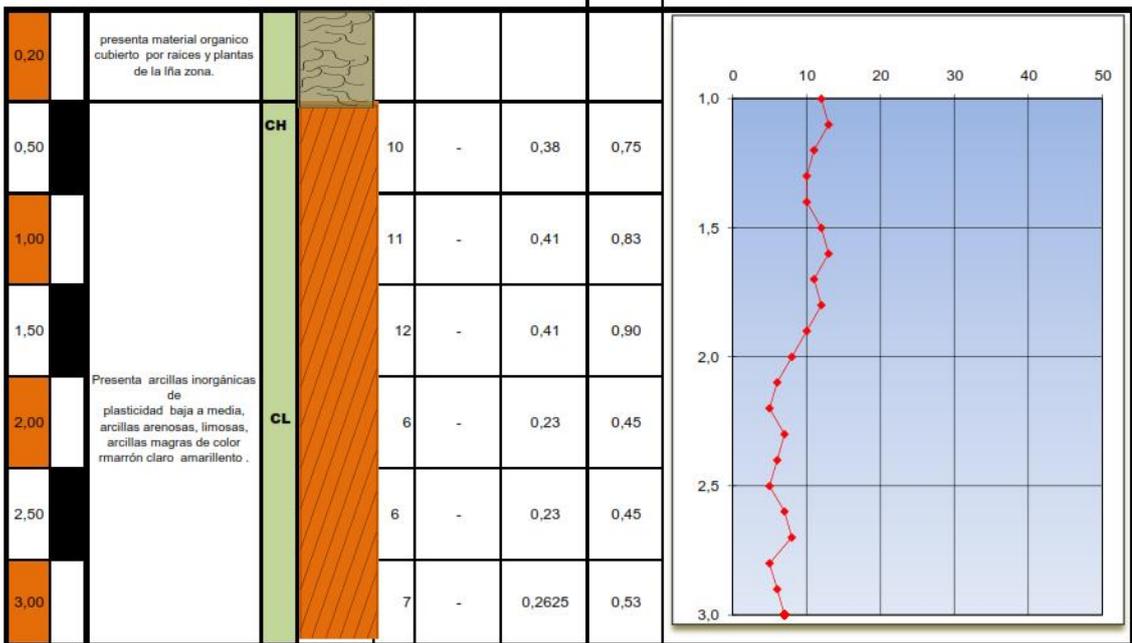


*Vista del ensayo de penetración Dinámica ligera en el punto DPL-3.*

## AUSCULTACIÓN CON PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (DPL ASTM D 1586)

<b>TESIS</b>	<b>"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GÁLVEZ, CELENDÍN, CAJAMARCA"</b>		
<b>UBICACIÓN</b>	<b>: DIST. JOSÉ GÁLVEZ, PROV. CELENDÍN, DPTO. CAJAMARCA</b>		
<b>DPL</b>	<b>: N° 04 - M-1 - PROFUNDIDAD (m) : 3.00</b>		
<b>TESISTA</b>	<b>: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA</b>		
<b>FECHA</b>	<b>: ENERO 2016</b>	<b>N.F : NP</b>	<b>COORDENADAS UTM: N. 9233060 E.816965</b>

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	SUCS	SIMBOLOGÍA	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA	
				N	F (°)	c (Kg/cm2)	qu (Kg/cm2)	N <sub>DPL</sub>



### DATOS

Prof.	Nd.	Prof.	Nd.
0,1	5	1,6	13
0,2	15	1,7	11
0,3	12	1,8	12
0,4	10	1,9	10
0,5	9	2,0	8
0,6	9	2,1	6
0,7	10	2,2	5
0,8	11	2,3	7
0,9	10	2,4	6
1,0	12	2,5	5
1,1	13	2,6	7
1,2	11	2,7	8
1,3	10	2,8	5
1,4	10	2,9	6
1,5	12	3,0	7



Vista del ensayo de penetración Dinámica ligera en el punto **DPL-4**.

## AUSCULTACIÓN CON PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (DPL ASTM D 1586)

<b>TESIS</b>	<b>"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GÁLVEZ – CELENDÍN - CAJAMARCA"</b>		
<b>UBICACIÓN</b>	: DIST. JOSÉ GÁLVEZ, PROV. CELENDÍN, DPTO. CAJAMARCA		
<b>DPL</b>	: N° 05 - PROFUNDIDAD (m) : 3.00		
<b>TESISTA</b>	: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA		
<b>FECHA</b>	: ENERO 2016	<b>N.F : NP</b>	<b>COORDENADAS UTM: N. 9233393 E.816674</b>

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	SIMBOLOGÍA	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA		
				N	F (°)	c (Kg/cm2)	qu (Kg/cm2)	N <sub>DPL</sub> =	N° de golpes 10 cm
				DPL	suelo friccionante	suelo cohesivo	Capacidad portante		
0,20	Presenta un estrato de material organico cubierta por pasto natural		[Diagrama de estrato orgánico]						
0,50			[Diagrama de estrato orgánico]	6	-	0,23	0,45		
1,00			[Diagrama de estrato orgánico]	3	-	0,11	0,23		
1,50	Presenta arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, limosas, arcillas magras de color marrón claro a profundidad de 1.00 m. y Beilgs a los 2.00 m. con algunas gravas pequeñas de color marron claro amarillento	CL	[Diagrama de estrato arcilloso]	7	-	0,11	0,53		
2,00				8	-	0,30	0,60		
2,50				9	-	0,34	0,68		
3,00				7	-	0,26	0,53		

### DATOS

Prof.	N <sub>DPL</sub>	Prof.	N <sub>DPL</sub>
0,1	3	1,6	6
0,2	4	1,7	7
0,3	3	1,8	8
0,4	5	1,9	8
0,5	5	2,0	7
0,6	4	2,1	8
0,7	5	2,2	9
0,8	11	2,3	8
0,9	4	2,4	9
1,0	2	2,5	8
1,1	3	2,6	9
1,2	3	2,7	10
1,3	5	2,8	8
1,4	5	2,9	8
1,5	6	3,0	7

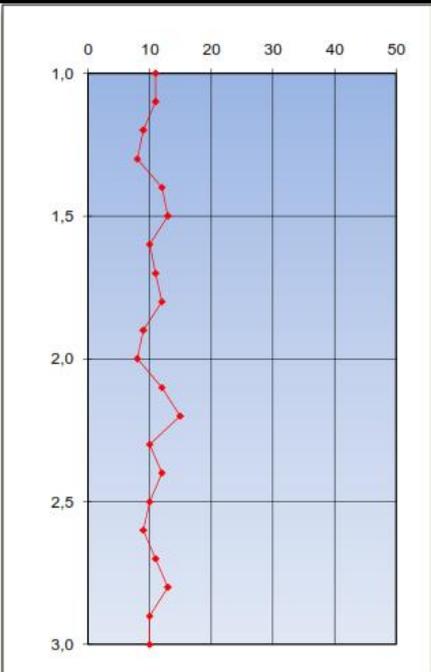


Vista del ensayo de penetración Dinámica ligera en el punto **DPL-5**.

## AUSCULTACIÓN CON PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (DPL ASTM D 1586)

<b>TESIS</b>	<b>“CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ – CELENDÍN - CAJAMARCA”</b>		
<b>UBICACIÓN</b>	<b>: DIST. JOSÉ GÁLVEZ, PROV. CELENDÍN, DPTO. CAJAMARCA</b>		
<b>DPL</b>	<b>: N° 06 - PROFUNDIDAD (m) : 3.00</b>		
<b>TESISTA</b>	<b>: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA</b>		
<b>FECHA</b>	<b>: ENERO 2016</b>	<b>N.F : NP</b>	<b>COORDENADAS UTM: N 9233603 E 816959</b>

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	SUCS	SIMBOLOGIA	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA		
				N	F (°)	c (Kg/cm2)	qu (Kg/cm2)	N <sub>DPL</sub> =	N° de golpes 10 cm
				DPL	suelo friccionante	suelo cohesivo	Capacidad portante		
0,20	presenta material organico cubierto por raices y plantas de la lña zona.								
0,50				11	-	0,41	0,83		
1,00				9	-	0,34	0,68		
1,50	Presenta arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, limosas, arcillas magras de color marrón claro a profundidad de 1.00 m. y Beiggs a los 2.00 m. con algunas gravas pequeñas de color marrón claro amarillento			11	-	0,34	0,83		
2,00		CL		12	-	0,45	0,90		
2,50				11	-	0,41	0,83		
3,00				12	-	0,44	0,90		



### DATOS

Prof.	N <sub>DPL</sub>	Prof.	N <sub>DPL</sub>
0,1	2	1,6	17
0,2	4	1,7	19
0,3	6	1,8	20
0,4	10	1,9	25
0,5	14	2,0	19
0,6	19	2,1	25
0,7	20	2,2	23
0,8	21	2,3	20
0,9	19	2,4	24
1,0	20	2,5	25
1,1	24	2,6	22
1,2	19	2,7	26
1,3	20	2,8	20
1,4	22	2,9	26
1,5	19	3,0	27

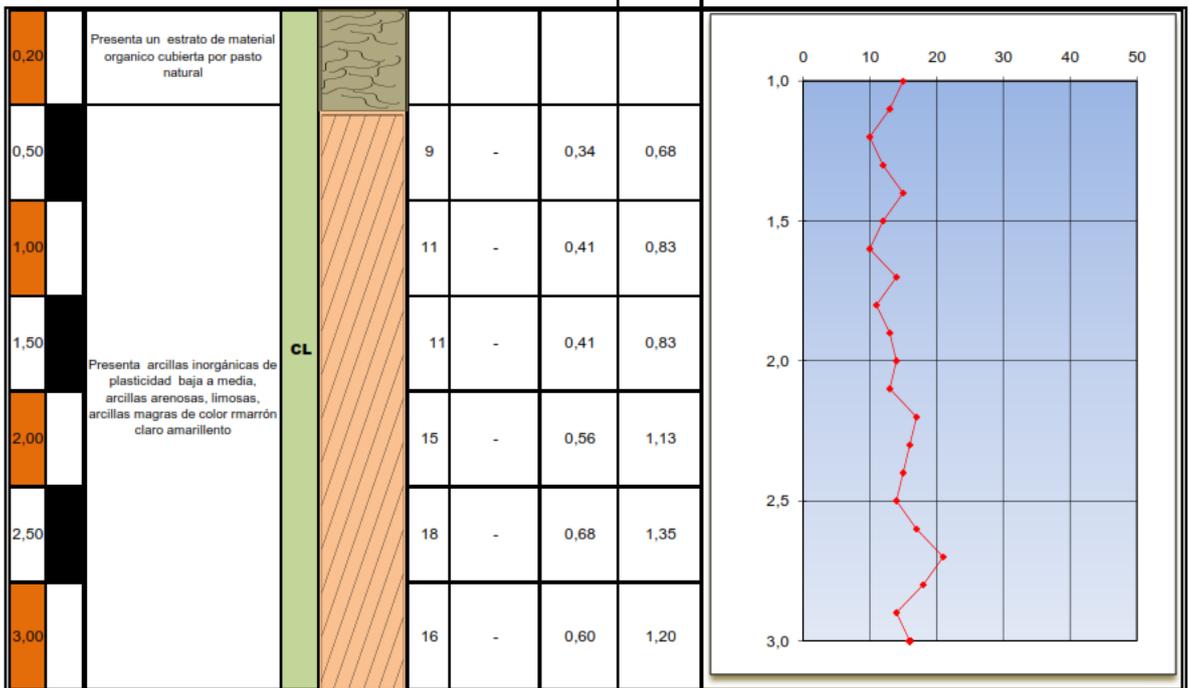


*Vista del ensayo de penetración Dinámica ligera en el punto DPL-6.*

## AUSCULTACIÓN CON PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (DPL ASTM D 1586)

<b>TESIS</b>	<b>"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ – CELENDÍN - CAJAMARCA"</b>		
<b>UBICACIÓN</b>	: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDÍN, DPTO. CAJAMARCA		
<b>DPL</b>	: N° 07 - PROFUNDIDAD (m) : 3.00		
<b>TESISTA</b>	: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA		
<b>FECHA</b>	: ENERO 2016	<b>N.F : NP</b>	<b>COORDENADAS UTM: N 9233248 E 817039</b>

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	SIMBOLOGÍA	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA	
				N	F (*)	c (Kg/cm2)	qu (Kg/cm2)	N <sub>DPL</sub> =



### DATOS

Prof.	N <sub>DPL</sub>	Prof.	N <sub>DPL</sub>
0,1	9	1,6	10
0,2	8	1,7	14
0,3	10	1,8	11
0,4	11	1,9	13
0,5	9	2,0	14
0,6	8	2,1	13
0,7	10	2,2	17
0,8	11	2,3	16
0,9	13	2,4	15
1,0	15	2,5	14
1,1	13	2,6	17
1,2	10	2,7	21
1,3	12	2,8	18
1,4	15	2,9	14
1,5	12	3,0	16



*Vista del ensayo de penetración Dinámica ligera en el punto DPL-7.*

## AUSCULTACIÓN CON PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (DPL ASTM D 1586)

<b>TESIS</b>	<b>"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ – CELENDÍN - CAJAMARCA"</b>		
<b>UBICACIÓN</b>	<b>: DIST. JOSÉ GALVEZ, PROV. CELENDÍN, DPTO. CAJAMARCA</b>		
<b>DPL</b>	<b>: N° 08 - PROFUNDIDAD (m) : 3.00</b>		
<b>TESISTA</b>	<b>: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA</b>		
<b>FECHA</b>	<b>: ENERO 2016</b>	<b>N.F : NP</b>	<b>COORDENADAS UTM: N 9233311 E 816873</b>

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	SIMBOLOGÍA	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA		
				N	F ( <sup>o</sup> )	c (Kg/cm2)	qu (Kg/cm2)	N <sub>DPL</sub> =	N° de golpes 10 cm
				DPL	suelo friccionante	suelo cohesivo	Capacidad portante		
0,20	Presenta un estrato de material organico cubierta por pasto natural		[Diagrama de estrato orgánico]						
0,50	Presenta arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, limosas, arcillas magras de color marrón claro amarillento	CL	[Diagrama de arcillas CL]	9	-	0,34	0,68		
1,00				9	-	0,34	0,68		
1,50				10	-	0,34	0,75		
2,00				11	-	0,41	0,83		
2,50				10	-	0,38	0,75		
3,00				9	-	0,34	0,68		

### DATOS

Prof.	N <sub>DPL</sub>	Prof.	N <sub>DPL</sub>
0,1	9	1,6	9
0,2	8	1,7	10
0,3	10	1,8	11
0,4	11	1,9	9
0,5	9	2,0	10
0,6	8	2,1	11
0,7	10	2,2	12
0,8	11	2,3	10
0,9	13	2,4	11
1,0	15	2,5	9
1,1	13	2,6	10
1,2	9	2,7	12
1,3	8	2,8	9
1,4	12	2,9	6
1,5	10	3,0	9



*Vista del ensayo de penetración Dinámica ligera en el punto DPL-8.*



## AUSCULTACIÓN CON PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (DPL ASTM D 1586)

<b>TESIS</b>	<b>"CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GÁLVEZ - CELENDÍN - CAJAMARCA"</b>		
<b>UBICACIÓN</b>	: DIST. JOSÉ GÁLVEZ, PROV. CELENDÍN, DPTO. CAJAMARCA		
<b>DPL</b>	: N° 10 - PROFUNDIDAD (m) : 3.00		
<b>TESISTA</b>	: JUAN ALBERTO RAVINES ALIAGA		
<b>FECHA</b>	: ENERO 2016	<b>N.F : NP</b>	<b>COORDENADAS UTM: N 9233706 E 816890</b>

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	SIMBOLOGÍA	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA	
				N	c	qu	N <sub>DPL</sub> =	N° de golpes 10 cm
				(")	(Kg/cm2)	(Kg/cm2)		
0,20	Presenta un estrato de material organico cubierta de raices de color marron oscuro		[Diagrama de estrato orgánico]					
0,50	Presenta arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, limosas, arcillas magras de color marrón claro amarillento, anamjado con partes blanquecinas profundidad de 3m.		[Diagrama de arcillas CL]	18,00	-	0,68	1,35	
1,00		16		-	0,60	1,20		
1,50		13		-	0,60	0,98		
2,00		11		-	0,41	0,83		
2,50		14		-	0,53	1,05		
3,00		8		-	0,30	0,60		

### DATOS

Prof.	N <sub>dpl</sub>	Prof.	N <sub>dpl</sub>
0,1	14	1,6	13
0,2	20	1,7	10
0,3	22	1,8	16
0,4	17	1,9	15
0,5	19	2,0	10
0,6	20	2,1	10
0,7	18	2,2	13
0,8	16	2,3	12
0,9	19	2,4	9
1,0	17	2,5	18
1,1	19	2,6	15
1,2	15	2,7	15
1,3	14	2,8	13
1,4	10	2,9	12
1,5	12	3,0	8



*Vista del ensayo de penetración Dinámica ligera en el punto DPL-10.*

# ANEXO IV

## LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

DE: Ing. Mónica Rosmeri Navarro Almonacid

Análisis Físico Químico de Agua Bacteriológico, Sulfato, Cloruro y pH de Arena, Piedra, Minerales,

Metálicos, Impurezas Orgánicas, Cromatografía de gases, Análisis de Cianuro.

Jr. Ayacucho N° 156

### ANÁLISIS DE SULFATOS Y CLORUROS DE MUESTRAS DE SUELO

**PROYECTO** : "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GÁLVEZ - CELENDÍN - CAJAMARCA"

**PROCEDENCIA** : CAJAMARCA

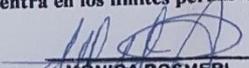
**FECHA** : ENERO 2016

### ANÁLISIS DE SUELO

#### MUESTRAS DE SUELO DE LAS CALICATAS

N°	MUESTRA	PROF. (m)	SULFATOS (SO <sub>4</sub> ) <sup>2-</sup> ppm.	CLORUROS CL <sup>-1</sup> ppm.	TEMPERATURA (°C)
1	C-1	3.00	415.17	63.29	16
2	C-2	3.00	462.90	57.13	16
3	C-3	3.00	770.84	52.67	16
4	C-4	3.00	820.90	59.80	16
5	C-5	3.00	589.52	65.36	16
6	C-6	3.00	682.38	67.23	16
7	C-7	3.00	801.59	58.36	16
8	C-8	3.00	643.19	51.89	16
9	C-9	3.00	757.43	53.46	16
10	C-10	3.00	613.36	68.94	16

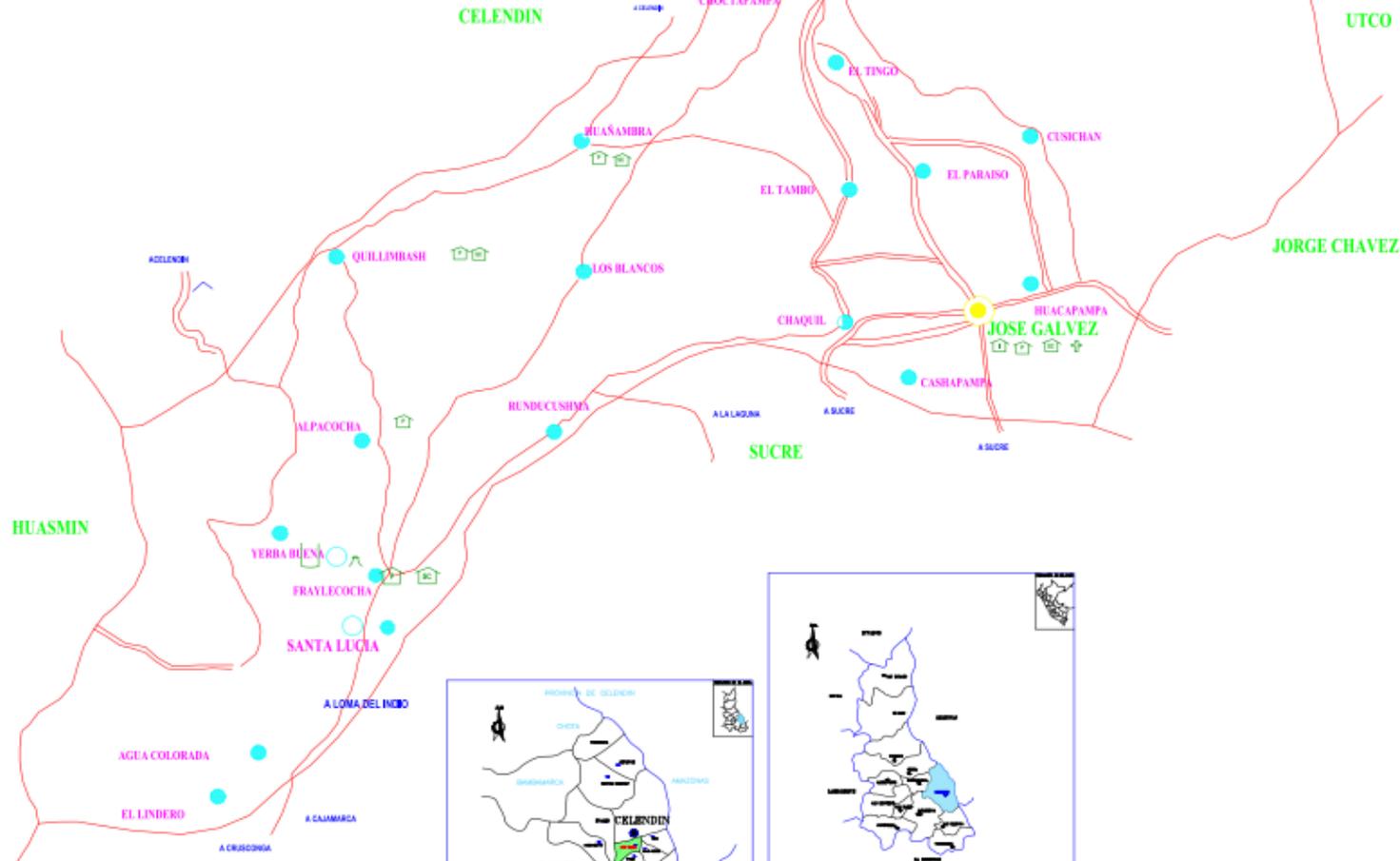
NOTA: De acuerdo a los análisis químicos realizados en las muestras de suelo, de sulfatos y cloruros se encuentra en los límites permisibles.

  
MÓNICA ROSMERI  
NAVARRO ALMONACID  
INGENIERA QUÍMICA  
CIP N° 108897

Telf: (076) 341560 Cel: 976-641979  
Email: navarro\_almonacid@hotmail.com

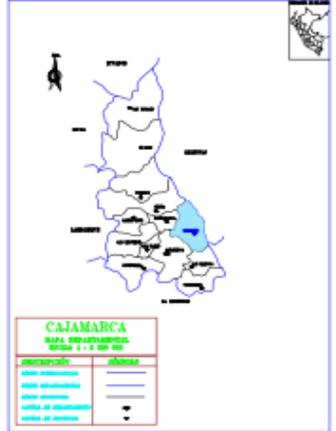
# ANEXO V

JOSE GALVEZ

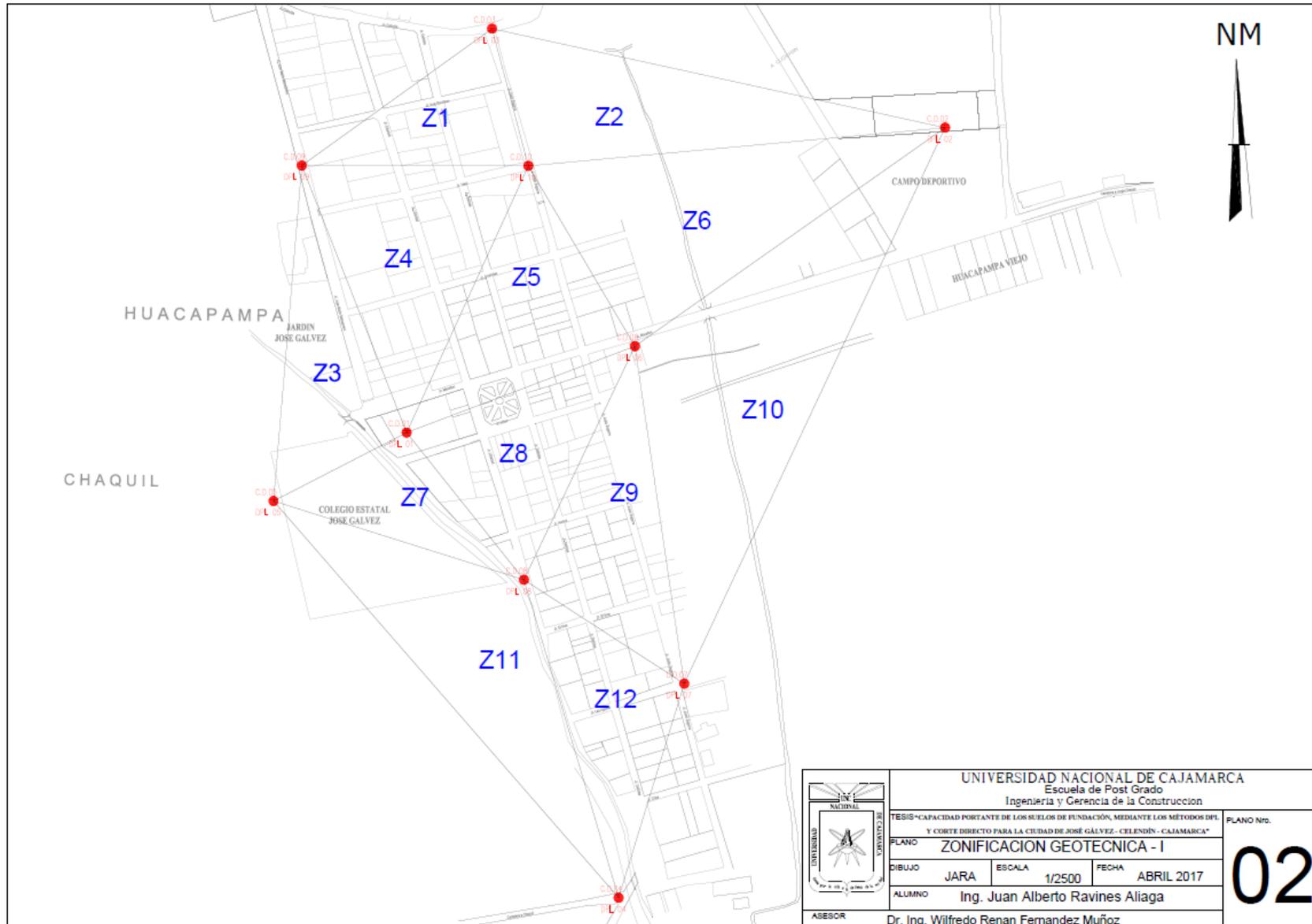


**LEYENDA**

	AREA URBANA
	CARRETERA
	RIO
	FRONTERA
	DISTRITO
	CARRETERA
	RIO
	FRONTERA
	DISTRITO

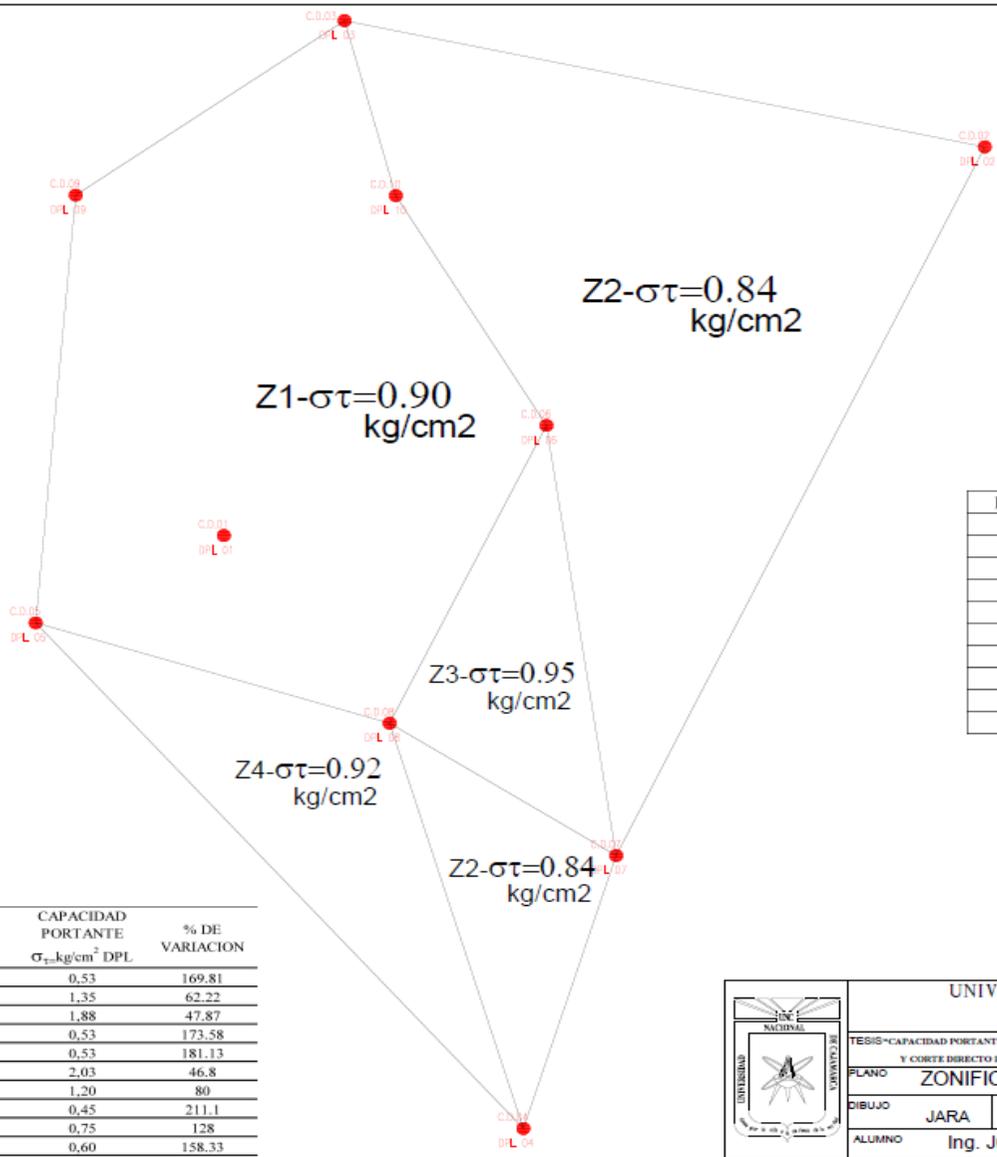


	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b>			<b>01</b>
	Escuela de Post Grado			
	Ingeniería y Gerencia de la Construcción			
	TÍTULO: PLANIFICACION DE OBRAS DE CONSTRUCCION DE INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO EN EL DISTRITO DE JOSE GALVEZ, PROVINCIA DE CELENDIN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA			
<b>UBICACION</b>		FECHA		
DEPARTAMENTO	REGION	ESCALA	FECHA	
CAJAMARCA	JAJA	1/2500	ABRIL 2017	
AUTOR				
Ing. Juan Alberto Ravines Allaga				
ASESOR				
Dr. Ing. Wilfredo Naran Fernandez Muñoz				



	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> Escuela de Post Grado Ingeniería y Gerencia de la Construcción			FLANO Nro.  <h1 style="font-size: 2em;">02</h1>	
	<small>TESIS "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GALVEZ - CELENDÍN - CAJAMARCA"</small>				
	<b>FLANO ZONIFICACION GEOTECNICA - I</b>				
	DIBUJO	JARA	ESCALA		1/2500
ALUMNO	Ing. Juan Alberto Ravines Aliaga				
ASESOR	Dr. Ing. Wilfredo Renan Fernandez Muñoz				

NM



DPL/CD	COORD. UTM	ALTITUD
1	N 9233507 E 816847	2611 m.
2	N 9233758 E 817291	2617 m.
3	N 9233946 E 817053	2607 m.
4	N 9233060 E 816965	2603 m.
5	N 9233393 E 816674	2602 m.
6	N 9233603 E 816959	2600 m.
7	N 9233248 E 817039	2601 m.
8	N 9233311 E 816873	2603 m.
9	N 9233702 E 816685	2602 m.
10	N 9233706 E 816890	2600 m.

CALICATA 3m. profundidad	CAPACIDAD PORTANTE $\sigma_{\tau}$ -kg/cm <sup>2</sup> CD	CAPACIDAD PORTANTE $\sigma_{\tau}$ -kg/cm <sup>2</sup> DPL	% DE VARIACION
1	0.90	0.53	169.81
2	0.84	1.35	62.22
3	0.9	1.88	47.87
4	0.92	0.53	173.58
5	0.96	0.53	181.13
6	0.95	2.03	46.8
7	0.96	1.20	80
8	0.95	0.45	211.1
9	0.96	0.75	128
10	0.95	0.60	158.33



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
Escuela de Post Grado  
Ingeniería y Gerencia de la Construcción

TESIS "CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SEUROS DE FUNDACIÓN, MEDIANTE LOS MÉTODOS DPL Y CORTE DIRECTO PARA LA CIUDAD DE JOSÉ GÁLVEZ - CELENDÍN - CAJAMARCA"

PLANO N°.  
PLANO ZONIFICACION GEOTECNICA - II

DIBUJO JARA ESCALA 1/2500 FECHA ABRIL 2017

ALUMNO Ing. Juan Alberto Ravines Aliaga

ASESOR Dr. Ing. Wilfredo Renan Fernandez Muñoz

03