

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**PROYECTO PROFESIONAL**

**ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB  
ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:  
IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ**

**CAJAMARCA - PERÚ**

## DEDICATORIA

A mis padres Judith y Wilfredo, quienes me enseñaron desde pequeño a luchar para alcanzar mis metas. Mi triunfo es el de ustedes, ¡Los amo!

A mi querida esposa Katherine 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 mi preciosa hija Marianita para quien ningún sacrificio es suficiente, que con su luz ha iluminado mi vida y hace mi camino más claro.

A mis hermanos Hernán, Renán y Larissa por su amor incondicional, su comprensión y gran apoyo a mis adorables sobrinos Andreita, Hernancito, Renancito y Sebastián, a mis cuñadas, Monica y María

*Roybert*

## AGRADECIMIENTO

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

Para mi asesor Msc. Ing. Wilfredo Fernández Muñoz quien me permitió estar en este Proyecto de Tesis por su apoyo incondicional y por depositar su confianza en mí. Admiro su calidad humana.

Al Bach. Franco Guevara Alvarado, a la población de Piura por brindarme su valioso tiempo en la realización de los trabajos en campo, a la Empresa ALSTOM quien me brindó las facilidades para el acceso a la zona en estudio y a la Universidad Nacional de Cajamarca 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.

*Roybert*

## **PRESENTACIÓN**

Cumpliendo con las disposiciones del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Cajamarca, pongo a vuestra disposición el Proyecto Profesional Titulado ***“ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA”*** con el objetivo de obtener el Título de Ingeniero Civil.

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

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

***Roybert***

## RESUMEN

El estudio de presente Proyecto Profesional tiene por título ***“ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA”*** el cual se desarrolla en la provincia de Piura, distrito Piura, departamento Piura, en un área de 2500m<sup>2</sup>.

El proyecto Profesional se origina frente a la necesidad de mejorar las cimentaciones y los tipos de suelos de las diferentes estructuras como son, torres, aisladores, transformadores y otros; impulsando también el desarrollo eléctrico del departamento de Piura para el abastecimiento y el suministro de energía a todos los distritos y provincias de Sullana Talara, Paita, Sechura y otros.

El proyecto Profesional se inicia con el acopio de la información existente y reconocimiento de la zona, para luego realizar un levantamiento topográfico y el estudio Geológico y Geotécnico.

En el estudio Geológico se Analizo el tipo de formaciones, estratigrafía, Geomorfología y su dirección de Paleocorriente Marítima con una dirección arrecifal de Este a Oeste.

En Geotecnia se han realizado 5 Ensayos Especiales de Corte Directo y 05 Ensayos de Penetración Estándar (SPT) que nos van a determinar la capacidad portante del terreno dando los parámetros necesarios para diseñar las diferentes estructuras antes mencionadas.

Llegando a concluir que para todas las estructuras superficiales y profundas se ha diseñado con un ángulo  $\phi = 24.10^\circ$  y una  $c = 0.03$  del ensayo de Corte Directo dando como resultado una capacidad portante que a continuación se detallan.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
 CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
 PROVINCIA DE PIURA

CALICATA N°	∅	C	CAPACIDAD PORTANTE Kg/cm <sup>2</sup>
1	28.10°	0.0	2.55
2	25.00°	0.04	2.01
3	24.20°	0.0	1.65
4	24.10°	0.03	1.73
5	24.90°	0.01	1.83

Se ha zonificado tres zonas I, II y III importantes, con los cinco ensayos especiales SPT con perforaciones a 10m como a continuación se detalla:

ZONA 1		VARIACIÓN DE CAPACIDAD PORTANTE DE DISEÑO	
SECCIONES	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR	Máximo (kg/cm <sup>2</sup> )	Mínimo (kg/cm <sup>2</sup> )
A - A'	SPT. 1	2.62	0.92
	SPT. 2	1.84	0.72
C - C'	SPT. 2	1.84	0.72
	SPT. 3	3.44	0.71
G - G'	SPT. 1	2.62	0.92
	SPT. 3	3.44	0.71
Área Total:		2737.10 m <sup>2</sup>	

ZONA 2		VARIACIÓN DE CAPACIDAD PORTANTE DE DISEÑO	
SECCIONES	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR	Máximo (kg/cm <sup>2</sup> )	Mínimo (kg/cm <sup>2</sup> )
G - G'	SPT. 1	2.62	0.92
	SPT. 3	3.44	0.71
E - E'	SPT. 3	3.44	0.71
	SPT. 4	2.14	0.39
B - B'	SPT. 1	2.62	0.92
	SPT. 4	2.14	0.39
Área Total:		3088.06 m <sup>2</sup>	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
PROVINCIA DE PIURA

---

ZONA 3		VARIACIÓN DE CAPACIDAD PORTANTE DE DISEÑO	
SECCIONES	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR	Máximo (kg/cm <sup>2</sup> )	Mínimo (kg/cm <sup>2</sup> )
E - E'	SPT. 3	3.44	0.71
	SPT. 4	2.14	0.39
F - F'	SPT. 3	3.44	0.71
	SPT. 5	2.36	0.39
D - D'	SPT. 4	2.14	0.39
	SPT. 5	2.36	0.39
Área Total:		885.20 m <sup>2</sup>	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
PROVINCIA DE PIURA

---

ÍNDICE

CAPITULO I.....	11
INTRODUCCCIÓN.....	11
CAPITULO II.....	12
ASPECTOS GENERALES.....	12
2.1. OBJETIVOS.....	12
2.1.1 OBJETIVOS GENERALES.....	12
2.1.2 OBJETIVOS.....	12
2.2. ANTECEDENTES.....	12
2.3. ALCANCES.....	12
2.4. CARACTERISTICAS LOCALES.....	13
2.4.1 UBICACIÓN.....	13
2.4.2 TOPOGRAFIA.....	14
2.4.3 ALTITUD.....	14
2.4.4 CLIMA.....	14
2.4.5 POBLACIÓN BENEFICIADA.....	14
2.5. JUSTIFICACIÓN.....	14
CAPITULO III.....	16
MARCO TEORICO.....	16
3.1. ANTECEDENTES TEORICOS DE LA INVESTIGACION ESTUDIO.....	16
3.2. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	51
CAPITULO IV.....	58
RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS.....	58
4.1. RECURSOS.....	58
4.1.1. MATERIALES Y HERRAMIENTAS PARA LA RECOLECCION DE MUESTRAS.....	58
4.1.2. MATERIAL Y EQUIPO DE GABINETE.....	58
4.1.3. EQUIPO DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS.....	59
4.1.4. SERVICIOS.....	59
4.2. RECURSOS HUMANOS.....	59
4.2.1. EJECUTOR DEL PROYECTO PROFESIONAL.....	59
4.2.2. ASESOR DEL PROYECTO PROFESIONAL.....	59
4.2.3. COLABORADORES.....	59
4.2.4. FINANCIAMIENTO.....	59
CAPITULO V.....	60
METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO.....	60

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
PROVINCIA DE PIURA

---

5.1. ESTUDIO DEL TRASO DEFINITIVO .....	60
5.1.1 RECONOCIMIENTO DE LA ZONA EN ESTUDIOS.....	60
5.2. GEOTECNIA.....	60
5.2.1. MECANICA DE SUELOS .....	60
5.2.2. CONTENIDO DEL INFORME.....	60
5.2.3. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO.....	62
5.2.4. CLIMA.....	62
5.3. INVESTIGACIONES DE CAMPO .....	63
5.1.2 ENSAYOS DE LABORATORIO .....	65
5.1.3 ENSAYOS ESTÁNDAR.....	66
5.1.4 CLASIFICACIÓN DE SUELOS.....	66
5.2.1 EXCAVACIÓN DE CALICATAS.....	84
5.2.2 ELABORACIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE SUELOS .....	84
5.2.3 MUESTREO DE SUELOS.....	84
5.4.1 RASGOS TOPOGRAFICOS.....	89
5.4.2 GEOMORFOLOGÍA .....	90
5.4.3 GEOLOGÍA REGIONAL .....	90
5.4.4 LITOLOGÍA Y ESTRATIGRAFÍA .....	91
5.4.4.1 EOCENO.....	91
5.4.4.2 PLISTOCENO.....	93
5.4.5 GEOLOGIA LOCAL.....	95
5.4.5.1 CUATERNARIO RECIENTE.....	96
5.4.6 HIDROGRAFÍA.....	97
5.4.7 GEOLOGIA ESTRUCTURAL.....	97
5.4.8 GEOMORFOLOGÍA LOCAL.....	97
5.4.9 SUELOS Y TERRENOS DE FUNDACIÓN.....	98
5.4.10 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.....	98
5.4.11 RIESGOS GEOLÓGICOS EN EL AREA DEL PROYECTO.....	98
CAPITULO VI .....	99
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	99
CAPITULO VII .....	109
BIBLIOGRAFIA.....	109

## INDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: PARÁMETROS DEL SUB SUELO .....	22
TABLA N° 2: COMPACIDAD RELATIVA DE LA ARENA .....	25
TABLA N° 3: RESISTENCIA DE LOS SUELOS COHESIVOS .....	25
TABLA N° 4: RESUMEN DE LOS FACTORES DE CORRECCIÓN PUBLICADOS ...	28
TABLA N° 5: RELACIÓN ENTRE NÚMERO DE GOLPES Y ARCILLAS.....	30
TABLA N° 6: TABLA DE VALORES PARA EL CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA ARCILLAS .....	33
TABLA N° 7: TABLA DE VALORES PARA EL CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA ARENAS.....	33
TABLA N° 8: TABLA DE MODULO DE POISSON .....	34
TABLA N° 9: TABLA DE VALORES DE FORMA DE ZAPATA ( $I_r$ ).....	36
TABLA N° 10: CARACTERÍSTICAS DE SUELOS SEGÚN SUS ÍNDICES DE PLASTICIDAD .....	40
TABLA N° 11: CLASIFICACIÓN SUCS.....	42
TABLA N° 12: VALORES DE $\phi$ PARA SUELOS GRANULARES .....	47
TABLA N° 13: REGISTRO DE EXCAVACIONES.....	64
TABLA N° 14: REGISTRO DE EXCAVACIONES SPT .....	65
TABLA N° 15: CLASIFICACIÓN DE SUELOS.....	67
TABLA N° 16: CLASIFICACIÓN DE SUELOS SPT .....	68
TABLA N° 17: RESUMEN SPT 1.....	80
TABLA N° 18: RESUMEN SPT 2.....	80
TABLA N° 19: RESUMEN SPT 3.....	81
TABLA N° 20: RESUMEN SPT 4.....	81
TABLA N° 21: RESUMEN SPT 5.....	82
TABLA N° 22: RESUMEN CAPACIDAD PORTANTE DE LOS ENSAYOS ESPECIALES DE CORTE DIRECTO.....	82
TABLA N° 23: RESUMEN DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SPT .....	83
TABLA N° 24: RESUMEN DE ANÁLISIS QUÍMICOS .....	83
TABLA N° 25: TIPO DE MATERIAL .....	98
TABLA N° 26: CAPACIDAD ADMISIBLE ESTRUCTURAS LIVIANAS CIMENTACIÓN CORRIDA ARMADA .....	101
TABLA N° 27: CAPACIDAD ADMISIBLE TRANSFORMADOR LOSA DE CIMENTACIÓN ARMADA .....	102
TABLA N° 28: CAPACIDAD ADMISIBLE TORRES DE CIMENTACIÓN CUADRADA ARMADA .....	103
TABLA N° 29: CAPACIDAD DE CARGA DISPONIBLE TOTALES .....	104
TABLA N° 30: NOMENCLATURA CAPACIDAD ADMISIBLE.....	104
TABLA N° 31: CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ESTUDIO SPT .....	105
TABLA N° 32: RESUMEN DEL ENSAYO CORTE DIRECTO .....	107

## CAPITULO I

### INTRODUCCÓN

En la última década el desarrollo sostenible de nuestro Perú por medio del supremo gobierno se ha interesado mucho en la parte energética, tal es así, que a nivel nacional se están realizando estudios y construcciones de hidroeléctricas y subestaciones.

La provincia de Piura en su aspecto demográfico ha crecido en forma ascendente así como también en la parte industrial y construcción donde se hace necesario la ampliación de una subestación que solucione este problema energético; por tal motivo, se ha estimado por conveniente y oportuno realizar el estudio del proyecto “ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA con la finalidad de mejorar el nivel y calidad de vida de la población mediante el adecuado abastecimiento de electricidad en cantidad, calidad y oportunidad, beneficiando de esta manera a los pobladores de la zona.

## **CAPITULO II**

### **ASPECTOS GENERALES**

#### **2.1. OBJETIVOS.**

##### **2.1.1 OBJETIVOS GENERALES.**

Zonificar Geotécnicamente mediante el ensayo de SPT y Corte Directo la Sub Estación Eléctrica de la Provincia de Piura.

##### **2.1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

- Determinar las características físicas, químicas y mecánicas de los suelos de fundación de la Subestación Eléctrica de la Provincia de Piura
- Determinar los parámetros geotécnicos para el diseño estructural de la Subestación Eléctrica de la Provincia de Piura.
- Determinar el nivel de cimentación para las diferentes estructuras aisladores transformadores y otros.

#### **2.2. ANTECEDENTES.**

En la actualidad la Provincia de Piura cuenta con una Sub Estación Eléctrica que abastece a las Provincias de Piura, Sullana y Paita pero con el crecimiento exponencial de la población esta sub estación no abastece por lo que se necesita ampliar en 60KW. Siendo necesario de la construcción de estructuras especiales donde es de importancia diseñar las cimentaciones, superficiales y profundas de 10m. , Determinado la capacidad portante de los suelos de fundación y sus características Físicas y Mecánicas.

#### **2.3. ALCANCES.**

Se limitara el presente proyecto a la ejecución de 05 ensayos Especiales de Corte Directo 03 m. y SPT 10m. en los lugares donde se van a ejecutar las estructuras eléctricas.

Se realizaron 05 análisis químicos de suelos a nivel de tres metros-

La zona en estudio se realizara en 6700m<sup>2</sup>

## 2.4. CARACTERISTICAS LOCALES

### 2.4.1 UBICACIÓN

Políticamente el proyecto se encuentra ubicado en el Distrito de Piura, Provincia Piura, Departamento Piura.

#### EXPLORACIÓN GEOTECNICA

##### Punto Inicial:

##### Coordenadas UTM:

Norte	: 9428739.137
Este	: 533336.416
Altitud	: 42.048m.s.n.m.

##### Punto Final

##### Coordenadas UTM

Norte	: 9428755.241
Este	: 533332.640
Altitud	: 42.102 m.s.n.m.

#### ENSAYOS SPT

##### Punto Inicial:

##### Coordenadas UTM:

Norte	: 9428751.174
Este	: 533324.444
Altitud	: 42.049m.s.n.m.

**Punto Final**

**Coordenadas UTM**

<b>Norte</b>	: 9428735.154
<b>Este</b>	: 533333.122
<b>Altitud</b>	: 42.173m.s.n.m

**2.4.2 TOPOGRAFIA**

El proyecto se ubica en territorio con característica de una topografía plana.

**2.4.3 ALTITUD**

La zona en estudio se encuentra en una altitud de 42. m.s.n.m.

**2.4.4 CLIMA**

Pertenece al Desierto Super árido – Premontano Tropical (ds-PT) , existen ocho estaciones climatológicas, la biotemperaturamedia anual máximo es de 24°C (Piura) el promedio máximo de precipitación total por año es de 56m esta última estación , no obstante ofrece un dato pluviométrico por debajo del máximo para esta zona de vida.

Su relieve varía de plano a ondulado, inclinado a empinado, los suelos son generalmente profundos de textura variables y acumulan calcio y yeso (Yermosoles y Xercosoles) donde dominan las arenas profundas apareciendo los Rebosoles y cuando los suelos son someros predominan materiales fragmentados y rocosos.

**2.4.5 POBLACIÓN BENEFICIADA**

- Para el caso de la población beneficiada se ha identificado una población que estaría representada por los habitantes de la capital provincia de Piura, Paíta, Sullana, Talara con una población de 645,143habitantes.(INI – 2013)

**2.5. JUSTIFICACIÓN**

Este Proyecto de investigación es de mucha importancia para la Región de Piura porque es base para las estructura y solucionara el desabastecimiento del fluido

*UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
PROVINCIA DE PIURA*

---

eléctrico y la baja inversión en las diferentes tipos de industrias, fábricas y otros en las provincias de Piura, Sullana, Paita, Sechura, Ayabaca, Huancabamba. y otros.

Este desabastecimiento de la energía eléctrica ha ocasionado muchas pérdidas económicas de la población.

Finalmente este Proyecto de Investigación servirá de base para otros investigadores que estén en la línea de geotecnia.

## **CAPITULO III**

### **MARCO TEORICO**

#### **3.1. ANTECEDENTES TEORICOS DE LA INVESTIGACION ESTUDIO**

En el ámbito internacional por ser un Ensayo de Penetración Estándar (SPT), uno de los más antiguos se utilizó en los años 50 en Estados Unidos, México 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, así como también para la determinación de este acuífero en regadío.

En 1974, la DGAS efectuó el “Diagnóstico con fines de Rehabilitación de los suelos de cultivo de los Sectores de Quebrada Seca y Bajo Zarumilla”- 5 SPT a 15m de profundidad que ayudaron a determinar los perfiles estratigráficos que sirvió para la determinación del acuífero libre.

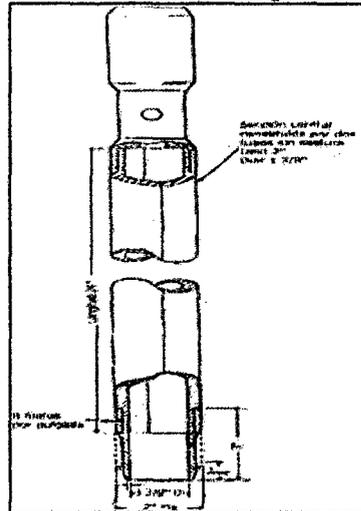
En 2003, el Instituto Nacional De Defensa Civil proyecto INDECI–PNUD realizó estudio de suelos y napa freática 15 SPTs a 25m que ayudaron a determinar los tipos de suelos y perfiles estratigráficos de la Ciudad de Catacaos, para la determinación del acuífero libre para riego.

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 SPT del Proyecto Urbanización La Madrid

Villavicencio- Meta, determinando su capacidad portante. Llegándose a la conclusión en suelos granulares un  $\lambda t=1.48 \text{ Kg/cm}^2$

**FIGURA N° 1: Cuchara partida**



**Fuente: (Cresp.o 1990)**

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

En el 2011, Chile La Secretaria de Comunicaciones y Transportes Subsecretaria De Infraestructura Dirección General De Carreteras 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

DELCANAL DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO TUMBES Y BOCATOMA LA PEÑA, realizándose 02 SPTs, para la determinación de perfiles estratigráficos y el nivel freático.

### CAPACIDAD PORTANTE

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

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

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

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

Donde:

$p_u$ , carga vertical máxima por unidad de longitud.

$q$ , sobrecarga sobre el terreno adyacente a la cimentación.

$c$ , cohesión del terreno.

$b$ , ancho transversal de la cimentación

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

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

Veinte años después 1961 el ingeniero danés J. Brinch Hansen 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 Brinch-Hansen (1961) es:

$$\frac{p_u}{b} = qN_q s_q d_q i_q + cN_c s_c d_c i_c + \frac{\gamma b}{2} N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma \dots\dots\dots(3)$$

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

- $S_q, S_c, S_\gamma$ : 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  $N_j = N_j(\Phi)$  Brinch Hansen propuso las siguientes expresiones en términos de ángulo de rozamiento interno:

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

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

**Factores de forma y profundidad**

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

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

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

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

**Factores de inclinación de la carga**

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

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

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 dado por:

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

Donde:

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

$c, \varphi$  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:

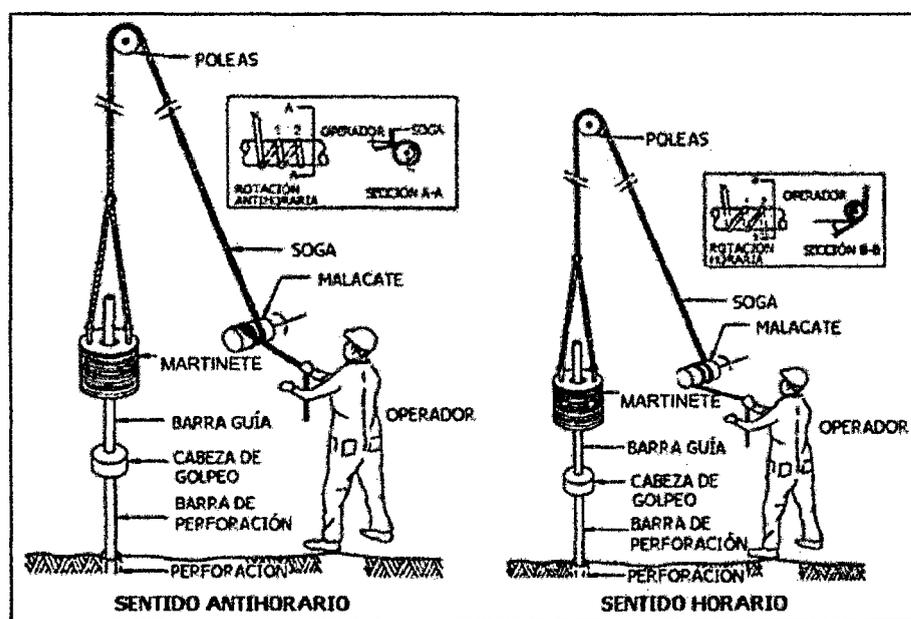
$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \tan\varphi}; \quad i_\gamma = i_q^2$$

## METODOLOGÍA DEL PROCEDIMIENTO DEL CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO SPT

El Ensayo de Penetración Estándar (SPT), consiste en la introducción en el fondo de un sondeo geotécnico de una toma de muestras normalizado unido a un tren de

varillas, mediante el golpeo en la cabeza de ellas con una maza de 63,5 kg de masa, cayendo desde una altura de 76 cm. El golpeo se contabiliza en tres o cuatro tramos de 15 cm de avance cada uno, denominándose valor N a la suma de los valores segundo y tercero. Este ensayo es uno de los más antiguos en geotecnia, y su uso universal y durante décadas, en todo tipo de terrenos, ha permitido establecer numerosas correlaciones con otros parámetros geotécnicos, así como la difusión de fórmulas empíricas para cálculos directos de capacidad portante y asentamientos, entre otros. Normalizado por la ASTM D1586

FIGURA N° 2. Ensayo de SPT insitu procedimiento ASTM D1586-84

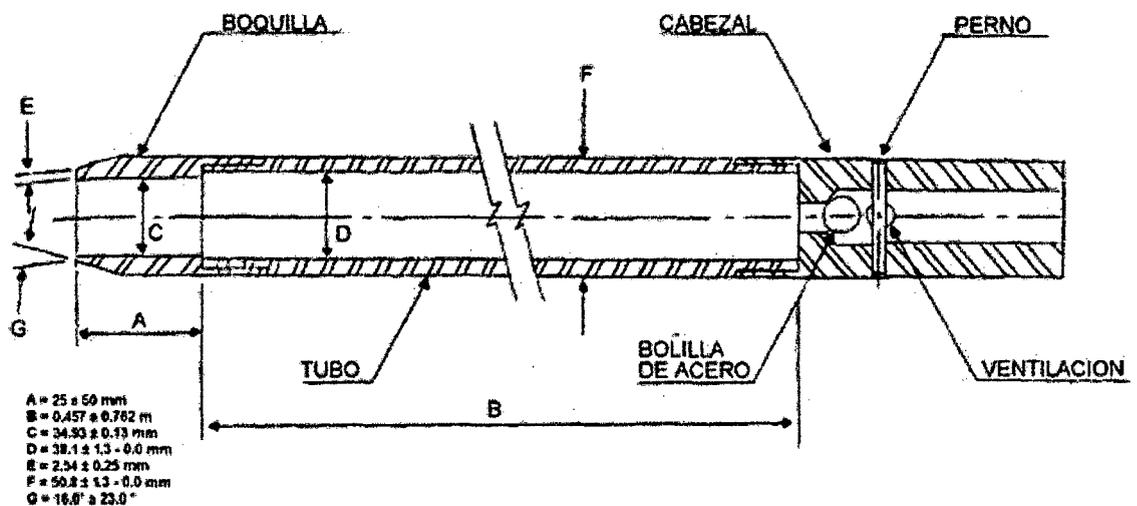


Los elementos y las características relevantes del método propuesto por la ASTM son las siguientes:

- ✓ Maza de 63,5 kg.
- ✓ Altura de caída: 76 cm

- ✓ Sacar muestras: de diámetro externo = (50 mm ó 2 pulgadas). Figura 3
- ✓ Sacar muestras: de diámetro interno = (35 mm ó 1 3/8 pulgadas).
- ✓ Variante con diámetro interno 38mm y tubo porta muestras (diámetro interno final 35mm)
- ✓ Mecanismo de liberación del martinete mediante soga y malacate
- ✓ Barras de sondeo.
- ✓ Cabeza de golpeo.

FIGURA N° 3 - Saca muestra partido ASTM D1586-84



### APLICABILIDAD DEL MÉTODO SPT:

Las investigaciones llevadas a cabo en laboratorio, la aplicabilidad del método SPT en relación con los parámetros del subsuelo se describen en la tabla 1:

**TABLA N° 1: PARÁMETROS DEL SUB SUELO**

PARÁMETROS DE SUBSUELO	APLICABILIDAD DEL SPT
Tipo de suelo	B

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
PROVINCIA DE PIURA

---

Perfil estratigráfico	B
Densidad Relativa	B
Módulo Elasticidad E y G módulo de corte	N
Comprensibilidad $C_c$	C
Consolidación $C_v$	N
Permeabilidad (k)	N
Resistencia a la Licuefacción	A

Fuente: (Campanella R. G. and Robertson P. K 2000)

Las referencias sobre la aplicabilidad son las siguientes:

- A: Aplicabilidad alta.
- B: Aplicabilidad moderada.
- C: Aplicabilidad limitada.
- N: Aplicabilidad nula.

### PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DEL SPT

El método de Penetración Estándar es el más ampliamente usado para la exploración de suelos, y comprende dos etapas:

#### El Sondeo

Que consiste en hacer una perforación con barrenos, inyección de agua o sondeo rotatorio usando un taladro con movimiento de rotación de alta velocidad, y circulando agua para extraer los detritos (ver Figs. No. 1, No. 2 y No. 3).

En los suelos firmes el sondaje se mantiene abierto por la acción del arco del suelo; en las arcillas blandas y en las arenas situadas debajo del nivel freático, el sondaje se mantiene abierto hincando un tubo de acero (tubo de entibado o camisa) o preferiblemente rellenando el hueco con un fluido viscoso llamado "Lodo de

perforación". Este que usualmente es una mezcla de arcilla bentonítica y agua, tiene la ventaja de que soporta las paredes y el fondo de la perforación.

### **El Muestreo**

Que se realiza con un toma muestras partido denominado también "Cuchara Normal" que está formado por un tubo de acero de paredes gruesas partido longitudinalmente. El extremo inferior está unido a un anillo cortante, y el superior a una válvula y pieza de conexión a la barra de sondeo (ver Fig. No. 3).

Una vez efectuada la limpieza correspondiente de la perforación de sondeo, se hincan el toma muestras 15 cm en el suelo para asegurarse que la zapata de corte se asiente en material virgen.

Luego se hincan 30 cm. en incrementos de 15 cm a golpes de un martinete que pesa 63.5 kilos (135 libras) y cae de una altura de 75 cm. Se anota el número de golpes que se necesita para hincar el toma muestras cada uno de los 15 cm.

El Registro de Penetración o Índice de Penetración "N" se obtiene al considerar los golpes necesarios para penetrar los últimos 30 cm (12") de un total de 45 cm (18") de la Cuchara Muestreadora; los primeros 15 cm (6") no se consideran, dado que el suelo podría estar alterado por efectos del procedimiento utilizado durante la ejecución del sondaje.

La muestra es examinada, clasificada por el técnico de campo encargado del sondeo, guardándose posteriormente en un depósito de vidrio o plástico, que se sella y se envía al laboratorio. Las muestras recuperadas en el penetrómetro que mantienen su forma cilíndrica pueden ser usadas para pruebas de compresión sin confinamiento.

La resistencia a la Penetración es un indicador de la compacidad de los suelos no cohesivos y de la resistencia de los suelos cohesivos, pues es, en efecto un ensayo Dinámico de Esfuerzo Cortante In Situ.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
 CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
 PROVINCIA DE PIURA

---

Las tablas I y II reflejan la compacidad y la resistencia de acuerdo con los resultados de la prueba de Penetración Standar.

**TABLA N° 2: COMPACIDAD RELATIVA DE LA ARENA**

Número de Golpes	Compacidad Relativa
0 - 4	Muy Suelta
5 - 10	Suelta
11 - 20	Firme
21 - 30	Muy Firme
31 - 50	Densa
Más de 50	Muy Densa

Fuente: Villalaz- 1980

**TABLA N° 3: RESISTENCIA DE LOS SUELOS COHESIVOS**

No. de Golpes	Consistencia	Resistencia a la Compresión Simple $q_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
< 2	Muy Blanda	< 0.25
2 - 4	Blanda	0.25 - 0.50
4 - 8	Media	0.50 - 1.00
8 - 15	Firme	1.00 - 2.00
15 - 30	Muy Firme	2.00 - 4.00
> 30	Dura	> 4.0

Fuente: Villalaz- 1980

## RELACIONES ENTRE EL NÚMERO DE GOLPES "N" DEL SPT, DENSIDAD RELATIVA Y ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA

### Aporte de TERZAGUI y PECK. (1947)

Relacionan los valores de N-DR Y N-φ en forma independiente de la profundidad a la que se efectúa el ensayo, y por lo tanto de la sobrecarga efectiva en el nivel considerado

Cuando el ensayo se efectúa en arenas finas o limosas bajo el nivel de la napa freática, debe reducirse el número de golpes a través de la siguiente relación:

$$N = \frac{N' + 15}{2}$$

Donde:

N' > 15 (valor medido in/situ, debajo del N.F.)

N = valor corregido.

### Aporte de GIBBS y HOLTS (1949)

Proporciona correlaciones entre N, DR y la sobrecarga efectiva, tomando en consideración el grado de humedad y el tamaño de los granos. Se muestra la correlación entre "N" y la Densidad Relativa de una arena fina, seca, para diferentes valores de la sobrecarga efectiva muestra la misma correlación para arenas gruesas, secas o húmedas. En las figuras mostradas se incluye la correlación de TERZAGHI y PECK a modo de comparación.

Las propiedades de las arenas utilizadas por GIBBS y HOLTZ en sus investigaciones. En todo caso, puede observarse que el hecho de utilizar la correlación de TERZAGHI y PECK, conduce a estimar una menor densidad relativa, y por ende a subestimar la capacidad de soporte del suelo, con excepción del caso de arenas secas o húmedas cuando "N" es aproximadamente mayor que 35 y la sobrecarga efectiva excede a 40 P.S.I. (2.8 Kg/cm<sup>2</sup>).

### **Aporte de Peck y Bazaraa (1951)**

Relacionan la densidad relativa de la arena con el índice de penetración standard "N" y la presión de sobrecarga en el nivel donde se efectúa el ensayo, por medio de las siguientes relaciones:

$$N = 20D_R^2 (1 + 2\sigma) \quad \text{para } \sigma < 1.5 \text{ kips/pie}^2 \text{ (0.73 kilos/cm}^2\text{)}$$

$$N = 20D_R^2 (3.25 + 0.5\sigma) \quad \text{para } \sigma > 1.5 \text{ kips/pie}^2 \text{ (0.73 kilos/cm}^2\text{)}$$

En la que "N" es el valor del S.P.T. para una arena con una densidad relativa DR y bajo una presión de sobrecarga  $\sigma$ .

### **Aporte de Meyerhof (1955)**

En investigaciones realizadas entre 1953, 1954 y 1955 Meyerhof estableció una correlación entre N, DR, y  $\phi$ , la cual es independiente de la presión de sobrecarga efectiva. Según el autor los valores de los ángulos son seguros para arenas limpias y uniformes, deben reducirse por lo menos 5 grados para el caso de arenas arcillosas en ausencia de ensayos de corte; para el caso de una mezcla de arenas con gravas pueden aumentarse hasta 5 grados (Abou y Goble 1997).

Posteriormente en 1975 estableció una correlación en la cual se incluye el efecto de la presión de sobrecarga ( $\sigma$ ) en el nivel donde se efectúa el ensayo, por medio de la siguiente relación.

$$N = 1.7D_R^2 (\sigma + 10); \sigma = \text{lib/pulg}^2$$

Existen además otras correlaciones, que relacionan los valores de N, DR y  $\phi$ , tales como:

- SCHULTER & MELZER

- ALPAN
- SCHULTER & MELZER BACH
- BURMISTER

#### **FACTORES DE CORRECCION POR SOBRECARGA EN ARENAS**

El factor de corrección del S.P.T. (CN) está definido como la relación entre la resistencia medida del S.P.T. para una presión vertical efectiva dada ( $\sigma_v$ ), a la resistencia medida a un esfuerzo vertical standard ( $\sigma_v$ ) Ref, normalmente de 1 T/pie<sup>2</sup> ó 1 Kg/cm<sup>2</sup>. En la práctica el valor del número de golpes corregido (N1), se obtiene usando la siguiente relación:

$$N1 = CN \cdot N$$

**Donde** N representa el número de golpes medidos.

Los factores de corrección comúnmente usados y que han sido publicados se resumen en la tabla No. 4

#### **TABLA N° 4: RESUMEN DE LOS FACTORES DE CORRECCIÓN PUBLICADOS**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
 CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
 PROVINCIA DE PIURA

---

Referencia	Factor de Corrección $C_N$	Unidad de $\sigma_v$
Teng (1962)	$C_N = \frac{50}{10 + \sigma_v}$	Psi
Bazaraa (1967)	$C_N = \begin{cases} \frac{4}{1 + 2\sigma_v} & \sigma_v \leq 1.5 \\ \frac{4}{3.25 + 0.5\sigma_v} & \sigma_v > 1.5 \end{cases}$	ksf
Peck Hansen, y Thournburn (1974)	$C_N = 0.77 \log_{10} \frac{20}{\sigma_v}$	tsf
Seed (1976)	$C_N = 1 - 1.25 \log_{10} \sigma_v$	tsf
Seed (1979)	Ver figura 1(b)	
Tokimatsu y Yoshimi (1983)	$C_N = \frac{1.7}{0.7 + \sigma_v}$	Kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Campanella 1982

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

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

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

**TABLA N° 5: RELACIÓN ENTRE NÚMERO DE GOLPES Y ARCILLAS**

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

Fuente: Campanella 1982

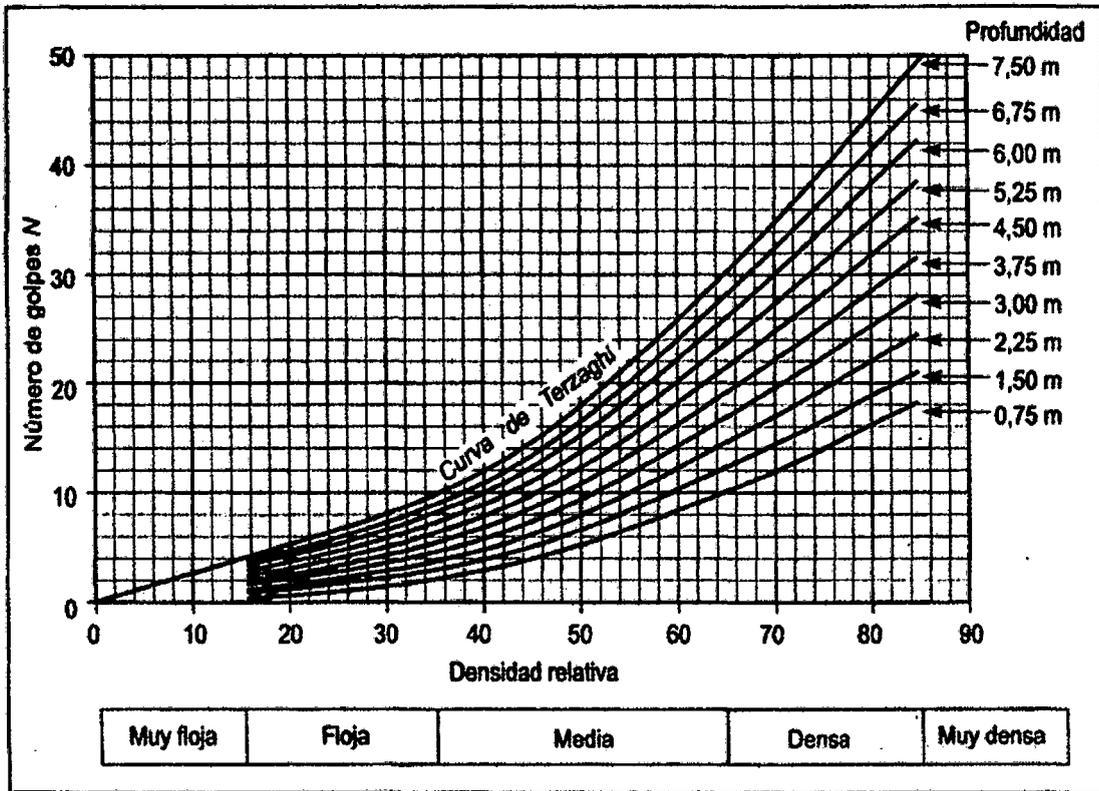
En todo caso sería naturalmente riesgoso e incluso peligroso, pretender deducir directamente  $q_u$  de  $N$  en una región donde no se hubiera realizado jamás ensayos previos comparativos. GRAUX. (1980), se puede ligar la resistencia a la compresión simple de arcillas con el valor de  $N$  por medio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

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

Con el ángulo de rozamiento en suelos granulares,  $\phi$ ; aplicable a partir de 2 m de profundidad (Figura 5).

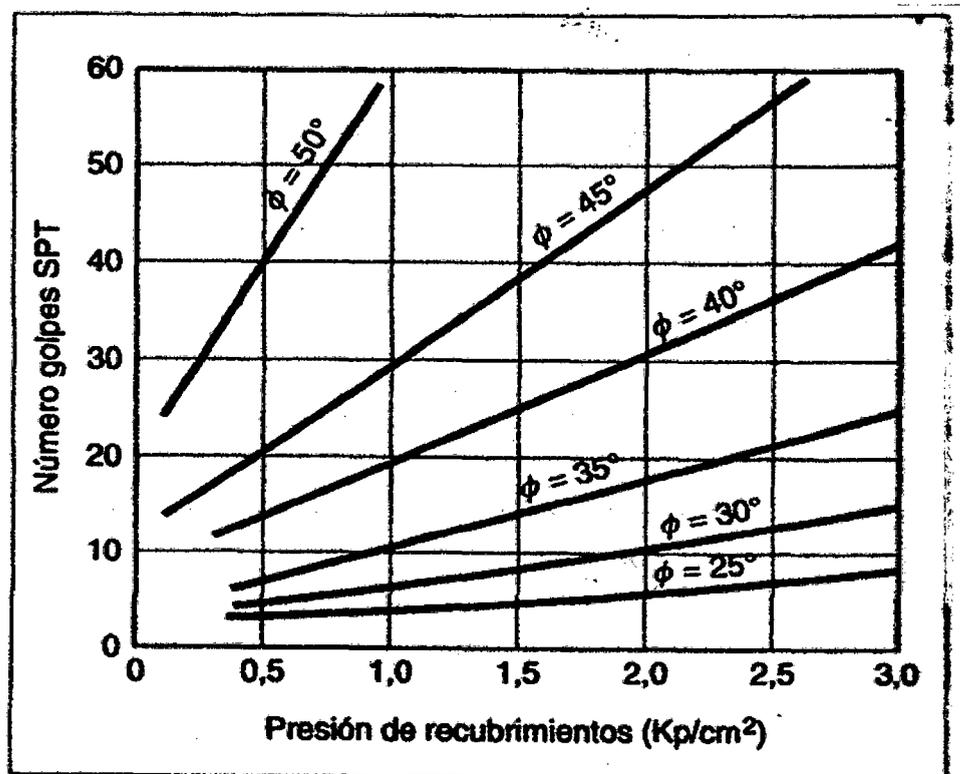
**FIGURA N° 4. Interpretación de datos SPT, teniendo en cuenta la profundidad (Thornburm 1963)**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERIA - EAPIC  
PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
PROVINCIA DE PIURA



Fuente: (Villalaz 1980).

FIGURA N° 5. Estimación del valor de  $\phi$  a partir del valor N en arenas



(De Mello 1971)

Fuente: (Villalaz 1980).

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
 CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
 PROVINCIA DE PIURA

**TABLA N° 6: TABLA DE VALORES PARA EL CÁLCULO DE  
 CAPACIDAD PORTANTE PARA ARCILLAS**

Arcilla			f ángulo rozamiento interno (°)	E kg/cm <sup>2</sup>	I <sub>c</sub> índice consistencia	q <sub>a</sub>	q <sub>a</sub>	q <sub>a</sub>	q <sub>a</sub>	Ref: "Geotecnia y cimientos III" pág. 91	
N	q <sub>s</sub> kg/cm <sup>2</sup>	Descripción: Consistencia				cuadrada	continua	cuadrada	continua	E	k30
<2	<0.25	muy blanda	0	3	<0	<0.92	<0.71	<0.3	<0.22	<15	<0.65
2-4	0.25-0.50	blanda	0-2	30	0-0.25	0.92-1.85	0.71-1.42	0.30-0.60	0.22-0.45	15-30	0.65-1.30
4-8	0.50-1.00	media	2-4	45-90	0.25-0.50	1.85-3.70	1.42-2.85	0.60-1.20	0.45-0.90	30-60	1.30-2.50
8-15	1.00-2.00	compacta	4-6	90-200	0.50-1.00	3.70-7.40	2.85-5.70	1.20-2.40	0.90-1.80	60-90	2.50-4.00
15-30	2.00-4.00	muy compacta	6-12	>200	LP>H>LR (I <sub>c</sub> >1)	7.40-14.80	5.70-11.40	2.40-4.80	1.80-3.60	90-180	4.00-8.00
>30	>4.00	dura	>14	>200	H<LR (I <sub>c</sub> >>1)	>14.80	>11.40	>4.80	>3.60	180-480	8.00-21.00
	LR: límite de retracción		LP: límite plástico	H: humedad							

Fuente: "Mecánica de suelos y cimentaciones, Carlos Villalaz"

**TABLA N° 7: TABLA DE VALORES PARA EL CÁLCULO DE  
 CAPACIDAD PORTANTE PARA ARENAS**

Arena N	Compacidad relativa Cr (%)	Descripción: Densidad relativa	f ángulo rozamiento interno (°)	E kg/cm <sup>2</sup>	I <sub>d</sub> índice densidad	Losa	Zapata
						q <sub>a</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	q <sub>a</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
0-4	0-15	muy floja	28	100	0-0.15	Requieren	Requieren
5-10	16-35	floja	28-30	100-250	0.15-0.33	compactación	compactación
11-30	36-65	media	30-36	250-500	0.33-0.67	0.7-2.5	0.35-1.25
31-50	66-85	densa	36-41	500-1000	0.67-0.85	2.5-4.5	1.25-2.25
>50	86-100	muy densa	>41	>1000	0.85-1	>4.5	>2.25

Fuente: "Mecánica de suelos y cimentaciones, Carlos Villalaz"

**FIGURA N° 6: TABLA DE RELACION ENTRE  $\phi$  Y Cr**

<b>Relación entre <math>\phi</math> y Cr (Meyerhof):</b>	
<b>Suelos granulares con más de 5% de arena fina y limo:</b>	$\phi=25+0.15Cr$
<b>Suelos granulares con menos de 5% de arena fina y limo:</b>	$\phi=30+0.15Cr$

Fuente: "Geotecnia y cimentaciones III"

**TABLA N° 8: TABLA DE MODULO DE POISSON**

LEYENDA	MODULO DE POISSON	
S	ARCILLA SATURADA	0.45
NS	NO SATURADA	0.2
AA	ARCILLA ARENOSA	0.25
LI	LIMOS	0.325
AD	ARENA DENSA	0.3
AG	ARENA DE GRANO GRUESO	0.15
AF	ARENA DE GRANO FINO	0.25
R	ROCA	0.25
L	LOEES	0.2
H	HIELO	0.36
C	CONCRETO	0.15

Fuente: "Geotecnia y cimentaciones III"

En pruebas de penetración estándar, SPT y suelos sin cohesión, y consideran el valor de N a una presión de de sobrecarga efectiva de 10T/m2 como estándar el factor de corrección CN que hay que aplicar a los valores de campo N para otras presiones diferentes esta dado aproximadamente por:

$$C_N = 0.77 \cdot \log_{10} \frac{200}{P}$$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
 CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
 PROVINCIA DE PIURA

---

P: presión vertical efectiva por sobrecarga en T/m<sup>3</sup> a la profundidad D de la prueba de penetración N Ecuación Valida

<p><b>Terzaghi:</b></p> $\sigma_a = \frac{N}{8}$ <p><math>B \leq 1.30m</math></p> $\sigma_a = N \cdot \left(1 + \frac{1}{3.3 \cdot B}\right)^2 \cdot \frac{1}{12}$ <p><math>B &gt; 1.30m</math></p> <p>Asiento máximo 2.54cm</p>	<p><b>Corrección arena fina:</b></p> $N = 15 + 0.5 \cdot (N - 15)$	<p><b>Corrección según profundidad del nivel freático:</b></p> $C_w = \frac{1}{2} \cdot \left(1 + \frac{D_w}{D + B}\right)$
<p><b>Fórmula abreviada de Terzaghi (condicion es sin drenaje) con factor de corrección según la forma de la cimentación:</b></p> $q_{adm} = \gamma_h \cdot D + \frac{5.14 \cdot S_c \cdot C_u}{F}$ <p>Siendo <math>S_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}</math></p> <p>Si la zapata es cuadrada (circular) <math>B = L</math></p> <p>para <math>S_c = 1.2</math> y <math>F = 1.2</math></p> $q_{adm} = \gamma_h \cdot D + \frac{6.17 \cdot C_u}{F}$ <p>Si <math>L</math> tiende a infinito (zapatas continuas) <math>S_c = 1</math> y:</p> $q_{adm} = \gamma_h \cdot D + \frac{5.14 \cdot C_u}{F}$	<p><b>Corrección MRG:</b></p> $N = 0,6 \cdot N_{MRG}$	<p><b>Módulo de formación:</b></p> <p><b>Cohesivos:</b></p> $E = 130 \cdot C_u$ $E = 6 \cdot N_{SPT}$ <p><b>Granulares:</b></p> $E = 8 \cdot N_{SPT}$
<p>Fuente: "Mecánica de suelos y cimentaciones, Carlos Villalaz"</p>	<p><math>C_u = \frac{Q_u}{2}</math></p> <p><b>Kips square feet:</b></p> $C_u = N \cdot 0,12$ <p><b>kg/cm<sup>2</sup>:</b></p> $C_u = N \cdot 0.12 \cdot 0,4882428 =$ $= N \cdot 0,058589136 \approx N \cdot 0,06$	

**TABLA Nº 9: TABLA DE VALORES DE FORMA DE ZAPATA ( $I_f$ )**

FORMA DE LA ZAPATA	VALORES DE $I_f$ (cm/m)			
	CIMIENTO FLEXIBLE		Rígida	
Ubicación	Centro	Esquina		Medio
Rect. L/B=2	153	77	130	120
L/B=5	210	105	183	170
L/B=10	254	127	225	210
Cuadrada	112	56	95	82

### FORMULA GENERAL DE ASENTAMIENTOS

Los asentamientos se determinan en base a la teoría de la elasticidad (Lambe y Whitman), con la siguiente relación:

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

- $S_i$ :** Asentamientos                      Cm
- $q$ :** carga Admisible                      kg/cm<sup>2</sup>
- $E$ :** Módulo de elasticidad              kg/cm<sup>2</sup>
- $I_f$ :** Modulo deforma de zapata              cm/m
- $B$ :** Ancho de zapata                      M
- $\mu$ :** Módulo de poisson                      adimencional

## **ENSAYOS DE LABORATORIO**

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

Los ensayos de laboratorio se pueden clasificar en:

### **ENSAYOS GENERALES.**

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

Son los siguientes:

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

### **CONTENIDO DE HUMEDAD.**

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

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

Se calcula con la siguiente fórmula:

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

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

Donde:

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

### **PESO ESPECÍFICO**

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

### **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

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

Si el material es granular, los porcentajes de piedra, grava y arena se pueden determinar fácilmente mediante el empleo de tamices; pudiéndose hacerse en seco, como por lavado, dependiendo del grado de cohesión del suelo. Si el suelo contiene un porcentaje apreciable de material fino (limo arcillo), que pasa el tamiz N° 200 (0.074 mm); el análisis granulométrico se basa, generalmente, en el principio de sedimentación; siendo el método hidrométrico (Norma ASTM –D-422), el más

reconocido y usado. Sin embargo existe otro método: Método de Sifoneado, basado también en el principio de sedimentación, expresados por la ley de Stokes; con el que se obtienen, con un mínimo de equipo resultados prácticamente iguales a los que se logran con el método estándar.

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

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

### **LÍMITES DE CONSISTENCIA**

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

#### **LÍMITE LÍQUIDO (LL)**

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

### LIMITE PLÁSTICO (LP)

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

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

### INDICE DE PLASTICIDAD (IP)

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

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

El Reglamento Nacional de Construcciones recomienda lo siguiente:

IP < 20 corresponde generalmente a limos

IP > 20 corresponde generalmente a arcillas

**TABLA N° 10: CARACTERÍSTICAS DE SUELOS SEGÚN SUS ÍNDICES  
DE PLASTICIDAD**

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

Fuente: Gonzales de Vallejo- 2003

### **COEFICIENTE DE POISSON**

El coeficiente de Poisson (denotado mediante la letra griega  $\nu$ ), es una constante elástica que proporciona una medida del estrechamiento de sección de un prisma de material elástico lineal e isótropo cuando se estira longitudinalmente y se adelgaza en las direcciones perpendiculares a la de estiramiento. El nombre de dicho coeficiente se le dio en honor al físico francés Simeon Poisson.

### **COEFICIENTE DE ELASTICIDAD**

El módulo de Young o módulo de elasticidad longitudinal es un parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico, según la dirección en la que se aplica una fuerza. Este comportamiento fue observado y estudiado por el científico inglés Thomas Young.

Para un material elástico lineal e isótropo, el módulo de young tiene el mismo valor para una tracción que para una compresión, siendo una constante independiente del esfuerzo siempre que no exceda de un valor máximo denominado límite elástico, y es siempre mayor que cero: si se tracción a una barra, aumenta de longitud.

Tanto el módulo de Young como el límite elástico son distintos para los diversos materiales. El módulo de elasticidad es una constante elástica que, al igual que el límite elástico, puede encontrarse empíricamente mediante ensayo de tracción del material. Además de este módulo de elasticidad longitudinal, puede definirse el módulo de elasticidad transversal de un material.

## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

**TABLA N° 11: CLASIFICACIÓN SUCS**

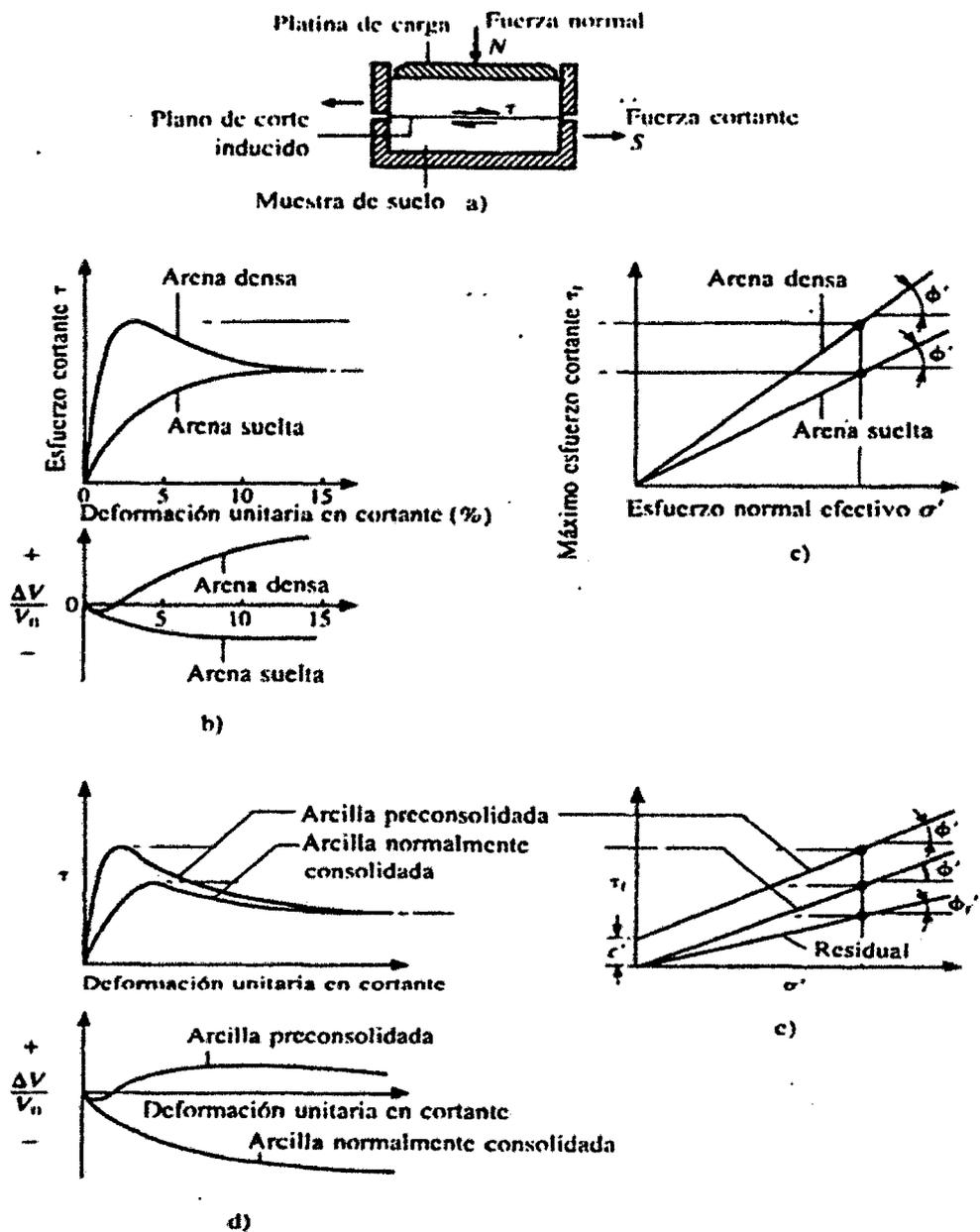
SUB SUELO DEL GRUPO	DESCRIPCIÓN
GW	Gravas bien graduadas mezclas de gravas y arenas con pocos finos o sin ellos
GP	Gravas mal graduadas mezclas de arena con pocos finos o sin ellos
GM	Gravas limosas mezclas mal graduadas de grava arena y limo
GC	Gravas arcillosas mezclas mal graduadas de grava arena y arcillas
SW	Arenas bien gradudas, arenas con grava, con pocos finos o sin ellos
SP	Arenas mal gradudas, arenas con grava, con pocos finos o sin ellos
SM	Arenas limosas mezclas de arena y limos mal graduadas
SC	Arenas arcillosas, mezclas mal graduadas de arena y arcilla
ML	Limos inorgánicos y arenas muy finos polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas con ligera plasticidad
CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras
OL	Limos inorgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad
MH	Limos inorgánicos suelos limosos o arenosos, limos micaceos o con diatomeas, limos elásticos
CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad elevada, arcillas gravas
OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta
PT	Turba y otros suelos altamente orgánicos

### **ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

Esta prueba es conveniente para la determinación relativamente rápida de las propiedades de resistencia consolidada debido a que las trayectorias de drenaje a través del espécimen son cortas, en consecuencia permiten que el exceso de la presión de poros sea disipado más rápidamente que con otras pruebas de resistencia drenada.

La figura 6 muestra los principales detalles del aparato de corte directo, en el cual el espécimen de suelo se introduce en un molde dividido horizontalmente en dos mitades. Se aplica luego a la muestra una fuerza norma  $/N$  mediante una placa de carga, y, luego de fijar la mitad superior del molde, se corta la muestra en un plano horizontal mediante la aplicación de una fuerza cortante  $S$ . El movimiento vertical de la muestra durante el corte se mide por medio de un deformímetro que se apoya sobre la placa superior.

**FIGURA N° 7: Detalles del Ensayo Corte Directo**



Fuente: (Villalaz 1980).

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

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

La figura 2b muestra las relaciones típicas esfuerzo-deformación unitaria – cambio de volumen que se obtienen con arenas, sueltas y densas. Para las arenas sueltas el volumen disminuye durante el corte, ya que las partículas en el plano de falla se desplazan formando un arreglo más denso. Para grandes deformaciones cortantes del orden del 20%, la muestra se cizalla a volumen constante con un valor constante de esfuerzo cortante. Para estas grandes deformaciones la tendencia al aumento de volumen por algunas partículas que se mueven hacia arriba se anula con partículas adyacentes que se desplazan hacia los vacíos creados, dando como resultado un cambio de volumen neto nulo. En estas condiciones se dice que la muestra se encuentra en estado de relación de vacíos crítica o en estado de relación de vacíos constante. En una arena densa, la trabazón de los granos hace que se separen (es decir, se mueven hacia arriba montándose unos sobre otros) para que puedan producirse movimientos relativos o el corte entre los granos. Por tanto, la muestra se expande durante el corte; este fenómeno se denomina dilatación, cuyo movimiento se opone a la presión de confinamiento. En consecuencia, esfuerzo cortante pico se presenta en un valor particular de la deformación cortante unitaria en la cual la tasa de dilatación es máxima. Cuando se incrementa la deformación cortante unitaria, la tasa de dilatación disminuye, ya que la muestra alcanza un valor de relación de vacíos constante y los esfuerzos cortantes disminuyen, ya que la muestra alcanza un valor de relación de vacíos constante y los esfuerzos cortantes disminuyen hasta un valor residual. Para la misma presión de confinamiento, el esfuerzo cortante residual de una muestra densa es igual al esfuerzo cortante máximo de una muestra suelta. Los valores típicos de la deformación en la falla en arenas sueltas están alrededor de 12% al 16%; en las arenas densas este valor está alrededor de 2% al 4%.

El ángulo de fricción efectivo para un estado de densidad en particular se obtiene al graficar el valor máximo del esfuerzo cortante  $\tau$  en función del esfuerzo normal efectivo  $\sigma'$ . Para establecer la envolvente de falla se realizara diferentes ensayos con diferentes valores de precisión de confinamiento y se dibuja una línea recta desde el origen (ya que  $c'=0$  en los suelos granulares) pasando por los respectivos puntos; la pendiente de esta línea se designa con  $\phi'$ : en la tabla 1.1 se presenta valores típicos de  $\phi'$  para suelos granulares.

**TABLA N° 12: VALORES DE  $\Phi$  PARA SUELOS GRANULARES**

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

Fuente: Terzaghi y Peck, 1967

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

Muestra la forma de la relación esfuerzo - deformación unitaria cambio de volumen que se obtiene en ensayos drenados como arcillas normalmente consolidadas y preconsolidadas. Para las arcillas normalmente consolidadas, la disminución del

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

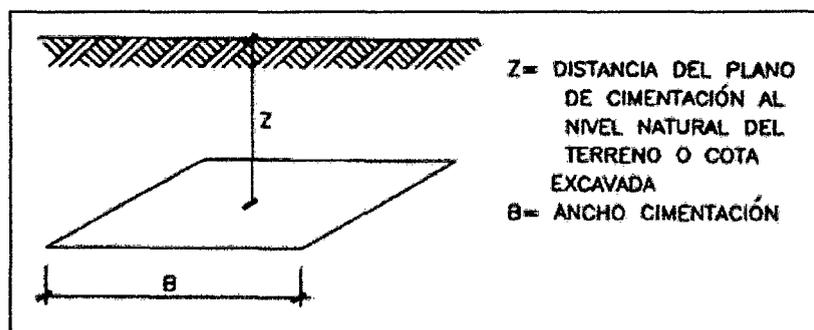
Para establecer el estado residual se necesitan de formaciones cortantes muy grandes que no pueden alcanzarse con el simple desplazamiento del molde de corte. Algunas veces para obtener el desplazamiento necesario debe invertirse de manera repetida de dirección de corte, pero ello distorsiona el alineamiento de las partículas y no se logra el verdadero valor para el estado mínimo. El problema puede resolverse utilizando el aparato de corte simple tipo anular (ring shear) (Bishop et al, 1971) en el cual se prueba aún espécimen de suelo de forma anular en un anillo partido horizontalmente en su plano medio, lo cual permite que la mitad inferior de la muestra sea cizallada continuamente en una dirección sobre la mitad superior fija, sin cambio en el área de contacto entre las dos caras

Muestra la forma de las envolventes de falla que por lo general se obtiene en el ensayo de corte directo con muestras drenadas de arcillas normalmente consolidadas y preconsolidadas. Las arcillas preconsolidadas se caracterizan por tener un intercepto en el eje vertical  $\tau$  que define el valor de  $c'$  del suelo. Este valor a menudo está en el rango de 5 a 30 kN/m<sup>2</sup>. Para arcillas fisuradas existe la evidencia de que la  $c'$  medida en laboratorio, en el campo tiende a cero con el

tiempo. Para arcillas normalmente consolidadas  $c'=0$ , y la envolvente de falla pasa entonces por el origen. El valor de  $\phi'$  no es afectado de manera sustancial por la preconsolidación, y por lo general está en el rango de  $30^\circ$  a  $20^\circ$ , y disminuye cuando el índice de plasticidad aumenta. El ángulo de fricción efectivo residual  $\phi'$  puede ser tan bajo como  $9^\circ$  para las arcillas de índice de plasticidad alto y controla la estabilidad de terraplenes y taludes realizados en suelos que han sufrido previamente una falla por corte en un tiempo geológico pasado. Para depósitos de arcilla que tienen una orientación aleatoria de la fisuras, la masa presenta un valor promedio de  $\phi'$  intermedio entre el valor pico de la arcilla intacta y el valor residual en el plano de las fisuras (Skempton, 1964).

### CIMENTACIONES

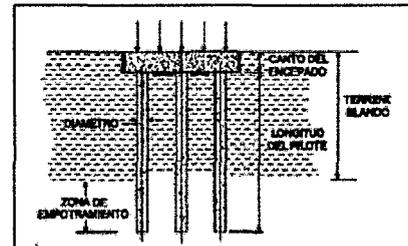
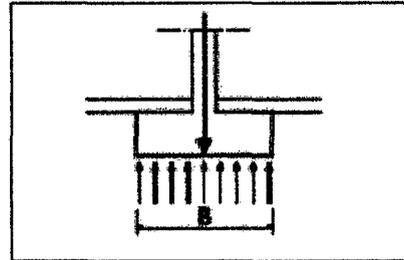
Según la relación entre el ancho del cimiento y la profundidad del plano de apoyo. No ha estado claramente delimitada, dependiendo hasta ahora del autor.



## TIPOS DE CIMENTACIONES

### Cimentaciones directas

- Definiciones y tipologías
- Análisis y dimensionado
- Presión admisible y de hundimiento
- Asiento de las cimentaciones directas
- Condiciones constructivas
- Control Cimentaciones profundas
- Definiciones y tipologías
- Acciones a considerar
- Análisis y dimensionado
- Condiciones constructivas y de control



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

## REQUERIMIENTOS DE UNA CIMENTACIÓN

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

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

### 3.2. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

**GEOTECNIA:** La ingeniería geotécnica es la rama de la ingeniería civil que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas, hidráulicas e ingenieriles de los materiales provenientes de la Tierra. Los ingenieros geotécnicos investigan el suelo y las rocas por debajo de la superficie para determinar sus propiedades y diseñar las cimentaciones para estructuras tales como edificios, puentes, centrales hidroeléctricas, etc. (Terzaghi 1975).

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

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

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

**CAPACIDAD PORTANTE:** En cimentaciones se denomina capacidad portante a la capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él. Técnicamente la capacidad portante es la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el

terreno tal que no se produzcan un fallo por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo. Por tanto la capacidad portante admisible debe estar basada en uno de los siguientes criterios funcionales:

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

### **PARÁMETROS DEL SUB SUELO**

**Modulo de reacción del suelo.** El modulo de reacción (K) de un suelo (en estado natural, subrasante, sub- base o base), conocido en algunos lugares como coeficiente de balastro, es una característica de resistencia que se considera constante, lo que implica elasticidad del suelo, lo que implica elasticidad del suelo. Su valor numérico depende de la textura, compacidad, humedad y otros factores que afectan la resistencia del suelo. Las pruebas han demostrado que el modulo de reacción de los suelos varía con el área cargada y con la cantidad de asentamiento.

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

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

- Granulometría

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

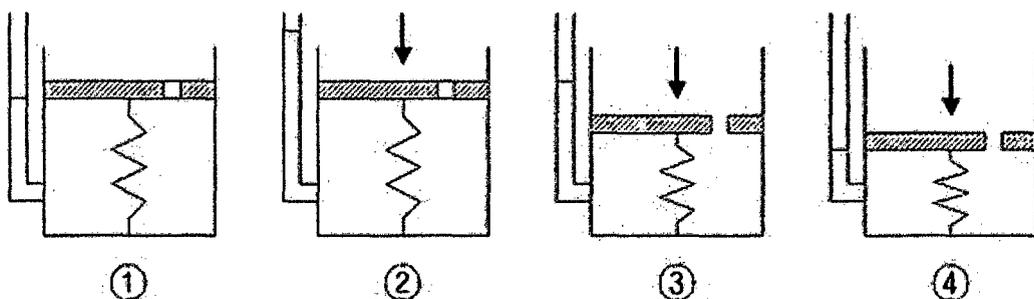
La influencia de cada uno de estos factores y de su conjunto sobre la compresibilidad puede ser simulada de forma didáctica por el Modelo Analógico de Terzaghi.

#### Consolidación $C_v$ :

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

#### Análisis de consolidación - Analogía del muelle

El proceso de consolidación suele ser explicado con el modelo idealizado de un sistema compuesto por un muelle, un cilindro con un agujero y relleno de agua. En este sistema el muelle representa la compresibilidad o la estructura propia del suelo, y el agua es el fluido que se encuentra en los vacíos entre los poros.



La consolidación primaria se puede asemejar al mecanismo de un émbolo relleno de agua y sin salida.

1. El cilindro está completamente lleno de agua, y el agujero está cerrado (Suelo saturado)
2. Una carga es aplicada sobre el muelle mientras el orificio sigue cerrado. En esta etapa, el agua resiste la carga aplicada. (Desarrollo de presiones excesivas en los poros de agua)
3. Cuando se abre el orificio, el agua comienza a drenar y el muelle se acorta. (Drenaje excesivo de los poros de agua)
4. Después de cierto tiempo, el drenaje de agua termina. Ahora el muelle resiste por sí solo la carga aplicada. (Total disipación del exceso de presión de agua en los poros. Fin de la consolidación).

### **Consolidación primaria**

Este método asume que la consolidación ocurre en una sola dimensión. Los datos de laboratorio utilizados han permitido construir una interpolación entre la deformación o el índice de vacíos y la tensión efectiva en una escala logarítmica. La pendiente de la interpolación es el índice de compresión. La ecuación para el asiento de consolidación de un suelo normalmente consolidado puede ser determinada entonces como:

$$\delta_c = \frac{C_c}{1 + e_0} H \log \left( \frac{\sigma'_{zf}}{\sigma'_{z0}} \right)$$

Dónde:

- $\delta_c$  es el asiento debido a la consolidación
- $C_c$  es el índice de compresión
- $e_0$  es el índice de vacíos inicial
- $H$  es la altura de suelo consolidable

- $\sigma_{zf}$  es la tensión vertical final
- $\sigma_{z0}$  es la tensión vertical inicial

$C_c$  puede ser reemplazada por  $C_r$  (índice de recompresión) para usar en suelos sobre consolidados donde la tensión final efectiva es menor que la tensión de preconsolidación, o lo que es lo mismo, para suelos que hubieran sido consolidados con más intensidad en el pasado. Cuando la tensión final efectiva sea mayor que la tensión de preconsolidación, las dos ecuaciones deben ser usadas en combinación de un modelo conjunto como sigue:

$$\delta_c = \frac{C_r}{1 + e_0} H \log \left( \frac{\sigma'_{zc}}{\sigma'_{z0}} \right) + \frac{C_c}{1 + e_0} H \log \left( \frac{\sigma'_{zf}}{\sigma'_{zc}} \right)$$

Donde  $\sigma_{zc}$  es la tensión de preconsolidación del suelo.

#### Consolidación secundaria

La consolidación secundaria tiene lugar después de la consolidación primaria a consecuencia de procesos más complejos que el simple flujo de agua como pueden ser la reptación, la viscosidad, la materia orgánica, la fluencia o el agua unida mediante enlace químico algunas arcillas. En arenas el asiento secundario es imperceptible pero puede llegar a ser muy importante para otros materiales como la turba.

La consolidación secundaria se puede aproximar mediante la siguiente fórmula:

$$S_s = \frac{H_0}{1 + e_0} C_a \log \left( \frac{t}{t_{90}} \right)$$

Dónde

- $H_0$  es la altura de consolidación media
- $e_0$  es el índice inicial de vacíos
- $C_a$  es el índice secundario de compresión

#### Dependencia del tiempo

Dependiendo del material la consolidación puede variar entre un proceso en segundos (como la arena) o un proceso que dure décadas como la arcilla debido a la diferencia de conductividad hidráulica. A partir de la diferencia en el tiempo de la consolidación, podemos hablar de consolidación primaria (duración de meses o unos pocos años) y consolidación secundaria (décadas o cientos de años).

#### **ENSAYO SPT**

El Ensayo de Penetración Estándar (SPT), consiste en la introducción en el fondo de un sondeo geotécnico de una toma muestras normalizado unido a un tren de varillas, mediante el golpeo en la cabeza de ellas con una maza de 63,5 kg de masa, cayendo desde una altura de 76 cm. El golpeo se contabiliza en tres tramos de 15 cm de avance cada uno, denominándose valor N a la suma de los valores segundo y tercero. Este ensayo es uno de los más antiguos en geotecnia, y su uso universal y durante décadas, en todo tipo de terrenos, ha permitido establecer numerosas correlaciones con otros parámetros geotécnicos, así como la difusión de fórmulas empíricas para cálculos directos de capacidad portante y asentamientos, entre otros. (Foundation Engineering, G.A. Leonards).

#### **ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

Esta prueba es conveniente para la determinación relativamente rápida de las propiedades de resistencia consolidada debido a que las trayectorias de drenaje a través del espécimen son cortas, en consecuencia permiten que el exceso de la presión de poros sea disipado más rápidamente que con otras pruebas de resistencia drenada.

## **GEOLOGIA**

**Geología:** Es el nombre que se da a la amplia esfera de la investigación científica que estudia la composición y la disposición de la corteza terrestre.

Cada una de las ramas de la ingeniería civil se relaciona, en alguna forma, con la superficie de la tierra, ya que las obras diseñadas por el ingeniero civil están soportadas o localizadas sobre una parte de la corteza terrestre.

La información geológica en la ingeniería civil, nos permite:

- Proveer posibles alteraciones en el proyecto debido a las variaciones encontradas en las condiciones superficiales.
- Proporcionar información relativa a los materiales de construcción disponibles.
- Elegir el método de construcción.
- Y con respecto a los costos, proveer la medida y el pago de excavación.

## CAPITULO IV

### RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS

#### 4.1. RECURSOS

##### 4.1.1. MATERIALES Y HERRAMIENTAS PARA LA RECOLECCION DE MUESTRAS.

- 01 libreta de campo.
- 01 Picota.
- 01 Pico.
- 01 Pala.
- 01 Barreta.
- Bolsas de polietileno.
- Sacos de polietileno.
- Etiquetas y lapicero.
- Espátula.
- Estacas
- Clavos
- Yeso

##### 4.1.2. MATERIAL Y EQUIPO DE GABINETE

- Computadoras.
- Impresoras.
- Calculadoras.
- Papel bond A4 (80 g).
- Papel periódico.
- Útiles de dibujo y escritorio
- GPS de 12 Satélites
- Altimetro

#### **4.1.3. EQUIPO DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

- Juego Taras.
- Juego de tamices.
- Mortero.
- Copa de casa grande.
- Espátula.
- Balanzas Electrónicas.
- Equipo de SPT
- Equipo de Corte Directo

#### **4.1.4. SERVICIOS**

- Transporte.
- Típeo e impresión.
- Fotostáticas.
- Empastados.
- Fotografías.
- Ploteo.

### **4.2. RECURSOS HUMANOS**

#### **4.2.1. EJECUTOR DEL PROYECTO PROFESIONAL**

Bach. Irving Roybert Fernández Gálvez

#### **4.2.2. ASESOR DEL PROYECTO PROFESIONAL**

Msc. Ing. Wilfredo Fernández Muñoz.

#### **4.2.3. COLABORADORES**

- Los Moradores de la zona en estudio
- Docentes y Personal Administrativo de la Facultad de Ingeniería

#### **4.2.4. FINANCIAMIENTO**

- Recursos propios

## **CAPITULO V**

### **METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO**

#### **5.1. ESTUDIO DEL TRASO DEFINITIVO**

##### **5.1.1 RECONOCIMIENTO DE LA ZONA EN ESTUDIOS.**

Se realizó el reconocimiento de la zona con ayuda del GPS y Altimetro tomando las coordenadas del Punto Inicial N. 9428739.137 E. 533336.416 H. 42.048m.s.n.m. Punto Final N. 9428755.241 E. 533332.640, H. 42.102m.s.n.m donde se fueron apuntando y señalando el lugar del proyecto.

#### **5.2. GEOTECNIA**

##### **5.2.1. MECANICA DE SUELOS**

###### **GENERALIDADES**

Fundamentalmente el presente estudio prioriza los parámetros y lineamientos necesarios para ejecutar las obras de Construcción eléctricas con la finalidad de cumplir con el objetivo

##### **5.2.2. CONTENIDO DEL INFORME**

El Presente estudio, corresponde al Proyecto “ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA”

En este informe se detalla la descripción de la evaluación Geotécnica de acuerdo con la metodología descrita en el Protocolo de la Escuela Académico

Profesional de Ingeniería Civil , de La facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, comprende los trabajos ejecutados en campo y en laboratorio, los registros de suelos referentes a las calicatas investigadas, los perfiles estratigráficos longitudinales en las exploraciones geotécnicas con su respectiva evaluación que nos permitirá determinar los parámetros geotécnicos del terreno de fundación, así como también sus propiedades de resistencia física mecánica de los suelos, sus propiedades de resistencia y deformación la agresividad química de sus componentes las conclusiones y recomendaciones generales para la ejecución del Proyecto.

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

Para el siguiente estudio se ha realizado el programa siguiente.

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

### 5.2.3. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO

Políticamente el proyecto se encuentra ubicado en el Distrito de Piura, Provincia Piura, Departamento Piura.

### 5.2.4. CLIMA

#### **Climatología.**

Pertenece al Desierto Super árido – Premontano Tropical (ds-PT) , existen ocho estaciones climatológicas, la biotemperatura media anual máximo es de 24°C (Piura) el promedio máximo de precipitación total por año es de 56m esta última estación , no obstante ofrece un dato pluviométrico por debajo del máximo para esta zona de vida.

Su relieve varía de plano a ondulado, inclinado a empinado, los suelos son generalmente profundos de textura variables y acumulan calcio y yeso (Yermosoles y Xercosoles) donde dominan las arenas profundas apareciendo los Rebosoles y cuando los suelos son someros predominan materiales fragmentados y rocosos.

La Vegetación es un tanto más abundante que en las zonas de vida del desierto desecado – Premontano Tropical o en el desierto Desecado Sub tropical. Aparecen arbustos Xerófilos, como gramíneas efímeras, en aquellos lugares un tanto más húmedos, propios de las vegas y lechos de los ríos secos o al lado de las riveras de los valles aluviales irrigados: así se tiene el algarrobo, zapote y faique de los géneros (Prosopis, Capparis y Accasia, respectivamente), caña grava (Gynerium sagittatum), pajar bobo (Tessaria integrifolia) y chilca (Baccharis sp.) entre los más importantes.

**Árboles.**-Schinus molle (molle), Acacia (hualango), Caesalpinia (tara), Entre otros.

**Suculentas.-** Las que se encuentran asociadas con este estrato, se encuentran también bromeliácea epifitas del genero Tillandsia (achupalla) y las cactáceas de los géneros Spostoa y Opuntia. Penca azul, cabuya, maguey o México (Agave americana).etc.

En el área agrícola de costa desarrolla una variada flora cultivada, en la cual predominan cultivos de caña de azúcar, algodón, maíz y camote; también hay espárragos, hortalizas, plátano, entre otros.

### **5.3. INVESTIGACIONES DE CAMPO**

#### **5.3.1. TRABAJOS DE CAMPO.**

##### **5.3.1.1. CALICATAS.**

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

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

##### **5.3.1.2. ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR SPT.**

Para este ensayo se ha realizado 05 ensayos Especiales de SPT

El procedimiento del Ensayo de Penetración Estándar está indicado en la norma ASTM D-1586. Este ensayo consiste en hincar en el terreno un muestreador de caña partida, cuyo extremo inferior está unido a un anillo cortante (zapata) y el superior a una válvula y pieza de conexión a la línea (tubería) de perforación. El muestreador tiene un diámetro externo de 51 mm y un diámetro interno de 35 mm. Para la penetración se utiliza la energía de un martillo de 63.5 Kg. de peso que cae libremente de una altura de 760 mm. El ensayo de penetración estándar,

siendo usados para la determinación de las propiedades y su respectiva clasificación cuyas características principales se resumen en las siguientes tablas.

#### 5.3.1.3. MUESTRAS DISTURBADAS.

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

#### 5.3.1.4. MUESTREO INALTERADO.

Se realizó 5 ensayos de Corte Directo.

#### 5.3.1.5. REGISTRO DE EXCAVACIONES.

Paralelamente al muestreo, se realizó el registro de cada una de las calicatas, anotándose las principales características, se muestra en la siguiente tabla:

**TABLA N° 13: REGISTRO DE EXCAVACIONES**

N°	PROFUNDIDAD (m)	NAPA FREÁTICA	COORDENADAS UTM	
			NORTE	ESTE
C – 1	3.00 m.	NP	9428739.137	533,327.261
C – 2	3.00 m.	NP	9428743.597	533,336.416
C – 3	3.00 m.	NP	9428752.860	533,339.685
C – 4	3.00 m.	NP	9428762.863	533,334.784
C – 5	3.00 m.	NP	9428755.241	533,332.640

Fuente: Elaboración Propia

**TABLA N° 14: REGISTRO DE EXCAVACIONES SPT**

ENSAYO DE SPT	PROFUNDIDAD (m)	NAPA FREÁTICA (m)	COORDENADAS UTM	
			NORTE	ESTE
SPT 1	10	NP	9428737.247	533326.222
SPT 2	10	NP	9428741.986	533337.324
SPT 3	10	NP	9428753.554	533338.254
SPT4	10	NP	9428761.554	533333.561
SPT 5	10	NP	9428756.231	533331.763

Fuente: Elaboración Propia

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

#### **5.1.2 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 (SPT), 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):

Del mismo modo se obtuvo la densidad de campo y también se realizó una prueba de permeabilidad. No se encontró nivel freático en ninguna de las excavaciones. Dentro de los trabajos de campo, se ha realizado el Ensayo de

Permeabilidad en campo, verificándose que el suelo en la zona del Proyecto, presente una Permeabilidad Alta, tanto por su naturaleza, (suelo SM) así como por el alto contenido de sales solubles totales.

### 5.1.3 ENSAYOS ESTÁNDAR

- Análisis granulométrico : Norma ASTM-D422
- Límite Líquido : Norma ASTM-D423
- Límite Plástico : Norma ASTM-D424
- Humedad Natural : Norma ASTM-D2216
- Clasificación : Norma ASTM-D2487
- Corte Directo : Norma ASTM D-3080
- Ensayo de SPT : Norma ASTM D-1586
- Densidad de campo : Norma ASTM - D - 1556
- Análisis químicos (Cloruros, S.S.T. y Sulfatos).

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

### 5.1.4 CLASIFICACIÓN DE SUELOS.

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

Se muestran en la siguiente tabla.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
 CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
 PROVINCIA DE PIURA

**TABLA N° 15: 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)	0.30-3.00	0.30-3.00	0.30-3.00	0.30-3.00	0.30-3.00
% pasa Tamiz N° 3/8"	100	100	100	100	100
% pasa Tamiz N° 4	100	100	100	100	100
% pasa Tamiz N° 10	98.4	99	94.1	99.5	98.7
% pasa Tamiz N° 40	93.1	96.2	73.9	72.9	60.7
% pasa Tamiz N° 100	62.5	65.7	45.8	18.2	16.9
% pasa Tamiz N° 200	41.2	34.2	38.5	16.2	15.3
Limite Líquido.	17.99	17.88	17.80	18.11	18.01
Limite Plástico.	NP	NP	NP	NP	NP
Índice de Plasticidad	NP	NP	NP	NP	NP
Clasificación SUCS.	SM	SM	SM	SM	SM
<b>Clasificación AASTHO</b>	A-4(0)	A-2-4(0)	A-4(0)	A-2-4(0)	A-2-4(0)

Fuente: Elaboración Propia

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
 CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
 PROVINCIA DE PIURA

---

**TABLA N° 16: CLASIFICACIÓN DE SUELOS SPT**

CALICATA N°	SPT – 1		SPT-2		SPT-3	
	M – 1	M – 2	M – 1	M-2	M-1	M-2
Profundidad (m)	00-3.45	3.45-10.35	00-5.45	5.45-10.35	00-3.45	3.45– 10.35
% pasa Tamiz N° 3/8"	100	100	100	100	100	100
% pasa Tamiz N° 4	100	100	100	100	100	100
% pasa Tamiz N° 10	100	100	99.7	100	100	100
% pasa Tamiz N° 40	100	100	78.4	98.10	92.2	100
% pasa Tamiz N° 100	22.7	8.50	9.70	11.80	48.6	18.10
% pasa Tamiz N° 200	22.3	3.50	36.2	4.93	20.3	4.23
Limite Líquido.	21.38	18.14	17.86	NP	19.06	18.36
Limite Plástico.	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Índice de Plasticidad	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Clasificación SUCS.	SM	SP	SM	SP	SM	SP
<b>Clasificación AASTHO</b>	A-2-4(0)	A-3(0)	A-2-4(0)	A-3(0)	A-2-4(0)	A-3(0)

Fuente: Elaboración Propia

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
 CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
 PROVINCIA DE PIURA

CALICATA N°	SPT -4		SPT -5	
	M – 1	M – 2	M – 1	M-2
Muestras				
Profundidad (m)	00-4.45	4.45 -10.35	00 -5.45	5.45-10.35
% pasa Tamiz N° 3/8"	100	100	100	100
% pasa Tamiz N° 4	100	100	100	100
% pasa Tamiz N° 10	98.7	100	99.8	100
% pasa Tamiz N° 40	73.0	100	87.2	98.20
% pasa Tamiz N° 100	44.7	17.30	35.9	14.20
% pasa Tamiz N° 200	31.7	4.50	15.5	4.86
Limite Líquido.	20.34	20.48	NP	NP
Limite Plástico.	NP	NP	NP	NP
Índice de Plasticidad	NP	NP	NP	NP
Clasificación SUCS.	SM	SP	SM	SP
<b>Clasificación AASTHO</b>	A-2-4(0)	A-3(0)	A-2-4(0)	A-3(0)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
 CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
 PROVINCIA DE PIURA

**CARGA ADMISIBLE EN FUNCION DEL ENSAYO SPT-1 EN SUELOS ASTM-D1586**

Densidad, $\gamma_h$ :	1.60	Cohesivo y granular
Profundidad de desplante bajo la superficie, D:	2.1	
Factor de seguridad E	3	
Profundidad de la Napa Freatica:	0	Granular
Módulo de poisson $\mu$	0.3	
Arena fina bajo el nivel freático Si(s) o No (n):	N	
Corrección por profundidad en arenas Si(s) o No (n)	S	
Sismo M	7.5	
Altura de la arena H	10.45	

Forma de Zapata		Cuadrada			
Valores del Factor de forma IF (cm/m)		CENTRO	ESQUINA	MEDIO	
		112	56	82	
MUESTRA	Cohesivo/Granular	Tipo de ensayo	Prof. Inicial	Prof. Final	N <sub>30 SPT</sub>
1	G	SPT	1	1.45	19
2	G	SPT	2	2.45	34
3	G	SPT	3	3.45	39
4	G	SPT	4	4.45	48
5	G	SPT	5	5.45	49
6	G	SPT	6	6.45	50
7	G	SPT	7	7.45	45
8	G	SPT	8	8.45	43
9	G	SPT	9	9.45	rechazo
10	G	SPT	10	10.45	rechazo

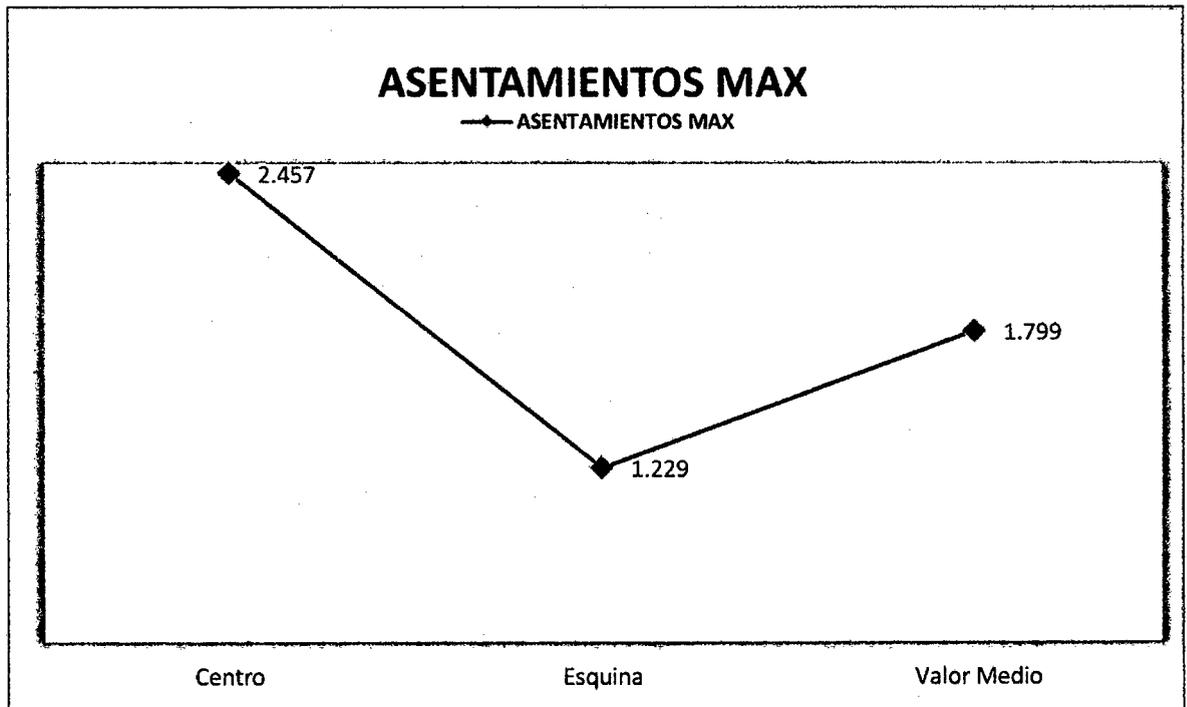
CARGA ADMISIBLE			E Kg/cm <sup>2</sup>	$\mu$	K Kg/cm <sup>3</sup>	Licuefacción
PROF. (m)	Cohesivo	Granular				
	3	4				
1.225		0.92	152.00	0.3	14	NO PRESENTA
2.225		2.21	366.43	0.3	21	
3.225		2.30	381.59	0.3	21	
4.225		2.62	434.97	0.3	21	
5.225		2.51	416.18	0.3	21	
6.225		2.42	401.25	0.3	21	
7.225		2.07	343.19	0.3	21	
8.225		1.89	313.03	0.3	21	
	Cw		351		20	
	0.50					

## ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

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

	B	Centro		Esquina		Valor Medio	
<i>S<sub>i</sub></i> =	4.00	2.457	cm	1.229	cm	1.799	cm
ANCHO DE CIMENTACION			B=	4.00			

ASENTAMIENTO MAXIMO =	2.457	cm
-----------------------	-------	----



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
 CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
 PROVINCIA DE PIURA

**CARGA ADMISIBLE EN FUNCION DEL ENSAYO SPT-2 EN SUELOS ASTM-D1586**

Densidad, $\gamma_h$ : <b>Profundidad de desplante bajo la superficie, D:</b> Factor de seguridad E Profundidad de la Napa Freática: Módulo de poisson $\mu$ Arena fina bajo el nivel freático Si(s) o No (n): Corrección por profundidad en arenas Si(s) o No (n) Sismo M Altura de la arena H	1.60	<b>Cohesivo y granular</b>
	2.1	
	3	<b>Cohesivo</b>
	0	<b>Granular</b>
	0.3	
	N	
	S	
	7.5	
	10.45	
<b>Forma de Zapata</b>	<b>Cuadrada</b>	
<b>Valores del Factor de forma IF (cm/m)</b>		
	<b>CENTRO</b>	<b>ESQUINA</b>
	112	56
		<b>MEDIO</b>
		82
<b>MUESTRA</b>	<b>Cohesivo/Granular</b>	<b>Tipo de ensayo</b>
		<b>Prof. Inicial</b>
		<b>Prof. Final</b>
		<b>N<sub>30</sub> SPT</b>
1	G	SPT
2	G	SPT
3	G	SPT
4	G	SPT
5	G	SPT
6	G	SPT
7	G	SPT
8	G	SPT
9	G	SPT
10	G	SPT
<b>CARGA ADMISIBLE</b>		
<b>PROF. (m)</b>	<b>Cohesivo</b>	<b>Granular</b>
	3	4
1.225		0.72
2.225		1.10
3.225		0.83
4.225		1.15
5.225		1.23
6.225		1.26
7.225		1.61
8.225		1.84
	<b>Cw</b>	
	0.50	202
		<b>K</b>
		<b>E</b>
		<b><math>\mu</math></b>
		<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>
		<b>Kg/cm<sup>3</sup></b>
		11
		17
		13
		18
		19
		19
		21
		21

### ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

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

<b>B</b>	<b>Centro</b>	<b>Esquina</b>
<b>4.00</b>	<b>2.457 cm</b>	<b>1.229</b>
<b>ANCHO DE CIMENTACION</b>		<b>B= 4.00</b>

<b>ASENTAMIENTO MAXIMO =</b>	<b>2.457</b>
------------------------------	--------------

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
PROVINCIA DE PIURA

**CARGA ADMISIBLE EN FUNCION DEL ENSAYO SPT-3 EN SUELOS  
ASTM-D1586**

Densidad, $\gamma_h$ :	1.60	Cohesivo y granular
Profundidad de desplante bajo la superficie, D:	2.1	
Factor de seguridad E	3	Cohesivo
Profundidad de la Napa Freática:	0	Granular
Módulo de poisson $\mu$	0.3	
Arena fina bajo el nivel freático Si(s) o No (n):	N	
Corrección por profundidad en arenas Si(s) o No (n)	S	
Sismo M	7.5	
Altura de la arena H	10.45	

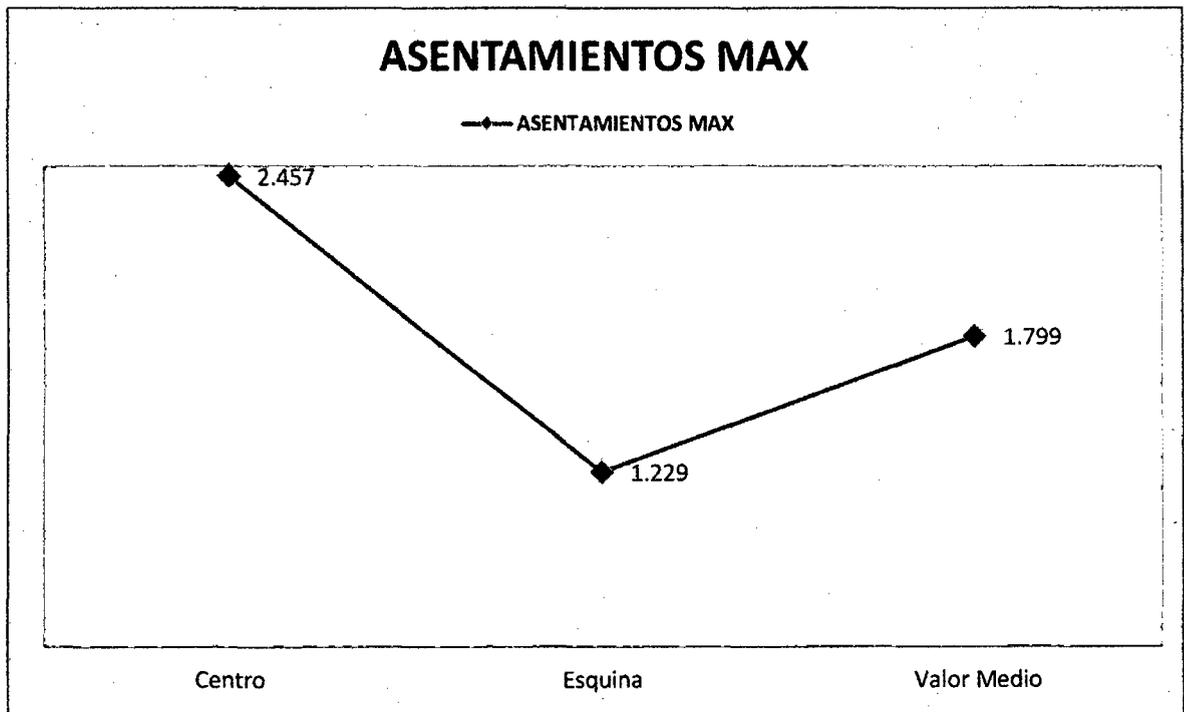
Forma de Zapata		Cuadrada				Licuefacción
Valores del Factor de forma IF (cm/m)		CENTRO	ESQUINA	MEDIO	N <sub>30 SPT</sub>	
		112	56	82		
MUESTRA	Cohesivo/Granular	Tipo de ensayo	Prof. Inicial	Prof. Final		
1	G	SPT	1	1.45		RECHAZO
2	G	SPT	2	2.45		53
3	G	SPT	3	3.45		12
4	G	SPT	4	4.45		35
5	G	SPT	5	5.45		48
6	G	SPT	6	6.45		40
7	G	SPT	7	7.45		RECHAZO
8	G	SPT	8	8.45		RECHAZO
9	G	SPT	9	9.45		RECHAZO
10	G	SPT	10	10.45		RECHAZO
CARGA ADMISIBLE						
PROF. (m)	Cohesivo	Granular	E Kg/cm <sup>2</sup>	$\mu$	K Kg/cm <sup>3</sup>	
	3	4				
1.225		RECHAZO	RECHAZO	0.3	RECHAZO	NO SE PRESENTA
2.225		3.44	571.20	0.3	21	
3.225		0.71	117.41	0.3	11	
4.225		1.91	317.17	0.3	21	
5.225		2.46	407.69	0.3	21	
6.225		1.93	321.00	0.3	21	
		Cw	347		19	
		0.50				

### ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

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

	B	Centro		Esquina		Valor Medio
<i>S<sub>i</sub></i> =	4.00	2.457 cm		1.229 cm		1.799 cm
ANCHO DE CIMENTACION		B=	4			

ASENTAMIENTO MAXIMO =	2.457 cm
-----------------------	----------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
 CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
 PROVINCIA DE PIURA

**CARGA ADMISIBLE EN FUNCION DEL ENSAYO SPT-4 EN SUELOS ASTM-D1586**

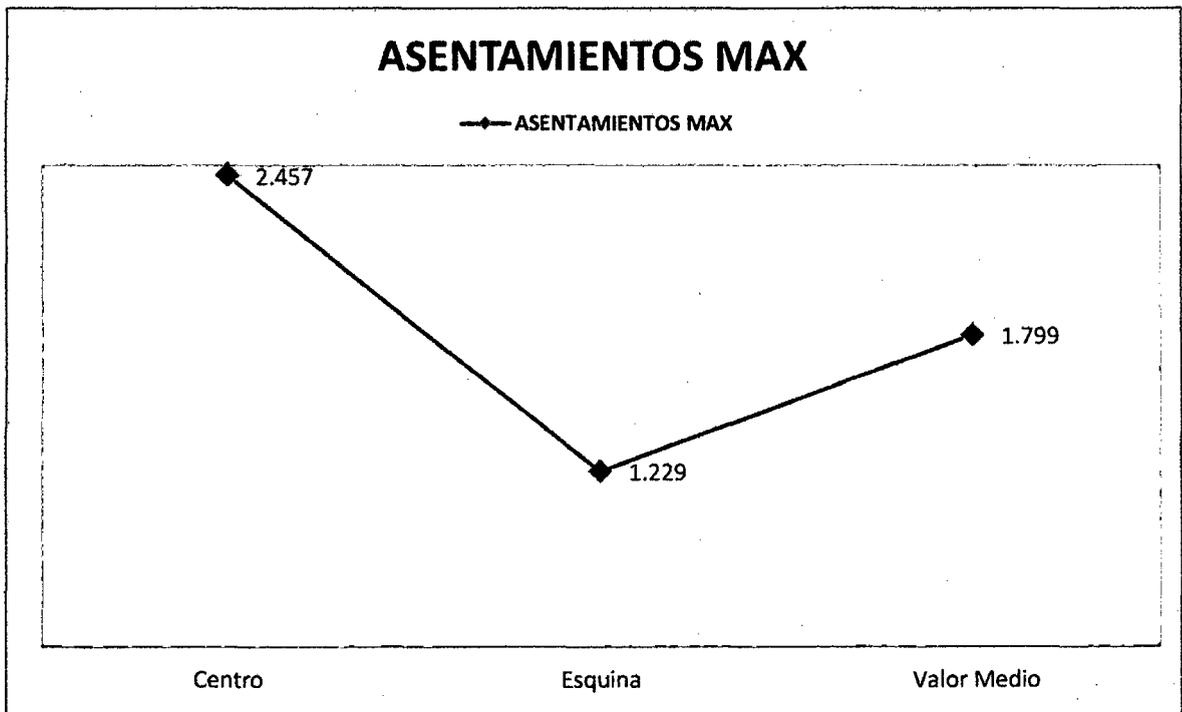
Densidad, $\gamma_h$ :		1.60	Cohesivo y granular				
Profundidad de desplante bajo la superficie, D:		2.1					
Factor de seguridad E		3	Cohesivo				
Profundidad de la Napa Freática:		0	Granular				
Módulo de poisson $\mu$		0.3					
Arena fina bajo el nivel freático Si(s) o No (n):		N					
Corrección por profundidad en arenas Si(s) o No (n)		S					
Sismo M		7.5					
Altura de la arena H		10.45					
<b>Forma de Zapata</b>		<b>Cuadrada</b>					
<b>Valores del Factor de forma IF (cm/m)</b>			<b>CENTRO</b>	<b>ESQUINA</b>	<b>MEDIO</b>		
			112	56	82		
<b>MUESTRA</b>	<b>Cohesivo/Granular</b>	<b>Tipo de ensayo</b>	<b>Prof. Inicial</b>	<b>Prof. Final</b>	<b>N<sub>30</sub> SPT</b>		
1	G	SPT	1	1.45	8		
2	G	SPT	2	2.45	21		
3	G	SPT	3	3.45	19		
4	G	SPT	4	4.45	38		
5	G	SPT	5	5.45	43		
6	G	SPT	6	6.45	43		
7	G	SPT	7	7.45	39		
8	G	SPT	8	8.45	35		
9	G	SPT	9	9.45	51		
10	G	SPT	10	10.45	53		
<b>CARGA ADMISIBLE</b>							
<b>PROF. (m)</b>	<b>Cohesivo</b>		<b>E Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b><math>\mu</math></b>	<b>K Kg/cm<sup>3</sup></b>	<b>Licuefacción</b>	
	<b>Granular</b>						
	3	4					
1.225		0.39	64.00	0.3	6		NO SE PRESENTA
2.225		1.36	226.33	0.3	21		
3.225		1.12	185.90	0.3	17		
4.225		2.08	344.35	0.3	21		
5.225		2.20	365.22	0.3	21		
6.225		2.08	345.08	0.3	21		
7.225		1.79	297.43	0.3	21		
8.225		1.54	254.79	0.3	21		
9.225		2.14	355.61	0.3	21		
10.225		2.14	354.96	0.3	21		
	<b>Cw</b>		279		19		
	0.50						

### ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

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

	B	Centro	Esquina	Valor Medio
<b>Si=</b>	4.00	2.457 cm	1.229 cm	1.799 cm
<b>ANCHO DE CIMENTACION</b>		<b>B=</b>	4.00	

<b>ASENTAMIENTO MAXIMO =</b>	2.457 cm
------------------------------	----------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
 CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
 PROVINCIA DE PIURA

**CARGA ADMISIBLE EN FUNCION DEL ENSAYO SPT-5 EN SUELOS  
 ASTM-D1586**

Densidad, $\gamma_h$ :	1.60	Cohesivo y granular
Profundidad de desplante bajo la superficie , D:	2.1	
Factor de seguridad E	3	Cohesivo
Profundidad de la Napa Freática:	0	Granular
Módulo de poisson $\mu$	0.3	
Arena fina bajo el nivel freático Si(s) o No (n):	N	
Corrección por profundidad en arenas Si(s) o No (n)	S	
Sismo M	7.5	
Altura de la arena H	10.45	

Forma de Zapata			Cuadrada		
Valores del Factor de forma IF (cm/m)			CENTRO	ESQUINA	MEDIO
			112	56	82
MUESTRA	Cohesivo/Granular	Tipo de ensayo	Prof. Inicial	Prof. Final	N <sub>30 SPT</sub>
1	G	SPT	1	1.45	8
2	G	SPT	2	2.45	12
3	G	SPT	3	3.45	40
4	G	SPT	4	4.45	42
5	G	SPT	5	5.45	RECHAZO
6	G	SPT	6	6.45	RECHAZO
7	G	SPT	7	7.45	45
8	G	SPT	8	8.45	48
9	G	SPT	9	9.45	RECHAZO
10	G	SPT	10	10.45	RECHAZO

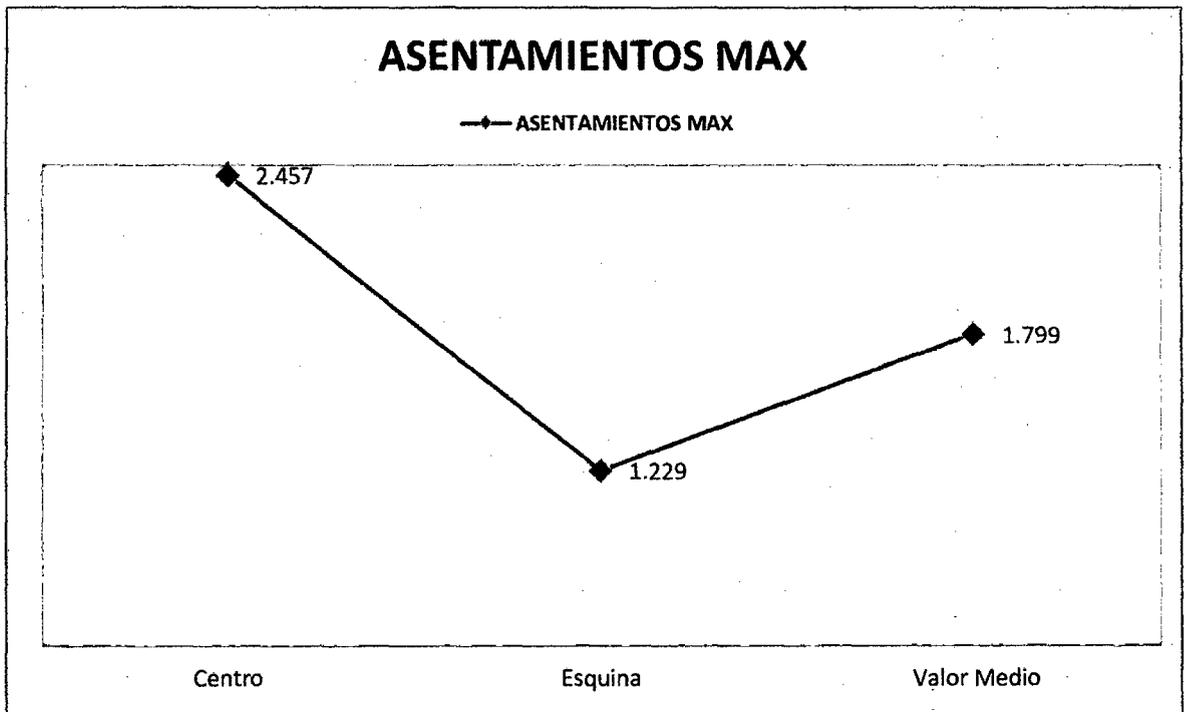
CARGA ADMISIBLE			E Kg/cm <sup>2</sup>	$\mu$	K Kg/cm <sup>3</sup>	Licuefacción
PROF. (m)	Cohesivo	Granular				
	3	4				
1.225		0.39	64.00	0.3	6	NO SE PRESENTA
2.225		0.78	129.33	0.3	12	
3.225		2.36	391.38	0.3	21	
4.225		2.29	380.60	0.3	21	
7.225		2.07	343.19	0.3	21	
8.225		2.11	349.43	0.3	21	
	Cw		281		17	
	0.50					

### ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

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

	B	Centro		Esquina		Valor Medio	
$S_i =$	4.00	2.457	cm	1.229	cm	1.799	cm
ANCHO DE CIMENTACION			B=	4.00			

ASENTAMIENTO MAXIMO =	2.457	cm
-----------------------	-------	----



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
 CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
 PROVINCIA DE PIURA

**TABLA N° 17: RESUMEN SPT 1**

PROF. (m)	CLASIFICACION SUCS	NAPA FREATICA (m)	Nº DE GOLPES SPT	CARGA ADMISIBLE Kg/cm <sup>2</sup>	MODULO DE ELASTICIDAD E Kg/cm <sup>2</sup>	MODULO DE POISSON $\mu$	COEFICIENTE DE BALASTO K Kg/cm <sup>3</sup>	FACTOR DE SEGURIDAD	CAPACIDAD PORTANTE DE DISEÑO Kg/cm <sup>2</sup>	PROF. MINIMA DE CIMENTACION RECOMENDADA (m)	TIPO DE CEMENTO A UTILIZAR
1.23	SM		19.00	2.75	351	0.3	20	3	0.92	3.00	TIPO V
2.23	SM		34.00	0.00					2.21		
3.23	SM		39.00	0.00					2.30		
4.23	SP		48.00	0.00					2.62		
5.23	SP		49.00	0.00					2.51		
6.23	SP		50.00	0.00					2.42		
7.23	SP		45.00	0.00					2.07		
8.23	SP		43.00	0.00					1.89		
9.23	SP		rechazo	-					-		
10.23	SP		rechazo	-					-		

Fuente: Elaboración propia

**TABLA N° 18: RESUMEN SPT 2**

PROF. (m)	CLASIFICACION SUCS	NAPA FREATICA (m)	Nº DE GOLPES SPT	CARGA ADMISIBLE Kg/cm <sup>2</sup>	MODULO DE ELASTICIDAD E Kg/cm <sup>2</sup>	MODULO DE POISSON $\mu$	COEFICIENTE DE BALASTO K Kg/cm <sup>3</sup>	FACTOR DE SEGURIDAD	CAPACIDAD PORTANTE DE DISEÑO Kg/cm <sup>2</sup>	PROF. MINIMA DE CIMENTACION RECOMENDADA (m)	TIPO DE CEMENTO A UTILIZAR
1.23	SM		15.00	2.17	202	0.3	17	3	0.72	3.00	TIPO V
2.23	SM		17.00	0.00					1.10		
3.23	SM		14.00	0.00					0.83		
4.23	SM		21.00	0.00					1.15		
5.23	SM		24.00	0.00					1.23		
6.23	SP		26.00	0.00					1.26		
7.23	SP		35.00	0.00					1.61		
8.23	SP		42.00	0.00					1.84		
9.23	SP		rechazo	-					-		
10.23	SP		rechazo	-					-		

Fuente: Elaboración propia

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
 CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
 PROVINCIA DE PIURA

**TABLA N° 19: RESUMEN SPT 3**

PROF. (m)	CLASIFICACION SUCS	NAPA FREATICA (m)	Nº DE GOLPES SPT	CARGA ADMISIBLE Kg/cm <sup>2</sup>	MÓDULO DE ELASTICIDAD E Kg/cm <sup>2</sup>	MODULO DE POISSON $\mu$	COEFICIENTE DE BALASTO K Kg/cm <sup>3</sup>	FACTOR DE SEGURIDAD	CAPACIDAD PORTANTE DE DISEÑO Kglcm <sup>2</sup>	PROF. MINIMA DE CIMENTACION RECOMENDADA (m)	TIPO DE CEMENTO A UTILIZAR
1.23	SM		RECHAZO	-	347	0.3	19	3	-	3.00	TIPO V
2.23	SM		53.00	10.33					3.44		
3.23	SM		12.00	2.12					0.71		
4.23	SP		35.00	5.74					1.91		
5.23	SP		48.00	7.37					2.46		
6.23	SP		40.00	5.80					1.93		
7.23	SP		RECHAZO	-					-		
8.23	SP		RECHAZO	-					-		
9.23	SP		RECHAZO	-					-		
10.23	SP		RECHAZO	-					-		

Fuente: Elaboración propia

**TABLA N° 20: RESUMEN SPT 4**

PROF. (m)	CLASIFICACION SUCS	NAPA FREATICA (m)	Nº DE GOLPES SPT	CARGA ADMISIBLE Kg/cm <sup>2</sup>	MÓDULO DE ELASTICIDAD E Kg/cm <sup>2</sup>	MODULO DE POISSON $\mu$	COEFICIENTE DE BALASTO K Kg/cm <sup>3</sup>	FACTOR DE SEGURIDAD	CAPACIDAD PORTANTE DE DISEÑO Kglcm <sup>2</sup>	PROF. MINIMA DE CIMENTACION RECOMENDADA (m)	TIPO DE CEMENTO A UTILIZAR
1.23	SM		8.00	1.16	279	0.3	19	3	0.39	3.00	TIPO V
2.23	SM		21.00	4.09					1.36		
3.23	SM		19.00	3.36					1.12		
4.23	SM		38.00	6.23					2.08		
5.23	SP		43.00	6.60					2.20		
6.23	SP		43.00	6.24					2.08		
7.23	SP		39.00	5.38					1.79		
8.23	SP		35.00	4.61					1.54		
9.23	SP		51.00	6.43					2.14		
10.23	SP		53.00	6.42					2.14		

Fuente: Elaboración propia

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
 CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
 PROVINCIA DE PIURA

**TABLA N° 21: RESUMEN SPT 5**

PROF. (m)	CLASIFICACION SUCS	NAPA FREATICA (m)	Nº DE GOLPES SPT	CARGA ADMISIBLE Kg/cm <sup>2</sup>	MODULO DE ELASTICIDAD E Kg/cm <sup>2</sup>	MODULO DE POISSON $\mu$	COEFICIENTE DE BALASTO K Kg/cm <sup>3</sup>	FACTOR DE SEGURIDAD	CAPACIDAD PORTANTE DE DISEÑO Kg/cm <sup>2</sup>	PROF. MINIMA DE CIMENTACION RECOMENDADA (m)	TIPO DE CEMENTO A UTILIZAR
1.23	SM		8.00	1.16	281	0.3	17	3	0.39	3.00	TIPO V
2.23	SM		12.00	2.34					0.78		
3.23	SM		40.00	7.08					2.36		
4.23	SP		42.00	6.88					2.29		
5.23	SP		RECHAZO	-					-		
6.23	SP		RECHAZO	-					-		
7.23	SP		45.00	6.21					2.07		
8.23	SP		48.00	6.32					2.11		
9.23	SP		RECHAZO	-					-		
10.23	SP		RECHAZO	-					-		

Fuente: Elaboración propia

**TABLA N° 22: RESUMEN CAPACIDAD PORTANTE DE LOS ENSAYOS  
 ESPECIALES DE CORTE DIRECTO**

CALICATA N°	$\phi$	C	CAPACIDAD PORTANTE Kg/cm <sup>2</sup>
1	28.10°	0.0	2.55
2	25.00°	0.04	2.01
3	24.20°	0.0	1.65
4	24.10°	0.03	1.73
5	24.90°	0.01	1.83

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
 CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
 PROVINCIA DE PIURA

**TABLA N° 23: RESUMEN DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SPT**

PROF. DE ENSAYO	CAPACIDAD PORTANTE				
	ENSAYO SPT 1	ENSAYO SPT 2	ENSAYO SPT 3	ENSAYO SPT 4	ENSAYO SPT 5
1.225	0.92	0.72	RECHAZO	0.39	0.39
2.225	2.21	1.1	3.44	1.36	0.78
3.225	2.3	0.83	0.71	1.12	2.36
4.225	2.62	1.15	1.91	2.08	2.29
5.225	2.51	1.23	2.46	2.2	-
6.225	2.42	1.26	1.93	2.08	-
7.225	2.07	1.61	-	1.79	2.07
8.225	1.89	1.84	-	1.54	2.11
9.225	-	-	-	2.14	-
10.225	-	-	-	2.14	-

Fuente: Elaboración propia

### ENSAYOS QUÍMICOS

Con la finalidad de estimar el grado de agresividad del suelo hacia las estructuras de concreto y acero proyectadas, se realizaron los ensayos químicos consistente en la determinación en partes por millón de Sales Solubles Totales, Cloruros y Sulfato presentes en la muestras de los suelos de las calicatas C-1, C-2, C-3, C-4 y C- 5.

**TABLA N° 24: RESUMEN DE ANÁLISIS QUÍMICOS**

N°	LUGAR	MUESTRA	PROF. (m)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ppm	CL <sup>-1</sup> Ppm
1	PIURA	C – 1	1.50 -250	155.17	62.22
2	PIURA	C – 2	1.50 – 250	162.30	58.11
3	PIURA	C – 3	1.50 -2.50	170.84	51.67
4	PIURA	C – 4	1.50- 2.50	148.90	49.80
5	PIURA	C - 5	1.50- 2.50	176.52	66.99

## **5.2. INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS**

Los trabajos de investigaciones geotécnicas ejecutados en el presente Estudio de Suelos, comprendieron una serie de actividades de campo y laboratorio que seguidamente se detallan.

### **5.2.1 EXCAVACIÓN DE CALICATAS**

Se ejecutó 05 calicatas mediante excavaciones, manualmente a cielo abierto, en el área de estudio mencionado anteriormente.

Se realizó 05 sondajes de SPT.

### **5.2.2 ELABORACIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE SUELOS**

En el campo se efectuó el estudio y reconocimiento geotécnico de los suelos identificados en las calicatas excavadas; elaborando un perfil de descripción de los tipos de suelos que describe el color, el grado de contenido de humedad natural, modulo de finura y principales características físicas – mecánicas de cada una de las muestras.

### **5.2.3 MUESTREO DE SUELOS**

Se ejecutó el muestreo de suelos en las paredes de las calicatas, poniendo especial atención en aquella donde se verificó cambio del tipo de suelo investigado dentro del terreno. Las muestras de los suelos fueron obtenidas al estado disturbado en un total de 1 muestra por calicata con las mismas características físicas mecánicas, todas ellas se obtuvieron en cantidad suficiente para efectuar ensayos estándar en laboratorio para la Identificación de la clasificación SUCS y AASHTO

### 5.3. EVALUACIÓN GEOTÉCNICA.

#### CALICATA N° 1, 2, 3, 4 y 5

La calicata 1, 2, 3, 4 y 5 muestra 1 presenta arenas limosas, mezclas de arena y limo mal graduadas de color marrón claro, de clasificación SUCS (SM) con un equivalente a la clasificación AASHTO A-2-4(0), A-4(0), de profundidad de 3.00m, son suelos semipermeables a impermeables, resistencia a la tubificación de media a baja, con resistencia al cortante alta, la compresibilidad es baja si más del 60% del material es grueso (tamaño superior a la malla N° 4), si el material contiene menos del 35% de material grueso, se pueden estimar los asentamientos con base en la compresibilidad de finos, susceptibilidad al agrietamiento de mediana a alta, manejabilidad de buena a correcta.

**Nota. El nivel freático no se encontró.**

#### EVALUACIÓN GEOTECNICA SPT N°1

MUESTRAS 1,2 y 3 sondaje 1 presenta arenas limosas, mezclas de arena y limo mal graduadas de color marrón claro de clasificación SUCS (SM) con un equivalente a la clasificación AASHTO A-4(0) y A-2-4(0), de profundidad de 1.23, 2.23 y 3.23m, son suelos semipermeables a impermeables, resistencia a la tubificación de media a baja, con resistencia al cortante alta, la compresibilidad es baja si más del 60% del material es grueso (tamaño superior a la malla N° 4), si el material contiene menos del 35% de material grueso, se pueden estimar los asentamientos con base en la compresibilidad de finos, susceptibilidad al agrietamiento de mediana a alta, manejabilidad de buena a correcta.

**Nota. El nivel freático no se encontró.**

MUESTRAS 4, 5, 6,7,8, 9 y 10 sondaje 1 muestra está formado por arenas mal graduadas, mezclas de arena con gravas, de clasificación SUCS SP con un

equivalente a la clasificación AASHTO A-2-6(0), A-2-4(0), de color marrón claro una profundidad de 4.23 a 10.23m, estos suelos son semipermeables a impermeables, con resistencia alta a la tubificación, y a la cortante de baja a media, la comprensibilidad es baja si mas del 60% del material es grueso (tamaño superior a la malla N° 4), si el material contiene menos del 35% de material grueso, se pueden estimar los asentamientos con base en la comprensibilidad de finos, susceptibilidad al agrietamiento de mediana a baja, susceptibilidad a la licuación es muy alta si está mal compactado, su manejabilidad es buena.

**Nota. El nivel freático no se encontró.**

#### **EVALUACIÓN GEOTECNICA SPT N°2**

**MUESTRAS 1, 2, 4 y 5** sondaje 1 presenta arenas limosas, mezclas de arena y limo mal graduadas de color marrón claro de clasificación SUCS (SM) con un equivalente a la clasificación AASHTO A-4(0) y A-2-4(0), de profundidad de 1.23, 2.23, 3.23, 4.23 y 5.23m, son suelos semipermeables a impermeables, resistencia a la tubificación de media a baja, con resistencia al cortante alta, la comprensibilidad es baja si más del 60% del material es grueso (tamaño superior a la malla N° 4), si el material contiene menos del 35% de material grueso, se pueden estimar los asentamientos con base en la comprensibilidad de finos, susceptibilidad al agrietamiento de mediana a alta, manejabilidad de buena a correcta.

**Nota. El nivel freático no se encontró.**

**MUESTRAS 6,7 y 8** sondaje 1 muestra está formado por arenas mal graduadas, mezclas de arena con gravas, de clasificación SUCS SP con un equivalente a la clasificación AASHTO A-2-6(0), A-2-4(0), de color marrón claro una profundidad de 5.23 a 8.23m, estos suelos son semipermeables a impermeables, con resistencia alta a la tubificación, y a la cortante de baja a media, la comprensibilidad es baja si mas del 60% del material es grueso (tamaño superior a la malla N° 4), si el material contiene menos del 35% de material grueso, se pueden estimar los

asentamientos con base en la comprensibilidad de finos, susceptibilidad al agrietamiento de mediana a baja, susceptibilidad a la licuación es muy alta si está mal compactado, su manejabilidad es buena.

**Nota. El nivel freático no se encontró.**

### **EVALUACIÓN GEOTECNICA SPT N°3**

**MUESTRAS 1,2 y 3** sondaje 1 presenta arenas limosas, mezclas de arena y limo mal graduadas de color marrón claro de clasificación SUCS (SM) con un equivalente a la clasificación AASHTO A-4(0) y A-2-4(0), de profundidad de 1.23, 2.23 y 3.23m, son suelos semipermeables a impermeables, resistencia a la tubificación de media a baja, con resistencia al cortante alta, la comprensibilidad es baja si más del 60% del material es grueso (tamaño superior a la malla N° 4), si el material contiene menos del 35% de material grueso, se pueden estimar los asentamientos con base en la comprensibilidad de finos, susceptibilidad al agrietamiento de mediana a alta, manejabilidad de buena a correcta.

**Nota. El nivel freático no se encontró.**

**MUESTRAS 4, 5, 6,7,8, 9 y 10** sondaje 1 muestra está formado por arenas mal graduadas, mezclas de arena con gravas, de clasificación SUCS SP con un equivalente a la clasificación AASHTO A-2-6(0), A-2-4(0), de color marrón claro una profundidad de 3.45 a 6.23m, estos suelos son semipermeables a impermeables, con resistencia alta a la tubificación, y a la cortante de baja a media, la comprensibilidad es baja si mas del 60% del material es grueso (tamaño superior a la malla N° 4), si el material contiene menos del 35% de material grueso, se pueden estimar los asentamientos con base en la comprensibilidad de finos, susceptibilidad al agrietamiento de mediana a baja, susceptibilidad a la licuación es muy alta si está mal compactado, su manejabilidad es buena.

**Nota. El nivel freático no se encontró.**

#### **EVALUACIÓN GEOTECNICA SPT N°4**

**MUESTRAS 1,2 y 3** sondaje 1 presenta arenas limosas, mezclas de arena y limo mal graduadas de color marrón claro de clasificación SUCS (SM) con un equivalente a la clasificación AASHTO A-4(0) y A-2-4(0), de profundidad de 1.23, 2.23, 3.23m y 4.25m, son suelos semipermeables a impermeables, resistencia a la tubificación de media a baja, con resistencia al cortante alta, la compresibilidad es baja si más del 60% del material es grueso (tamaño superior a la malla N° 4), si el material contiene menos del 35% de material grueso, se pueden estimar los asentamientos con base en la compresibilidad de finos, susceptibilidad al agrietamiento de mediana a alta, manejabilidad de buena a correcta.

**Nota. El nivel freático no se encontró.**

**MUESTRAS 5, 6,7,8, 9 y 10** sondaje 1 muestra está formado por arenas mal graduadas, mezclas de arena con gravas, de clasificación SUCS SP con un equivalente a la clasificación AASHTO A-2-6(0), A-2-4(0), de color marrón claro una profundidad de 4.25 a 10.23m, estos suelos son semipermeables a impermeables, con resistencia alta a la tubificación, y a la cortante de baja a media, la compresibilidad es baja si mas del 60% del material es grueso (tamaño superior a la malla N° 4), si el material contiene menos del 35% de material grueso, se pueden estimar los asentamientos con base en la compresibilidad de finos, susceptibilidad al agrietamiento de mediana a baja, susceptibilidad a la licuación es muy alta si está mal compactado, su manejabilidad es buena.

**Nota. El nivel freático no se encontró.**

#### **EVALUACIÓN GEOTECNICA SPT N°5**

**MUESTRAS 1,2 y 3** sondaje 1 presenta arenas limosas, mezclas de arena y limo mal graduadas de color marrón claro de clasificación SUCS (SM) con un

equivalente a la clasificación AASHTO A-4(0) y A-2-4(0), de profundidad de 1.23, 2.23, 3.23 y 4.45m, son suelos semipermeables a impermeables, resistencia a la tubificación de media a baja, con resistencia al cortante alta, la compresibilidad es baja si más del 60% del material es grueso (tamaño superior a la malla N° 4), si el material contiene menos del 35% de material grueso, se pueden estimar los asentamientos con base en la compresibilidad de finos, susceptibilidad al agrietamiento de mediana a alta, manejabilidad de buena a correcta.

**Nota. El nivel freático no se encontró.**

**MUESTRAS 5, 6,7,8, 9 y 10** sondaje 1 muestra está formado por arenas mal graduadas, mezclas de arena con gravas, de clasificación SUCS SP con un equivalente a la clasificación AASHTO A-2-6(0), A-2-4(0), de color marrón claro una profundidad de 4.45 a 10.23m, estos suelos son semipermeables a impermeables, con resistencia alta a la tubificación, y a la cortante de baja a media, la compresibilidad es baja si mas del 60% del material es grueso (tamaño superior a la malla N° 4), si el material contiene menos del 35% de material grueso, se pueden estimar los asentamientos con base en la compresibilidad de finos, susceptibilidad al agrietamiento de mediana a baja, susceptibilidad a la licuación es muy alta si está mal compactado, su manejabilidad es buena.

**Nota. El nivel freático no se encontró.**

#### **5.4. ASPECTOS GEOLÓGICOS DEL PROYECTO**

##### **5.4.1 RASGOS TOPOGRAFICOS.**

El área estudiada, comprende una vasta superficie ubicada en el Noroeste del Perú, estando limitada al Oeste por el Océano Pacífico y hacia el Este por los flancos de la Cordillera Noroccidental Andina; teniendo como elementos geográficos importantes: una cadena montañosa antigua, conocida como Los Amotapes que separa hacia el sector Norte y Oeste, una repisa costanera que

conforman los tablazos a manera de terrazas escalonadas que llegan hasta los 200 m. de cota; hacia el Sur una llanura desértica y hacia el Este el valle del río Chira, cuyo relleno sedimentario corresponde a una cuenca sedimentaria mesozoica denominada Cuenca Lancones.

#### 5.4.2 GEOMORFOLOGÍA.

Los rasgos geomorfológicos que se observan han sido desarrollados a través de la evolución tectónica, habiendo incidido también los agentes de erosión, como son la actual mecánica de las olas en el modelado del borde de litoral, la acción eólica en las pampas y tablazos y la acción de los ríos y quebradas.

La evolución morfotectónica del Noroeste (Talara), se caracterizó por movimientos afrogénicos que dieron como resultado la formación de grabens y horst, cuyos elementos tectónicos mayores son las cuencas: Progreso, Talara, Sechura y la Cordillera de la Costa como un elemento positivo.

Se ha incluido la plataforma y el talud, por estar ligados a las unidades continentales, de las cuales constituyen su prolongación y porque hasta allí llega la extensión del territorio peruano.

◆ Superficies de erosión

◆ Valles

#### 5.4.3 GEOLOGÍA REGIONAL

Dentro de la zona se ha reconocido de manera espacial la edad del **EOCENO** tenemos: Formación Salinas **PN - s**, Formación Chacra **PN – Cha**, Formación Talara **PN - t**, También del **PLEISTOCENO** tenemos Tablazo Máncora **Qp - tm**, Tablazo Talara **Qp - tt**, y por ultimo Dep. Aluviales **Qr - al**.

Es así que tenemos la descripción de cada uno de ellos.

#### 5.4.4 LITOLOGÍA Y ESTRATIGRAFÍA

Este lugar del proyecto está formado por la formación Salinas, Chacra, formación Talara, Formación Miramar.

Es así que tenemos la descripción de cada uno de ellos.

##### 5.4.4.1 EOCENO

###### ➤ FORMACIÓN SALINAS

En la parte superior se puede observar lutitas pizarrosas y en algunos casos lutitas moteadas y abigarradas. Cabe destacar la presencia de un conglomerado conocido como “Conglomerado Mogollón”. Cuando yace sobre rocas del Paleoceno (Fm. Balcones) se encuentra discordante. Su contacto superior es concordante con la Fm. Palegreda. En ausencia de ésta última constituye un hiatus por no deposición o erosión predeposicional pre Grupo Talara. En el área de Máncora - está cubierta por dicho Grupo yaciendo discordantemente sobre el Paleozoico o el Cretáceo.

➤ **Edad y Correlación.** La fauna encontrada en ésta formación, está constituida por *Turritela*, *bosworthi*, *Turritelaanceps*; *Turritelahopkinsi*; *Pseudolivaparinensis*; *Pseudolivamutabilis*; var. *woodsii*; *Veneri cardiplanicosta tasamanensis*, etc. Esta fauna nos indica un rango comprendido entre el Paleoceno- Eoceno

###### ➤ FORMACIÓN CHACRA

Su litología está formada principalmente por lutitas, razón por la cual se le conoce como “Lutitas Chacara”. Presenta también areniscas gris oscuras que al intemperizarse forman un color verde olivo.

Su espesor alcanza ocasionalmente hasta 360 m., pero normalmente es menor de 180m. La Fm. Chacra y la Fm. Pariñas, forman el segundo ciclo sedimentario del Eoceno, conocido como ciclo Chacara.

Yace discordantemente sobre la Fm. Pariñas y subyace con discordancia al Grupo Talara.

**Edad y Correlación.** Determinó los siguientes foraminíferos:

Ammodiscus-restinensis, Trochamminateasi, Robulusmultiseptae, Frondicularia capitana, etc., que indican el Eoceno inferior.

➤ **FORMACIÓN TALARA**

La unidad medida es conocida también como “Areniscas Talara” y está compuesta de areniscas de grano fino a medio. Presenta estructuras de rizaduras de oleaje lo que nos indica que la cuenca se iba haciendo moderadamente somera.

La sección superior es una unidad transgresiva, con disposición de facies lutácea y es conocida como “Lutitas Pozo”, está constituida por lutitas gris verdosas con laminación delgada, con intercalaciones regulares de capas de areniscas a veces calcáreas, bien estratificadas y compactas.

En la región Punta Bravo, se observa un conglomerado basal con areniscas conocido también con el nombre de Fm. Lobitos, seguido por un paquete de 300 a 400 m. de lutitas gris oscuras bien estratificadas con capas delgadas de arenisca. En la parte superior, tiene brechas de facies lutácea de la Fm. Pozo. Una secuencia similar se observa en la región de Plateritos - Picuira.

➤ **FORMACIÓN MIRAMAR (Tm-mi)**

La base de la Formación consiste de un conglomerado que está constituido por areniscas arcósicas, de grano fino color amarillo a ocre plomizo, con tintes verdosos, presenta abundantes manchas limoníticas por oxidación; son poco compactas y en algunos niveles son arenas sin cohesión, deleznales que son socavadas fácilmente por la erosión formando cornisas con las capas

competentes y duras de los tablazos marinos. La parte media de la secuencia está formada por niveles de areniscas tobáceas, abigarradas. La parte superior presenta areniscas coquiníferas de grano fino, matriz arenociliosa; contiene microfósiles como braquiópodos y gasterópodos.

#### 5.4.4.2 PLISTOCENO

##### ➤ TABLAZOS (Qr-ma)

Los Tablazos son depósitos marinos cuaternarios pleistocénicos que indican las últimas transgresiones de los mares a lo largo de la Costa del Pacífico. Constituyen depósitos escalonados en forma de terrazas.

Los Tablazos forman extensas cubiertas horizontales de gran amplitud areal y unas cuantas decenas de metros en lo vertical. Están constituidos por sedimentos clásticos de antiguas plataformas continentales que fueron depositadas por corrientes marinas por un lado y fluviales por otro; posteriormente, estos depósitos emergieron emigrando la línea de playa hacia el Oeste, como manifestación de sucesivas regresiones en costas emergentes

##### ➤ TABLAZO MÁNCORA.

Está representado en las altas planicies, Litológicamente, se componen de conglomerados con cantos de rocas de diferente naturaleza, arenas finas o gruesas, bioclásticas con contenido de fragmentos de conchas, lumaquelas y coquinas que muestran concentraciones de caparzones, mayormente de macro fauna (en su mayoría gasterópodos, lamelibranquios, braquiópodos y pelecípodos) dentro de una matriz Areniscosa y salina, que representan facies de aguas cercanas al litoral.

➤ **TABLAZO TALARA.**

Es la plataforma pleistocénica más alta de la llanura desértica, en forma de una costra sedimentaria, con 3 m. de espesor promedio. Sus afloramientos se extienden desde Mórrope (fuera del área de estudio) y llega hasta la zona de Talara donde cubre discordantemente al Grupo Talara. La litología del Tablazo Talara, varía en razón de la distancia al mar y constituyen conglomerados lumaquílicos o lumaquelas poco consolidadas en matriz bioclástico o arenisca arcósica y en los sectores más orientales están constituidas por conglomerados coquiníferos o coquinas.

Los clastos son de naturaleza variada, proveniente de la Cordillera Occidental.

Dado su carácter lenticular, no existen capas guías para su cartografiado, imposibilitando su correlación intraformacional.

➤ **DEPÓSITOS ALUVIALES**

Estos depósitos, tienen gran extensión en el área regional, correspondiendo a la acumulación en forma de una cobertura a lo largo de los valles y llanuras inundadas por las corrientes fluviales, así como abanicos.

Los cursos fluviales, tienen su origen en la Cordillera Occidental, formando las Cuencas de los ríos Piura, Chira, Tumbes, en donde los depósitos aluviales se han extendido a lo largo y ancho de sus valles y sus afluentes en la parte baja, formando abanicos y llanura de inundaciones.

Asimismo, se tiene depósitos aluviales en las quebradas que bajan de los Amotapes cuyo valle corta de NE a SO la Repisa Costanera.

Estos depósitos están constituidos principalmente, por conglomerados con rodeados principalmente de cuarcita, arenisca y rocas metamórficas como esquistos, así como rocas volcánicas e intrusivas.

En las quebradas que bajan de los Amotapes tales como Qda. Pariñas, Qda. Mogollón, Qda. Anicha y otras, se tiene un cascajo arenoso en las partes bajas y cantos subangulosos en las partes altas.

Existen quebradas que corren temporalmente permaneciendo algunos años secas, pero que en temporadas que discurren devienen a manera de yapanas con materiales arcillosas, cajosos, que indican avenidas o crecientes rápidas. Los depósitos aluviales pueden clasificarse en antiguos y recientes.

➤ **DEPÓSITOS ALUVIALES ANTIGUOS (Qp-al).**

Están formando terrazas y llanuras que se ubican un tanto alejadas del curso actual, tanto más si son más antiguos.

Los materiales son similares a los recientes, es decir, conglomerados, arenas, arcillas, pero con espesores que pueden sobrepasar los 10 m., teniendo una estratificación lenticular en algunos lugares laminados.

➤ **DEPÓSITOS ALUVIALES RECIENTES (Qr-al).**

Están constituyendo el relleno de las actuales causas, por donde discurren las corrientes fluviales.

Son conglomerados y arenas que decrecen en tamaño, desde las partes altas hasta la desembocadura donde el predominio es de arenas y limos.

#### 5.4.5 GEOLOGIA LOCAL

Dentro del área de estudio se reconoció acumulaciones de arena por acumulación eólica con una determinada dirección. Teniendo así a identificarse como **DEPÓSITOS EÓLICOS** de la edad del CUATERNARIO RECIENTE.

#### 5.4.5.1 CUATERNARIO RECIENTE

##### ➤ DEPÓSITOS EÓLICOS

Están constituidos por acumulaciones de arena acarreadas por el viento (*Foto 02.*) y que en grandes extensiones del área de estudio, cubre a los tablazos, y a secuencias neógenas y/o más antiguas.

La dirección de acarreo, es la dirección del viento, de SO a NE (*Foto 05.*), acumulándose en los flancos occidentales de las estribaciones de los Amotapes. La principal fuente de sedimentos se encuentra al Suroeste, en el Desierto de Sechura, por donde fluyen corrientes eólicas, formando en partes corredores de dunas en movimiento.

Los depósitos eólicos pueden ser antiguos o recientes.

##### ➤ DEPÓSITOS EÓLICOS ANTIGUOS

Los depósitos eólicos antiguos, se encuentran acumulados en diferentes puntos del área de estudio y forman gruesos mantos de arena acarreada por el viento pobremente diagenizados (*Foto 10.*), los que morfológicamente, forman colinas que están disectadas por una red fluvial dendrítica muy característica de la región. Están fijados por arbustos, lo que diferencia de los mantos eólicos recientes.

##### ➤ DEPÓSITOS EÓLICOS RECIENTES

Los depósitos eólicos recientes, son de gran importancia en la zona estudiada, si se tiene en cuenta la magnitud de su evolución y propagación regional: constituyen barcanes en movimiento, dunas gigantes o mantos delgados de arena. En algunos lugares, la migración de los barcanes es retardada por la humedad del terreno, ya que una parte de las arenas se fusiona y se colmaban sobre un terreno húmedo y salobre. Las arenas que

logran pasar estos obstáculos, son detenidos por la vegetación de los valles, y en algunos casos, forman barcanes o cerros de arena fósil.

#### **5.4.6 HIDROGRAFÍA.**

El drenaje principal en el área está definido por el Rio Piray quebradas el cual se contribuye en el rasgo más saltante.

#### **5.4.7 GEOLOGIA ESTRUCTURAL**

Las rocas sedimentarias del área de estudio, no presentan plegamientos.

#### **❖ DEPOSITOS ALUVIALES FLUVIOGLACIARES**

- **DEPOSITOS ALUVIALES.**

Material depositado en las depresiones generalmente continentales transportado por las aguas de los ríos.

- **DEPOSITOS FLUCIOGLACIARES.**

Este material está constituido por material de diversos tamaños con un contenido de limos y arcillas. El material de diversas dimensiones es de diversas litologías. Así como podemos encontrar en forma redondeada o angulosa.

- **DEPOSITOS LACUSTRES.**

Se encuentra constituido principalmente por material fino areno.

#### **5.4.8 GEOMORFOLOGÍA LOCAL**

La geomorfología de esta parte del proyecto se ha estudiado las formas del relieve terrestre teniendo en cuenta su origen, las diferentes fuerzas endógenas y exógenas que de modo general entran como factores constructores del paisaje.

Dentro de los aspectos geomorfológicos más importantes de la zona tenemos, la superficie de erosión 42.173 m.s.n.m., caracterizado por mostrar una etapa madura de erosión y desarrollo prolongado.

**TABLA N° 25: TIPO DE MATERIAL**

<b>CALICATAS</b>	<b>MATERIAL</b>
Calicata 1 a calicata 2	Material Suelto
Calicata 2 a calicata 3	Material suelto
Calicata 3 a calicata 5	Material Suelto

#### **5.4.9 SUELOS Y TERRENOS DE FUNDACIÓN.**

Los suelos que conforman los terrenos de fundación están conformados por arenas limosas, englobados en una matriz limo de color marrón claro en húmedo a crema amarillento en seco, producto de la descomposición físico químico de la roca sedimentaria, con inclusiones aisladas de clastos, poco compactados.

#### **5.4.10 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.**

- **GEODINÁMICO INTERNA**

No existen fallas, ni plegamientos de rocas.

- **GEODINAMICA EXTERNA**

Desde éste punto de vista de la **geodinámica externa**, por acción de los diferentes agentes erosivos, hace que las diferentes formaciones rocosas se intempericen o meteoricen: físicamente desintegrándose, disgregándose, descomponiéndose químicamente poro no existe riesgo manteniéndose estable.

#### **5.4.11 RIESGOS GEOLÓGICOS EN EL AREA DEL PROYECTO.**

El área del Proyecto, no presenta riesgos geológicos.

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Según la evaluación geotécnica realizadas en campo y los resultados de los ensayos de laboratorio y el análisis efectuado en el transcurso de este Proyecto, establecemos las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- 1 El subsuelo del área en estudio está constituido básicamente por material de tipo SP y SM, descritos en la evaluación geotécnica.
- 2 Se ha zonificado tres zonas importantes, con los cinco ensayos especiales SPT con perforaciones a 10m como a continuación se detalla:

ZONA 1		VARIACIÓN DE CAPACIDAD PORTANTE DE DISEÑO	
SECCIONES	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR	Máximo (kg/cm <sup>2</sup> )	Mínimo (kg/cm <sup>2</sup> )
<b>A - A'</b>	SPT. 1	2.62	0.92
	SPT. 2	1.84	0.72
<b>C - C'</b>	SPT. 2	1.84	0.72
	SPT. 3	3.44	0.71
<b>G - G'</b>	SPT. 1	2.62	0.92
	SPT. 3	3.44	0.71
<b>Área Total:</b>		2737.10 m <sup>2</sup>	

ZONA 2		VARIACIÓN DE CAPACIDAD PORTANTE DE DISEÑO	
SECCIONES	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR	Máximo (kg/cm <sup>2</sup> )	Mínimo (kg/cm <sup>2</sup> )
<b>G - G'</b>	SPT. 1	2.62	0.92
	SPT. 3	3.44	0.71
<b>E - E'</b>	SPT. 3	3.44	0.71
	SPT. 4	2.14	0.39
<b>B - B'</b>	SPT. 1	2.62	0.92
	SPT. 4	2.14	0.39
<b>Área Total:</b>		3088.06 m <sup>2</sup>	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
 CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
 PROVINCIA DE PIURA

ZONA 3		VARIACIÓN DE CAPACIDAD PORTANTE DE DISEÑO	
SECCIONES	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR	Máximo (kg/cm <sup>2</sup> )	Mínimo (kg/cm <sup>2</sup> )
		E - E'	SPT. 3
SPT. 4	2.14		0.39
F - F'	SPT. 3	3.44	0.71
	SPT. 5	2.36	0.39
D - D'	SPT. 4	2.14	0.39
	SPT. 5	2.36	0.39
Área Total:		885.20 m <sup>2</sup>	

- 3 Se ha considerado para el diseño estructural del proyecto una sección de cimentación de acorde a la capacidad portante descrita en las siguientes tablas: Estructuras livianas cimentación Corrida Armada, transformador losa de cimentación armada, torre de cimentación de losa armada, estos cálculos se realizaron con el Ángulo de fricción interna más bajo según el Ensayo de Corte Directo  $\phi = 24.10^\circ$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
 CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
 PROVINCIA DE PIURA

**TABLA N° 26: CAPACIDAD ADMISIBLE ESTRUCTURAS LIVIANAS  
 CIMENTACIÓN CORRIDA ARMADA**

PROFUNDIDAD DE CIMENTACION (Df m)	ANCHO DE CIMENTACION (B m)	CAP. ADMISIBLE, B=1.60 Y DF=VARIABLE (qh/F kg/cm <sup>2</sup> )	CAP. ADMISIBLE, Df=1.60 cm Y B=VARIABLE (qh/F kg/cm <sup>2</sup> )	ASENTAMIENTOS INMEDIATOS (Si cm)	COEFICIENTE DE BALASTO (K kg/cm <sup>2</sup> )
1.6	1.6	1.08	1.08	0.79	20.68
1.8	1.8	1.16	1.12	0.92	20.68
2	2	1.23	1.16	1.06	20.68
2.2	2.2	1.31	1.20	1.20	20.68
2.4	2.4	1.39	1.24	1.36	20.68
2.6	2.6	1.47	1.28	1.52	20.68
2.8	2.8	1.54	1.33	1.69	20.68
3	3	1.62	1.37	1.87	20.68
3.2	3.2	1.70	1.41	2.05	20.68

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
 CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
 PROVINCIA DE PIURA

---

**TABLA N° 27: CAPACIDAD ADMISIBLE TRANSFORMADOR LOSA DE  
 CIMENTACIÓN ARMADA**

PROFUNDIDAD DE CIMENTACION (Df m)	ANCHO DE CIMENTACION (B m)	CAP. ADMISIBLE, B=1.60 Y DF=VARIABLE (qh/F kg/cm <sup>2</sup> )	CAP. ADMISIBLE, Df=1.60 cm Y B=VARIABLE (qh/F kg/cm <sup>2</sup> )	ASENTAMIENTOS INMEDIATOS (Si cm)	COEFICIENTE DE BALASTO (K kg/cm <sup>3</sup> )
1.6	1.6	1.37	1.37	1.00	20.68
1.8	1.8	1.46	1.42	1.17	20.68
2	2	1.56	1.47	1.34	20.68
2.2	2.2	1.65	1.53	1.53	20.68
2.4	2.4	1.74	1.58	1.72	20.68
2.6	2.6	1.83	1.63	1.93	20.68
2.8	2.8	1.92	1.68	2.14	20.68
3	3	2.02	1.73	2.37	20.68
3.2	3.2	2.11	1.79	2.60	20.68

**TABLA N° 28: CAPACIDAD ADMISIBLE TORRES DE CIMENTACIÓN  
 CUADRADA ARMADA**

PROFUNDIDAD DE CIMENTACION (Df m)	ANCHO DE CIMENTACION (B m)	CAP. ADMISIBLE, B=1.60 Y DF=VARIABLE (qh/F kg/cm <sup>2</sup> )	CAP. ADMISIBLE, Df=1.60 cm Y B=VARIABLE (qh/F kg/cm <sup>2</sup> )	ASENTAMIENTOS INMEDIATOS (Si cm)	COEFICIENTE DE BALASTO (K kg/cm <sup>3</sup> )
1.6	1.6	0.88	0.88	0.64	20.68
1.8	1.8	0.96	0.92	0.75	20.68
2	2	1.03	0.96	0.87	20.68
2.2	2.2	1.10	1.00	1.00	20.68
2.4	2.4	1.17	1.03	1.13	20.68
2.6	2.6	1.24	1.07	1.27	20.68
2.8	2.8	1.31	1.11	1.41	20.68
3	3	1.38	1.14	1.56	20.68
3.2	3.2	1.45	1.18	1.72	20.68

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
 CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
 PROVINCIA DE PIURA

**TABLA N° 29: CAPACIDAD DE CARGA DISPONIBLE TOTALES**

CAPACIDAD DE CARGA DISPONIBLE								
PROFUNDIDAD DE CIMENTACION (Df m)	ANCHO DE CIMENTACION (B m)	ANGULO DE ROZAMIENTO INTO INTERNO PROPUESTO $\phi^\circ$	PESO ESPECIFICO $\gamma$	CAP. ADMISIBLE, B=1.60 Y DF=VARIABLE (qh/F kg/cm <sup>2</sup> )	MODULO DE POISSON $\mu$	MODULO DE ELASTICIDAD (Es) Kg/cm <sup>2</sup>	ASENTAMIENTOS INMEDIATOS (Si cm)	COEFICIENTE DE BALASTO (K kg/cm <sup>3</sup> )
1.6	1.6	24.10	1.64	0.88	0.30	224.00	0.64	20.68
1.8	1.6	24.10	1.64	0.96	0.30	224.00	0.78	20.68
2	1.6	24.10	1.64	1.03	0.30	224.00	0.93	20.68
2.2	1.6	24.10	1.64	1.10	0.30	224.00	1.10	20.68
2.4	1.6	24.10	1.64	1.17	0.30	224.00	1.28	20.68
2.6	1.6	24.10	1.64	1.24	0.30	224.00	1.47	20.68
2.8	1.6	24.10	1.64	1.31	0.30	224.00	1.67	20.68
3	1.6	24.10	1.64	1.38	0.30	224.00	1.89	20.68
3.2	1.6	24.10	1.64	1.45	0.30	224.00	2.11	20.68

**TABLA N° 30: NOMENCLATURA CAPACIDAD ADMISIBLE**

N°	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA
1	Asentamiento producido	Si
2	Módulo de elasticidad	Es
3	Profundidad de cimentación	Df
4	Cohesión	C
5	Angulo de fricción	$\phi$
6	Peso unitario del suelo	$\gamma$
7	Coefficiente de Poisson	$\mu$

- 3.1 Se recomienda que la profundidad de cimentación del nivel del terreno de fundación sea mínimo de  $D_f = -1.20$  m
- 3.2 Se recomienda que el nivel de terreno de fundación para la losa de cimentación armada  $D_f = -1.40$ m, con un relleno estructural de 40 cm debidamente compactado en capas de 20 cm hasta alcanzar el 95% de la máxima densidad seca del Proctor Modificado.
- 3.3 Se recomienda para las torres de alta tensión, la construcción se realice mediante zapatas aisladas cuyo nivel de terreno de fundación sea igual a  $-2.80$  m del nivel del terreno natural.
- 4 Para determinar la Capacidad Portante del suelo se utilizó también el Ensayo de Penetración Estándar (SPT)

**TABLA N° 31: CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ESTUDIO SPT  
 AMPLIACION SUBESTACION PIURA**

Ensayo de SPT	Modulo de poisson $\mu$	E Modulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	Coef. Balasto k (Kg/cm <sup>3</sup> )	Prof. De cimentación mínima (m)	Capacidad Portante A considerar
SPT 1	0.30	351	20	3.00	0.92
SPT 2	0.30	202	17	3.00	0.72
SPT 3	0.30	347	19	3.00	0.71
SPT 4	0.30	279	19	3.00	1.12
SPT 5	0.30	281	17	3.00	0.78

- 5 Se recomienda al Ingeniero Estructurista tomar profundidades que varíen entre 1.60m y 1.80m en las cimentaciones de las torres, en el caso muy particular, que las zapatas se encuentren o se traslapen en cualquiera de las estructuras livianas, torres y

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
 CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
 PROVINCIA DE PIURA

transformador recomendamos que se utilice una platea de cimentación con un ancho mínimo de espesor de 15 cm con un concreto de 175 Kg/cm<sup>2</sup>.

- 6 Para el Diseño Sismo Resistente del Proyecto, se recomienda utilizar los siguientes parámetros:

<b>Factor de Zona 3</b>	$z = 0,4$
<b>Perfil de Suelo Tipo</b>	$S_2$ (suelos intermedios)
<b>Periodo Predominante</b>	$T_p = 0,6$ s
<b>Factor de Ampliación de Suelo</b>	$S = 1.2$
<b>Factor U (Subestacion)</b>	$U = 1.5$
<b>Coefficiente de reducción</b>	$R = 8$

- 7 Según los Ensayos de Análisis Químicos como se muestra en la Tabla N° 24, se recomienda utilizar el cemento tipo MS contra sulfatos; por haber superado los límites permisibles los suelos en los respectivos ensayos.

N°	LUGAR	MUESTRA	PROF. (m)	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ppm.	CL <sup>-1</sup> Ppm
1	PIURA	C - 1	1.50 -250	155.17	62.22
2	PIURA	C - 2	1.50 - 250	162.30	58.11
3	PIURA	C - 3	1.50 -2.50	170.84	51.67
4	PIURA	C - 4	1.50- 2.50	148.90	49.80
5	PIURA	C - 5	1.50- 2.50	176.52	66.99

- 8 Para el coeficiente de balastro se recomienda considerar para el Proyecto  $K = 20.68$  Kg/cm<sup>3</sup>
- 9 Para mejores resultados reales de los diferentes diseños estructurales se han ejecutado ensayos de Corte Directo de las muestras extraídas de las áreas del proyecto, determinándose su Capacidad Portante del Terreno por Perk – Terzaghi mostrándose en la siguiente tabla:

**RESUMEN DEL ENSAYO CORTE DIRECTO**

CALICATA N°	$\phi$	C	CAPACIDAD PORTANTE Kg/cm <sup>2</sup>
1	28.10°	0.0	2.55
2	25.00°	0.04	2.01
3	24.20°	0.0	1.65
4	24.10°	0.03	1.73
5	24.90°	0.01	1.83

\* Para el cálculo de las cimentaciones y zapatas de las diferentes estructuras se ha tomado el Ángulo de fricción más desfavorable  $\phi=24.10$

10 No se encontró el nivel freático en calicatas (Tabla N°8) y de la misma forma en los Ensayos SPT realizados (Tabla N°9), por lo que no existe peligro de licuefacción de suelos.

N°	PROFUNDIDAD (m)	NAPA FREÁTICA	COORDENADAS UTM	
			NORTE	ESTE
C – 1	- 3.00 m.	NP	9428739.137	533,327.261
C – 2	- 3.00 m.	NP	9428743.597	533,336.416
C – 3	- 3.00 m.	NP	9428752.860	533,339.685
C – 4	- 3.00 m.	NP	9428762.863	533,334.784
C – 5	- 3.00 m.	NP	9428755.241	533,332.640

Fuente: Elaboración Propia

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
 CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
 PROVINCIA DE PIURA

ENSAYO DE SPT	PROFUNDIDAD (m)	NAPA FREÁTICA (m)	COORDENADAS UTM	
			NORTE	ESTE
SPT 1	10	NP	9428737.247	533326.222
SPT 2	10	NP	9428741.986	533337.324
SPT 3	10	NP	9428753.554	533338.254
SPT4	10	NP	9428761.554	533333.561
SPT 5	10	NP	9428756.231	533331.763

- 11 Para la construcción del Proyecto se recomienda que el terreno de fundación sea debidamente drenado y sub drenado si en caso fuera construido en tiempo de lluvia, para evitar que sufra asentamientos diferenciales considerables.
- 12 Se recomienda utilizar un método de curado adecuado para la mezcla de concreto empleadas en el elemento estructural acorde a la norma A.S.T.MC- 31, con la finalidad de alcanzar el grado de hidratación y por ende la resistencia mecánica requerida en obra.
- 13 Se recomienda que para los rellenos de todas las cimentaciones de las estructuras a construir sea utilizado material de afirmado seleccionado con un  $\phi = 3''$ , debidamente compactado al 95% de MDS del Proctor Modificado a un espesor de 20 cm.
- 14 Se concluye que los asentamientos inmediatos de los Ensayo SPT se dan en las Tablas N°10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17 cuyos parámetros físicos se encuentran en las tablas de carga admisible en función del Ensayo SPT.

## CAPITULO VII

### BIBLIOGRAFIA

1. Crespo C. 1980.- Mecánica de Suelos y Cimentaciones. Características físicas de los suelos. Ed. Limusa. Edición 4. Noriega. Pág. 639.
2. Pinto H. 1994.- Mecánica de Suelos y sus Aplicaciones. Elementos de la Mecánica. Ed. ABDR. 6 Edición Pág. 494.
3. Lambi Whitman. 1972. Mecánica de los Suelos. La Naturaleza del Suelo. Ed. Limusa – Wiley S.A. Primera Edición. Pág. 579.
4. Peck B. 1984. Ingeniería de Cimentaciones. Propiedades de los Materiales el sub suelo Ed. Limusa. Segunda Edición. Pág. 536.
5. Salas J. 1991.- Geotecnia y Cimientos I. Propiedades de los suelos. Ed. Rueda Madrid. Segunda Edición. Pág. 1186
6. Sociedad Peruana de Derecho Ambiental. 1995. Código del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales.
7. INRENA. 1996. Compendio de Normas Ambientales
8. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 1995. Guía para la Supervisión Ambiental de Carreteras. Sub sector Transportes.
9. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 1995. Guía para elaborar Estudios de Impacto Ambiental en el Sub sector Transportes. Unidad Especializada de Impacto Ambiental.
10. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 1995. Manual Ambiental para el Diseño y Construcción de Vías. Dirección de Medio Ambiente.
11. Instituto Nacional de Estadística e informática (INEI) 1993. Resultados Definitivos de los Censos Nacionales.

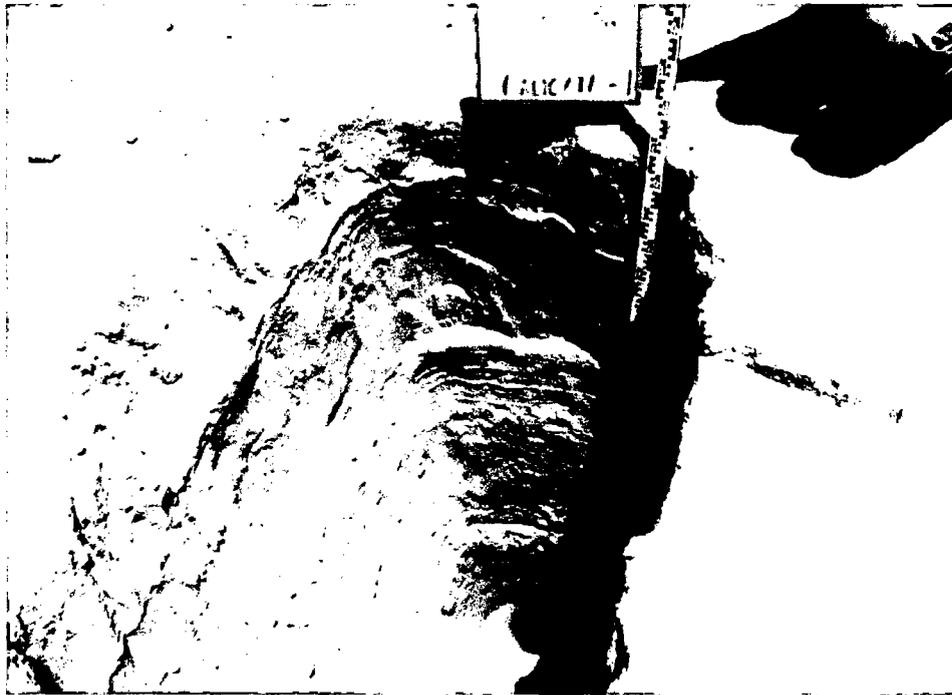
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
PROVINCIA DE PIURA

---

12. Larry W. Canter. 2000. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Universidad de Oklahoma.

## **PANEL FOTOGRAFICO**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERIA - EAPIC  
PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
PROVINCIA DE PIURA



*FOTO 01. Calicata 01, Perfil Estratigráfico.*



*FOTO 02. Calicata 01, Densidad Natural.*

COORDENADAS UTM: N.9428739.137 - E.533,327.261

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
PROVINCIA DE PIURA



*FOTO 03. Calicata 02, Perfil Estratigráfico.*



*FOTO 04. Calicata 02, Densidad Natural.*

COORDENADAS UTM: N.9428743.597 - E.533,336.416

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERIA - EAPIC  
PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
PROVINCIA DE PIURA



FOTO 05. Calicata 03, Perfil Estratigráfico.

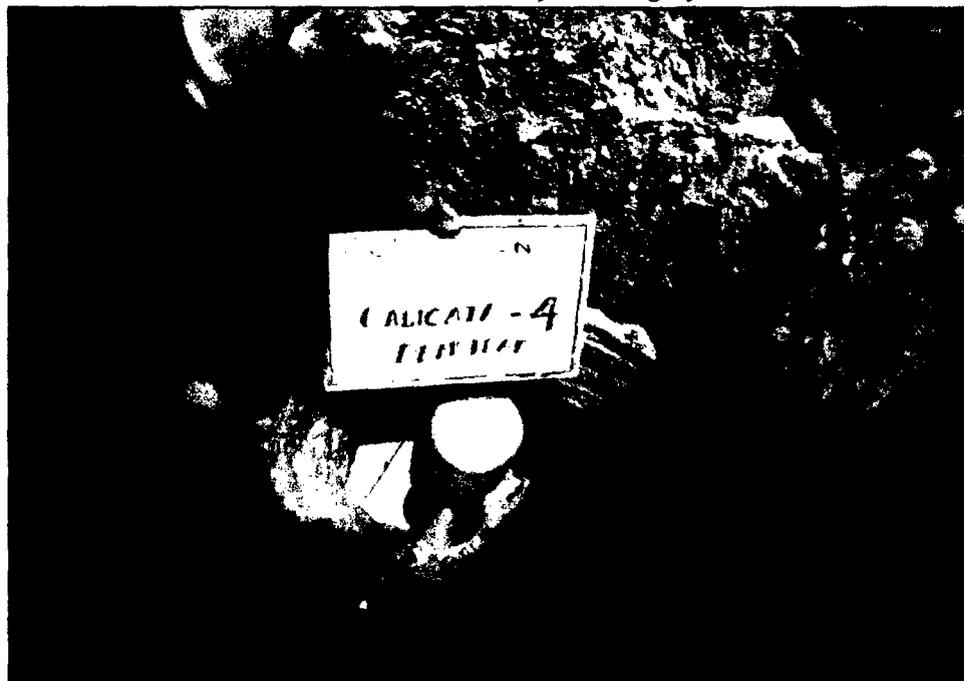


COORDENADAS UTM: N.9428752.860 - E.533,339.685

*FOTO 06. Calicata 03, Densidad Natural.*



*FOTO 07. Calicata 04, Perfil Estratigráfico.*



COORDENADAS UTM: N.9428762.863 - E.533,334.784

*FOTO 08. Calicata 04, Densidad Natural.*



*FOTO 09. Calicata 05, Perfil Estratigráfico.*



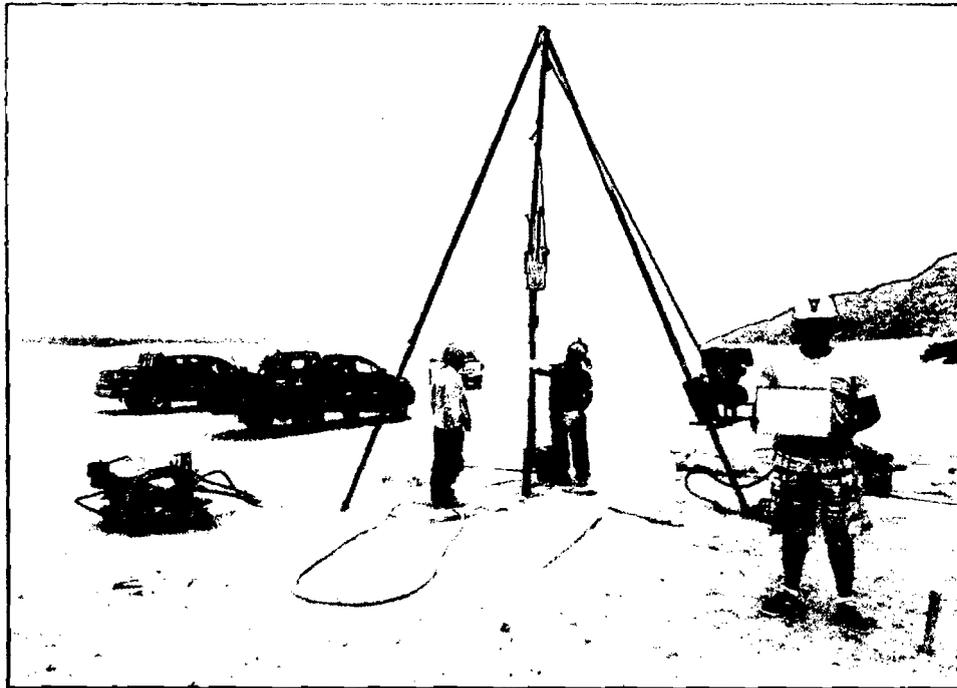
**COORDENADAS UTM: N.9428755.241 - E.533,332.640**

**FOTO 10.** Calicata 05, Densidad Natural.

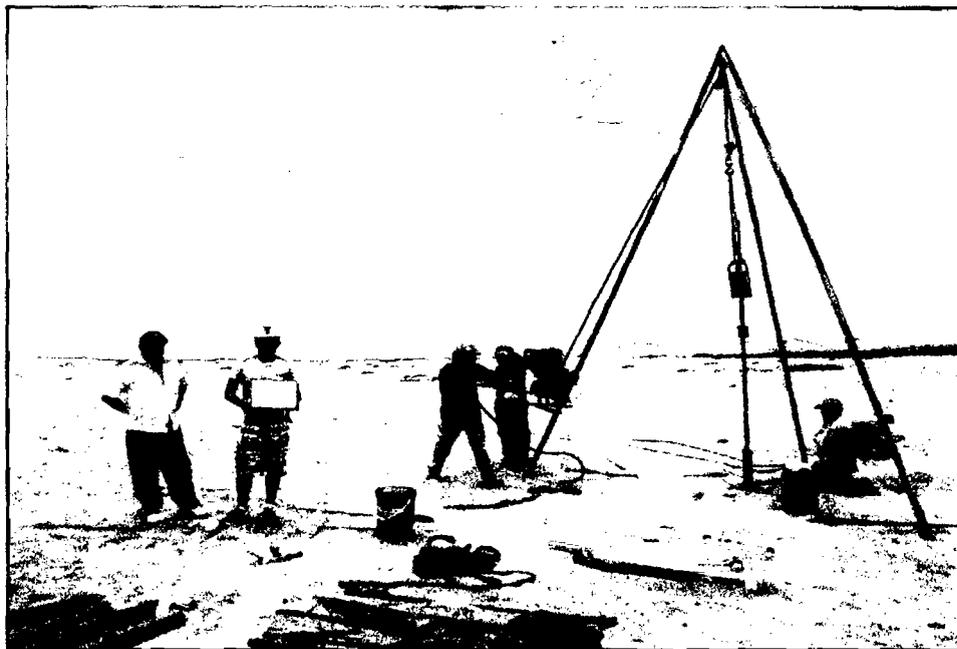


**FOTO 11.** Extracción de muestra del SPT.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y  
CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
PROVINCIA DE PIURA



*FOTO 12. Fase de Percusión en el Ensayo SPT.*



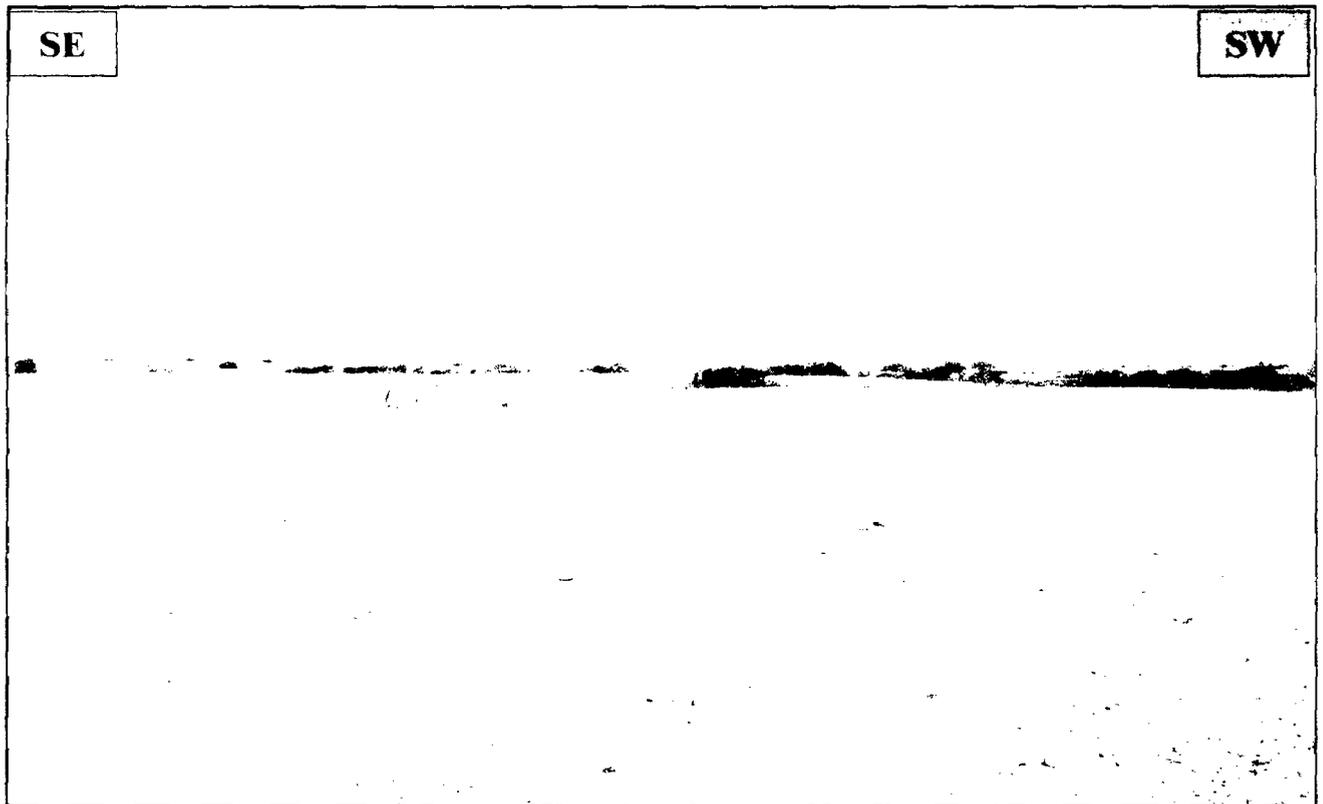
**FOTO 13.**Extracción de Barreno que contiene la muestra.



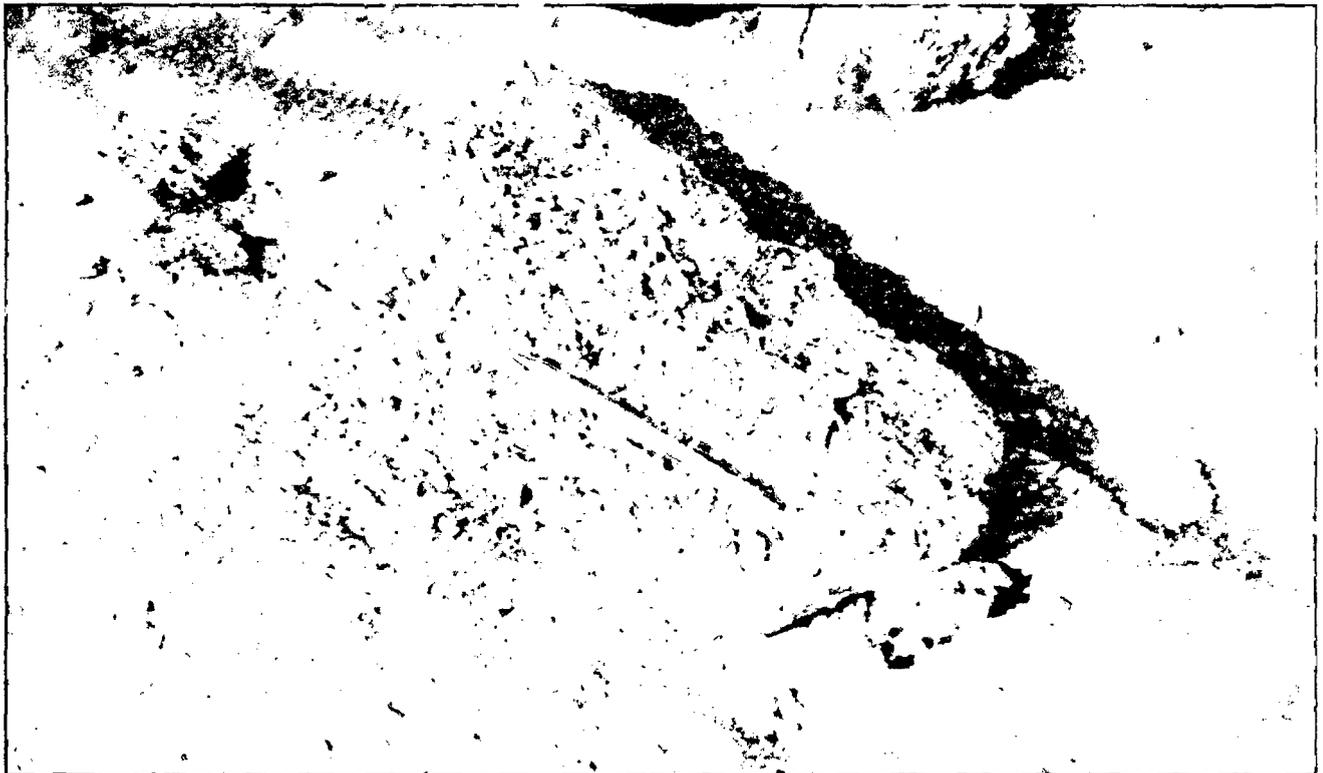
**FOTO 14.**Cambio de brocas, para profundizar ensayo SPT.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE  
SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
PROVINCIA DE PIURA

---



*FOTO 15. Vista Panorámica de la zona de estudio.*



*FOTO 16. Dominio Estructural de lumaquelas y coquinas.*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE  
SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
PROVINCIA DE PIURA

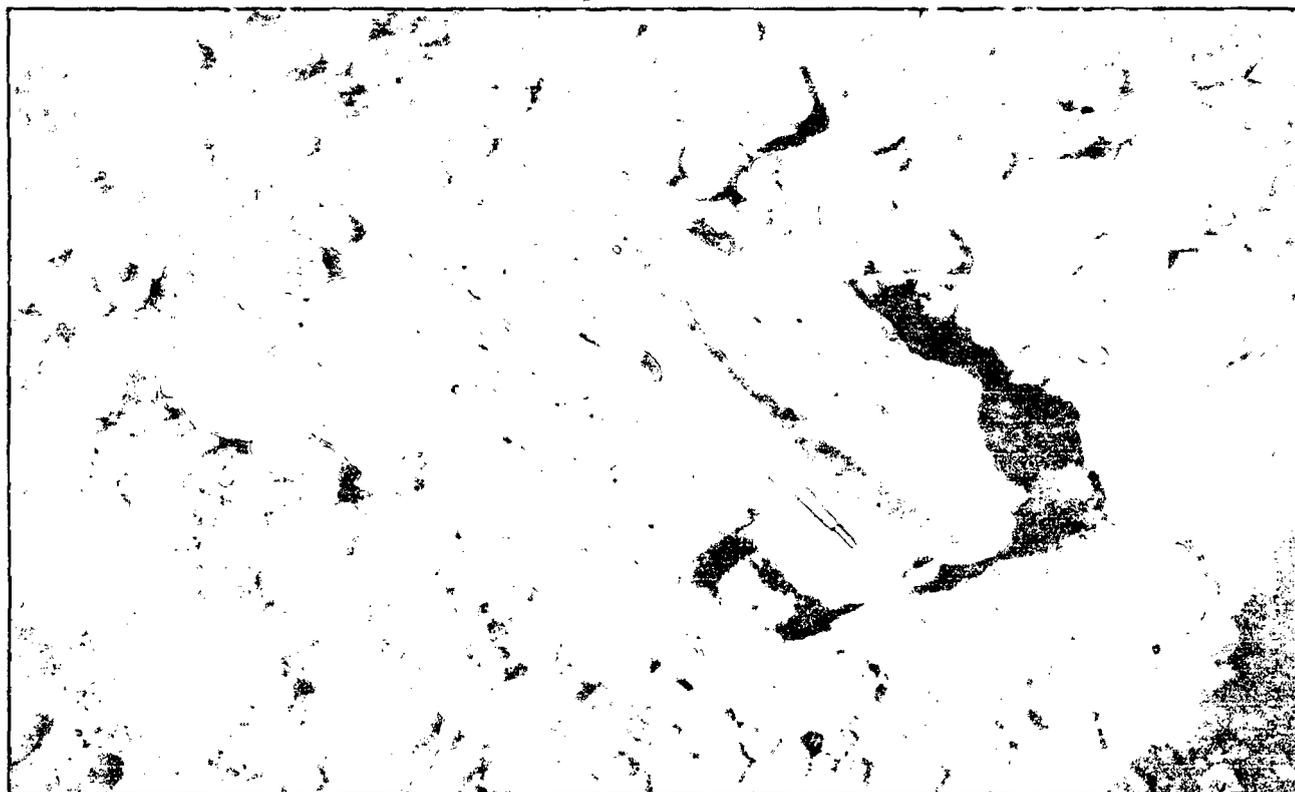
---

NE

SE



*FOTO 17. Extensión de planicies de material Bioclástico.*



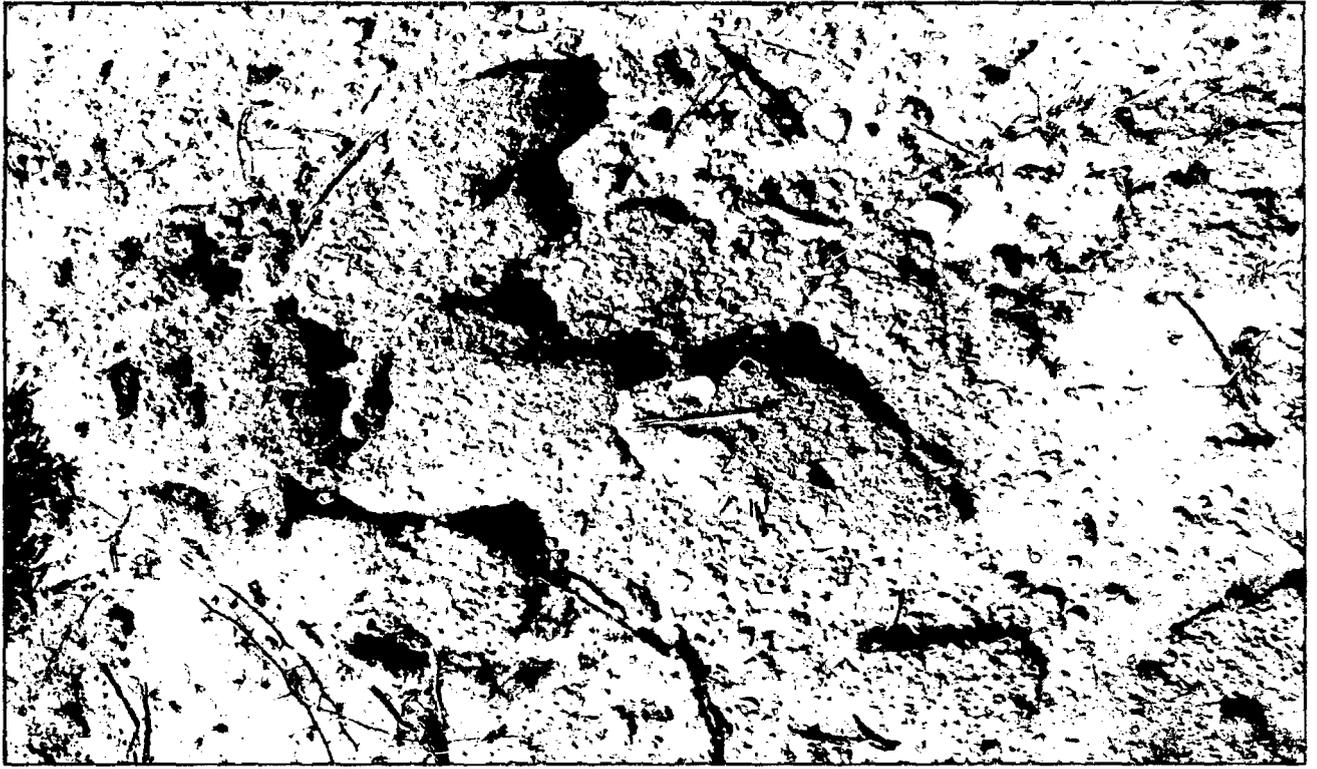
*FOTO 18. Conglomerado Lumaquílico o Lumaquelas.*



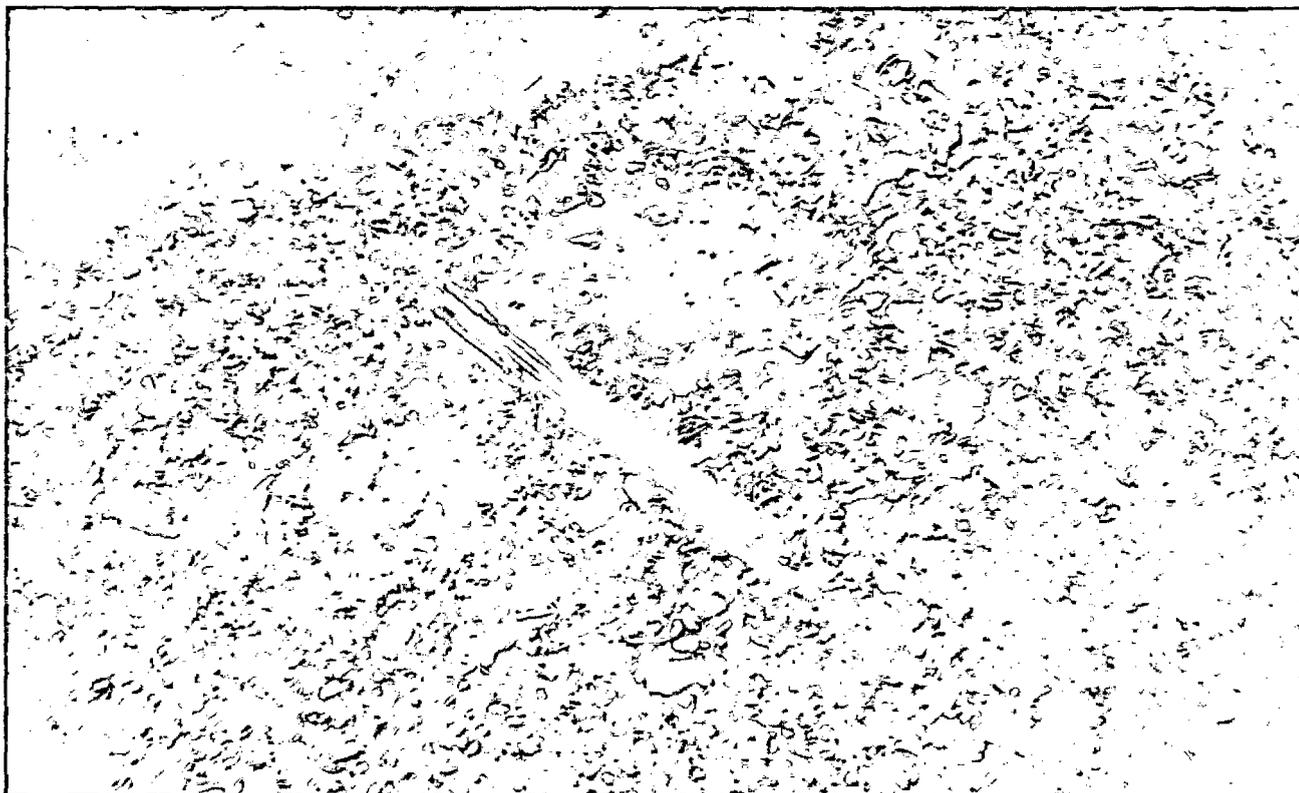
*FOTO 19. Depósito coquinífero o coquinas.*



*FOTO 20. Coquiníferos evidencia de Facies salinas de aguas cercanas al litoral.*



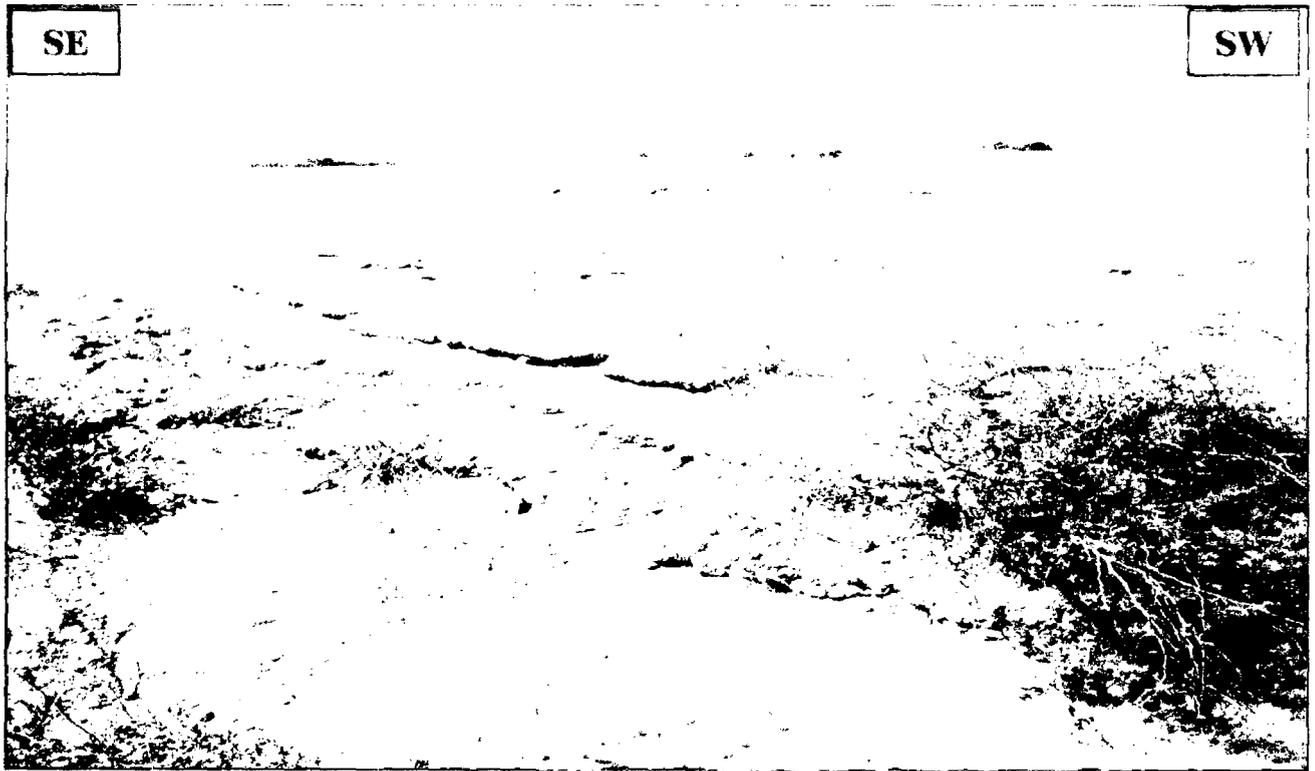
*FOTO 21. Fragmentos de Conchas lumaquelas y coquinas.*



*FOTO 22. Matriz Areniscosa y salina con fragmentos Lumaquíllicos.*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE  
SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
PROVINCIA DE PIURA

---



*FOTO 23. Estructura que evidencia Proceso Transicional del litoral.*



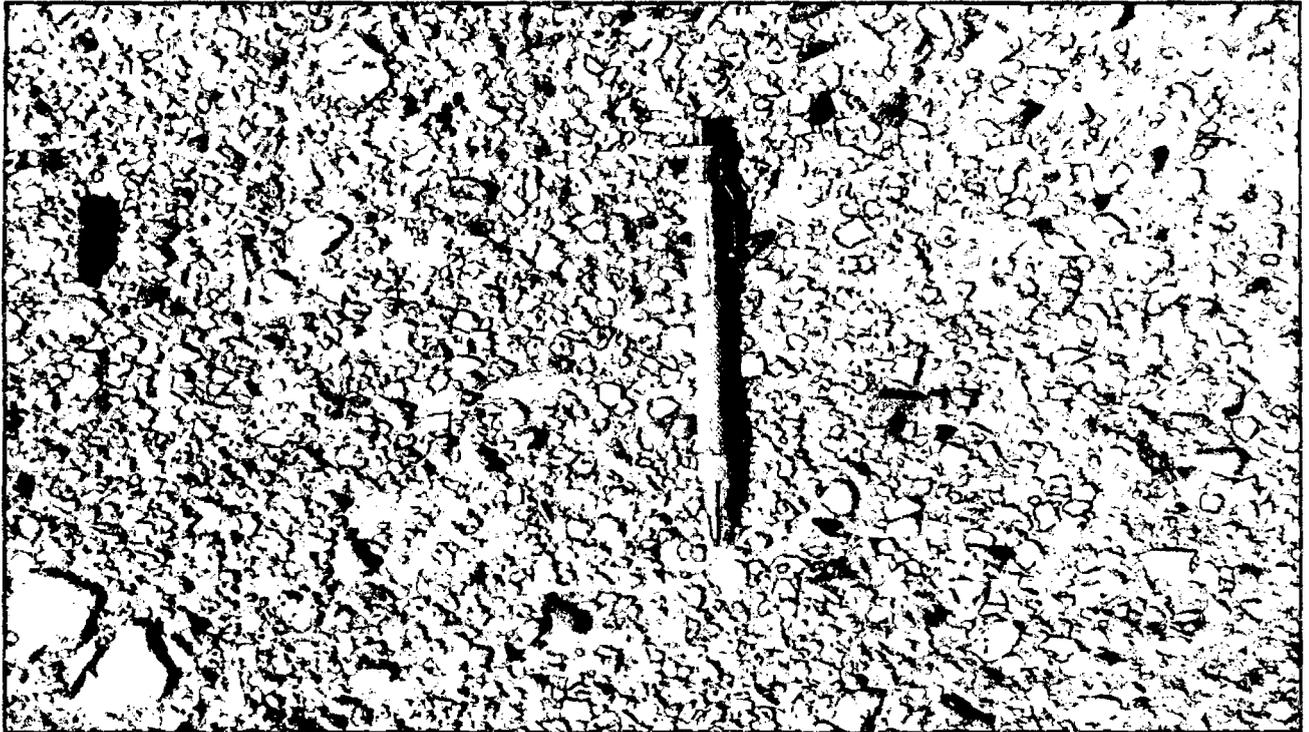
*FOTO 242. Conglomerados Lumaquílicos consolidados en matriz Bioclástica.*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE  
SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
PROVINCIA DE PIURA

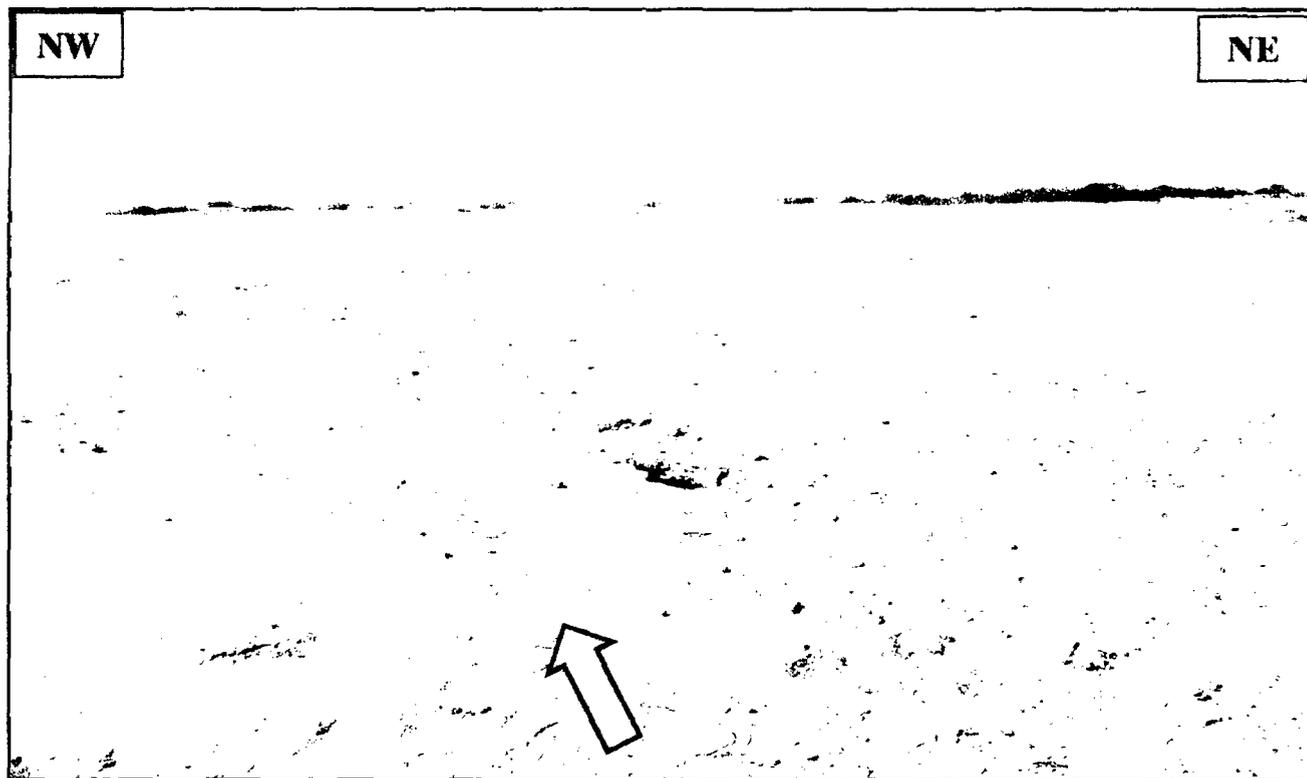
---



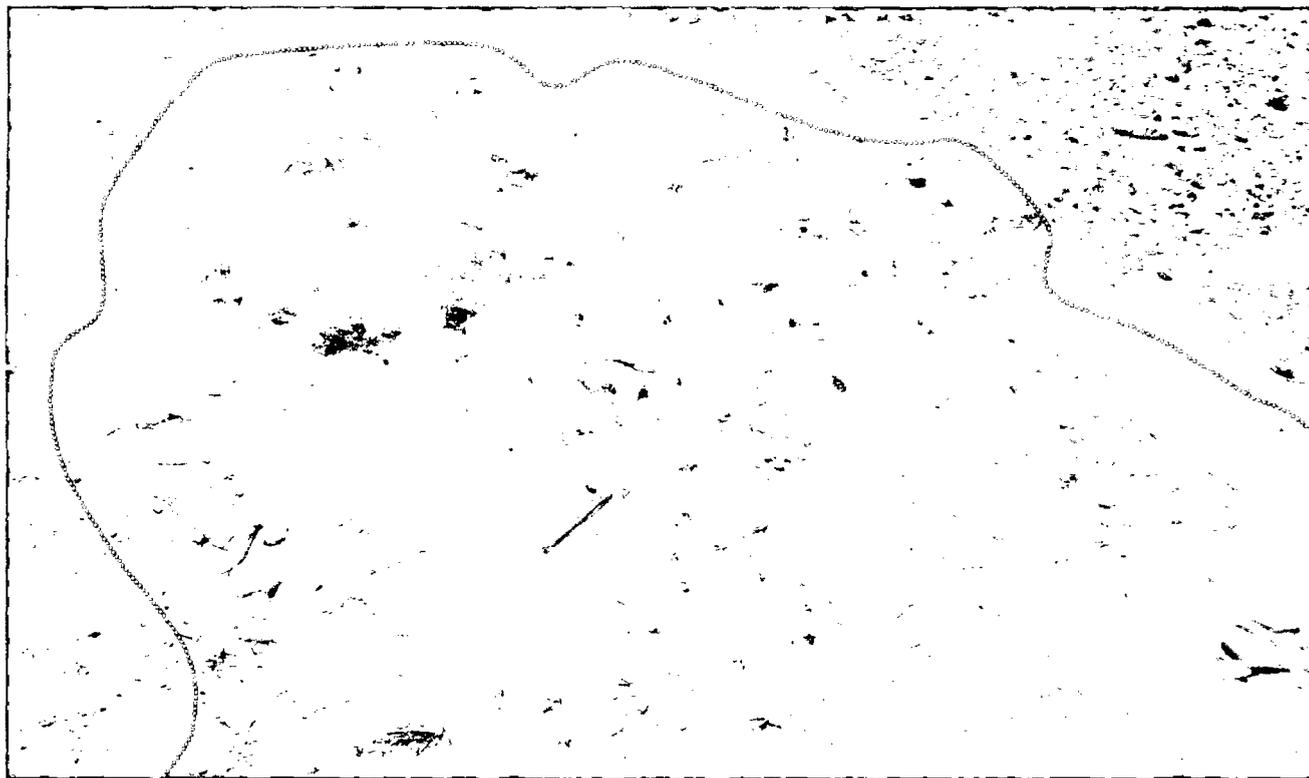
*FOTO 253. Extensión de conglomerados con cantos de rocas de diferente naturaleza.*



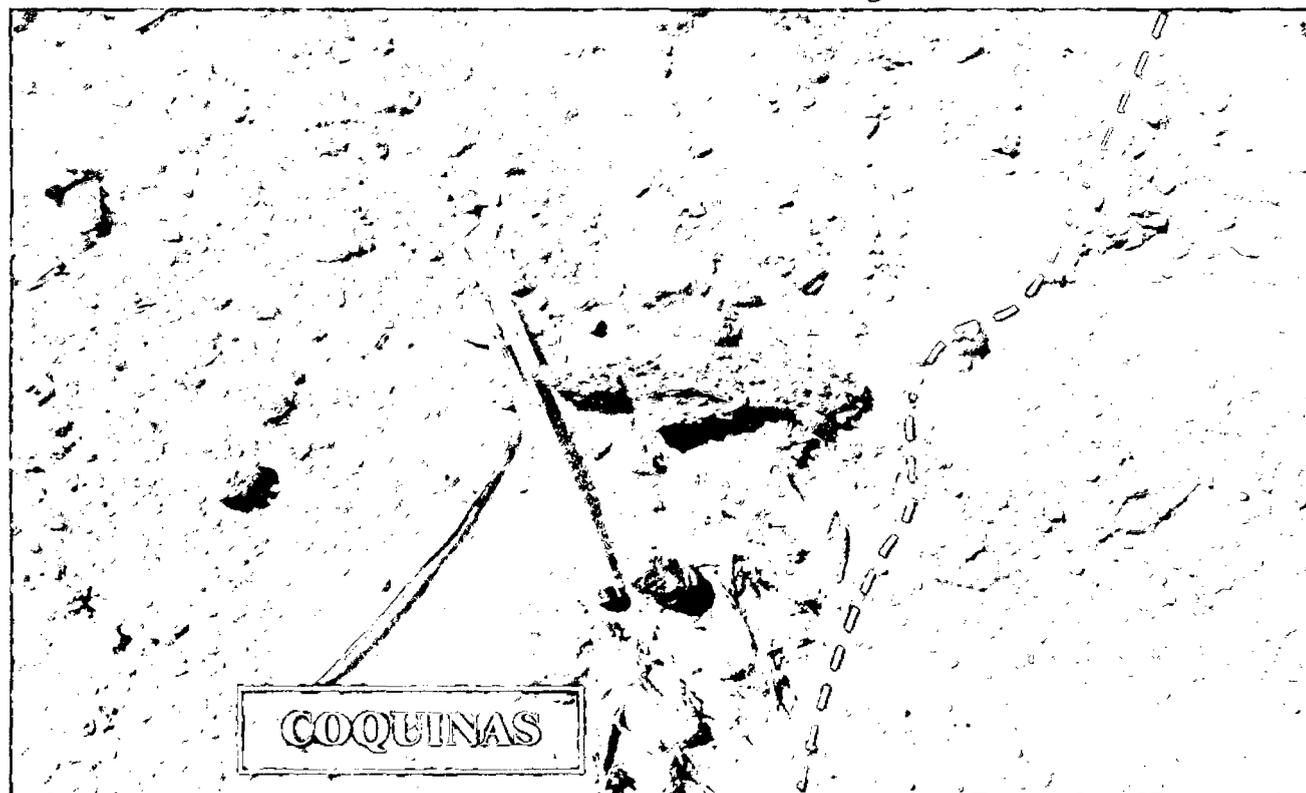
*FOTO 264. Fragmentos rocosos de diferente naturaleza genética.*



*FOTO27. Distención espacial de un Paleocause con línea de Flujo Norte.*



*FOTO 285. Estructural Arcillo – Areniscosa de fase transgresiva del litoral.*



*FOTO 6. Contacto entre estructuras Coquineras y Lumaquíllicos.*



*FOTO 307. Conglomerado Bioclástico con fragmentos de conchas y coquinas que muestran concentración de caparazones*

# 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.

Urb. Los Docentes UNC-H3

## ANÁLISIS DE SULFATOS Y CLORUROS DE MUESTRAS DE SUELO

**PROYECTO** : " ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA "

**PROCEDENCIA** : PIURA

**FECHA** : ABRIL DEL 2014

## ANÁLISIS DE SUELO

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	1.50 -250	155.17	62.22	16
2	C-2	1.50 - 250	162.30	58.11	16
3	C-3	1.50 -2.50	170.84	51.67	16
4	C-4	1.50- 2.50	148.90	49.80	16
5	C-5	1.50- 2.50	176.52	66.99	16

**NOTA:** De acuerdo a los análisis químicos realizados en el en las muestras de suelo, de sulfatos y cloruros no se encuentra en los límites permisibles.

  
MÓNICA ROSMERI  
NAVARRO ALMONACID  
INGENIERA QUÍMICA  
Reg. CIP N° 108897

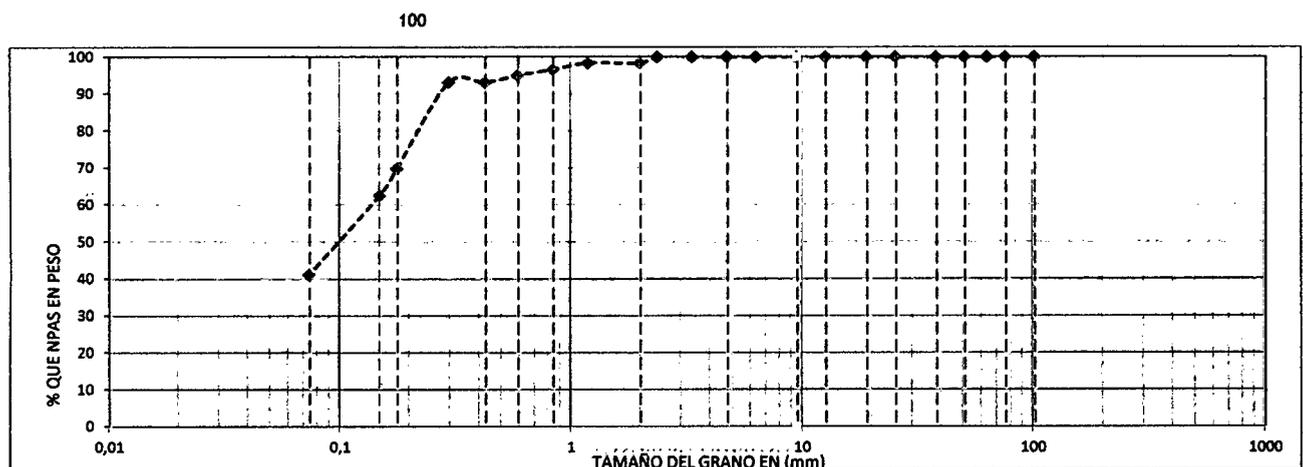
Telf: (076) 341560 Cel: 976-641979  
Email: navarro\_almonacid@hotmail.com

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

<b>PROYECTO</b>	: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA "		
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA		
<b>CALICATA</b>	: N°1 - M - 1 - PROFUNDIDAD (m): 3.00	COORDENADAS UTM: N.9428739.137 - E.533,327.261	
<b>BACHILLER</b>	: IRVING R. FERNÁNDEZ GÁLVEZ	ALTITUD. 42.048m.s.n.m.	
<b>FECHA</b>	: ABRIL DEL 2014		

MALLAS SERIE AMERICANA	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM 422						CONTENIDO DE HUMEDAD		
	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUMUL. (%)	PASA (%)	ESPECIFICACIONES			
4"	101,6						Numero de la Tara	7	
3"	76,200						Peso de la Tara	68,2	
2 1/2"	63,500						Tara + Suelo Humedo	384,3	
2"	50,800						Tara + Suelo Seco	379,1	
1 1/2"	38,100						Peso del agua	5,2	
1"	25,400						Peso del suelo neto	310,9	
3/4"	19,050						% de Humedad	1,67	
1/2"	12,700						<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b> - LÍMITE LÍQUIDO (%) : 17,99 - LÍMITE PLÁSTICO (%) : NP - ÍNDICE PLASTICIDAD (%) : NP - CLASIFICACIÓN SUCS : SM - CLASIFICACIÓN AASHTO : A-4 (0)		
3/8"	9,525								
1/4"	6,350								
N° 4	4,760				100,0				
N° 6	3,360								
N° 8	2,380								
N° 10	2,000	11,4	1,6	1,6	98,4				
N° 16	1,190								
N° 20	0,840	12,4	1,8	3,4	96,6				
N° 30	0,590	11,1	1,6	5,0	95,0				
N° 40	0,426	13,2	1,9	6,9	93,1				
N° 50	0,297						- PESO TOTAL (gr) :	696,3	100,0 %
N° 80	0,177	162,6	23,4	30,3	69,7		- PESO GRAVA (gr) :	0,0	0,0 %
N° 100	0,149	50,1	7,2	37,5	62,5		- PESO ARENA (gr) :	696,3	100,0 %
N° 200	0,074	148,8	21,4	58,8	41,2		- PESO FRACCIÓN (gr)		
-200		286,7	41,2						

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA = EAPIC  
**PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA**

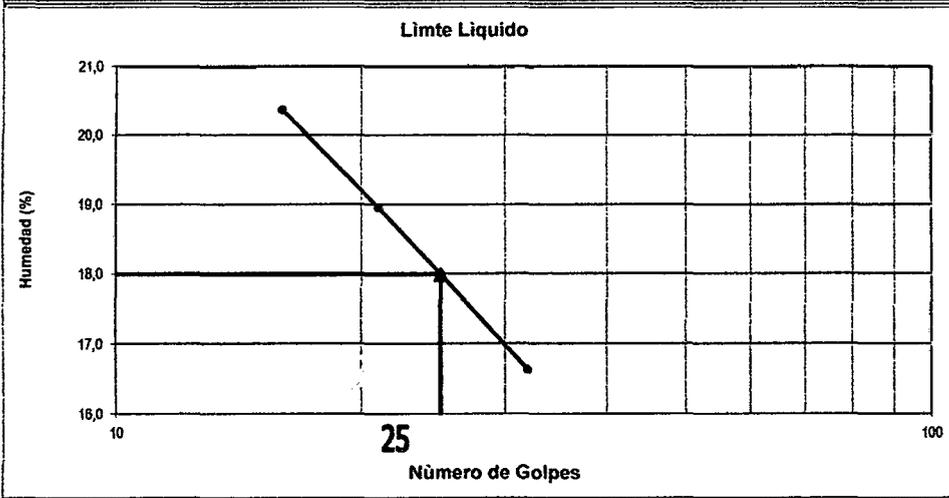
**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
 (NORMA AASHTO T - 90 - ASTM D 4318)

<b>PROYECTO</b>	<b>: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA"</b>		
<b>UBICACIÓN</b>	<b>: DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA</b>		
<b>CALICATA</b>	<b>: N°1 - M - 1 - PROFUNDIDAD (m): 3.00</b>		
<b>TESISTA</b>	<b>: BACH. IRVING R. FERNÁNDEZ GÁLVEZ</b>		
<b>FECHA</b>	<b>: ABRIL DEL 2014</b>	<b>COORDENADAS UTM: N.9428739.137 - E.533,327.261</b>	

LIMITE LIQUIDO ASTM D-423				
N° DE GOLPES	32	21	16	
TARA+SUELO HUMEDO	29,74	34,17	34,17	
TARA+SUELO SECO	27,49	31,47	30,82	
PESO DEL AGUA	2,25	2,70	3,35	
PESO DE LA TARA	13,96	17,22	14,37	
PESO DEL SUELO SECO	13,53	14,25	16,45	
HUMEDAD (%)	16,63	18,95	20,36	

LIMITE PLASTICO ASTM D-424				
TARA+SUELO HUMEDO				
TARA+SUELO SECO				
PESO DEL AGUA				
PESO DE LA TARA				
PESO DEL SUELO SECO				
HUMEDAD (%)				
HUMEDAD PROMEDIO (%)				

NO PLASTICO



Límites de Consistencia	
Limite Liquido	17,99
Limite Plastico	NP
Indice Plastico	NP

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA E EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE  
 DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA

## REGISTRO DE EXCAVACION: CALICATA DE PLATAFORMA

<b>PROYECTO</b>	: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA"		
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA		
<b>CALICATA</b>	: N° 1	<b>PROF.(m)</b>	: 3,00

	UBICACIÓN PERFORACION AL TIPO CIELO ABIERTO	CALICATA		SIMBOLOGIA	CLASIF.		CONSTANTES FISICAS			% Pasa Malla N° 200
		MUESTRA	DESCRIPCION		AASHTO	SUCS	L.L.	L.P	IP	
0,20										
0,40										
0,80										
1,00										
1,20		M-1	Arenas mal graduadas mezclas de arenas con limos de color marrón claro		A-4(0)	SM	17,99	NP	NP	41,2
1,40										
1,80										
2,00										
2,40										
2,80										
3,00										

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

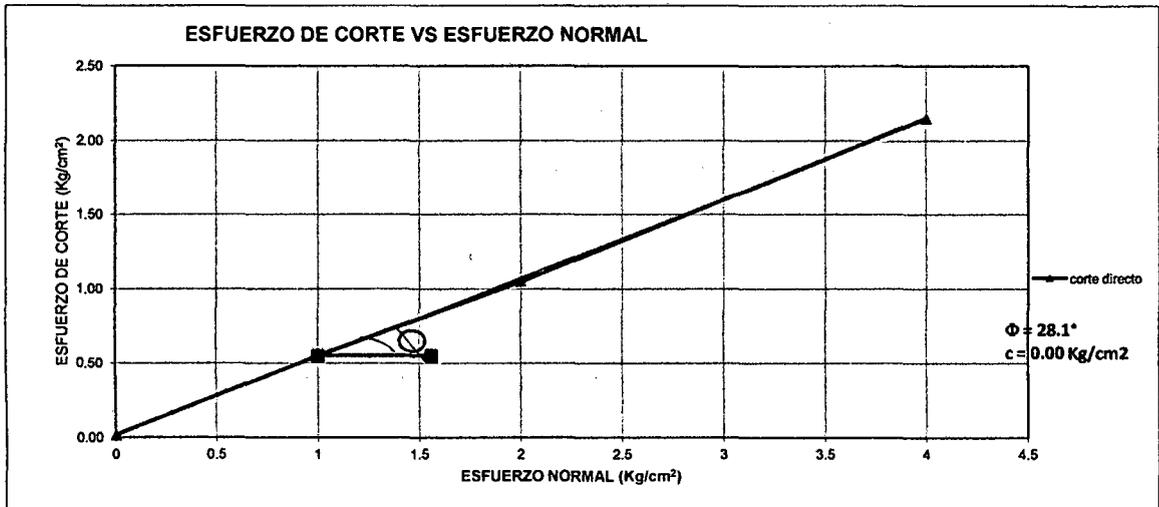
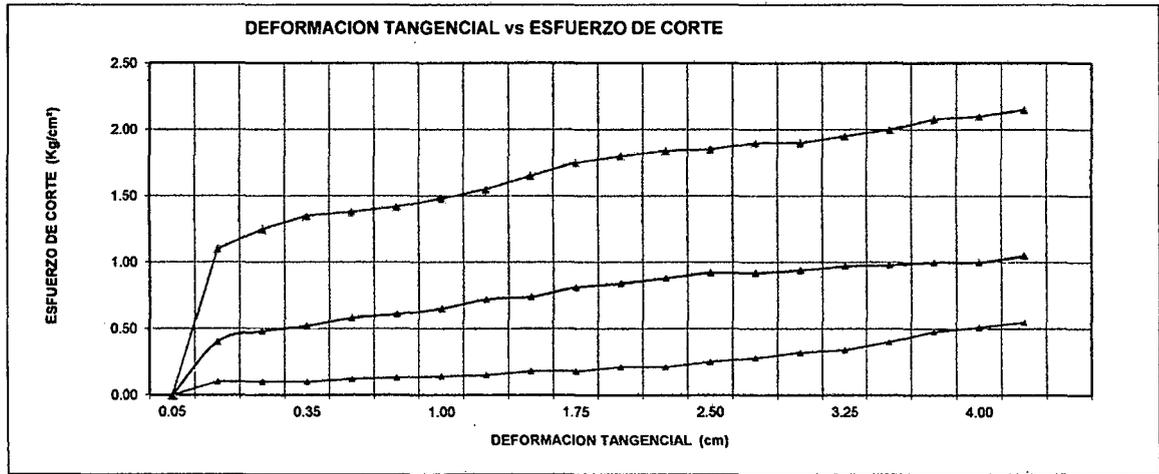
<b>PROYECTO</b>	: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA"		
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA		
<b>CALICATA</b>	: N °1 - M - 1 - PROFUNDIDAD (m) : 3.00		
<b>TIPO DE MUESTRA</b>	: REMOLDEADA		
<b>FECHA</b>	: ABRIL DEL 2014	<b>SUCS</b>	<b>SM</b>

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
Lado o diámetro (cm)	6.2	Humedad (%)	1.8
Altura (cm)	2.16	Peso (gr)	2.45
Area (cm <sup>2</sup> )	38.44	Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.68
Volumen (cm <sup>3</sup> )	83.03		

APLICACIONES DE CARGA			
Velocidad de carga de la maquina (mm/mín)	0.25		
Carga normal (KG)	5		
Esp. de muestra	I	II	III
Peso de la Semi Caja Superior (Kg)	4	8	16
Esfuerzo Normal ( $\sigma$ ) (Kg/cm <sup>2</sup> )	1.00	2.00	4.00
Esf. de corte máximo ( $\sigma$ ) (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.55	1.05	2.15

ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA ( $\phi$ ) =	28.10
COHESION (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.00

Deformacion %	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZADO	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZADO	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZADO
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.10	0.53	0.40	0.20	1.10	0.28
0.10	0.10	0.56	0.48	0.24	1.25	0.31
0.20	0.10	0.58	0.52	0.26	1.35	0.34
0.35	0.12	0.63	0.58	0.29	1.38	0.35
0.50	0.13	0.64	0.61	0.31	1.42	0.36
0.75	0.14	0.67	0.65	0.33	1.48	0.37
1.00	0.15	0.67	0.72	0.36	1.55	0.39
1.25	0.18	0.69	0.74	0.37	1.65	0.41
1.50	0.18	0.76	0.81	0.41	1.75	0.44
1.75	0.21	0.78	0.84	0.42	1.80	0.45
2.00	0.21	0.82	0.88	0.44	1.84	0.46
2.25	0.25	0.93	0.92	0.46	1.85	0.46
2.50	0.28	0.94	0.92	0.46	1.90	0.48
2.75	0.32	0.96	0.94	0.47	1.90	0.48
3.00	0.34	0.97	0.97	0.49	1.95	0.49
3.25	0.40	0.98	0.98	0.49	2.00	0.50
3.50	0.48	1.00	1.00	0.50	2.08	0.52
3.75	0.51	1.02	1.00	0.50	2.10	0.53
4.00	0.55	0.55	1.05	0.53	2.15	0.53



## CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

<b>PROYECTO.</b>	: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA"		
<b>CALICATA</b>	: N°1 - M - 1	<b>PROF.</b>	3.00m.
<b>TESISTA</b>	: BACH. IRVING R. FERNÁNDEZ GÁLVEZ		
<b>FECHA</b>	: ABRIL DEL 2014		

DATOS DE LA MUESTRA				
Ángulo rozamiento interno $\phi$ :	28.10	°	28	°
Peso específico suelo, $\gamma$ :	1.64	gr/cm <sup>3</sup>	0.0016	kg/cm <sup>3</sup>
Profundidad cimentación, D:	2.00	m	200	cm
Tensión vertical, q:			0.33	kg/cm <sup>2</sup>
Cohesión, c:	0.00	kg/cm <sup>2</sup>	0.00	kg/cm <sup>2</sup>
Factor de seguridad, F:	3		3	
Ancho cimentación, B:	2.00	m	200	cm
Peso de la estructura:	65.00	Tn	65000	Kg
Módulo de poisson ( $\mu$ )	AD	0.30	unidimensional	
Módulo de elasticidad (Es)	AD1	7500.00	Tn/m <sup>2</sup>	
Forma de Zapata	Rect. L/B=2			
Valores del Factor de forma IF (cm/m)	CENTRO	ESQUINA	MEDIO	
	153	77	120	

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

Para $\phi$ distinto de 0 =>	Ángulo de rozamiento interno ( $\phi$ )=	0.49	Radianes
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	$N_q = (1 + \text{sen}\phi) / (1 - \text{sen}\phi) \cdot e^{2\text{tag}\phi} =$	14.88	9.92
	$N_c = (N_q - 1) \cot\text{tag}\phi =$	26.00	17.33
	$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \text{tag}\phi =$	16.96	11.31

### FORMULA GENERAL DE TERZAGHI

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

Capacidad Admisible cimentación continua $q_{adm} =$	$\left(\frac{q_h}{F}\right)$	2.55	kg/cm <sup>2</sup>
Capacidad Admisible cimentación cuadrada $q_{adm} =$	$\left(\frac{q_h}{F}\right)$	2.37	kg/cm <sup>2</sup>
Capacidad Admisible cimentación circular $q_{adm} =$	$\left(\frac{q_h}{F}\right)$	2.18	kg/cm <sup>2</sup>

**ASENTAMIENTOS INMEDIATOS**

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

	Centro	Esquina	Medio
<i>S<sub>i</sub></i> =	0.24 cm	0.12 cm	0.19 cm

<i>S<sub>i</sub></i> =	0.24 cm
------------------------	---------

**COEFICIENTE DE BALASTRO**

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

	<i>K</i>
<i>S<sub>i</sub></i> =	69.23 kg/cm <sup>3</sup>



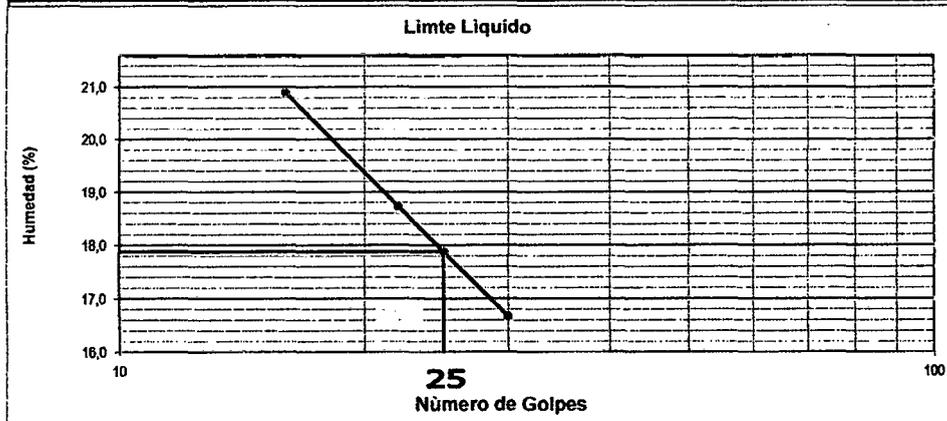
**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
(NORMA AASHTO T - 90 - ASTM D 4318)

<b>PROYECTO</b>	: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA		
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA		
<b>CALICATA</b>	: N°2 - M - 1 - PROFUNDIDAD (m): 3.00		
<b>TESISTA</b>	: BACH. IRVING R. FERNÁNDEZ GÁLVEZ		
<b>FECHA</b>	: ABRIL DEL 2014	<b>COORDENADAS UTM:</b> N.9428743.597 - E.533,336.416	

LIMITE LIQUIDO ASTM D-423				
N° DE GOLPES	30	22	16	
TARA+SUELO HUMEDO	30,69	32,14	35,04	
TARA+SUELO SECO	28,36	29,74	32,18	
PESO DEL AGUA	2,33	2,40	2,86	
PESO DE LA TARA	14,38	16,92	18,49	
PESO DEL SUELO SECO	13,98	12,82	13,69	
HUMEDAD (%)	16,67	18,72	20,89	

LIMITE PLASTICO ASTM D-424				
TARA+SUELO HUMEDO				
TARA+SUELO SECO				
PESO DEL AGUA				
PESO DE LA TARA				
PESO DEL SUELO SECO				
HUMEDAD (%)				
HUMEDAD PROMEDIO (%)				

NO PLASTICO



Límites de Consistencia	
Limite Liquido	17,88
Limite Plastico	NP
Indice Plastico	NP



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE  
 DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

<b>PROYECTO</b>	: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA"		
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA		
<b>CALICATA</b>	: N °2 - M - 1 - PROFUNDIDAD (m) : 3.00		
<b>TIPO DE MUESTRA</b>	: REMOLDEADA		
<b>FECHA</b>	: ABRIL DEL 2014	<b>SUCS</b>	<b>SM</b>

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
Lado o diámetro (cm)	6.2	Humedad (%)	1.8
Altura (cm)	2.16	Peso (gr)	2.38
Area (cm <sup>2</sup> )	38.44	Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.76
Volumen (cm <sup>3</sup> )	83.03		

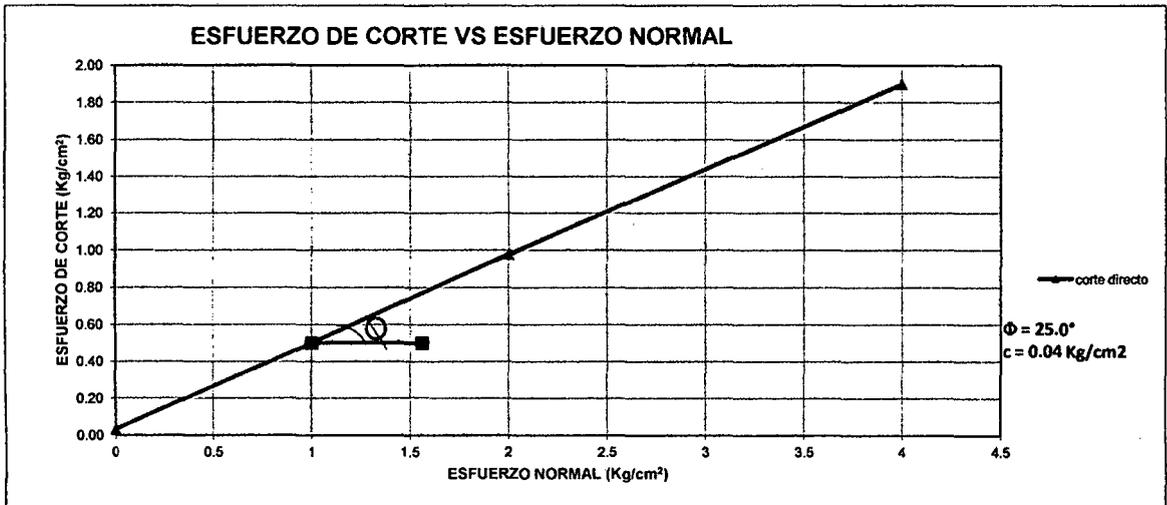
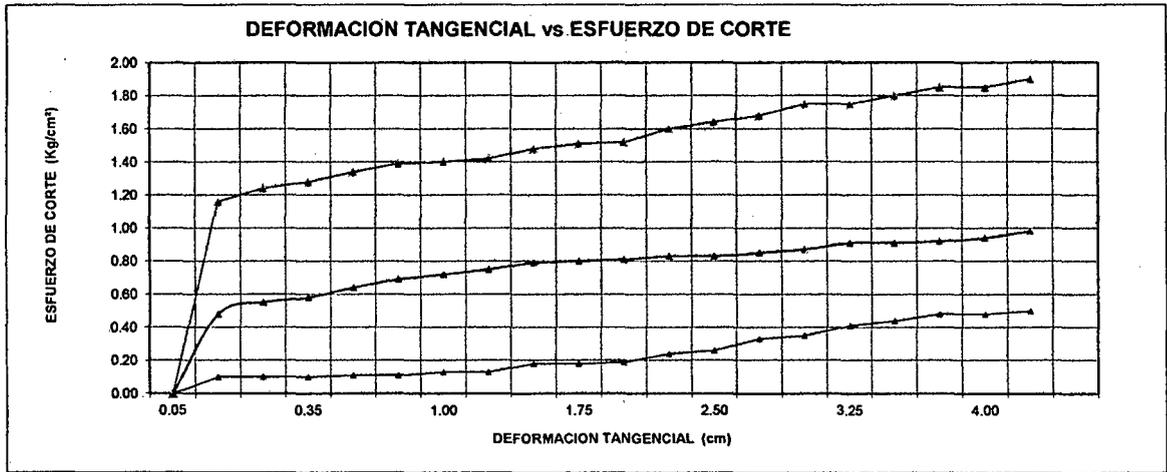
APLICACIONES DE CARGA			
Velocidad de carga de la máquina (mm/min)	0.25		
Carga normal (KG)	5		
Esp. de muestra	I	II	III
Peso de la Semi Caja Superior (Kg)	4	8	16
Esfuerzo Normal ( $\sigma$ ) (Kg/cm <sup>2</sup> )	1.00	2.00	4.00
Esf. de corte máximo ( $\sigma$ ) (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.50	0.98	1.90

ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA ( $\phi$ ) =	25.00
COHESION (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.04

Deformación %	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZADO	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZADO	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZADO
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.10	0.53	0.48	0.24	1.16	0.29
0.10	0.10	0.56	0.55	0.28	1.24	0.31
0.20	0.10	0.58	0.58	0.29	1.28	0.32
0.35	0.11	0.63	0.64	0.32	1.34	0.34
0.50	0.11	0.64	0.69	0.35	1.39	0.35
0.75	0.13	0.67	0.72	0.36	1.40	0.35
1.00	0.13	0.67	0.75	0.38	1.42	0.36
1.25	0.18	0.69	0.79	0.40	1.48	0.37
1.50	0.18	0.76	0.80	0.40	1.51	0.38
1.75	0.19	0.78	0.81	0.41	1.52	0.38
2.00	0.24	0.82	0.83	0.42	1.60	0.40
2.25	0.26	0.93	0.83	0.42	1.64	0.41
2.50	0.33	0.94	0.85	0.43	1.68	0.42
2.75	0.35	0.96	0.87	0.44	1.75	0.44
3.00	0.41	0.97	0.91	0.46	1.75	0.44
3.25	0.44	0.98	0.91	0.46	1.80	0.45
3.50	0.48	1.00	0.92	0.46	1.85	0.46
3.75	0.48	1.02	0.94	0.47	1.85	0.46
4.00	0.50	0.50	0.98	0.49	1.90	0.46

BACH. IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE  
 DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA



## CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

<b>PROYECTO.</b>	<b>: “ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA”</b>		
<b>CALICATA</b>	<b>: N°2 - M - 1</b>	<b>PROF.3.00m.</b>	
<b>TESISTA</b>	<b>: BACH. IRVING R. FERNÁNDEZ GÁLVEZ</b>		
<b>FECHA</b>	<b>: ABRIL DEL 2014</b>		

<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>				
Ángulo rozamiento interno $\phi$ :	25.00	°	25	°
Peso específico suelo, $\gamma$ :	1.70	gr/cm <sup>3</sup>	0.0017	kg/cm <sup>3</sup>
Profundidad cimentación, D:	2.00	m	200	cm
Tensión vertical, q:			0.34	kg/cm <sup>3</sup>
Cohesión, c:	0.04	kg/cm <sup>2</sup>	0.04	kg/cm <sup>2</sup>
Factor de seguridad, F:	3		3	
Ancho cimentación, B:	2.00	m	200	cm
Peso de la estructura:	65.00	Tn	65000	Kg
Módulo de poisson ( $\mu$ )	AD	0.30	unidimensional	
Módulo de elasticidad (Es)	AD1	7500.00	Tn/m <sup>2</sup>	
Forma de Zapata	Rect. L/B=2			
Valores del Factor de forma IF (cm/m)	CENTRO	ESQUINA	MEDIO	
	153	77	120	

<b>Para <math>\phi</math> igual a 0 =&gt;</b>	<b>Ángulo de rozamiento interno (<math>\phi</math>)=</b>	<b>0</b>	<b>Radianes</b>
	$N_q = (1 + \text{sen}\phi) / (1 - \text{sen}\phi) \cdot e^{2\text{tag}\phi} =$	1.00	
	$N_c = (N_q - 1) \cot\text{tag}\phi =$	5.14	
	$N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \text{tag}\phi =$	0.00	

<b>Para <math>\phi</math> distinto de 0 =&gt;</b>	<b>Ángulo de rozamiento interno (<math>\phi</math>)=</b>	<b>0.44</b>	<b>Radianes</b>
<b>FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA</b>	$N_q = (1 + \text{sen}\phi) / (1 - \text{sen}\phi) \cdot e^{2\text{tag}\phi} =$	10.66	7.11
	$N_c = (N_q - 1) \cot\text{tag}\phi =$	20.72	13.81
	$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \text{tag}\phi =$	10.88	7.25

### FORMULA GENERAL DE TERZAGHI

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

Capacidad Admisible cimentación continua $q_{adm} =$	$\left(\frac{q_n}{F}\right)$	2.01	kg/cm <sup>2</sup>
Capacidad Admisible cimentación cuadrada $q_{adm} =$	$\left(\frac{q_n}{F}\right)$	1.94	kg/cm <sup>3</sup>
Capacidad Admisible cimentación circular $q_{adm} =$	$\left(\frac{q_n}{F}\right)$	1.82	kg/cm <sup>4</sup>

**ASENTAMIENTOS INMEDIATOS**

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

	Centro	Esquina	Medio
<i>S<sub>i</sub></i> =	0.24 cm	0.12 cm	0.19 cm

<i>S<sub>i</sub></i> =	0.24 cm
------------------------	---------

**COEFICIENTE DE BALASTRO**

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

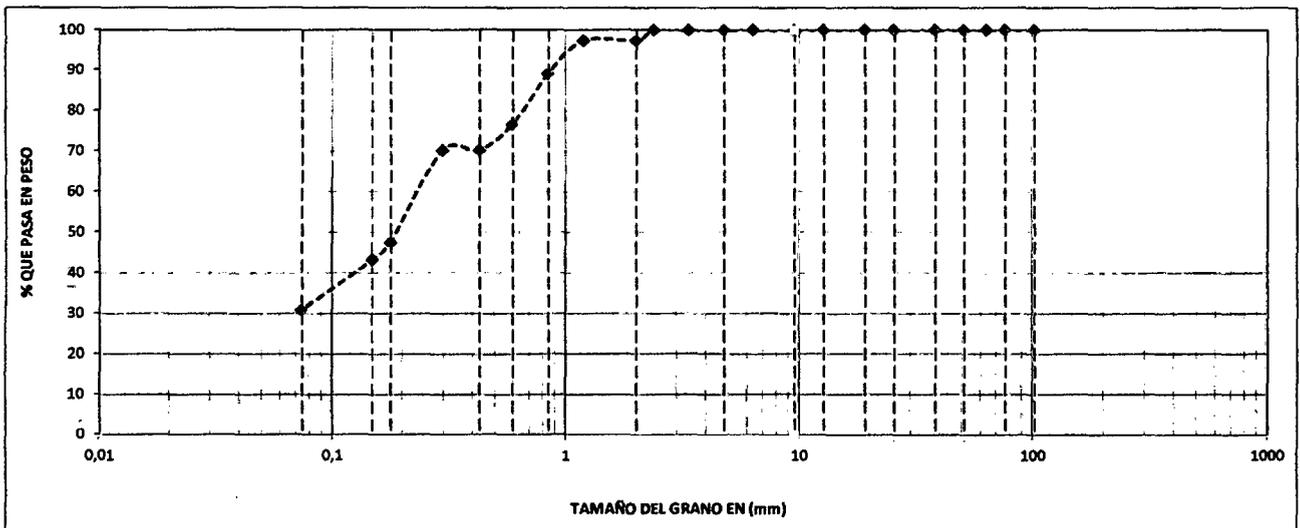
	<i>K</i>
<i>S<sub>i</sub></i> =	69.23 kg/cm <sup>3</sup>

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

<b>PROYECTO</b>	: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA"		
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA		
<b>CALICATA</b>	: N°3 - M - 1 - PROFUNDIDAD (m): 3.00	COORDENADAS UTM: N.9428752.860 - E.533,339.685	
<b>BACHILLER</b>	: IRVING R. FERNÁNDEZ GÁLVEZ	ALTITUD. 42.049m.s.n.m.	
<b>FECHA</b>	: ABRIL DEL 2014		

MALLAS SERIE AMERICANA	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM 422						CONTENIDO DE HUMEDAD	
	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUMUL. (%)	PASA (%)	ESPECIFICACIONES		
4"	101,6						Numero de la Tara	8/N
3"	76,200						Peso de la Tara	55,2
2 1/2"	63,500						Tara + Suelo Humedo	358,1
2"	50,800						Tara + Suelo Seco	351,9
1 1/2"	38,100						Peso del agua	6,2
1"	25,400						Peso del suelo neto	296,7
3/4"	19,050						% de Humedad	2,09
1/2"	12,700						<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	
3/8"	9,525						- LÍMITE LÍQUIDO (%) :	17,80
1/4"	6,350						- LÍMITE PLÁSTICO (%) :	NP
N° 4	4,760				100,0		- ÍNDICE PLASTICIDAD (%) :	NP
N° 6	3,360						- CLASIFICACIÓN SUCS :	SM
N° 8	2,380						- CLASIFICACIÓN AASHTO :	A-2-4 ( 0 )
N° 10	2,000	12,5	2,6	2,6	97,4		<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>	
N° 16	1,190						- PESO TOTAL (gr) :	486,5      100,0 %
N° 20	0,840	40,7	8,4	10,9	89,1		- PESO GRAVA (gr) :	0,0      0,0 %
N° 30	0,590	60,9	12,5	23,5	76,5		- PESO ARENA (gr) :	486,5      100,0 %
N° 40	0,426	30,6	6,3	29,7	70,3		- PESO FRACCIÓN (gr)	
N° 50	0,297							
N° 80	0,177	110,6	22,7	52,5	47,5			
N° 100	0,149	20,6	4,2	56,7	43,3			
N° 200	0,074	60,0	12,3	69,0	31,0			
-200		150,6	31,0					

#### CURVA GRANULOMÉTRICA



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

<b>PROYECTO</b>	: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA		
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA		
<b>CALICATA</b>	: N°3 - M - 1 - PROFUNDIDAD (m): 3.00		
<b>TESISTA</b>	: BACH. IRVING R. FERNÁNDEZ GÁLVEZ		
<b>FECHA</b>	: ABRIL DEL 2014	<b>COORDENADAS UTM:</b> N.9428752.860 - E.533,339.685	

**LIMITE LIQUIDO ASTM D-423**

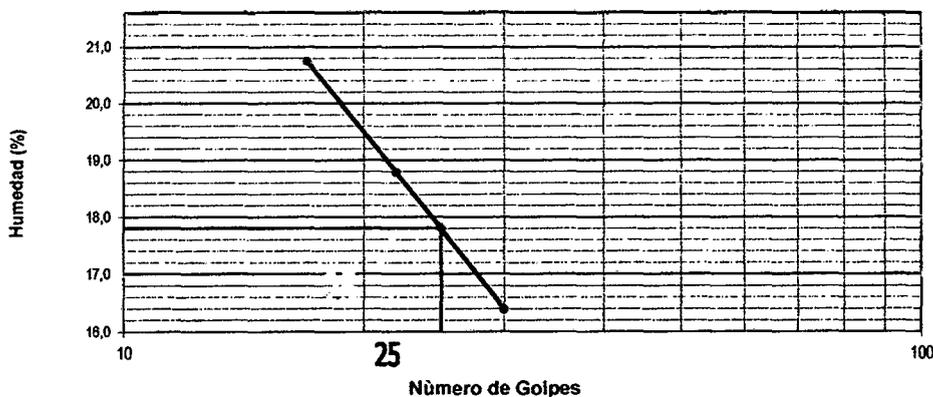
<b>N° DE GOLPES</b>	30	22	17
<b>TARA+SUELO HUMEDO</b>	27,16	28,86	29,76
<b>TARA+SUELO SECO</b>	26,48	26,93	27,12
<b>PESO DEL AGUA</b>	0,68	1,93	2,64
<b>PESO DE LA TARA</b>	22,33	16,65	14,39
<b>PESO DEL SUELO SECO</b>	4,15	10,28	12,73
<b>HUMEDAD (%)</b>	16,39	18,77	20,74

**LIMITE PLASTICO ASTM D-424**

<b>TARA+SUELO HUMEDO</b>			
<b>TARA+SUELO SECO</b>			
<b>PESO DEL AGUA</b>			
<b>PESO DE LA TARA</b>			
<b>PESO DEL SUELO SECO</b>			
<b>HUMEDAD (%)</b>			
<b>HUMEDAD PROMEDIO (%)</b>			

NO PLASTICO

Limite Liquido



**Límites de Consistencia**

<b>Limite Liquido</b>	17,80
<b>Limite Plastico</b>	NP
<b>Indice Plastico</b>	NP



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE  
 DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

<b>PROYECTO</b>	<b>: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA"</b>		
<b>UBICACIÓN</b>	<b>:DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA</b>		
<b>CALICATA</b>	<b>: N°3 - M - 1 - PROFUNDIDAD (m) : 3.00</b>		
<b>TESISTA</b>	<b>: BACH. IRVING R. FERNÁNDEZ GÁLVEZ</b>		
<b>TIPO DE MUESTRA</b>	<b>: REMOLDEADA</b>		
<b>FECHA</b>	<b>: ABRIL DEL 2014</b>	<b>SUCS</b>	<b>SM</b>

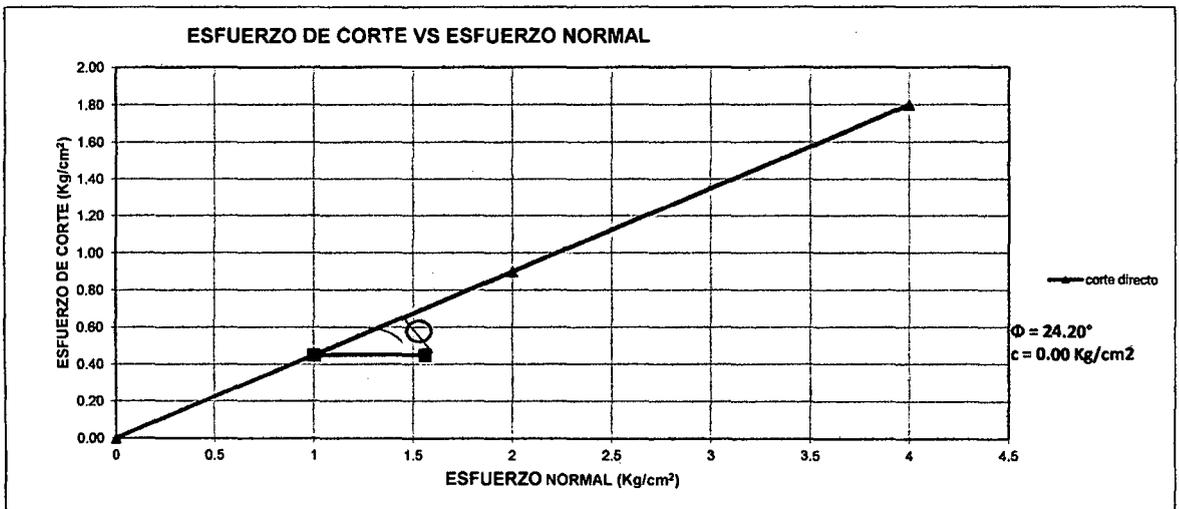
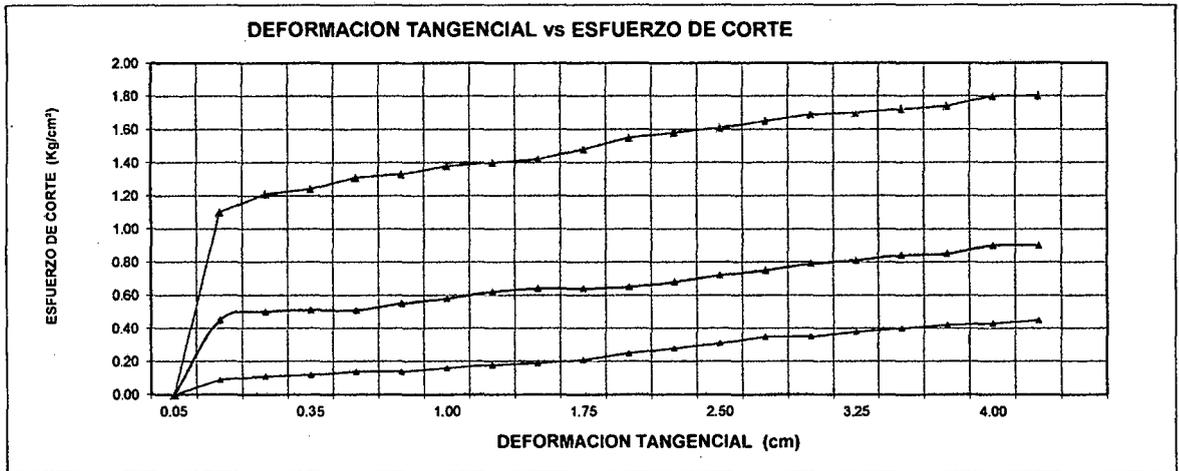
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
Lado o diámetro (cm)	6.2	Humedad (%)	1.54
Altura (cm)	2.16	Peso (gr)	2.34
Area (cm <sup>2</sup> )	38.44	Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.69
Volumen (cm <sup>3</sup> )	83.03		

APLICACIONES DE CARGA			
Velocidad de carga de la máquina (mm/min)	0.25		
Carga normal (KG)	5		
Esp. de muestra	I	II	III
Peso de la Semi Caja Superior (Kg)	4	8	16
Esfuerzo Normal ( $\sigma$ ) (Kg/cm <sup>2</sup> )	1.00	2.00	4.00
Esf. de corte máximo ( $\sigma$ ) (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.45	0.90	1.80

ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA ( $\phi$ ) =	24.20
COHESION (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.00

Deformacion %	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZADO	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZADO	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZADO
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.09	0.53	0.45	0.23	1.10	0.28
0.10	0.11	0.56	0.50	0.25	1.21	0.30
0.20	0.12	0.58	0.51	0.26	1.24	0.31
0.35	0.14	0.63	0.51	0.26	1.31	0.33
0.50	0.14	0.64	0.55	0.28	1.33	0.33
0.75	0.16	0.67	0.58	0.29	1.38	0.35
1.00	0.18	0.67	0.62	0.31	1.40	0.35
1.25	0.19	0.69	0.64	0.32	1.42	0.36
1.50	0.21	0.76	0.64	0.32	1.48	0.37
1.75	0.25	0.78	0.65	0.33	1.55	0.39
2.00	0.28	0.82	0.68	0.34	1.58	0.40
2.25	0.31	0.93	0.72	0.36	1.61	0.40
2.50	0.35	0.94	0.75	0.38	1.65	0.41
2.75	0.35	0.96	0.79	0.40	1.69	0.42
3.00	0.38	0.97	0.81	0.41	1.70	0.43
3.25	0.40	0.98	0.84	0.42	1.72	0.43
3.50	0.42	1.00	0.85	0.43	1.74	0.44
3.75	0.43	1.02	0.90	0.45	1.80	0.45
4.00	0.45	0.45	0.90	0.45	1.80	0.45

**BACH. IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ**



## CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

PROYECTO.	: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA"		
CALICATA	: N°3 - M - 1	PROF.3.00m.	
TESISTA	: BACH. IRVING R. FERNÁNDEZ GÁLVEZ		
FECHA	: ABRIL DEL 2014		

DATOS DE LA MUESTRA				
Ángulo rozamiento interno $\phi$ :	24.20	°	24	°
Peso específico suelo, $\gamma$ :	1.69	gr/cm <sup>3</sup>	0.0017	kg/cm <sup>3</sup>
Profundidad cimentación, D:	2.00	m	200	cm
Tensión vertical, q:			0.34	kg/cm <sup>3</sup>
Cohesión, c:	0.00	kg/cm <sup>2</sup>	0.00	kg/cm <sup>2</sup>
Factor de seguridad, F:	3		3	
Ancho cimentación, B:	2.00	m	200	cm
Peso de la estructura:	65.00	Tn	65000	Kg
Módulo de poisson ( $\mu$ )	AD	0.30	unidimensional	
Módulo de elasticidad (Es)	AD1	7500.00	Tn/m <sup>2</sup>	
Forma de Zapata	Rect. L/B=2			
Valores del Factor de forma IF (cm/m)	CENTRO	ESQUINA	MEDIO	
	153	77	120	

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

Para $\phi$ distinto de 0 =>	Ángulo de rozamiento interno ( $\phi$ )=	0.42	Radianes
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	$Nq=(1+\text{sen}\phi)/(1-\text{sen}\phi) \cdot e^{2\text{tag}\phi}$	9.81	6.54
	$Nc=(Nq-1)\text{cotag}\phi$	19.59	13.06
	$N\gamma=2 \cdot (Nq+1) \cdot \text{tag}\phi$	9.71	6.47

### FORMULA GENERAL DE TERZAGHI

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

Capacidad Admisible cimentación continua $q_{adm}$ =	$\left(\frac{q_h}{F}\right)$	1.65	kg/cm <sup>2</sup>
Capacidad Admisible cimentación cuadrada $q_{adm}$ =	$\left(\frac{q_h}{F}\right)$	1.54	kg/cm <sup>3</sup>
Capacidad Admisible cimentación circular $q_{adm}$ =	$\left(\frac{q_h}{F}\right)$	1.43	kg/cm <sup>4</sup>

**ASENTAMIENTOS INMEDIATOS**

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

	Centro	Esquina	Medio
<i>S<sub>i</sub></i> =	0.24 cm	0.12 cm	0.19 cm

<i>S<sub>i</sub></i> =	0.24 cm
------------------------	---------

**COEFICIENTE DE BALASTRO**

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

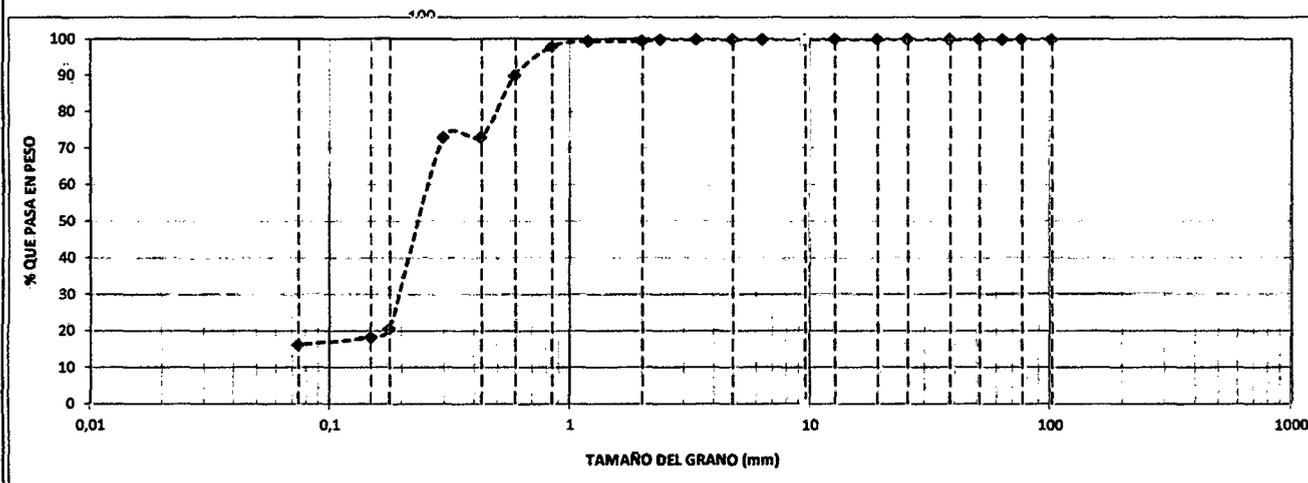
	<i>K</i>
<i>S<sub>i</sub></i> =	69.23 kg/cm <sup>3</sup>

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

<b>PROYECTO</b>	: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA"		
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA		
<b>CALICATA</b>	: N°4 - M - 1 - PROFUNDIDAD (m): 3.00	COORDENADAS UTM: N.9428762.863 - E.533,334.784	
<b>BACHILLER</b>	: IRVING R. FERNÁNDEZ GÁLVEZ	ALTITUD. 42.123m.s.n.m.	
<b>FECHA</b>	: ABRIL DEL 2014		

MALLAS SERIE AMERICANA	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM 422						CONTENIDO DE HUMEDAD		
	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUMUL. (%)	PASA (%)	ESPECIFICACIONES			
4"	101,6						Numero de la Tara	S/N	
3"	76,200						Peso de la Tara	50,6	
2 1/2"	63,500						Tara + Suelo Humedo	350,0	
2"	50,800						Tara + Suelo Seco	342,8	
1 1/2"	38,100						Peso del agua	7,2	
1"	25,400						Peso del suelo neto	292,2	
3/4"	19,050						% de Humedad	2,46	
1/2"	12,700						<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>		
3/8"	9,525								
1/4"	6,350						- LÍMITE PLÁSTICO (%)	:	NP
N° 4	4,760				100,0		- ÍNDICE PLASTICIDAD (%)	:	NP
N° 6	3,360						- CLASIFICACIÓN SUCS	:	SM
N° 8	2,380						- CLASIFICACIÓN AASHTO	:	A-2-4 (0)
N° 10	2,000	3,6	0,5	0,5	99,5		- PESO TOTAL (gr) : 745,5    100,0 % - PESO GRAVA (gr) : 0,0    0,0 % - PESO ARENA (gr) : 745,5    100,0 % - PESO FRACCIÓN (gr)		
N° 16	1,190								
N° 20	0,840	11,1	1,5	2,0	98,0				
N° 30	0,590	60,6	8,1	10,1	89,9				
N° 40	0,426	126,6	17,0	27,1	72,9				
N° 50	0,297								
N° 80	0,177	390,5	52,4	79,5	20,5				
N° 100	0,149	17,1	2,3	81,8	18,2				
N° 200	0,074	15,3	2,1	83,8	16,2				
-200		120,7	16,2						

CURVA GRANULOMÉTRICA



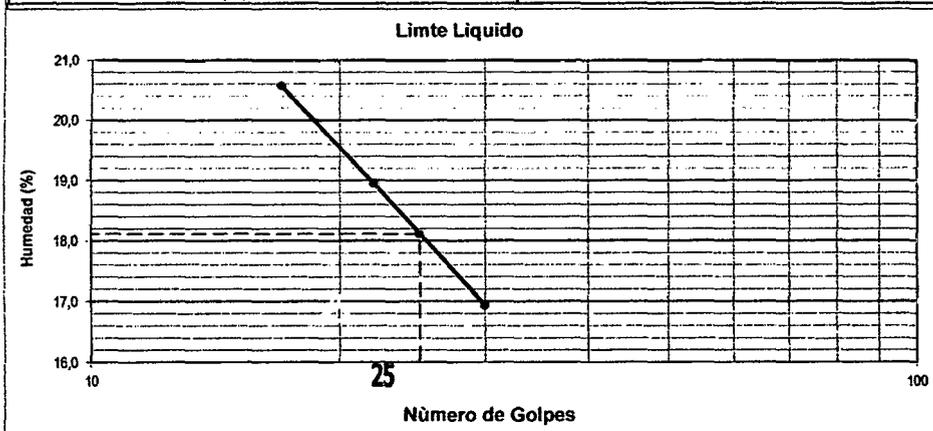
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA = EAPIC  
**PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA**

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

<b>PROYECTO</b>	: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA		
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA		
<b>CALICATA</b>	: N°4 - M - 1 - PROFUNDIDAD (m): 3.00		
<b>TESISTA</b>	: BACH. IRVING R. FERNÁNDEZ GÁLVEZ		
<b>FECHA</b>	: ABRIL DEL 2014	<b>COORDENADAS UTM:</b> N.9428762.863 - E.533,334.784	

LIMITE LIQUIDO ASTM D-423				
N° DE GOLPES	30	22	17	
TARA+SUELO HUMEDO	28,74	35,17	35,41	
TARA+SUELO SECO	26,69	32,44	31,86	
PESO DEL AGUA	2,05	2,73	3,55	
PESO DE LA TARA	14,58	18,03	14,60	
PESO DEL SUELO SECO	12,11	14,41	17,26	
HUMEDAD (%)	16,93	18,95	20,57	

LIMITE PLASTICO ASTM D-424				
TARA+SUELO HUMEDO				
TARA+SUELO SECO	NO PLASTICO			
PESO DEL AGUA				
PESO DE LA TARA				
PESO DEL SUELO SECO				
HUMEDAD (%)				
HUMEDAD PROMEDIO (%)				



Límites de Consistencia	
Limite Líquido	18,11
Limite Plástico	NP
Índice Plástico	NP



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE  
 DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO  
 ASTM D 3080**

<b>PROYECTO</b>	: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA"		
<b>UBICACIÓN</b>	:DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA		
<b>CALICATA</b>	: N°4 - M - 1 - PROFUNDIDAD (m) : 3.00		
<b>TESISTA</b>	: BACH. IRVING R. FERNÁNDEZ GÁLVEZ		
<b>TIPO DE MUESTRA</b>	: REMOLDEADA		
<b>FECHA</b>	: ABRIL DEL 2014	<b>SUCS</b>	<b>SM</b>

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
Lado o diámetro (cm)	6.2	Humedad (%)	1.62
Altura (cm)	2.16	Peso (gr)	2.3
Area (cm <sup>2</sup> )	38.44	Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.66
Volumen (cm <sup>3</sup> )	83.03		

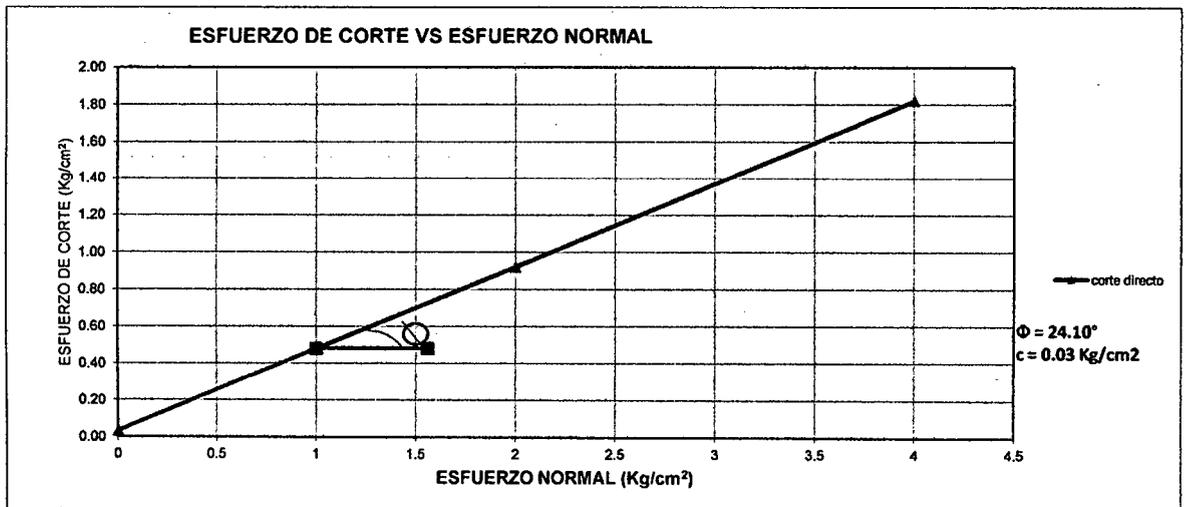
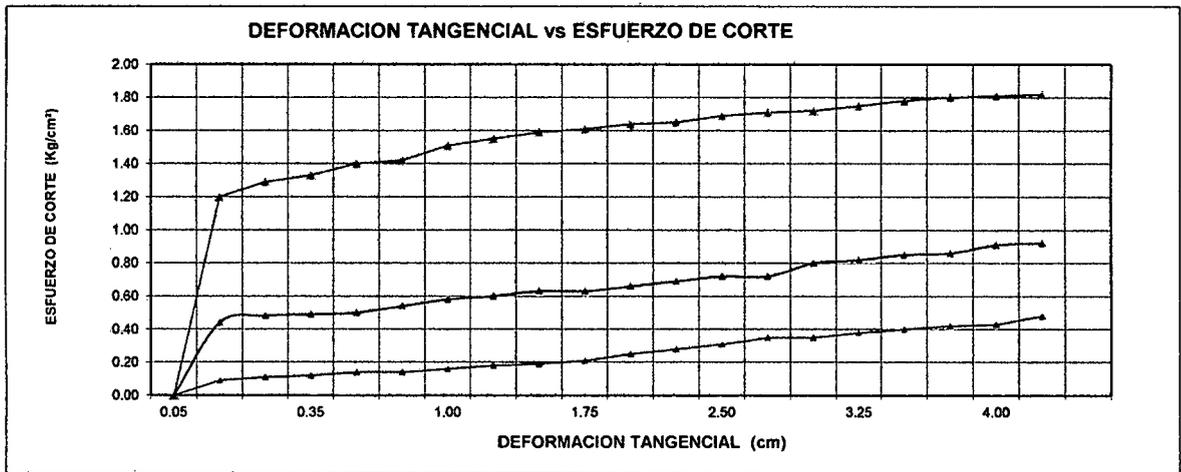
APLICACIONES DE CARGA			
Velocidad de carga de la maquina (mm/mín)	0.25		
Carga normal (KG)	5		
Esp. de muestra	I	II	III
Peso de la Semi Caja Superior (Kg)	4	8	16
Esfuerzo Normal ( $\sigma$ ) (Kg/cm <sup>2</sup> )	1.00	2.00	4.00
Esf. de corte máximo ( $\sigma$ ) (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.48	0.92	1.82

ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA ( $\phi$ ) =	24.10
COHESION (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.03

Deformacion %	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZADO	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZADO	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZADO
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.09	0.53	0.44	0.22	1.20	0.30
0.10	0.11	0.56	0.48	0.24	1.29	0.32
0.20	0.12	0.58	0.49	0.25	1.33	0.33
0.35	0.14	0.63	0.50	0.25	1.40	0.35
0.50	0.14	0.64	0.54	0.27	1.42	0.36
0.75	0.16	0.67	0.58	0.29	1.51	0.38
1.00	0.18	0.67	0.60	0.30	1.55	0.39
1.25	0.19	0.69	0.63	0.32	1.59	0.40
1.50	0.21	0.76	0.63	0.32	1.61	0.40
1.75	0.25	0.78	0.66	0.33	1.64	0.41
2.00	0.28	0.82	0.69	0.35	1.65	0.41
2.25	0.31	0.93	0.72	0.36	1.69	0.42
2.50	0.35	0.94	0.72	0.36	1.71	0.43
2.75	0.35	0.96	0.80	0.40	1.72	0.43
3.00	0.38	0.97	0.82	0.41	1.75	0.44
3.25	0.40	0.98	0.85	0.43	1.78	0.45
3.50	0.42	1.00	0.86	0.43	1.80	0.45
3.75	0.43	1.02	0.91	0.46	1.81	0.45
4.00	0.48	0.48	0.92	0.46	1.82	0.32

BACH. IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE  
 DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA



## CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

PROYECTO.	: “ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA”		
CALICATA	: N°4 - M - 1	PROF.3.00m.	
TESISTA	: BACH. IRVING R. FERNÁNDEZ GÁLVEZ		
FECHA	: ABRIL DEL 2014		

DATOS DE LA MUESTRA				
Ángulo rozamiento interno $\phi$ :	24.10	$^{\circ}$	24	$^{\circ}$
Peso específico suelo, $\gamma$ :	1.66	gr/cm <sup>3</sup>	0.0017	kg/cm <sup>3</sup>
Profundidad cimentación, D:	2.00	m	200	cm
Tensión vertical, q:			0.33	kg/cm <sup>3</sup>
Cohesión, c:	0.03	kg/cm <sup>2</sup>	0.03	kg/cm <sup>2</sup>
Factor de seguridad, F:	3		3	
Ancho cimentación, B:	2.00	m	200	cm
Peso de la estructura:	65.00	Tn	65000	Kg
Módulo de poisson ( $\mu$ )	AA	0.25	unidimensional	
Módulo de elasticidad (Es)	AD1	7500.00	Tn/m <sup>2</sup>	
Forma de Zapata	Rect. L/B=2			
Valores del Factor de forma IF (cm/m)	CENTRO	ESQUINA	MEDIO	
	153	77	120	

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

Para $\phi$ distinto de 0 =>	Ángulo de rozamiento interno ( $\phi$ )=	0.42	Radianes	
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	$Nq=(1+\text{sen}\phi)/(1-\text{sen}\phi) \cdot e^{+\pi \cdot \text{tg}\phi}$	9.70	6.47	
	$Nc=(Nq-1) \cdot \text{cotag}\phi$	19.46	12.97	
	$N\gamma=2 \cdot (Nq+1) \cdot \text{tag}\phi$	9.58	6.38	

### FORMULA GENERAL DE TERZAGHI

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

Capacidad Admisible cimentación continua $q_{adm}$ =	$\left(\frac{qh}{F}\right)$	1.73	kg/cm <sup>2</sup>
Capacidad Admisible cimentación cuadrada $q_{adm}$ =	$\left(\frac{qh}{F}\right)$	1.67	kg/cm <sup>3</sup>
Capacidad Admisible cimentación circular $q_{adm}$ =	$\left(\frac{qh}{F}\right)$	1.56	kg/cm <sup>4</sup>

**ASENTAMIENTOS INMEDIATOS**

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

	Centro	Esquina	Medio
<i>S<sub>i</sub></i> =	0.25 cm	0.13 cm	0.20 cm

<i>S<sub>i</sub></i> =	0.25 cm
------------------------	---------

**COEFICIENTE DE BALASTRO**

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

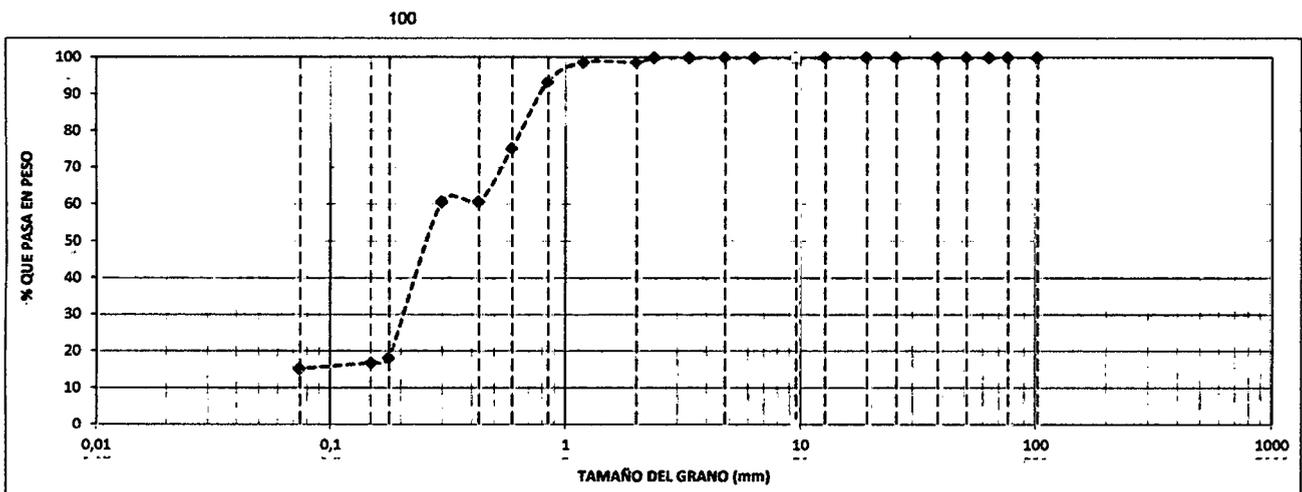
	<i>K</i>
<i>S<sub>i</sub></i> =	67.20 kg/cm <sup>3</sup>

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

<b>PROYECTO</b>	: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA"		
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA		
<b>CALICATA</b>	: N°5 - M - 1 - PROFUNDIDAD (m): 3.00	COORDENADAS UTM: N.9428755.241 - E.533,332.640	
<b>BACHILLER</b>	: IRVING R. FERNÁNDEZ GÁLVEZ	ALTITUD. 42.102m.s.n.m.	
<b>FECHA</b>	: ABRIL DEL 2014		

MALLAS SERIE AMERICANA	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM 422						CONTENIDO DE HUMEDAD		
	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUMUL. (%)	PASA (%)	ESPECIFICACIONES			
4"	101,6						Numero de la Tara	S/N	
3"	76,200						Peso de la Tara	50,2	
2 1/2"	63,500						Tara + Suelo Humedo	342,2	
2"	50,800						Tara + Suelo Seco	338,6	
1 1/2"	38,100						Peso del agua	3,6	
1"	25,400						Peso del suelo neto	288,4	
3/4"	19,050						% de Humedad	1,25	
1/2"	12,700						<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b> - LÍMITE LÍQUIDO (%) : 18,01 - LÍMITE PLÁSTICO (%) : NP - ÍNDICE PLASTICIDAD (%) : NP - CLASIFICACIÓN SUCS : SM - CLASIFICACIÓN AASHTO : A-2-4 (0)		
3/8"	9,525								
1/4"	6,350								
N° 4	4,760				100,0				
N° 6	3,360								
N° 8	2,380								
N° 10	2,000	9,6	1,3	1,3	98,7				
N° 16	1,190								
N° 20	0,840	40,8	5,4	6,7	93,3				
N° 30	0,590	137,1	18,1	24,8	75,2				
N° 40	0,426	109,9	14,5	39,3	60,7				
N° 50	0,297								
N° 80	0,177	321,6	42,5	81,9	18,1				
N° 100	0,149	9,6	1,3	83,1	16,9				
N° 200	0,074	12,0	1,6	84,7	15,3				
-200		115,6	15,3						
							- PESO TOTAL (gr) :	756,2	100,0 %
							- PESO GRAVA (gr) :	0,0	0,0 %
							- PESO ARENA (gr) :	756,2	100,0 %
							- PESO FRACCION (gr)		

**CURVA GRANULOMÉTRICA**

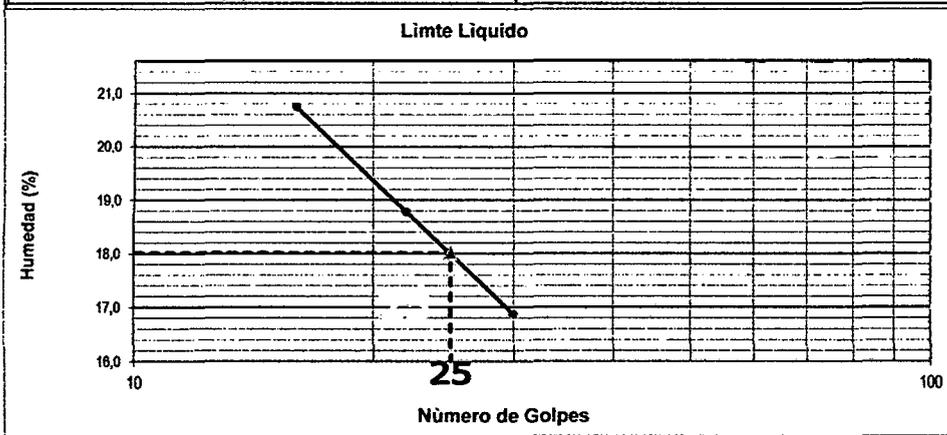


**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
(NORMA AASHTO T - 90 - ASTM D 4318)

<b>PROYECTO</b>	<b>: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA</b>		
<b>UBICACIÓN</b>	<b>: DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA</b>		
<b>CALICATA</b>	<b>: N°5 - M - 1- PROFUNDIDAD (m): 3.00</b>		
<b>TESISTA</b>	<b>: BACH. IRVING R. FERNÁNDEZ GÁLVEZ</b>		
<b>FECHA</b>	<b>: ABRIL DEL 2014</b>	<b>COORDENADAS UTM: N.9428755.241 - E.533,332.640</b>	

LIMITE LIQUIDO ASTM D-423			
N° DE GOLPES	30	22	16
TARA+SUELO HUMEDO	27,76	28,42	32,51
TARA+SUELO SECO	25,83	26,27	29,64
PESO DEL AGUA	1,93	2,15	2,87
PESO DE LA TARA	14,39	14,82	15,80
PESO DEL SUELO SECO	11,44	11,45	13,84
HUMEDAD (%)	16,87	18,78	20,74

LIMITE PLASTICO ASTM D-424			
TARA+SUELO HUMEDO			
TARA+SUELO SECO			
PESO DEL AGUA	NO PLASTICO		
PESO DE LA TARA			
PESO DEL SUELO SECO			
HUMEDAD (%)			
HUMEDAD PROMEDIO (%)			



Límites de Consistencia	
Limite Liquido	18,01
Limite Plastico	NP
Indice Plastico	NP

### REGISTRO DE EXCAVACION: CALICATA DE PLATAFORMA

<b>PROYECTO</b>	: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA"		
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA		
<b>CALICATA</b>	: N° 5	<b>PROF.(m)</b>	: 3,00

UBICACIÓN PERFORACION AL TIPO CIELO ABIERTO	CALICATA		SIMBOLOGIA	CLASIF.		CONSTANTES FISICAS			% Pasa Malla N° 200
	MUESTRA	DESCRIPCION		AASHTO	SUCS	L.L.	LP	IP	
0,20									
0,40									
0,80									
1,00									
1,20									
1,40	M-1	Arenas mal graduadas mezclas de arenas con limos de color marrón claro plomo		A-2-4(0)	SM	18,01	NP	NP	15,3
1,80									
2,00									
2,40									
2,80									
3,00									

### CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

<b>PROYECTO.</b>	: “ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA”		
<b>CALICATA</b>	: N°5- M - 1	PROF.3.00m.	
<b>TESISTA</b>	: BACH. IRVING R. FERNÁNDEZ GÁLVEZ		
<b>FECHA</b>	: ABRIL DEL 2014		

DATOS DE LA MUESTRA				
Ángulo rozamiento Interno Ø:	24.90	°	25	°
Peso específico suelo, γ:	1.68	gr/cm <sup>3</sup>	0.0017	kg/cm <sup>3</sup>
Profundidad cimentación, D:	2.00	m	200	cm
Tensión vertical, q:			0.34	kg/cm <sup>3</sup>
Cohesión, c:	0.01	kg/cm <sup>2</sup>	0.01	kg/cm <sup>2</sup>
Factor de seguridad, F:	3		3	
Ancho cimentación, B:	2.00	m	200	cm
Peso de la estructura:	65.00	Tn	65000	Kg
Módulo de poisson (μ)	AD	0.30	unidimensional	
Módulo de elasticidad (Es)	AD1	7500.00	Tn/m <sup>2</sup>	
Forma de Zapata	Rect. L/B=2			
Valores del Factor de forma IF (cm/m)	CENTRO	ESQUINA	MEDIO	
	153	77	120	

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

Para φ distinto de 0 =>	Ángulo de rozamiento interno (φ)=	0.43	Radianes
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	$Nq=(1+\text{sen}\phi)/(1-\text{sen}\phi)\cdot e^{\text{tag}\phi}=$	10.55	7.03
	$Nc=(Nq-1)\text{cotag}\phi=$	20.57	13.72
	$N\gamma=2*(Nq+1)\cdot \text{tag}\phi=$	10.72	7.15

#### FORMULA GENERAL DE TERZAGHI

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

Capacidad Admisible cimentación continua qadm=	$(\frac{qh}{F})$	1.83	kg/cm <sup>2</sup>
Capacidad Admisible cimentación cuadrada qadm=	$(\frac{qh}{F})$	1.72	kg/cm <sup>3</sup>
Capacidad Admisible cimentación circular qadm=	$(\frac{qh}{F})$	1.60	kg/cm <sup>4</sup>

**ASENTAMIENTOS INMEDIATOS**

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

	Centro	Esquina	Medio
<i>S<sub>i</sub></i> =	0.24 cm	0.12 cm	0.19 cm

<i>S<sub>i</sub></i> =	0.24 cm
------------------------	---------

**COEFICIENTE DE BALASTRO**

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

	<i>K</i>
<i>S<sub>i</sub></i> =	69.23 kg/cm <sup>3</sup>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERIA – EAPIC  
PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE  
DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO  
ASTM D 3080**

<b>PROYECTO</b>	: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA"		
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA		
<b>CALICATA</b>	: N °5 - M - 1 - PROFUNDIDAD (m) : 3.00		
<b>TESISTA</b>	: BACH. IRVING R. FERNÁNDEZ GÁLVEZ		
<b>TIPO DE MUESTRA</b>	: REMOLDEADA		
<b>FECHA</b>	: ABRIL DEL 2014	<b>SUCS</b>	<b>SM</b>

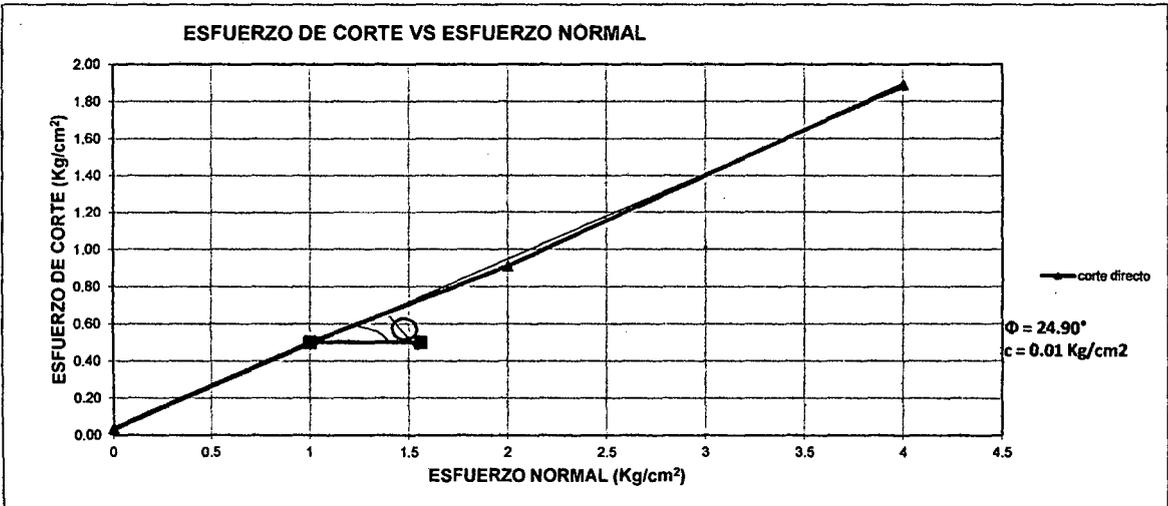
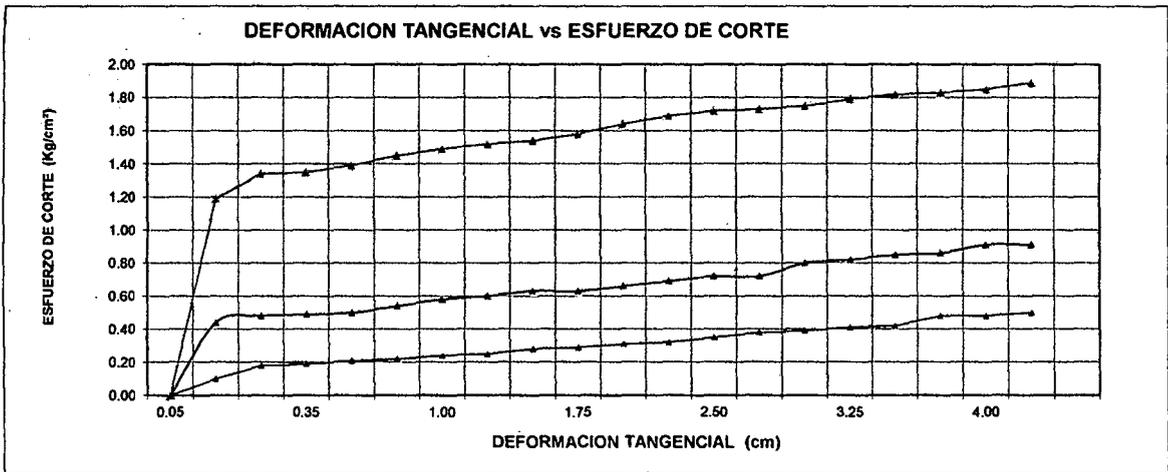
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
Lado o diámetro (cm)	6.2	Humedad (%)	1.5
Altura (cm)	2.16	Peso (gr)	2.4
Area (cm <sup>2</sup> )	38.44	Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.68
Volumen (cm <sup>3</sup> )	83.03		

APLICACIONES DE CARGA			
Velocidad de carga de la máquina (mm/min)	0.25		
Carga normal (KG)	5		
Esp. de muestra	I	II	III
Peso de la Semi Caja Superior (Kg)	4	8	16
Esfuerzo Normal ( $\sigma$ ) (Kg/cm <sup>2</sup> )	1.00	2.00	4.00
Esf. de corte máximo ( $\sigma$ ) (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.50	0.91	1.89

ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA ( $\phi$ ) =	24.90
COHESION (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.01

Deformación %	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZADO	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZADO	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZADO
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.10	0.53	0.44	0.15	1.19	0.30
0.10	0.18	0.56	0.48	0.15	1.34	0.34
0.20	0.19	0.58	0.49	0.18	1.35	0.34
0.35	0.21	0.63	0.50	0.19	1.39	0.35
0.50	0.22	0.64	0.54	0.19	1.45	0.36
0.75	0.24	0.67	0.58	0.20	1.49	0.37
1.00	0.25	0.67	0.60	0.22	1.52	0.38
1.25	0.28	0.69	0.63	0.25	1.54	0.39
1.50	0.29	0.76	0.63	0.24	1.58	0.40
1.75	0.31	0.78	0.66	0.28	1.64	0.41
2.00	0.32	0.82	0.69	0.28	1.69	0.42
2.25	0.35	0.93	0.72	0.32	1.72	0.43
2.50	0.38	0.94	0.72	0.35	1.73	0.43
2.75	0.39	0.96	0.80	0.38	1.75	0.44
3.00	0.41	0.97	0.82	0.40	1.79	0.45
3.25	0.42	0.98	0.85	0.42	1.82	0.46
3.50	0.48	1.00	0.86	0.45	1.83	0.46
3.75	0.48	1.02	0.91	0.45	1.85	0.46
4.00	0.50	0.50	0.91	0.46	1.89	0.32

BACH. IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – E. ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL TESIS:  
 ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA  
 AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA

## REGISTRO DE EXCAVACION: CALICATA DE PLATAFORMA

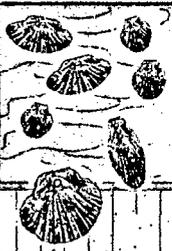
<b>PROYECTO</b>	: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA"		
<b>UBICACIÓN</b>	DISTRITO: PIURA	PROVINCIA: PIURA	DEPARTAMENTO: PIURA
	COORDENADAS:	Norte: 9428739.137	Este: 533327.261      DATUM: WGS84
<b>COD.CALICATA:</b>	<b>CA - 01</b>	NOMBRE TESISTA: Bach. IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ	PROFUNDIDAD: 3.00 m.

UBICACIÓN : PERFORACION AL TIPO CIELO ABIERTO	CALICATA		DESCRIPCIÓN
	MUESTRA	SIMBOLOGIA	
0.20			<i>Cobertura de color marron claro, sin humedad, de baja plasticidad, baja compacidad, contenido de Arenas con presencia de material en proceso de litificación, geologicamente clasificado como Coquinas y Lunaquelas.</i>
0.40			<i>Arenas Limosas, Con mezclas de arena y limo semipermeable a impermeable con una resistencia a la tubificación media a baja y una resistencia Alta al Corte.</i>
0.80			
1.20			
1.40			
1.60			
1.80			<i>DENSIDAD 01. Prof. 3.00 m.</i>
2.20	<b>MUESTRA EXTRAIDA "Calicata - 1"</b>		
2.40			
2.60			
3.00			

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – E. ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL TESIS:  
 ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA  
 AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA

## REGISTRO DE EXCAVACION: CALICATA DE PLATAFORMA

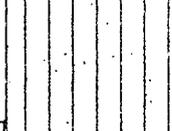
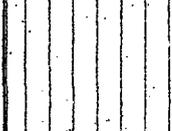
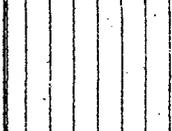
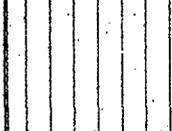
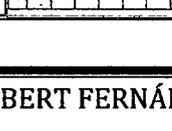
<b>PROYECTO</b>	: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA"				
<b>UBICACIÓN</b>	DISTRITO: PIURA		PROVINCIA: PIURA		DEPARTAMENTO: PIURA
	COORDENADAS:		Norte: 9428743.597	Este: 533336.416	DATUM: WGS84
<b>COD.CALICATA</b>	<b>CA - 02</b>		<b>NOMBRE TESISTA: Bach. IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ</b>		<b>PROFUNDIDAD: 3.00 m.</b>
<b>UBICACIÓN : PERFORACION AL TIPO CIELO ABIERTO</b>	<b>CALICATA</b>			<b>DESCRIPCIÓN</b>	
	<b>MUESTRA</b>	<b>SIMBOLOGÍA</b>			
0.20	<b>MUESTRA EXTRAIDA "Calicata - 2"</b>			<i>30 cm de Cobertura de color marron claro, sin humedad, de baja plasticidad, baja compacidad, contenido de Arenas con presencia de material en proceso de litificación, geologicamente clasificado como Coquinas y Limaquelas.</i>	
0.40					
0.80					
1.20					
1.40					
1.60					
1.80					
2.20					
2.40					
2.60					
3.00					
<b>PROFUNDIDAD [m]</b>				<i>DENSIDAD 02. Prof. 2.50 m.</i>	
				<i>Arenas Limosas, Con mezclas de arena y limo semipermeable a impermeable con una resistencia a la tubificación media a baja y una resistencia Alta al Corte.</i>	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – E. ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL TESIS:  
 ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA  
 AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA

## REGISTRO DE EXCAVACION: CALICATA DE PLATAFORMA

<b>PROYECTO</b>	<b>: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA"</b>				
<b>UBICACIÓN .</b>	DISTRITO: PIURA		PROVINCIA: PIURA		DEPARTAMENTO : PIURA
	<i>COORDENADAS:</i>		Norte: 9428752.860	Este: 533339.685	DATUM: WGS84
<b>COD.CALICATA.</b>	<b>CA - 03</b>	<i>NOMBRE TESISTA: Bach. IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ.</i>			PROFUNDIDAD: 3.00 m.

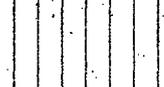
	UBICACIÓN : PERFORACION AL TIPO CIELO ABIERTO	CALICATA		DESCRIPCIÓN
		MUESTRA	SIMBOLOGIA	
0.20				<p><i>90 cm de Cobertura de color marron claro, sin humedad, de baja plasticidad, baja compacidad, contenido de Arenas con presencia de material en proceso de litificación, geologicamente clasificado como Coquinas y Lumaquelas.</i></p>
0.40				
0.80				<div style="text-align: center;">  </div>
1.20				
1.40				<p><i>Arenas Limosas, Con mezclas de arena y limo semipermeable a impermeable con una resistencia a la tubificación media a baja y una resistencia Alta al Corte.</i></p>
1.60				
1.80				<p style="text-align: center;"><b>MUESTRA EXTRAIDA "Calicata - 3"</b></p>
2.20				
2.40				<p style="text-align: center;"><i>DENSIDAD 03. Prof. 3.00 m.</i></p>
2.60				
3.00				

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – E. ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL TESIS:  
 ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA  
 AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA

## REGISTRO DE EXCAVACION: CALICATA DE PLATAFORMA

<b>PROYECTO</b>	: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA"				
<b>UBICACIÓN</b>	DISTRITO: PIURA		PROVINCIA: PIURA		DEPARTAMENTO: PIURA
	COORDENADAS:		Norte: 9428762.863	Este: 533334.784	DATUM: WGS84
<b>COD.CALICATA</b>	<b>CA - 04</b>	<b>NOMBRE TESISTA: Bach. IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ</b>			<b>PROFUNDIDAD: 3.00 m.</b>

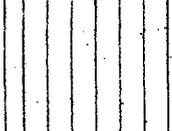
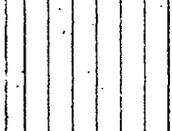
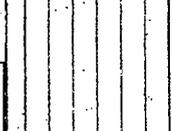
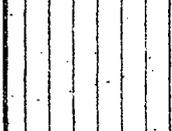
UBICACIÓN :	CALICATA		DESCRIPCIÓN
	PERFORACION AL TIPO CIELO ABIERTO	MUESTRA	
0.20			<p style="text-align: center;"><i>30 cm de Cobertura de color marron claro, sin humedad, de baja plasticidad, baja compacidad, contenido de Arenas con presencia de material en proceso de litificación, geologicamente clasificado como Coquinas y Lumaquelas.</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Arenas Limosas, Con mezclas de arena y limo semipermeable a impermeable con una resistencia a la tubificación media a baja y una resistencia Alta al Corte.</i></p>
0.40			
0.80			
1.20			
1.40			
1.60			
1.80			<div style="text-align: center;">  <p style="text-align: center;"><b>DENSIDAD 04. Prof. 3.00 m.</b></p> </div>
2.20	<b>MUESTRA EXTRAIDA "Calicata - 4"</b>		
2.40			
2.60			
3.00			
3.00			

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – E. ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL TESIS:  
 ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA  
 AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA

## REGISTRO DE EXCAVACION: CALICATA DE PLATAFORMA

<b>PROYECTO</b>	: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA"				
<b>UBICACIÓN</b>	DISTRITO: PIURA		PROVINCIA: PIURA		DEPARTAMENTO: PIURA
	COORDENADAS:		Norte: 9428755.241	Este: 533332.640	DATUM: WGS84
<b>COD.CALICATA:</b>	<b>CA - 05</b>	<b>NOMBRE TESISTA:</b> Bach. IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ			PROFUNDIDAD: 3.00 m.

UBICACIÓN	PERFORACION AL TIPO CIELO ABIERTO	CALICATA		DESCRIPCIÓN
		MUESTRA	SIMBOLOGÍA	
	0.20			<p><i>30 cm de Cobertura de color marron claro, sin humedad, de baja plasticidad, baja compacidad, contenido de Arenas con presencia de material en proceso de litificación, geologicamente clasificado como Coquinas y Lumaquelas.</i></p>
	0.40			
	0.80			
	1.20			
	1.40			
	1.60			
	1.80			
	2.20	<b>MUESTRA EXTRAIDA "Calicata - 5"</b>		<p><i>Arenas Limosas, Con mezclas de arena y limo semipermeable a impermeable con una resistencia a la tubificación media a baja y una resistencia Alta al Corte.</i></p>
	2.40			
	2.60			
	3.00			
				<b>DENSIDAD 03. Prof. 3.00 m.</b>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA = EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA

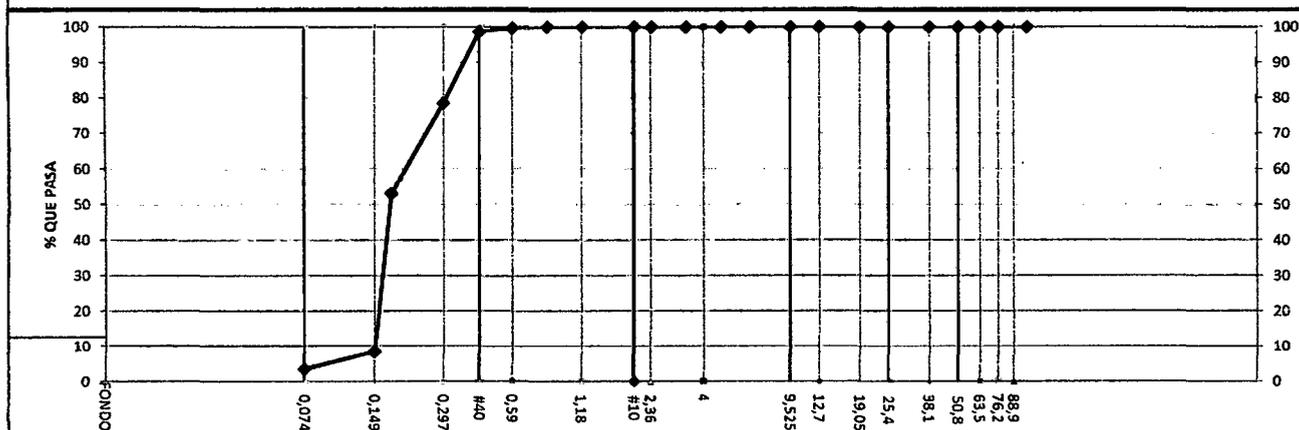
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (AASHTO T-27 ASTM D 422)

<b>PROYECTO</b>	: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA"		
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA		
<b>SONDAJE</b>	: SPT. N°1 - M - 2 - PROFUNDIDAD (m): 3.45 - 10.35		
<b>TESISTA</b>	: IRVING R. FERNÁNDEZ GÁLVEZ	<b>COORDENADAS UTM:</b> N.9428737.247 - E.533326.222	
<b>FECHA</b>	: ABRIL DEL 2014		

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	0,00	0,00	0,00	100,00		Numero de la Tara	11	
3"	76,200	0,00	0,00	0,00	100,00		Peso de la Tara	20,0	
2 1/2"	63,500	0,00	0,00	0,00	100,00		Tara + Suelo Humedo	430,0	
2"	50,800	0,00	0,00	0,00	100,00		Tara + Suelo Seco	424,2	
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00	100,00		Peso del agua	5,8	
1"	25,400	0,00	0,00	0,00	100,00		Peso del suelo neto	404,2	
3/4"	19,050	0,00	0,00	0,00	100,00		% de Humedad	1,43	
1/2"	12,700	0,00	0,00	0,00	100,00		<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>		
3/8"	9,525	0,00	0,00	0,00	100,00				
1/4"	6,350	0,00	0,00	0,00	100,00				
N° 4	4,760	0,00	0,00	0,00	100,00				
N° 6	3,360	0,00	0,00	0,00	100,00				
N° 8	2,380	0,00	0,00	0,00	100,00				
N° 10	2,000	0,00	0,00	0,00	100,00				
N°16	1,190	0,00	0,00	0,00	100,00				
N° 20	0,840	0,00	0,00	0,00	100,00				
N° 30	0,590	2,80	0,35	0,35	99,65				
N° 40	0,426	8,00	1,00	1,35	98,65				
N° 50	0,297	160,88	20,11	21,46	78,54		- PESO TOTAL (gr) :	800,0	100,0 %
N° 80	0,177	202,72	25,34	46,80	53,20		- PESO GRAVA (gr) :	0,0	0,0 %
N° 100	0,149	357,60	44,70	91,50	8,50		- PESO ARENA (gr) :	800,0	100,0 %
N° 200	0,074	40,00	5,00	96,50	3,50		- PESO FRACCION (gr)		
FONDO	0,010	28,00	3,50	100,00					

### CURVA GRANULOMÉTRICA

LIMOS Y ARCILLAS	ARENAS			GRAVAS	
	MUY FINAS	FINA	MEDIANA	FINA	MEDIANA   GRUESA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA = EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA

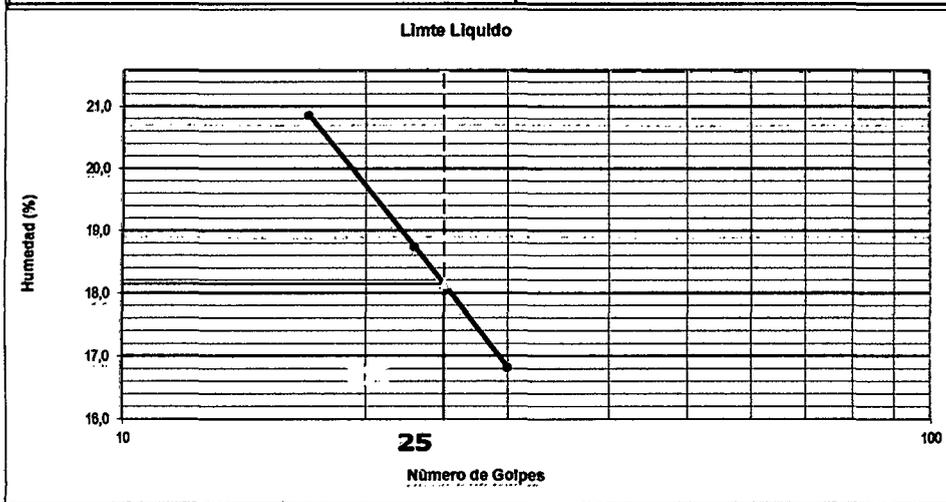
**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
 (NORMA AASHTO T - 90 - ASTM D 4318)

<b>PROYECTO</b>	: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA"		
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA		
<b>SONDAJE</b>	: SPT N°1 - M - 2 - PROFUNDIDAD (m): 3.45 - 10.35		
<b>TESISTA</b>	: BACH. IRVING R. FERNÁNDEZ GÁLVEZ		
<b>FECHA</b>	: ABRIL DEL 2014	COORDENADAS UTM: N.9428737.247 - E.533326.222	

LIMITE LIQUIDO ASTM D-423				
N° DE GOLPES	30	23	17	
TARA+SUELO HUMEDO	30,68	29,24	32,81	
TARA+SUELO SECO	28,63	26,94	29,62	
PESO DEL AGUA	2,05	2,30	3,19	
PESO DE LA TARA	16,44	14,67	14,33	
PESO DEL SUELO SECO	12,19	12,27	15,29	
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>16,82</b>	<b>18,74</b>	<b>20,86</b>	

LIMITE PLASTICO ASTM D-424				
TARA+SUELO HUMEDO				
TARA+SUELO SECO				
PESO DEL AGUA				
PESO DE LA TARA				
PESO DEL SUELO SECO				
HUMEDAD (%)				
HUMEDAD PROMEDIO (%)				

NO PLASTICO



Limites de Consistencia	
Limite Liquido	18,14
Limite Plastico	NP
Indice Plastico	NP

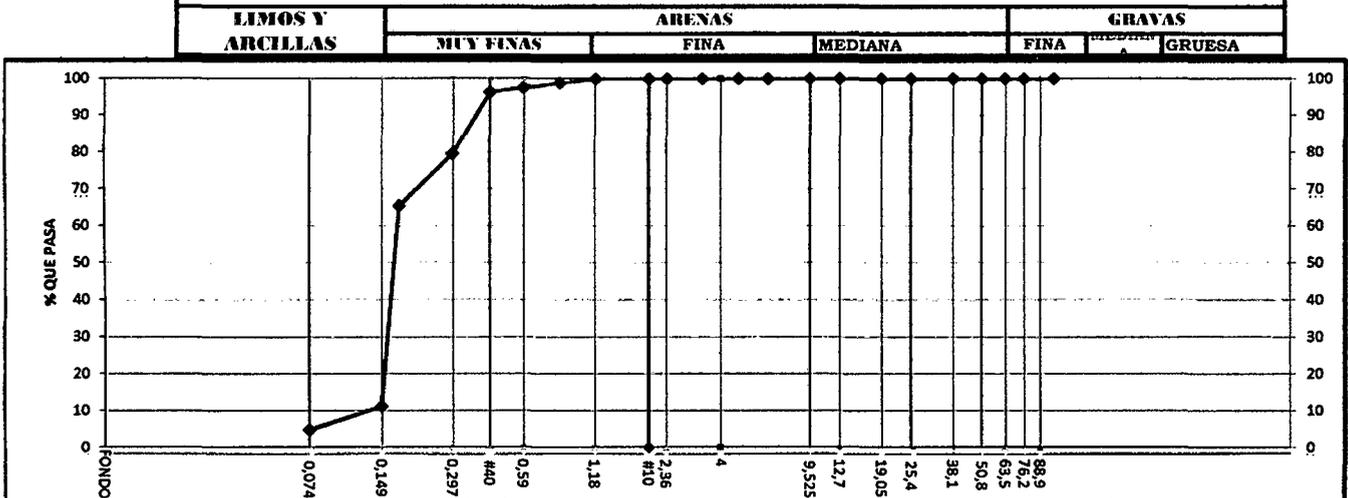
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA = EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE  
 DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA

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

<b>PROYECTO</b>	: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA"		
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA		
<b>SONDAJE</b>	: SPT N°2 - M - 2 - PROFUNDIDAD (m): 5.45 - 10.35		
<b>TESISTA</b>	: IRVING R. FERNÁNDEZ GÁLVEZ	<b>COORDENADAS UTM:</b> N.9428741.986 - E.533337.324	
<b>FECHA</b>	: ABRIL DEL 2014		

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	0,00	0,00	0,00	100,00		Numero de la Tara	8	
3"	76,200	0,00	0,00	0,00	100,00		Peso de la Tara	60,0	
2 1/2"	63,500	0,00	0,00	0,00	100,00		Tara + Suelo Humedo	345,6	
2"	50,800	0,00	0,00	0,00	100,00		Tara + Suelo Seco	341,2	
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00	100,00		Peso del agua	4,4	
1"	25,400	0,00	0,00	0,00	100,00		Peso del suelo neto	281,2	
3/4"	19,050	0,00	0,00	0,00	100,00		% de Humedad	1,56	
1/2"	12,700	0,00	0,00	0,00	100,00		<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>		
3/8"	9,525	0,00	0,00	0,00	100,00		LÍMITE LÍQUIDO (%)	:	21,42
1/4"	6,350	0,00	0,00	0,00	100,00		LÍMITE ELÁSTICO (%)	:	NP
N° 4	4,760	0,00	0,00	0,00	100,00		ÍNDICE PLASTICIDAD (%)	:	NP
N° 6	3,360	0,00	0,00	0,00	100,00		CLASIFICACIÓN SUCS	:	SP
N° 8	2,380	0,00	0,00	0,00	100,00		CLASIFICACIÓN AASHTO	:	A-3 (0)
N° 10	2,000	0,32	0,04	0,04	99,96				
N° 16	1,190	0,00	0,00	0,04	99,96				
N° 20	0,840	8,80	1,10	1,14	98,86				
N° 30	0,590	10,88	1,36	2,50	97,50				
N° 40	0,426	9,60	1,20	3,70	96,30				
N° 50	0,297	133,84	16,73	20,43	79,57		PESO TOTAL (gr)	:	800,0      100,0 %
N° 80	0,177	113,36	14,17	34,60	65,40		PESO GRAVA (gr)	:	0,0      0,0 %
N° 100	0,149	433,36	54,17	88,77	11,23		PESO ARENA (gr)	:	800,0      100,0 %
N° 200	0,074	51,04	6,38	95,15	4,85		PESO FRACCIÓN (gr)	:	
FONDO	0,010	38,80	4,85	100,00					

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA = EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE  
 DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA

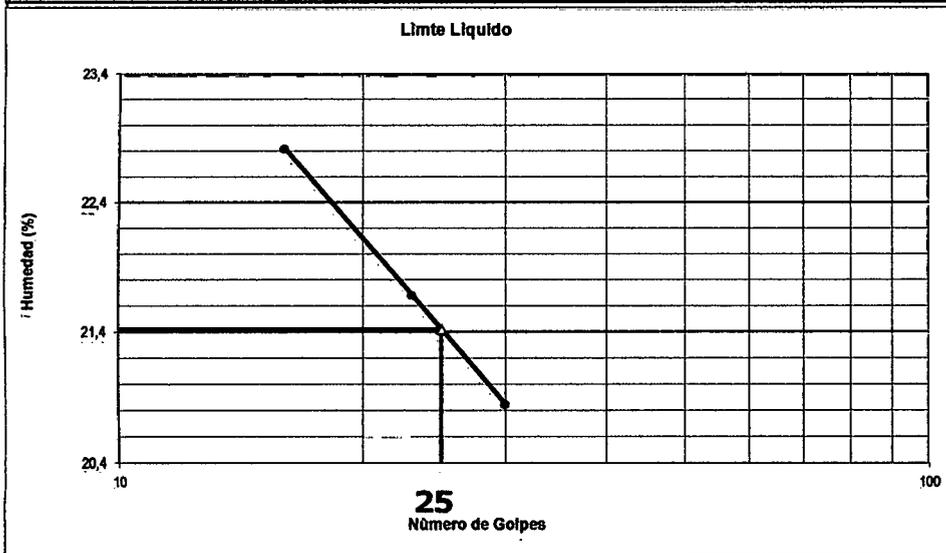
**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
 (NORMA AASHTO T - 90 - ASTM D 4318)

<b>PROYECTO</b>	<b>: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA</b>		
<b>UBICACIÓN</b>	<b>: DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA</b>		
<b>CALICATA</b>	<b>: N°2 - M - 2 - PROFUNDIDAD (m): 5.45 - 10.35</b>		
<b>TESISTA</b>	<b>: BACH. IRVING R. FERNÁNDEZ GÁLVEZ</b>		
<b>FECHA</b>	<b>: ABRIL DEL 2014</b>	<b>COORDENADAS UTM: N.9428741.986 - E.533,337.324</b>	

LIMITE LIQUIDO ASTM D-423				
N° DE GOLPES	30	23	16	
TARA+SUELO HUMEDO	28,64	30,06	29,43	
TARA+SUELO SECO	26,18	27,82	26,97	
PESO DEL AGUA	2,46	2,24	2,46	
PESO DE LA TARA	14,38	17,49	16,19	
PESO DEL SUELO SECO	11,80	10,33	10,78	
HUMEDAD (%)	20,85	21,68	22,82	

LIMITE PLASTICO ASTM D-424				
TARA+SUELO HUMEDO				
TARA+SUELO SECO				
PESO DEL AGUA				
PESO DE LA TARA				
PESO DEL SUELO SECO				
HUMEDAD (%)				
HUMEDAD PROMEDIO (%)				

NO PLASTICO



Limites de Consistencia	
Limite Liquido	21,42
Limite Plastico	NP
Indice Plastico	NP

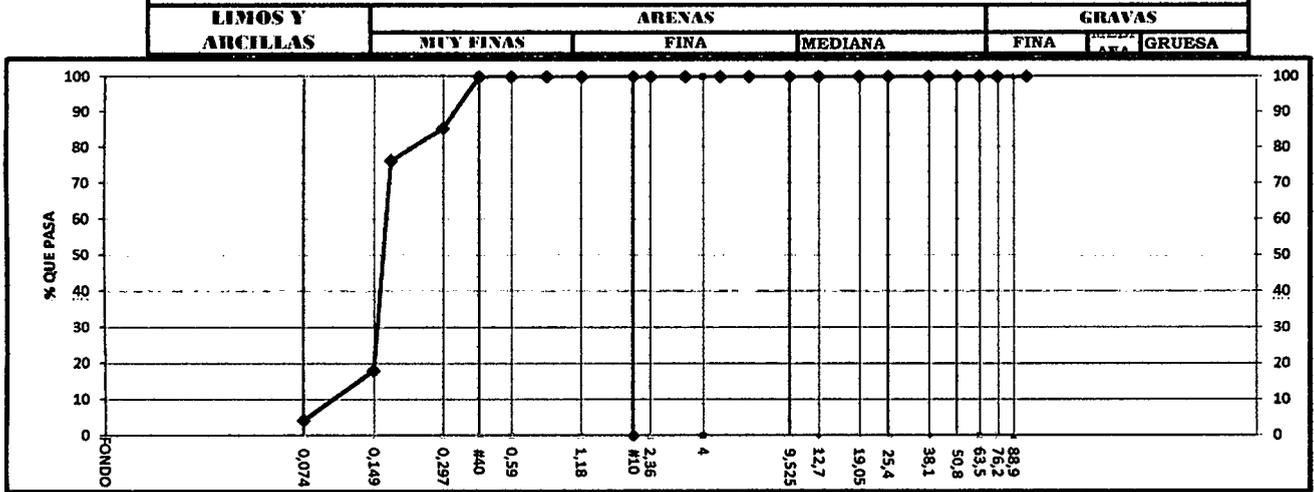
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA = EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE  
 DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA

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

<b>PROYECTO</b>	: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA		
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA		
<b>SONDAJE</b>	: SPT N°3 - M = 2 - PROFUNDIDAD (m): 3.45 - 10.35		
<b>TESISTA</b>	: IRVING R. FERNÁNDEZ GÁLVEZ	<b>COORDENADAS UTM:</b> N.9428753.554 - E.533338.254	
<b>FECHA</b>	: ABRIL DEL 2014		

MALLAS AS SERIE AMERI CANAS	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM 422						CONTENIDO DE HUMEDAD					
	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUMUL. (%)	PASA (%)	ESPECIFICA- CIONES						
4"	101,6	0,00	0,00	0,00	100,00		Numero de la Tara	1				
3"	76,200	0,00	0,00	0,00	100,00		Peso de la Tara	10,0				
2 1/2"	63,500	0,00	0,00	0,00	100,00		Tara + Suelo Humedo	422,0				
2"	50,800	0,00	0,00	0,00	100,00		Tara + Suelo Seco	416,5				
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00	100,00		Peso del agua	5,5				
1"	25,400	0,00	0,00	0,00	100,00		Peso del suelo neto	406,5				
3/4"	19,050	0,00	0,00	0,00	100,00		% de Humedad	1,35				
1/2"	12,700	0,00	0,00	0,00	100,00		<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>					
3/8"	9,525	0,00	0,00	0,00	100,00					- LÍMITE LÍQUIDO (%)	:	18,36
1/4"	6,350	0,00	0,00	0,00	100,00					- LÍMITE PLÁSTICO (%)	:	NP
N° 4	4,760	0,00	0,00	0,00	100,00					- ÍNDICE PLÁSTICIDAD (%)	:	NP
N° 6	3,360	0,00	0,00	0,00	100,00					- CLASIFICACIÓN SUCS	:	SP
N° 8	2,380	0,00	0,00	0,00	100,00					- CLASIFICACIÓN AASHTO	:	A-3 (0)
N° 10	2,000	0,00	0,00	0,00	100,00							
N° 16	1,190	0,00	0,00	0,00	100,00							
N° 20	0,840	0,00	0,00	0,00	100,00							
N° 30	0,590	0,00	0,00	0,00	100,00							
N° 40	0,426	0,00	0,00	0,00	100,00							
N° 50	0,297	175,20	14,60	14,60	85,40		- PESO TOTAL (gr)	:	1200,0    100,0 %			
N° 80	0,177	109,20	9,10	23,70	76,30		- PESO GRAVA (gr)	:	0,0    0,0 %			
N° 100	0,149	698,40	58,20	81,90	18,10		- PESO ARENA (gr)	:	1200,0    100,0 %			
N° 200	0,074	166,44	13,87	95,77	4,23		- PESO FRACCIÓN (gr)	:				
FONDO	0,010	50,76	4,23	100,00								

**CURVA GRANULOMETRICA**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERIA = EAPIC

**PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA**

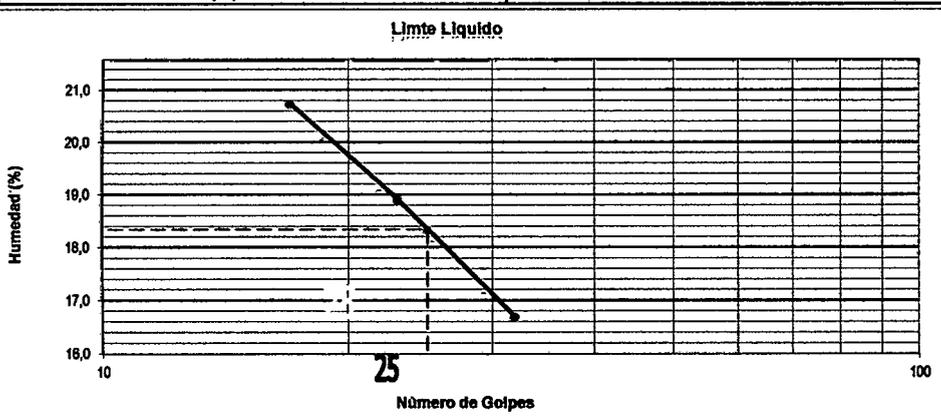
**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
(NORMA AASHTO T - 90 - ASTM D 4318)

<b>PROYECTO</b>	: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA"		
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA		
<b>SONDAJE</b>	: SPT N°3 - M - 2 - PROFUNDIDAD (m): 3.45-10.35		
<b>TESISTA</b>	: BACH. IRVING R. FERNÁNDEZ GÁLVEZ		
<b>FECHA</b>	: ABRIL DEL 2014	<b>COORDENADAS UTM: N.9428753.554 - E.533338.254</b>	

LIMITE LIQUIDO ASTM D-423				
N° DE GOLPES	32	23	17	
TARA+SUELO HUMEDO	34,68	31,66	30,78	
TARA+SUELO SECO	32,19	28,94	27,96	
PESO DEL AGUA	2,49	2,72	2,82	
PESO DE LA TARA	17,27	14,55	14,36	
PESO DEL SUELO SECO	14,92	14,39	13,60	
HUMEDAD (%)	16,69	18,90	20,74	

LIMITE PLASTICO ASTM D-424				
TARA+SUELO HUMEDO				
TARA+SUELO SECO				
PESO DEL AGUA				
PESO DE LA TARA				
PESO DEL SUELO SECO				
HUMEDAD (%)				
HUMEDAD PROMEDIO (%)	25			

NO PLASTICO



Límites de Consistencia	
Límite Líquido	18,35
Límite Plástico	NP
Índice Plástico	NP

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA = EAPIC  
 PROYECTO PROFESIONAL: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA

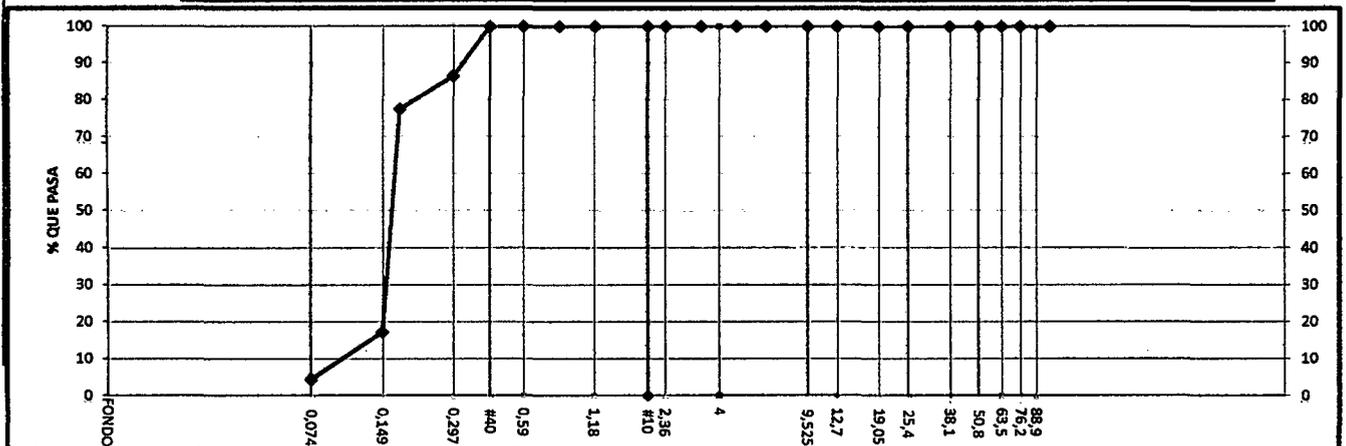
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
 (AASHTO T-27 ASTM D 422)**

<b>PROYECTO</b>	: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA"		
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA		
<b>SONDAJE</b>	: SPT N°4 - M - 2 - PROFUNDIDAD (m): 4.45 - 10.35		
<b>TESISTA</b>	: IRVING R. FERNÁNDEZ GÁLVEZ	<b>COORDENADAS UTM:</b> N.9428761.554 - E.533333.561	
<b>FECHA</b>	: ABRIL DEL 2014		

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	0,00	0,00	0,00	100		Numero de la Tara	14	
3"	76,200	0,00	0,00	0,00	100		Peso de la Tara	20,0	
2 1/2"	63,500	0,00	0,00	0,00	100		Tara + Suelo Humedo	410,0	
2"	50,800	0,00	0,00	0,00	100		Tara + Suelo Seco	405,5	
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00	100		Peso del agua	4,5	
1"	25,400	0,00	0,00	0,00	100		Peso del suelo neto	385,5	
3/4"	19,050	0,00	0,00	0,00	100		% de Humedad	1,17	
1/2"	12,700	0,00	0,00	0,00	100		<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>		
3/8"	9,525	0,00	0,00	0,00	100		- LÍMITE LÍQUIDO (%)	:	20,48
1/4"	6,350	0,00	0,00	0,00	100		- LÍMITE PLÁSTICO (%)	:	NP
N° 4	4,750	0,00	0,00	0,00	100		- ÍNDICE PLASTICIDAD (%)	:	NP
N° 6	3,360	0,00	0,00	0,00	100		- CLASIFICACIÓN SUCS	:	SP
N° 8	2,380	0,00	0,00	0,00	100		- CLASIFICACIÓN AASHTO	:	A-3 (0)
N° 10	2,000	0,00	0,00	0,00	100				
N° 16	1,190	0,00	0,00	0,00	100				
N° 20	0,840	0,00	0,00	0,00	100				
N° 30	0,590	0,00	0,00	0,00	100				
N° 40	0,426	0,00	0,00	0,00	100				
N° 50	0,297	108,00	13,50	13,50	86,50		- PESO TOTAL (gr)	:	800,0    100,0 %
N° 80	0,177	72,00	9,00	22,50	77,50		- PESO GRAVA (gr)	:	0,0    0,0 %
N° 100	0,149	481,60	60,20	82,70	17,30		- PESO ARENA (gr)	:	800,0    100,0 %
N° 200	0,074	102,40	12,80	95,50	4,50		- PESO FRACCIÓN (gr)	:	
FONDO	0,010	36,00	4,50	100,00					

**CURVA GRANULOMÉTRICA**

LIMOS Y ARCILLAS	ARENAS			GRAVAS		
	MUY FINAS	FINA	MEDIANA	FINA	MEDIANA	GRUESA

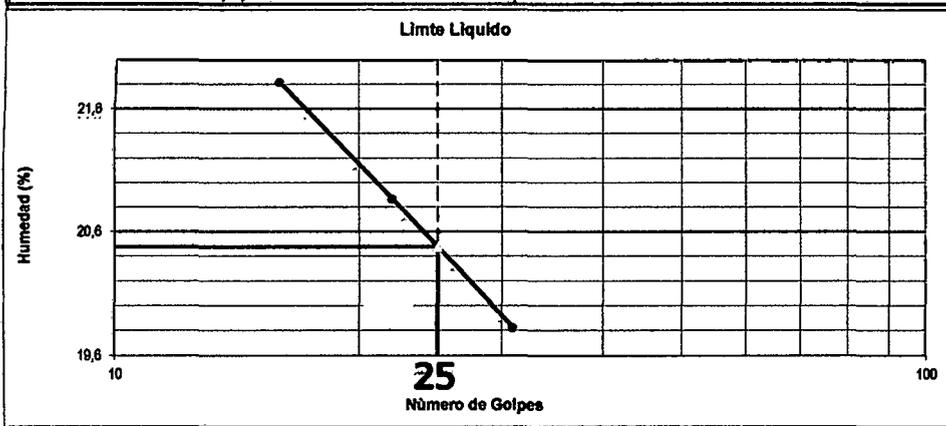


**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
 (NORMA AASHTO T - 90 - ASTM D 4318)

<b>PROYECTO</b>	: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA"		
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA		
<b>SONDAJE</b>	: SPT N°4 - M - 2 - PROFUNDIDAD (m): 4.45 -10.35		
<b>TESISTA</b>	: BACH. IRVING R. FERNÁNDEZ GÁLVEZ		
<b>FECHA</b>	: ABRIL DEL 2014	<b>COORDENADAS UTM: N.9428761.554 - E.533333.561</b>	

LIMITE LIQUIDO ASTM D-423				
N° DE GOLFES	31	22	16	
TARA+SUELO HUMEDO	26,53	32,49	28,74	
TARA+SUELO SECO	24,52	29,84	26,17	
PESO DEL AGUA	2,01	2,65	2,57	
PESO DE LA TARA	14,38	17,14	14,39	
PESO DEL SUELO SECO	10,14	12,70	11,78	
HUMEDAD (%)	19,82	20,87	21,82	
LIMITE PLASTICO ASTM D-424				
TARA+SUELO HUMEDO				
TARA+SUELO SECO				
PESO DEL AGUA				
PESO DE LA TARA				
PESO DEL SUELO SECO				
HUMEDAD (%)				
HUMEDAD PROMEDIO (%)				

NO PLASTICO



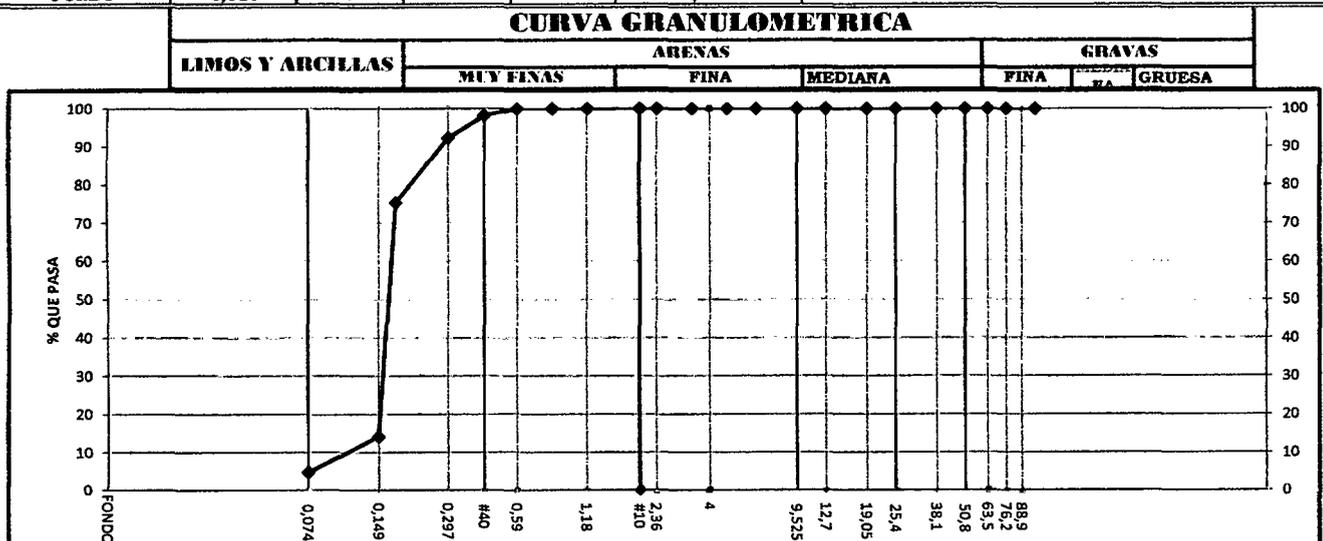
Límites de Consistencia	
Limite Líquido	20,48
Limite Plástico	NP
Índice Plástico	NP

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

<b>PROYECTO</b>	: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA"		
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA		
<b>SONDAJE</b>	: SPT N°5 - M - 2 - PROFUNDIDAD (m): 4.45 - 10.35		
<b>TESISTA</b>	: IRVING R. FERNÁNDEZ GÁLVEZ	<b>COORDENADAS UTM:</b> N.9428756.231- E.533331.763	
<b>FECHA</b>	: ABRIL DEL 2014		

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	0,00	0,00	0,00	100,00		Numero de la Tara	1	
3"	76,200	0,00	0,00	0,00	100,00		Peso de la Tara	60,0	
2 1/2"	63,500	0,00	0,00	0,00	100,00		Tara + Suelo Humedo	400,0	
2"	50,800	0,00	0,00	0,00	100,00		Tara + Suelo Seco	395,0	
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00	100,00		Peso del agua	5,0	
1"	25,400	0,00	0,00	0,00	100,00		Peso del suelo neto	335,0	
3/4"	19,050	0,00	0,00	0,00	100,00		% de Humedad	1,49	
1/2"	12,700	0,00	0,00	0,00	100,00		<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b> - LÍMITE LÍQUIDO (%) : 23,17 - LÍMITE PLÁSTICO (%) : NP - ÍNDICE PLASTICIDAD (%) : NP - CLASIFICACIÓN SUCS : SP - CLASIFICACIÓN AASHTO : A-3 (0)		
3/8"	9,525	0,00	0,00	0,00	100,00				
1/4"	6,350	0,00	0,00	0,00	100,00				
N° 4	4,760	0,00	0,00	0,00	100,00				
N° 6	3,360	0,00	0,00	0,00	100,00				
N° 8	2,380	0,00	0,00	0,00	100,00				
N° 10	2,000	0,00	0,00	0,00	100,00				
N° 16	1,190	0,00	0,00	0,00	100,00				
N° 20	0,840	0,00	0,00	0,00	100,00				
N° 30	0,590	0,00	0,00	0,00	100,00				
N° 40	0,426	14,40	1,80	1,80	98,20		- PESO TOTAL (gr) :	800,0	100,0 %
N° 50	0,297	47,20	5,90	7,70	92,30		- PESO GRAVA (gr) :	0,0	0,0 %
N° 80	0,177	135,20	16,90	24,60	75,40		- PESO ARENA (gr) :	800,0	100,0 %
N° 100	0,149	489,60	61,20	85,80	14,20		- PESO FRACCIÓN (gr)		
N° 200	0,074	74,72	9,34	95,14	4,86				
FONDO	0,010	38,88	4,86	100,00					

**CURVA GRANULOMÉTRICA**

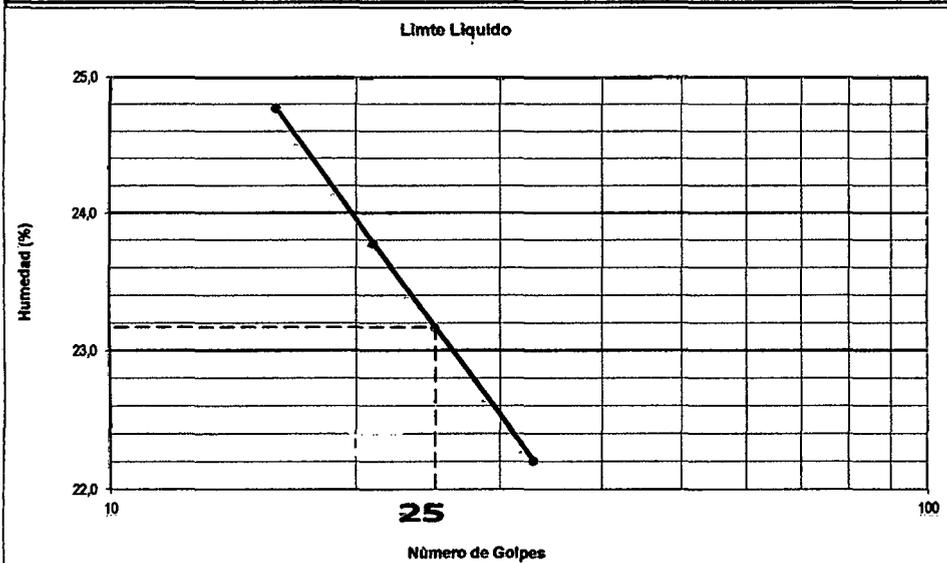


**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
 (NORMA AASHTO T - 90 - ASTM D 4318)

<b>PROYECTO</b>	: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA"		
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO PIURA, PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO PIURA		
<b>SONDAJE</b>	: SPT N°5 - M - 2 - PROFUNDIDAD (m): 4.45 -10.35		
<b>TESISTA</b>	: BACH. IRVING R. FERNÁNDEZ GÁLVEZ		
<b>FECHA</b>	: ABRIL DEL 2014	<b>COORDENADAS UTM:</b> N.9428756.231 - E.533331.763	

LIMITE LIQUIDO ASTM D-423				
Nº DE GOLPES	33	21	16	
TARA+SUELO HUMEDO	31,73	33,38	31,39	
TARA+SUELO SECO	28,99	30,08	28,41	
PESO DEL AGUA	2,74	3,30	2,98	
PESO DE LA TARA	16,65	16,20	16,38	
PESO DEL SUELO SECO	12,34	13,88	12,03	
HUMEDAD (%)	22,20	23,78	24,77	
LIMITE PLASTICO ASTM D-424				
TARA+SUELO HUMEDO				
TARA+SUELO SECO				
PESO DEL AGUA				
PESO DE LA TARA				
PESO DEL SUELO SECO				
HUMEDAD (%)				
HUMEDAD PROMEDIO (%)				

NO PLASTICO



Límites de Consistencia	
Límite Líquido	23.17
Límite Plástico	NP
Índice Plástico	NP

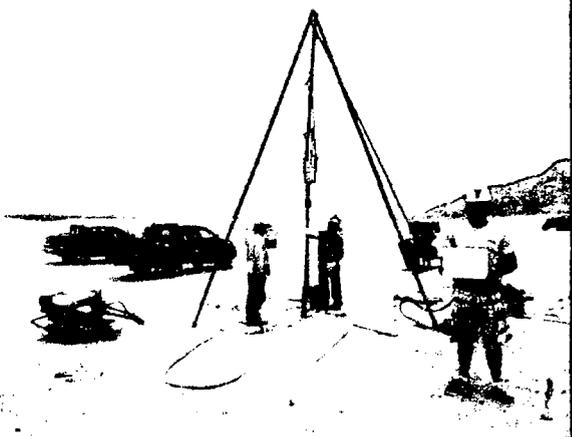
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – E. ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL E TESIS:  
 ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA  
 AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA

**REGISTRO ESTRATIGRÁFICO: ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)**

<b>PROYECTO</b>		<b>: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA"</b>							
<b>UBICACIÓN.</b>		DISTRITO: PIURA		PROVINCIA: PIURA		DEPARTAMENTO: PIURA			
<b>COD. SPT.</b>		SPT - 1		NOMBRE TESISTA: Bach. IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ		PROFUNDIDAD: 10.00 m.			
<b>ESCALA</b>	<b>UBICACIÓN PERFORACION AL TIPO CIELO ABIERTO</b>	<b>DETALLES SPT</b>				<b>CLASIFICACIÓN "SUCS"</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>		
		<b>MUESTRA</b>	<b>SIMBOLOGIA</b>	<b>N° de Golpes</b>					
				10	20			30	40
		1	1.45	M - 1					
		2	2.45	M - 2					
		3	3.45	M - 3					
		4	4.45	M - 4					
		5	5.45	M - 5					
		6	6.45	M - 6					
		7	7.45	M - 7					
		8	8.45	M - 8					
9	9.45	M - 9							
10	10.45	M - 10							
<b>COBERTURA</b>						30 cm de Cobertura de color marrón claro, en humedad, de baja plasticidad, baja compactación, contenido de arenas con presencia de material en proceso de litificación, geológicamente clasificado como Coquinas y lamaguelas.			
<b>SM</b>						Arenas Limosas, Con mezclas de arena y limo semipermeable a impermeable con una resistencia a la tubificación media a baja y una resistencia Alta al Corte.			
<b>SP</b>						Arenas mal graduadas, arenas con gravas de color gris claro, con poco o Nada de finos semipermeable a permeable con una resistencia a la tubificación Baja o muy baja y una resistencia al cortante alta.			

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – E. ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL E TESIS:  
 ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA  
 AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA

**REGISTRO ESTRATIGRÁFICO: ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)**

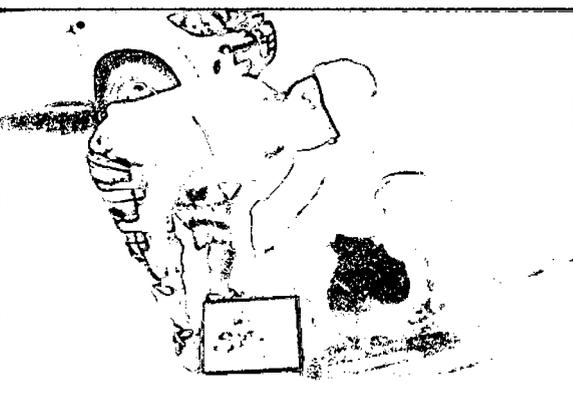
PROYECTO		<b>: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA"</b>					
UBICACIÓN		DISTRITO: PIURA		PROVINCIA: PIURA		DEPARTAMENTO: PIURA	
COD. SPT.		COORDENADAS:		Norte: 9428741.986	Este: 533337.324	DATUM: WGS84	
COD. SPT.		NOMBRE TESISTA: Bach. IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ				PROFUNDIDAD: 10.00 m.	
ESCALA	UBICACIÓN	DETALLES SPT				CLASIFICACIÓN "SUCS"	DESCRIPCIÓN
	PERFORACION AL TIPO CIELO ABIERTO	MUESTRA	SIMBOLOGIA	N° de Golpes			
				10 20 30 40			
1	1.45	M - 1		1.00	SM		<p><i>30 cm de Cobertura de color marrón claro, en humedad, de baja plasticidad, baja compactad, contenido de arenas con presencia de material en proceso de litificación, geológicamente clasificado como Coquinas y limasmezas.</i></p> <p><i>Arenas Limosas, Con mezclas de arena y limo semipermeable a impermeable con una resistencia a la tubificación media a baja y una resistencia Alta al Corte.</i></p>
2	2.45	M - 2		1.50	SM		
3	3.45	M - 3		2.00	SM		
4	4.45	M - 4		2.50	SM		
5	5.45	M - 5		3.00	SM		
6	6.45	M - 6		3.50	SP		
7	7.45	M - 7		4.00	SP		
8	8.45	M - 8		4.50	SP		
9	9.45	M - 9		5.00	SP		
10	10.45	M - 10		5.50	SP		
PROFUNDIDAD (m)							

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – E. ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL E TESIS:  
 ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA  
 AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA

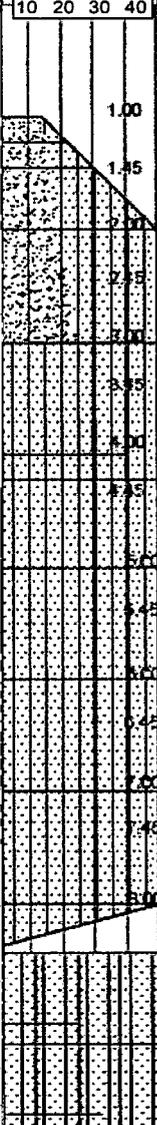
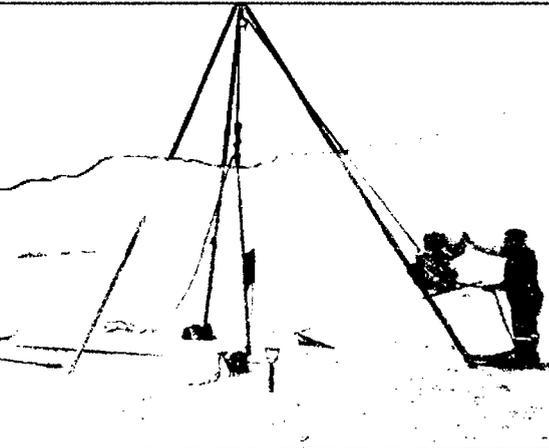
**REGISTRO ESTRATIGRÁFICO: ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)**

<b>PROYECTO</b>		<b>: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA"</b>						
<b>UBICACIÓN .</b>		DISTRITO: PIURA			PROVINCIA: PIURA		DEPARTAMENTO : PIURA	
		<i>COORDENADAS:</i>			Norte: 9428753.554	Este: 533338.254	DATUM: WGS84	
<b>COD. SPT.</b>		<i>SPT - 3</i>		<i>NOMBRE TESISTA: Bach. IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ</i>				PROFUNDIDAD: 10.00 m.

ESCALA	UBICACIÓN : PERFORACION AL TIPO CIELO ABIERTO	DETALLES SPT				CLASIFICACIÓN "SUCS"	DESCRIPCIÓN		
		MUESTRA	SIMBOLOGIA	N° de Golpes					
				10	20	30	40		
1	1.45	M - 1		1.00				SM	<p style="font-size: small;"><i>30 cm de Cobertura de color marrón claro, sin humedad, de baja plasticidad, baja consistencia, contenido de Arenas con presencia de material en proceso de litificación, geológicamente clasificado como Coquinas y Limosetas.</i></p> <p><i>Arenas Limosas, Con mezclas de arena y limo semipermeable a impermeable con una resistencia a la tubificación media a baja y una resistencia Alta al Corte.</i></p>
2	2.45	M - 2		1.45				SM	
3	3.45	M - 3		2.45				SM	
4	4.45	M - 4		3.45				SP	
5	5.45	M - 5		4.45				SP	
6	6.45	M - 6		5.45				SP	
7	7.45	M - 7		6.45				SP	
8	8.45	M - 8		7.45				SP	
9	9.45	M - 9		8.45				SP	
10	10.45	M - 10		9.45				SP	

## REGISTRO ESTRATIGRÁFICO: ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)

PROYECTO		<b>:"ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA"</b>																
UBICACIÓN		DISTRITO: PIURA		PROVINCIA: PIURA		DEPARTAMENTO : PIURA												
		COORDENADAS:		Norte: 9428761.554	Este: 533333.561	DATUM: WGS84												
COD. SPT.		<i>SPT - 4</i>	NOMBRE TESISTA: <i>Bach. IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ</i>			PROFUNDIDAD: 10.00 m.												
ESCALA	UBICACIÓN :		DETALLES SPT				CLASIFICACIÓN "SUCS"	DESCRIPCIÓN										
	PERFORACION AL TIPO CIELO ABIERTO	MUESTRA	SIMBOLOGIA	N° de Golpes														
				10	20	30	40											
1	1.45	M - 1						COBERTURA	30 cm de cobertura de rocas suaves con humedad de baja plasticidad, baja compactación, contenido de arenas con presencia de material en proceso de litificación, geológicamente clasificado como Coquinas y limasquejas.									
2	2.45	M - 2						SM	<p style="text-align: center;"><i>Arenas Limosas, Con mezclas de arena y limo semipermeable a impermeable con una resistencia a la tubificación media a baja y una resistencia Alta al Corte.</i></p> 				SM					
3	3.45	M - 3						SM					SP					
4	4.45	M - 4						SM					SP					
5	5.45	M - 5						SP					SP					
6	6.45	M - 6						SP					SP					
7	7.45	M - 7						SP					SP					
8	8.45	M - 8						SP					<p style="text-align: center;"><i>Arenas mal graduadas, arenas con gravas de color gris claro, con poco o Nada de finos semipermeable a permeable con una resistencia a la tubificación Baja o muy baja y una resistencia al cortante alta.</i></p>				SP	
9	9.45	M - 9						SP									SP	
10	10.45	M - 10						SP									SP	

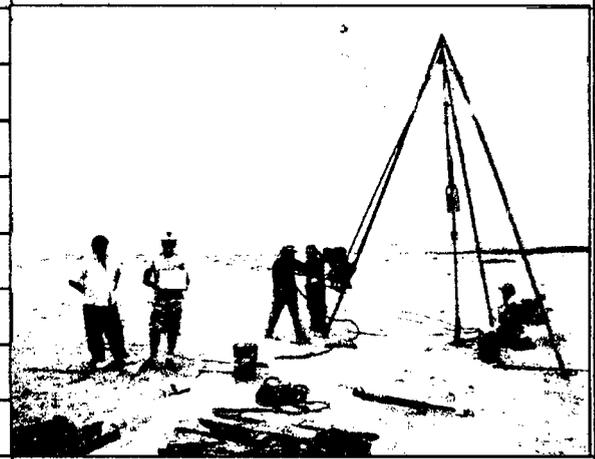
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA – E. ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL PLAN DE TESIS:  
 ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA  
 AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA

**REGISTRO ESTRATIGRÁFICO: ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)**

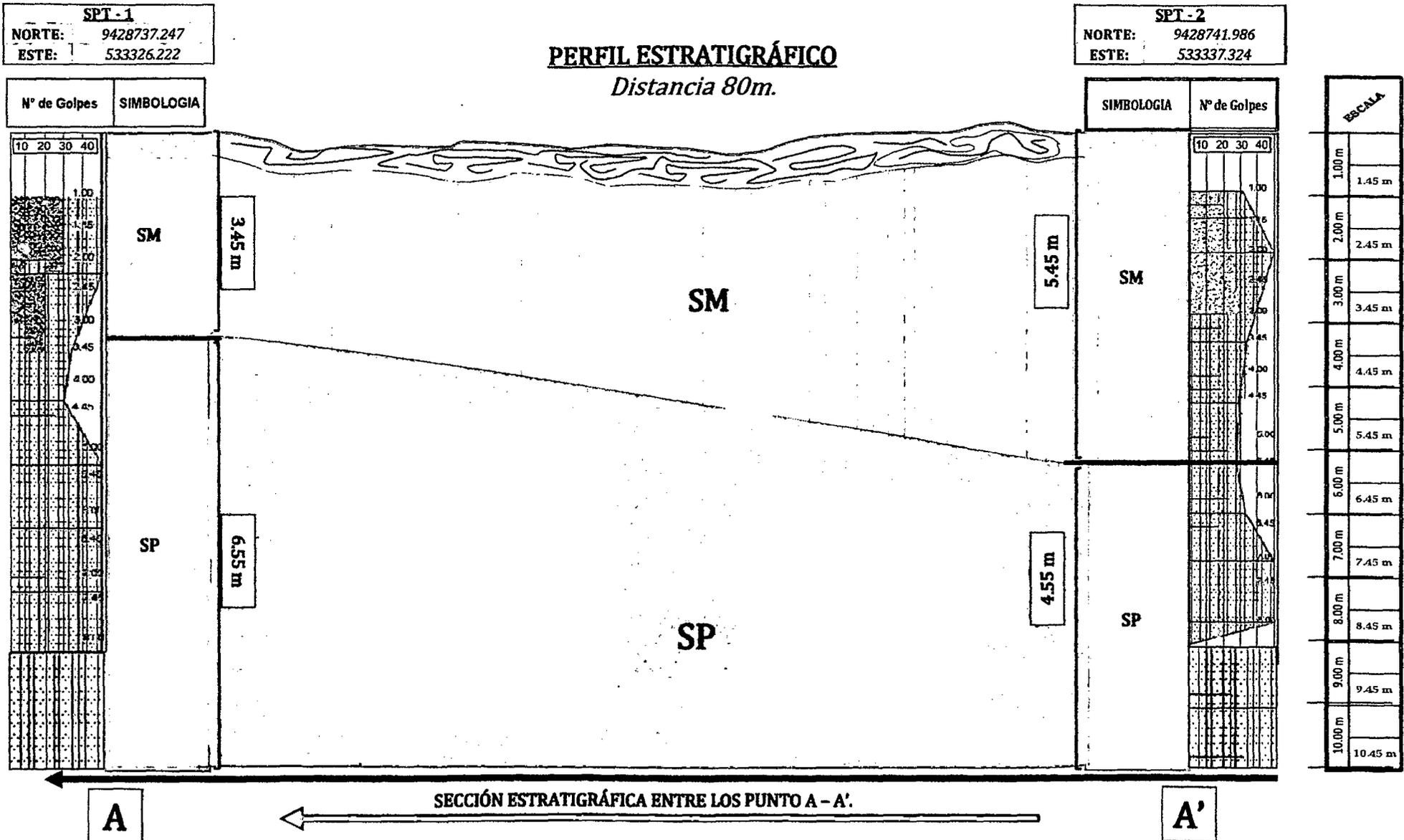
<b>PROYECTO</b>		<b>: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE EL ENSAYO SPT Y CORTE DIRECTO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA PROVINCIA DE PIURA"</b>						
<b>UBICACIÓN.</b>		DISTRITO: PIURA			PROVINCIA: PIURA		DEPARTAMENTO: PIURA	
		COORDENADAS:			Norte: 9428756.231	Este: 533331.763	DATUM: WGS84	
<b>COD. SPT.</b>		<i>SPT - 5</i>			NOMBRE TESISTA: Bach. IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ			PROFUNDIDAD: 10.00 m.

ESCALA	UBICACIÓN : PERFORACION AL TIPO CIELO ABIERTO	DETALLES SPT				CLASIFICACIÓN "SUCS"	DESCRIPCIÓN		
		MUESTRA	SIMBOLOGIA	N° de Golpes					
				10	20	30	40		
1	1.45	M - 1		1.00				SM	<p style="font-size: small;">30 cm de Cobertura de color marrón claro, sin humedad, de baja plasticidad, baja compactad, contenidos de arenas con presencia de material en proceso de litificación, geológicamente clasificado como Coquinas y limaspelotas.</p> <p style="font-size: small;"><i>Arenas Limosas, Con mezclas de arena y limo semipermeable a impermeable con una resistencia a la tubificación media a baja y una resistencia Alta al Corte.</i></p>
2	2.45	M - 2		1.45				SM	
3	3.45	M - 3		2.00				SM	
4	4.45	M - 4		2.45				SM	
5	5.45	M - 5		3.00				SP	
6	6.45	M - 6		3.45				SP	
7	7.45	M - 7		4.00				SP	
8	8.45	M - 8		4.45				SP	
9	9.45	M - 9		5.00				SP	
10	10.45	M - 10		7.45				SP	



**CORRELACIÓN ESTRATIGRÁFICA ENTRE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTANDAR (SPT) 1 Y 2**



**CORRELACIÓN ESTRATIGRÁFICA ENTRE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTANDAR (SPT) 1 Y 4**

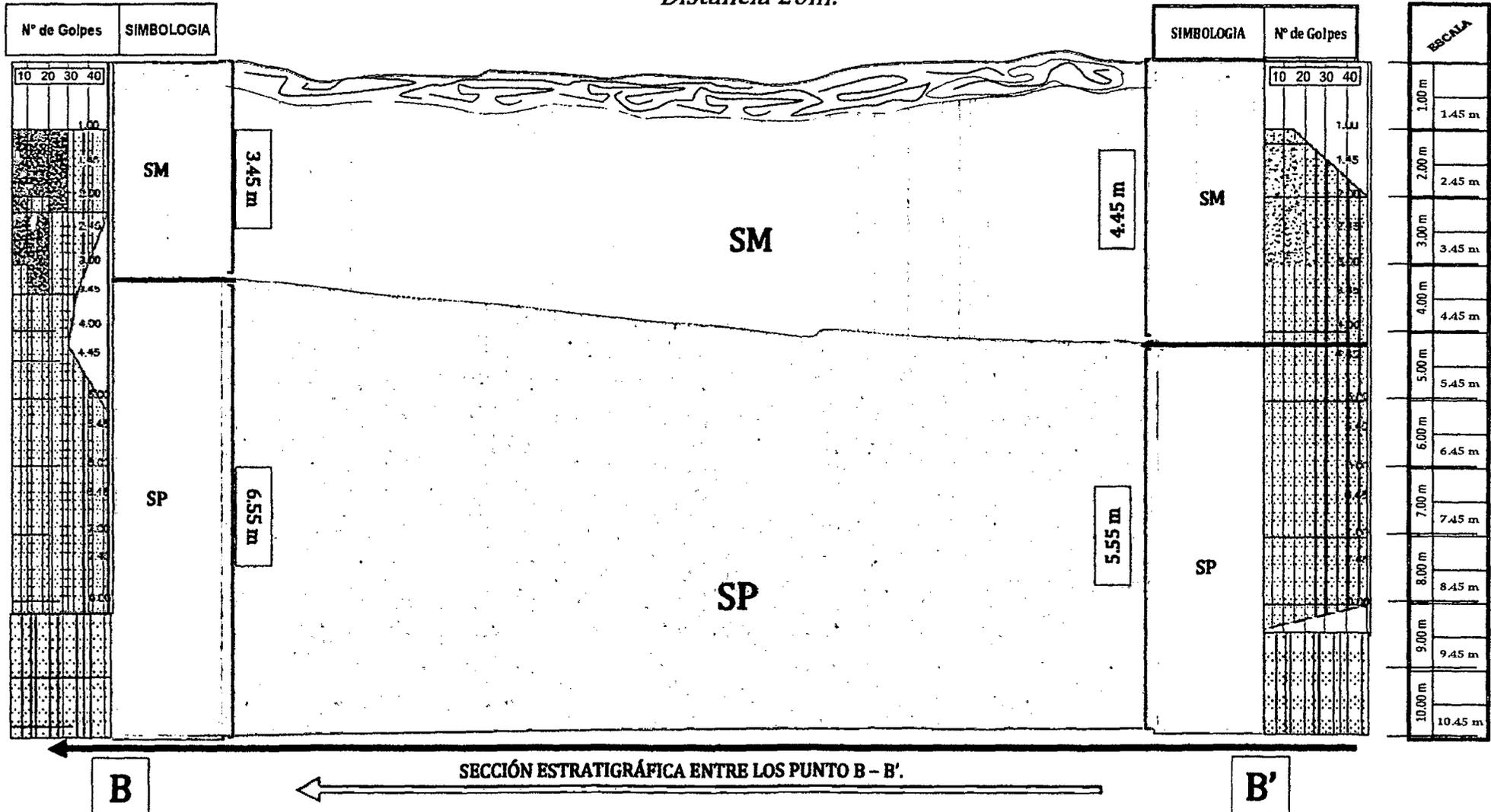
**PERFIL ESTRATIGRÁFICO**  
Distancia 20m.

**SPT - 1**

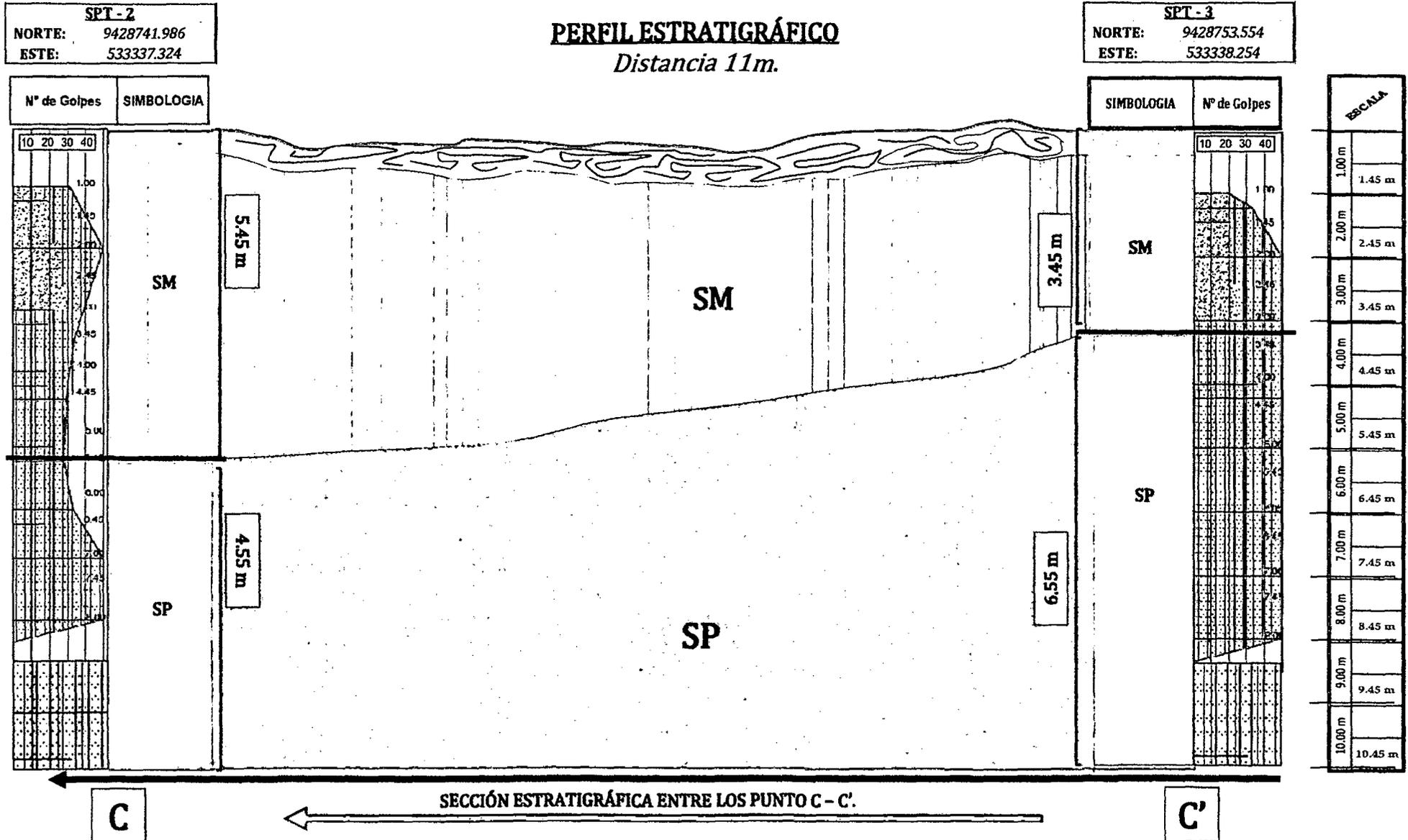
NORTE:	9428737.247
ESTE:	533326.222

**SPT - 4**

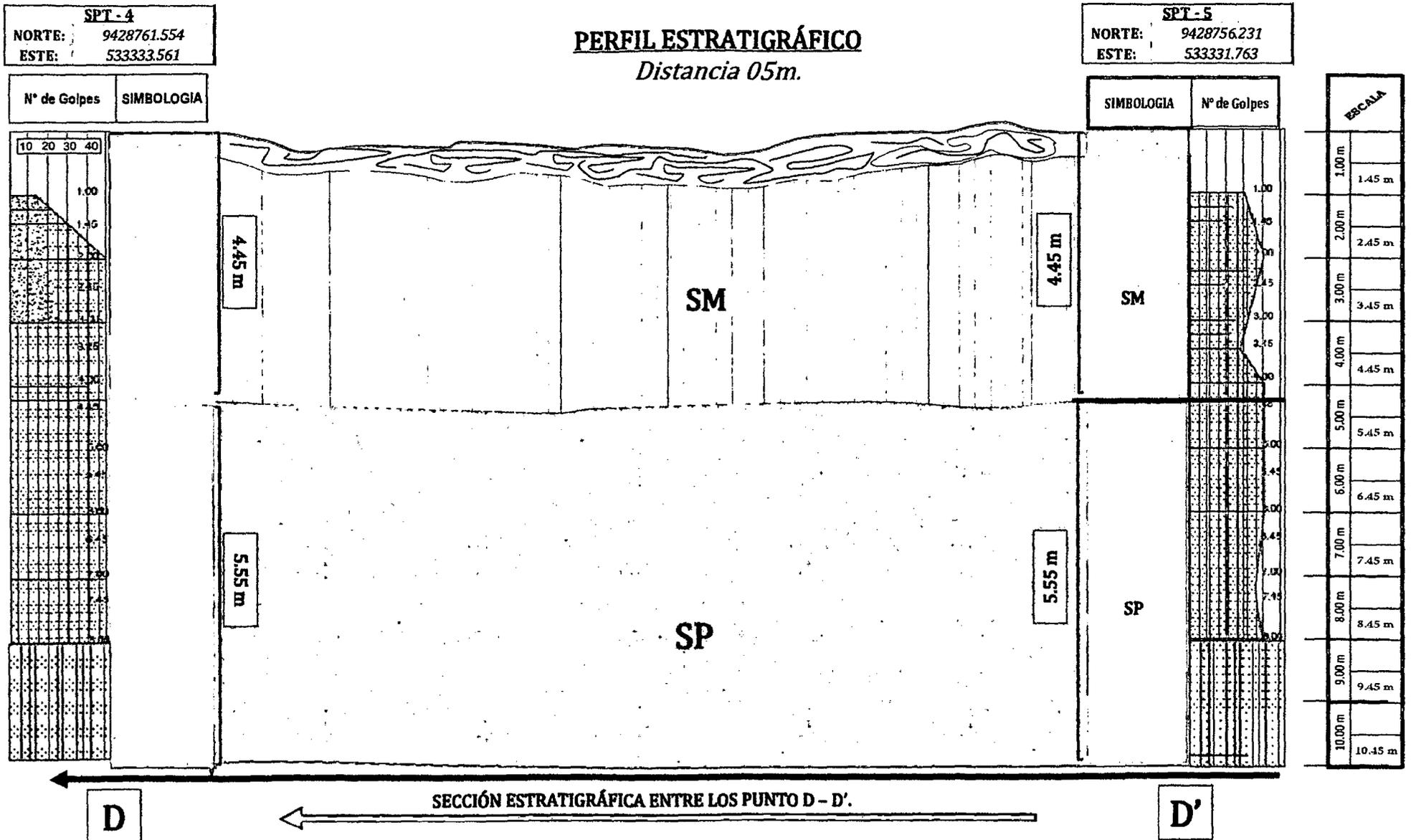
NORTE:	9428761.554
ESTE:	533333.561



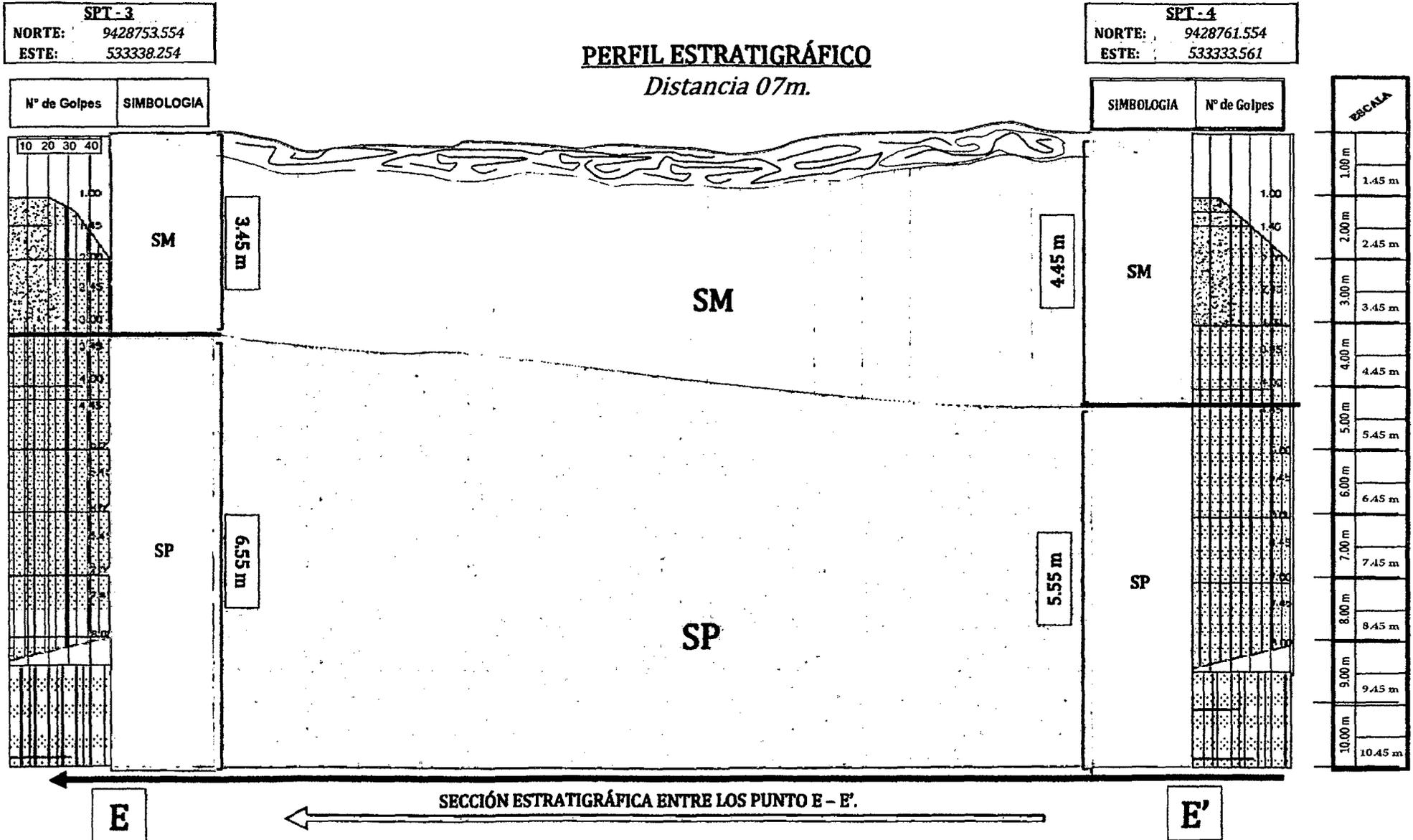
**CORRELACIÓN ESTRATIGRÁFICA ENTRE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTANDAR (SPT) 2 Y 3**



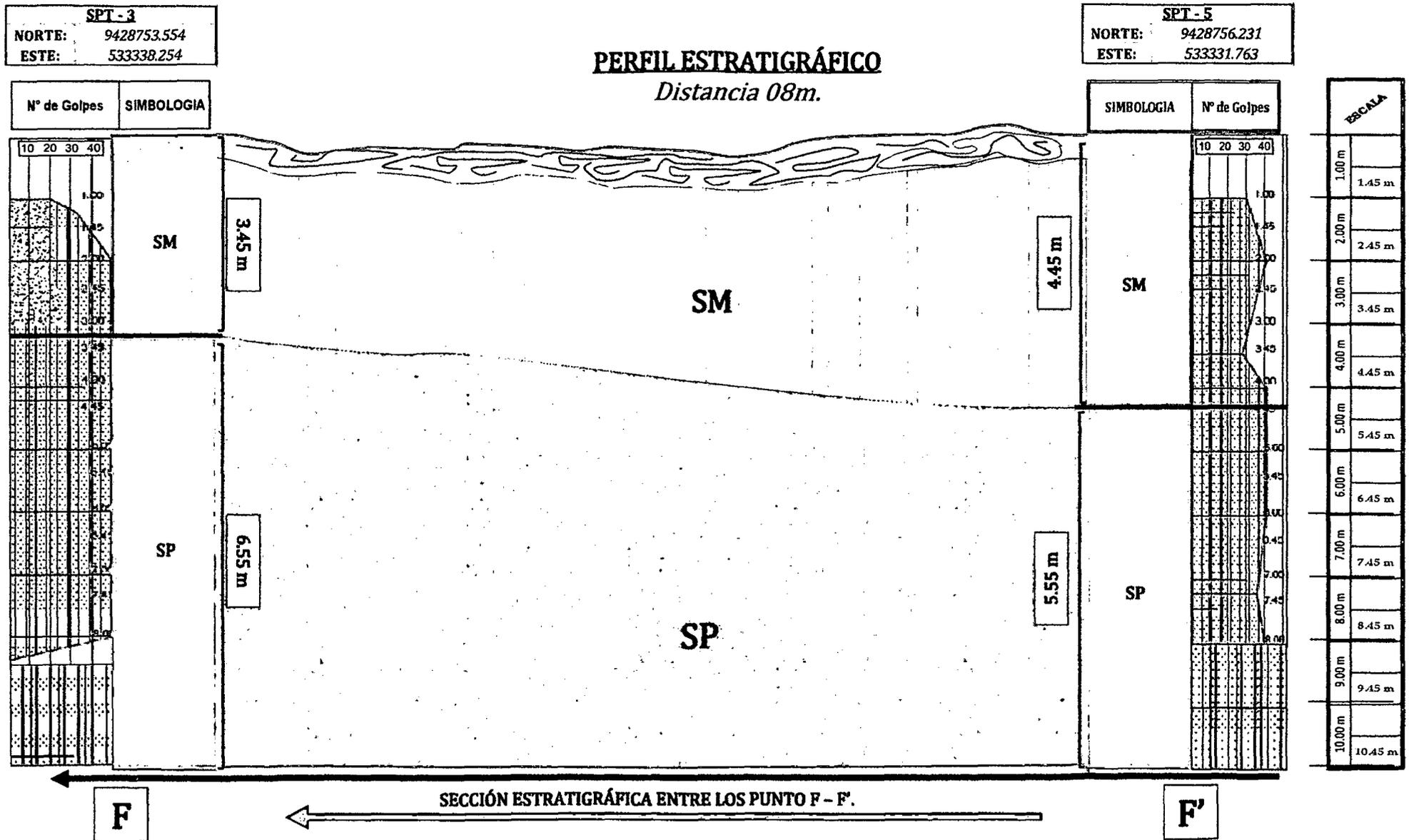
**CORRELACIÓN ESTRATIGRÁFICA ENTRE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTANDAR (SPT) 4 Y 5**



**CORRELACIÓN ESTRATIGRÁFICA ENTRE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTANDAR (SPT) 3 Y 4**



**CORRELACIÓN ESTRATIGRÁFICA ENTRE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTANDAR (SPT) 3 Y 5**



**CORRELACIÓN ESTRATIGRÁFICA ENTRE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTANDAR (SPT) 1 Y 3**

