

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

1. TÍTULO:

**“ZONIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL
SUELO DEL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

BACHILLER: JORGE FERNANDO JIMÉNEZ FLORES

ASESOR: Ing. HUGO SÁNCHEZ MERCADO

**MORALES - PERÚ
2010**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO

"ZONIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DEL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO"

TESIS PARA OPTAR
EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

POR:

BACHILLER: JORGE FERNANDO JIMÉNEZ FLORES

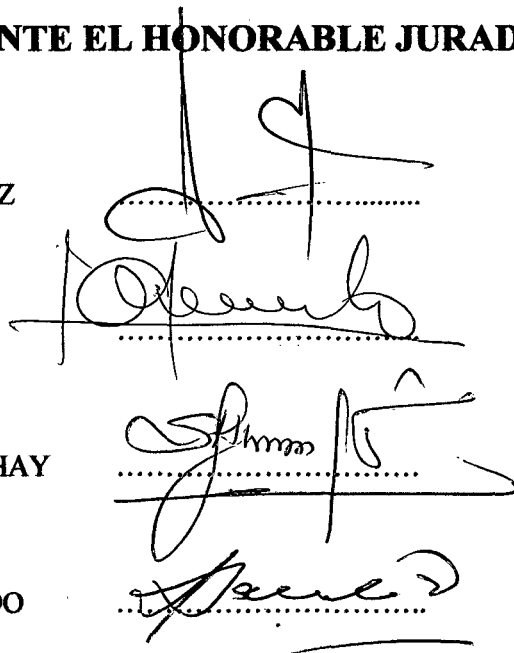
SUSTENTADO Y APROBADO ANTE EL HONORABLE JURADO:

PRESIDENTE : JORGE ISAACS RIOJA DIAZ

SECRETARIO: WILTON CELIS ANGULO

MIEMBRO: SANTIAGO CHÁVEZ CACHAY

ASESOR: HUGO SÁNCHEZ MERCADO



The image shows four handwritten signatures, each written over a horizontal dotted line. The signatures are: 1. A tall, thin signature for Jorge Isaacs Rioja Diaz. 2. A signature for Wilton Celis Angulo. 3. A signature for Santiago Chávez Cachay. 4. A signature for Hugo Sánchez Mercado.

DEDICATORIA

A Dios:

Por que sobre todas las cosas el está primero y hace posible que nosotros estemos presentes en este mundo y lograr objetivos como es en este caso la elaboración del presente informe de Ingeniería.

A mis Padres:

Jorge Jiménez Ríos y Lila Paquita Flores De Jiménez, quienes son mis ejemplos de vida a seguir, gracias por el apoyo incondicional que me brindaron durante mi formación personal y profesional, quienes me enseñaron desde pequeño a luchar para alcanzar mis metas y me brindaron todo el apoyo necesario para llegar a ser profesional mi triunfo es el de ustedes, ¡los amo! ¡Gracias!.

A mis hermanos y familiares:

Mis hermanos Kelly Soraya Jiménez Flores y Danny Erick Jiménez Flores y a toda mi familia en general que siempre estuvieron pendientes de mí, apoyándome moralmente en los buenos y en los malos momentos vividos durante los años de mi formación profesional.

A mi esposa e hijo

A ti mi vida Leny Luz López Lozano por confiar siempre en mi y por brindarme tu apoyo incondicional en la vida diaria y en la elaboración de la presente tesis, te dedico este trabajo y te estaré eternamente agradecido por el apoyo moral y la sonrisa que siempre tenías para mi a pesar de las adversidades vividas, detalle que día a día me incentivaba a seguir adelante sin declinar en el camino y a ti hijo mió por ser el motivo de mi existencia y la razón de mi lucha constante por ser cada día mejor.

AGRADECIMIENTO

AL Ing. HUGO SÁNCHEZ MERCADO: por sus enseñanzas y apoyo incondicional brindado en el asesoramiento y desarrollo del presente Informe de Ingeniería.

A los Ingenieros de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Martín, mi más sincero respeto y agradecimiento por sus valiosas enseñanzas impartidas como parte de mi formación profesional.

A mis amigos: quienes me brindaron su amistad y de alguna u otra forma me apoyaron tanto en mi vida universitaria y en el desarrollo y culminación de la presente tesis.

Jorge Fernando Jiménez Flores

INDICE GENERAL

	<u>PAG.</u>
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INDICE.....	v
RESUMEN.....	viii
I.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 GENERALIDADES.....	1
1.2 EXPLORACIONES PRELIMINARES ORIENTADAS ALA INVESTIGACIÓN...	1
1.3 ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO.....	2
II.- MARCO TEÓRICO	5
2.1 ANTECEDENTES, FORMULACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA...	5
2.2 OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECIFICO.....	6
2.2.1 OBJETIVOS GENERALES.....	6
2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
2.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
2.4 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
2.5 MARCO TEORICO	7
2.5.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
2.5.2 FUNDAMENTACION TEORICA DE LA INVESTIGACION.....	8
2.5.2.1 EXPLORACION DE SUELOS.....	14
2.5.2.2 OBETENCION DE LAS MUESTRAS DEL SUELO.....	17
2.5.2.3 PROPIEDADES FISICAS DE LOS SUELOS.....	21
2.5.2.4 CLASIFICACION DE SUELOS.....	63
2.5.3 TERMINOLOGIA BASICA.....	68
2.5.4 MARCO HISTORICO.....	69
2.6 HIPOTESIS A DEMOSTRAR.....	73

III: MATERIALES Y MÉTODOS.....	74
3.1 MATERIALES	74
3.1.1 RECURSOS HUMANOS.....	74
3.1.2 RECURSOS MATERIALES.....	74
3.1.3 RECURSOS DE EQUIPOS.....	74
3.2 MÉTODOLOGIA.....	75
3.2.1 UNIVERSO, MUESTRA.....	75
3.2.2 SISTEMA DE VARIABLES.....	75
3.2.3 DISEÑO DE INSTRUMENTOS DE SELECCIÓN DE DATOS.....	75
3.2.4 PROCESAMIENTO DE INFORMACION.....	75
IV: RESULTADOS	95
4.1 CAPACIDAD DE CARGO ADMISIBLE POR FALTA DE CORTE	95
4.2 CAPACIDAD ADMISIBLE POR ASENTAMIENTO	98
V: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	103
VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	107
5.1 CONCLUSIONES.....	107
5.2 RECOMENDACIONES	109
VII: BIBLIOGRAFÍA.....	110

CAPÍTULO VIII: ANEXOS

ENSAYOS DE LABORATORIO

PANEL FOTOGRÁFICO

PLANOS.

INDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: ESPECIMEN DE ENSAYO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD REPORTADO.....	23
TABLA N° 2: PESO Y TAMAÑO MAXIMO DE PARTÍCULAS.....	31
TABLA N° 3: APARATO DE LÍMITE LÍQUIDO	53
TABLA N° 4: INDICE DE PRESION Y TIPO DE ENSAYO (Limite Plástico).....	59
TABLA N° 5: SISTEMA DE CLASIFICACION AASHTO.....	64
TABLA N° 6: SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN	67

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1: APARATO DE DENSIDAD (CONO DE ARENA)	48
FIGURA N° 2: APARATO MANUAL DE LÍMITE LÍQUIDO	52
FIGURA N° 3: HERRAMIENTA TIPO ASTM PARA HACER LA RANURA.....	52
FIGURA N° 4: HERRAMIENTA TIPO CASAGRANDE PARA HACER LA RANURA...52	52
FIGURA N° 5: DIAGRAMA ILUSTRATIVO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO.....	54
FIGURA N° 6: BLOQUE DESLIZANTE EN UN PLANO	75
FIGURA N° 7: OBLICUIDAD DEL ESFUERZO RESULTANTE.....	76
FIGURA N° 8: DETALLES DEL ENSAYO Y LA CAJA DE CORTE DIRECTO.....	78
FIGURA N° 9: PLACAS DE LA CAJA DE CORTE.....	78
FIGURA N° 10: COMPONENTES DE LA CAJA DE ENSAYO DE CORTE.....	79
FIGURA N° 11: PRINCIPIO DEL ENSAYO DE CORTE DIRECTO.....	82
FIGURA N° 12: RELACION DE LOS ESFUERZOS DE CORTE MAXIMO.....	83
FIGURA N° 13: MECANISMO DE LOS FENOMENOS DE FRICCION.....	86
FIGURA N° 14: CARGA CONCENTRADA VERTICAL.....	89
FIGURA N° 15: ISOBAROS O BULBO DE PRESIONES.....	91
FIGURA N° 16: DIAGRAMA DE NEWMARK	92

RESUMEN

El presente informe de tesis es un estudio de suelos, el cual se ha desarrollado en base a exploraciones de campo, mediante: calicatas, toma de muestras y ensayos; asimismo, el trabajo de información, se completó con ensayos de laboratorio de mecánica de suelos.

Se explica las teorías de mayor actualidad y cuyas fundamentaciones son las más aceptadas en el medio; como son la teoría de “tectónica de placas” y la evolución de la geomorfología regional se representa además en el plano de la geología regional en el cual se puede ver las fallas geológica “cercanas” al área en estudio y nos advierten de los peligros sísmicos de la zona por lo que se deben tomar las precauciones al construir las edificaciones

Una de las finalidades importantes ha sido determinada la capacidad de carga de los suelos, la cual ha permitido realizar un trabajo de zonificación en el área del distrito, con fines de edificación de viviendas.

Para poder zonificar el área, nos apoyamos en el plano a curva a nivel y por cada calicata realizada se visitó las excavaciones que se hacían en ese momento, como son: excavaciones para cimentaciones de casas zanjas para tuberías de desagües y otras excavaciones adyacentes. Asimismo se delimitó las áreas a las que representaría cada calicata.

El Estudio de Mecánica de Suelos (EMS), nos ha permitido examinar en su estado natural las características de los tipos de suelo, que constituyen cada estrato de la zona en estudio, haciendo una descripción completa de los mismos, midiendo su potencia y clasificando los suelos en forma precisa por su textura. Las técnicas de muestreos se ha realizado según la Norma ASTM D 420 Existen varios métodos de clasificación de los suelos el conocido como sistema Unificado de Clasificación de Suelos, el de la Asociación Americana de Agencias Oficiales de Carreteras y Transportes (AASHTO), El Sistema del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), El sistema de la ASTM y el Sistema de la Agencia Federal de Aviación (FAA), para nombrar sólo unos cuantos. Actualmente, los departamentos estatales de transporte (antiguos Departamentos de carreteras) utilizan el sistema de clasificación de la AASHTO en Estados Unidos.

Todos los sistemas de clasificación de interés primordial para el Ingeniero Geotécnico utiliza los límites de Atterberg (por lo menos líquido y plástico) con un análisis parcial o total de la granulometría, y el proceso de eliminación para la clasificación de los suelos.

En todos los sistemas de clasificación es absolutamente esencial acompañar el símbolo de clasificación para la descripción debida del suelo, pues el símbolo particular de grupo es demasiado amplio y general como criterio de clasificación para, los suelos específicos.

El río Shilcayo tiene bastante influencia en la formación de los suelos del distrito de la Banda de Shilcayo pues con el arrastre de piedras que proviene del desmembramiento de las rocas sedimentarias clásticas dan las características de la estratigrafía a los márgenes del río.

El agua en el Suelo, tiene una función muy importante en las propiedades mecánicas de los suelos, por esta razón fue de mucha importancia tomar en cuenta el nivel de la napa freática. Realizándose el apunto en cada calicata realizada y en los lugares adyacentes donde era factible obtener información mediante inspección visual.

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

El esfuerzo cortante y distribución de presiones, se fundamenta los principios básicos para determinar los valores del ángulo de fricción y la cohesión del suelo (Φ y c) para luego ser aplicados en las fórmulas de Terzaghi, Meyerhof, Hansen y Vesic luego de terminar de esta manera la capacidad admisible o de trabajo del suelo.

I.- INTRODUCCIÓN

El presente estudio tiene como propósito realizar los estudios de suelos de la Banda de Shilcayo, encontrando el tipo de suelo así como su capacidad portante.

En el estudio geológico se da importancia al aspecto fisiográfico y geomorfológico del área de estudio, siendo los procesos de mayor importancia la erosión hídrica que afecta al Distrito de la Banda de Shilcayo.

El estudio de mecánica de suelos, permitirá complementar la información existente en relación al comportamiento físico mecánico de los mismos. Se identificarán suelos según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), los mismos que por su origen geológico son de tipo aluvial, coluvial, residual y fluvio-aluvial.

1.1 GENERALIDADES

El presente trabajo de tesis tiene como propósito la elaboración del mapa de Zonificación de la capacidad portante del suelo del Distrito de la Banda de Shilcayo, ubicando los puntos de mayor peligro ante los procesos geológicos, geomorfológicos, geotécnicos, sísmicos, climatológicos e hidrológicos que ocasionan daños por la acción natural y acelerados por la acción antrópica.

En el estudio geológico se da importancia al aspecto fisiográfico y geomorfológico del área de estudio, siendo los procesos de mayor importancia la erosión hídrica que afecta al distrito en estudio.

El estudio de mecánica de suelos, permitirá complementar la información existente en relación al comportamiento físico mecánico de los mismos. Se identificarán suelos según el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS), los mismos que por su origen geológico son de tipo aluvial, coluvial, residual y fluvio-aluvial.

1.2 EXPLORACIÓN PRELIMINAR ORIENTANDO LA INVESTIGACIÓN

Teniendo en cuenta el crecimiento del distrito de la Banda de Shilcayo, en el aspecto de la Construcción en lo que se refiere a planes de viviendas populares, y expansión urbana que con notoriedad se puede observar en la parte alta del distrito (ambos lados de la carretera a Yurimaguas), así como también en áreas colindantes a la vía de evitamiento y el cerco urbano del Distrito con la finalidad de tener una idea del tipo de suelo que será motivo de estudio para el presente trabajo de investigación, antes de empezar con la excavación de las calicatas se realizaron exploraciones oculares preliminares de campo recorriendo en primer lugar el cerco urbano del Distrito y posteriormente los alrededores visitando excavaciones de zanjas realizadas

para construcción de viviendas, zanjas realizadas para trabajos de saneamiento de agua y desagüe con la finalidad de ir familiarizándonos y tener una idea de los tipos de suelo que encontraremos al realizar la extracción de las muestras de suelo que será motivo de estudio del presente trabajo de Tesis. Se hace de vital importancia contar con parámetros que indiquen a los constructores el tipo de suelo del Distrito así como la capacidad portante del suelo donde van a fundar para así tener una idea sobre el tipo de fundación va a realizar.

1.3 ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO

En ingeniería, la mecánica de suelos es la aplicación de las leyes de la física y las ciencias naturales a los problemas que involucran las cargas impuestas a la capa superficial de la corteza terrestre. Si se sobrepasan los límites de la capacidad resistente del suelo o si, aún sin llegar a ellos, las deformaciones son considerables, se pueden producir esfuerzos secundarios en los miembros estructurales, quizás no tomados en consideración en el diseño, productores a su vez de deformaciones importantes, fisuras, grietas, alabeo o desplomos que pueden producir, en casos extremos, el colapso de la obra o su inutilización y abandono.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín; se encuentra ubicada en la Selva Nor Oriental Peruano, a $6^{\circ} 28' 42''$ de latitud Sur y $76^{\circ} 22' 57''$ de longitud Oeste, a una altitud promedio de 283 m.s.n.m.

Las coordenadas siguientes constituyen los límites aproximados de la zona de estudio:

- $6^{\circ}28'40''$ (norte)
- $76^{\circ}21'13''$ (este)
- $6^{\circ}29'27''$ (sur)
- $76^{\circ}22'55''$ (oeste)

ACCESO Y COMUNICACIONES

1.3.2.1 CARRETERA PRINCIPAL

La ruta parte de Lima por la Panamericana Norte, pasando por Chiclayo hasta Olmos, de aquí se sigue a lo largo de la carretera de penetración casi totalmente asfaltada que se une a la Carretera Fernando Belaunde Terry, cubriendo el tramo: Bagua Grande, Pedro Ruiz, Moyabamba, Tarapoto y Banda de Shicayo.

CARRETERAS SECUNDARIAS

Existen carreteras y trochas secundarias en un estado de conservación buena y transitable todo el año, que partiendo de la Carretera Fernando Belaunde unen centros poblados como:

- Carretera Tarapoto-Lamas
- Carretera Tarapoto-Yurimaguas.
- Carretera Tarapoto-San Antonio de Cumbaza.
- Carretera Tarapoto-San José de Sisa, entre otras.

CLIMATOLOGIA E HIDROLOGIA

La mayor cantidad de datos que respecto a este punto se tiene, deriva de los datos recogidos en las estaciones hidro-meteorológicas del SENAMHI (El Porvenir, Tarapoto y otros).

CLIMA

El clima es uno de los principales factores que condicionan las costumbres de las poblaciones. El clima predominante de la zona en estudio es “cálido y semi-seco, sin exceso de agua durante el año y con una concentración térmica normal en verano”.

PRECIPITACIÓN

El promedio de precipitación pluvial total anual de este tipo climático, varía entre los 1000 y 1400 mm., con promedio de 1213 mm. En general, las mayores precipitaciones se presentan entre los meses de Octubre (a veces Setiembre) y Abril, siendo siempre Marzo el que registra el valor más elevado.

El número de días de lluvia a lo largo del año en esta zona, varía entre 88 y 116. El número de días de lluvia al mes, varía entre un mínimo de 6 y un máximo de 13.

Finalmente, el promedio de precipitación por día de lluvia varía entre un mínimo de 9 mm. y un máximo de 13 mm; sin embargo los registros de precipitación máxima en 24 horas alcanza valores que oscilan entre 87 mm y 170 mm.

TEMPERATURA

Las temperaturas que corresponden a este tipo climático (elaborado en base a la información de las estaciones de Tarapoto y El Porvenir) fluctúan entre 24.8°C y 26.5°C;

esta temperatura es en general mayor en el sector bajo y va disminuyendo aguas arriba del río Cumbaza.

El sector más cálido está representado por la estación de Tarapoto, donde los promedios anuales más altos de temperatura alcanzan valores entre 27.1°C (Diciembre) y 27.3°C (Diciembre y Enero) respectivamente, siendo su oscilación media anual muy estrecha, que alcanza valores entre 1.5°C y 1.9°C a lo largo del año. La ciudad de Tarapoto presenta una temperatura máxima de 35°C, y la temperatura mínima registrada es de 13.3°C, con un promedio de 26.2°C.

VIENTOS

Este factor climático presenta una característica especial dentro de la zona en estudio: La estación de Tarapoto, registra un viento persistente de dirección Norte de velocidad media de 3.2 Km./hora y, en menor porcentaje de dirección Sur con velocidad media de 6.3 Km./hora, durante todo el año. No se descarta, la ocurrencia esporádica de vientos fuertes y acompañados por fuertes precipitaciones, de consecuencias funestas.

HUMEDAD RELATIVA

La estación de Tarapoto tiene los promedios más bajos: 77%; mientras que la estación de El Porvenir registra los valores más altos: 80% a 88%.

II.-MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES, PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La ciudad de Tarapoto, por su ubicación geográfica, es una de las ciudades de la Selva peruana que tiene una fuerte migración en comparación a las demás ciudades de ésta parte de la Selva Norte, y tiene como uno de sus Distritos donde se esta construyendo planes de vivienda a la Banda de Shilcayo por estar adyacente a la ciudad de Tarapoto se muestra muy atractiva para las poblaciones migrantes a establecerse y a crear áreas de expansión urbana por parte de las autoridades y empresas privadas que han visto en el Distrito de la Banda de Shilcayo la gran oportunidad de construir urbanizaciones amparadas en programas de construcción de viviendas por parte del gobierno central.

Todas las obras de ingeniería civil se apoyan sobre el suelo de una u otra forma, y muchas de ellas, además, utilizan la tierra como elemento de construcción para terraplenes, diques y rellenos en general; por lo que, en consecuencia, su estabilidad y comportamiento funcional y estético estarán determinados, entre otros factores, por el desempeño del material de asiento situado dentro de las profundidades de influencia de los esfuerzos que se generan, o por el del suelo utilizado para conformar los rellenos.

En ingeniería, la mecánica de suelos es la aplicación de las leyes de la física y las ciencias naturales a los problemas que involucran las cargas impuestas a la capa superficial de la corteza terrestre.

Si se sobrepasan los límites de la capacidad resistente del suelo o si, aún sin llegar a ellos, las deformaciones son considerables, se pueden producir esfuerzos secundarios en los miembros estructurales, quizás no tomados en consideración en el diseño, productores a su vez de deformaciones importantes, fisuras, grietas, alabeo o desplomos que pueden producir, en casos extremos, el colapso de la obra o su inutilización y abandono.

En consecuencia, las condiciones del suelo como elemento de sustentación y construcción y las del cimiento como dispositivo de transición entre aquel y la supraestructura, han de ser siempre observadas, aunque esto se haga en proyectos pequeños fundados sobre suelos normales a la vista de datos estadísticos y experiencias locales, y en proyectos de mediana a gran importancia o en suelos dudosos, infaliblemente, al través de una correcta investigación de mecánica de suelos.

En nuestro estudio se da que la expansión demográfica los programas habitacionales existentes tiende a que se construya muchas dejando de lado los estudios primordiales de Mecánica de Suelos con el fin de abaratar costos y nos e tiene a la fecha una zonificación en le Distrito de la Banda de Shilcayo que nos indique los valores de la capacidad portante del suelo donde se va a fundar, de ahí que es imprescindible contar con parámetros y un mapa que nos indique la capacidad del terreno donde se construirá.

2.2 OBJETIVOS

2.2.1 OBJETIVOS GENERALES

- El presente estudio tiene como meta elaborar un mapa de la capacidad portante y del tipo de suelos del Distrito de La Banda de Shilcayo, en base a las características geológicas, geomorfológicos, geotécnicas.

2.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Complementar la información existente en relación al comportamiento físico mecánico de los mismos. Se identificarán suelos según el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS), los mismos que por su origen geológico son de tipo aluvial, coluvial, residual y fluvio-aluvial.
- Contar con parámetros que indiquen a los constructores el tipo de suelo del Distrito así como la capacidad portante del suelo donde van a fundar para así tener una idea sobre el tipo de fundación va a realizar.

2.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Ante la fuerte migración en esta parte de la selva norte, enfocándonos al área de estudio de la presente tesis, Distrito de la Banda de Shilcayo, surge la necesidad de efectuar los estudios básicos que se requieren para el planeamiento urbano. Desde ese punto de vista fue importante la realización de un estudio de mecánica de suelos, para conocer las condiciones de cimentación de los suelos, de las diferentes construcciones que se realizan en la Banda de Shilcayo, con motivo de su doblamiento lo cual fue motivo y razón principal para que, como ex alumno propusiera realizar el trabajo de tesis, el cual considero es un aporte a la comunidad.

La expansión demográfica los programas habitacionales existentes tiende a que se construya muchas dejando de lado los estudios primordiales de Mecánica de Suelos con el fin de abaratar costos y nos e tiene a la fecha una zonificación en le Distrito de la

Banda de Shilcayo que nos indique los valores de la capacidad portante del suelo por aproximación donde se va a fundar, de ahí que es imprescindible contar con un mapa que nos indique la capacidad del terreno donde se construirá.

2.4 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación se ha concentrado en el estudio de la capacidad portante únicamente del Distrito de la Banda de Shilcayo limitándose solo a realizar el trabajo de investigación en áreas urbanas y de expansión urbana donde se están concentrando en los últimos años los mayores asentamientos poblacionales a causa del fenómeno migratorio que esta sucediendo en áreas de la parte alta del distrito A.A.H.H La Molina, San Juan, parte baja sector colegio virgen dolorosa y vía de evitamiento. No participan del presente estudio localidades aledañas ubicadas en los alrededores de las áreas mencionadas así pertenezcan a la jurisdicción del Distrito.

2.5 MARCO TEÓRICO

2.5.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Para la elaboración del estudio del suelo del Distrito de la Banda de Shilcayo, contamos como antecedentes con los estudios similares realizados en diferentes zonas del país con características similares, los cuales detallaremos a continuación:

Microzonificación Sísmica de las Ciudades de Moyobamba, Rioja, Soritor; realizado en el año de 1991 por José Luís Lara Montani-Tesis de Grado U.N.I

Mapa de Peligros y Plan de Usos del Suelos de la Ciudad de Chimbote, realizado en Febrero del 2001, por convenio entre Instituto Nacional de Desarrollo Urbano-INADUR, Proyecto Comité Ejecutivo de Reconstrucción de El Niño-CEREN y el Programa de la Naciones Unidas Para el Desarrollo-PNUD; el cual forma parte de uno de los últimos estudios de este tipo realizado en la región de estudio.

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 e hundimiento.

La capacidad de carga a corto y largo plazo son las propiedades mecánicas de un terreno que suelen diferir frente a cargas que varían casi instantáneamente y cargas casi permanentes. Esto se debe a que los terrenos son porosos, y estos poros pueden estar total o parcialmente saturados de agua. En general, los terrenos se comportan de manera más rígida frente a cargas de variación casi instantánea ya que éstas aumentan la presión intersticial, sin producir el desalojo de una cantidad apreciable de agua. En cambio bajo cargas permanentes la diferencia de presión intersticial entre diferentes partes del terreno produce el drenaje de algunas zonas.

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

También se tomaron en cuenta los datos obtenidos a través de los satélites artificiales ya que ellos han demostrado que los continentes se separan entre sí unos pocos centímetros cada año. El estudio de los fondos submarinos ha puesto de manifiesto que a través de las grandes dorsales oceánicas brotan constantemente grandes ríos de lava, que contribuyen a la renovación de la corteza submarina. La constatación de estos y otros fenómenos ha llevado a la formulación de la teoría de tectónica de placas, que permite explicar todos los fenómenos que tienen lugar en la litosfera y dan origen a la formación de las cordilleras, los océanos, las zonas volcánicas, etc.

2.5.2 FUNDAMENTACIÓN TEORICA DE LA INVESTIGACIÓN

LA DERIVA DE LOS CONTINENTES

Antes de formularse la teoría de la tectónica de placas se enuncia la teoría de la deriva de los continentes. El meteorólogo y geofísico Alfred Wegener (1910) ya había intentado explicar la formación de los grandes sistemas montañosos mediante la teoría de la deriva de los continentes. A pesar de las pruebas

aportadas por Wegener (1,915-1,924), los científicos de la época no dieron crédito a una teoría que ahora ha podido ser demostrada mediante el dinamismo de la tectónica de placas.

Ya en los siglos XVI y XVII, cuando se confeccionaron los primeros mapas del mundo, los cartógrafos observaron que existía una gran semejanza entre las costas situadas a ambos lados del atlántico; por ejemplo, es de la costa oriental de América del Sur y la Occidental de África, así como entre la península arábiga y la costa Nor Oriental Africana. Esta semejanza que en aquel entonces no pasó por ser una curiosidad, inspiró Alfred Wegener su teoría de la deriva continental.

Wegener se basó también en la presencia de fósiles idénticos de la flora y la fauna, en continentes que actualmente se encuentran muy alejados, y en la existencia de formaciones geológicas asimismo muy parecida en zonas que aparentemente nada tenían que ver entre sí.

A raíz de estas constataciones Wegener llegó a la conclusión de todas tierras emergidas del planeta estuvieron unidas en una época geológica muy remota, formando un solo continente de grandes dimensiones. Esta gran masa continental única, que ha sido denominada Pangea, empezó a dislocarse poco a poco como consecuencia de las fuerzas centrífugas derivadas de la rotación terrestre. Inicialmente, se habrían formado diversos bloques continentales, y después estos bloques comenzaron a desplazarse, acercándose o alejándose. Este movimiento de “deriva de los continentes” es el que ha dado nombre a la teoría.

La deriva de los continentes permite explicar la formación de los principales sistemas montañosos del planeta. Según esa teoría, los continentes, al avanzar, comprimieron y plegaron los sedimentos existentes en el fondo de los océanos, haciendo surgir así las grandes cordilleras.

De este modo, el avance hacia el Oeste de la gran masa americana dio origen a la formación de las montañosas rocosas y los andes. Situados ambos en la costa oeste del continente, del mismo modo el avance de la gran plataforma euroasiática hacia el este propició la formación de la cordillera que bordean el pacífico, situadas en este caso en la costa este del continente. Los altes y el Himalaya surgieron, en cambio, por aproximación de masas continentales. Al primer caso, por el acercamiento entre Europa y África, y en el segundo por la aproximación de la gran masa euroasiática y la península del Deccán.

LA TECTÓNICA DE PLACAS

Hasta mediados del siglo XX, la teoría de la deriva de los continentes fue el único intento de explicación científica de la formación de las grandes masas continentales. Por entonces, el estudio sistemático de los fondos oceánicos permitió elaborar mapas topográficos de las cuencas sumergidas, y se extrajeron muestras de rocas para su análisis. Se descubrió, así, que los fondos de los océanos no son estáticos sino que se hacen en movimiento creándose en una zona y destruyéndose en otras.

Y de este modo se llegó a la formulación de la teoría de la tectónica de placas, según la cual la litósfera está constituida por grandes placas rígidas que se encuentran en movimiento, ya que no asientan sobre una capa sólida, sino sobre una capa de material viscoso: la astenósfera.

La litósfera comprende la corteza y parte superior del manto. La astenósfera también se encuentra en la parte superior del manto, se cree que se extiende hasta 700 km. de profundidad.

Esta teoría tiene una gran importancia, puesto que permite explicar satisfactoriamente todos los procesos geotectónicos: la formación de los continentes y de las cadenas montañosas, el origen de los océanos, el vulcanismo y los sismos o terremotos.

Existen seis grandes placas: la Africana, La Americana, la Euroasiática, la Indoaustraliana, la Pacífica, y la Antártica, así como algunas placas menores que se insertan entre ellas. Entre estas últimas cabe destacar la placa arábiga, la Filipina y la de Nazca. Estas placas pueden ser, según su composición, continentales, oceánicas o mixtas.

Las zonas de contacto entre placas son las zonas más inestables de la Tierra, y en ellas se registra una gran actividad volcánica y sísmica.

Sin embargo, las placas no existían en los orígenes del planeta. La teoría de la deriva de los continentes explica que al final de la era primaria había un único bloque continental de enormes dimensiones llamada Pangea. Pero este bloque no se dislocó como consecuencia del movimiento de rotación de la Tierra sino a raíz de la actividad existente en la astenósfera.

- Castillo Alva, J. (1993), Estudio de Peligro Sísmico en el Perú
- Centro Nacional de Sismología del Instituto Geofísico del Perú /
- <http://khatati.igp.pe/cns/sismología/tectónica.htm>

Dicha actividad permite explicar la formación de las placas litosféricas y como consecuencia, la formación de los continentes y océanos.

El proceso sería aproximadamente el siguiente:

- a) Desde la astenósfera ascienden materiales que provocan una fractura en la litósfera, y en concreto, en un bloque continental que hasta entonces estaba unido.
- b) Se produce a la sazón, una gran depresión o hundimiento en la masa continental y se forman dos bloques, uno a cada lado de la depresión, que comienza a separarse.
- c) La zona hundida, llega a quedar por debajo del nivel del mar y las aguas de los océanos cercanos la invaden, dando origen a un nuevo mar, que es al principio pequeño y estrecho.
- d) Puesto que los bloques continentales no dejan de separarse, el mar se hace cada vez mayor, hasta llegar a convertirse en un gran océano, con su fondo surcado en su centro por una enorme dorsal, por la que sigue emergiendo procedente de la astenósfera.

Este proceso tuvo su origen en un momento determinado de la historia geológica de la Tierra y desde entonces no se ha interrumpido. Los continentes siguen separándose, y los mares agrandándose. Lo que ocurre es que todo tiene lugar a un ritmo tan lento que no es posible advertirlo a simple vista, sino tan sólo por medio de las mediciones científicas. Así por ejemplo, los continentes han tardado en llegar a su disposición actual unos 225 millones de años; se necesitaría otro tanto, por consiguiente, para que se produjera un cambio sustancial.

En el momento actual, podemos observar océanos plenamente formados, como el Atlántico, que surgió como consecuencia de la separación de las placas Americana, Africana, y Euroasiática. Pero existen también océanos que se encuentran en su estado inicial.

Éste sería el caso, por ejemplo del mar Rojo, surgido a raíz de la separación de las placas Africanas y arábicas. Es muy probable que este mar, tras una larga evolución geológica, llegue a convertirse en un gran océano.

EL MOVIMIENTO DE LAS PLACAS

El origen del movimiento de las placas parece encontrarse en los flujos de calor existentes en la astenósfera. En esta zona del manto se produce una serie de corrientes de convección, como consecuencia de las cuales las masas más calientes ascienden y las más frías descienden, originándose así un movimiento circular constante.

Las masas ascendentes, cuando encuentran una fractura en la litósfera que les permite salir al exterior, abandonan la astenósfera y pasan a formar parte de la corteza terrestre.

Si no encuentran ninguna abertura, se enfrían en contacto con la capa superior y vuelven a descender, cerrando el círculo.

Las masas que descienden arrastran a veces consigo partes de la litósfera que se hunden, y que se funden al entrar en contacto con los materiales más calientes viscosos de la astenósfera.

Acabamos de conocer los procesos que han llevado a la formación de las placas litósfera. Pero estas placas siguen en movimiento por lo que debemos analizar como se desplazan y cómo interactúan unas con otras.

En las denominadas dorsales o crestas centro oceánicas, las placas se separan unos pocos centímetros cada año. Esto se debe al continuo proceso de creación de la litósfera que tiene lugar en el fondo de los océanos.

Por las dorsales o crestas centrooceánicas que son en realidad los valles hundidos que han dado origen a la separación de los continentes, emergen continuamente materiales volcánicos que renuevan la litósfera oceánica. Estos materiales que brotan por lo general en estado líquido o viscoso, se solidifican al llegar a la superficie y se depositan sobre el fondo, a ambos lados de las dorsales, desplazando a los materiales que habían anteriormente. Este proceso, da lugar a una expansión del fondo oceánico que tiene que ser compensada necesariamente por un proceso de signo contrario, pues en otro caso, la superficie de la Tierra aumentaría constantemente, cuando es un hecho constatado que mantiene su tamaño.

Observamos, por tanto, que al proceso de renovación y creación de la litósfera oceánica se opone otro de destrucción de la misma. Por el primero, las placas litosférica se separan; por el segundo, se aproximan y se hunden unas debajo de

las otras. El primer proceso se denomina de separación; el segundo, de subducción.

La subducción tiene lugar cuando dos placas que avanzan una hacia otra llegan a encontrarse; entonces, una de las placas se pliega y se desliza debajo de la contraria. Esta placa sigue avanzando hacia abajo y alcanza grandes profundidades, donde los materiales se funden y pasan a formar parte de nuevo de la Astenósfera.

Así se completa el ciclo: por un lado, asciende materiales de la Astenósfera por el centro de las dorsales oceánicas; por otro lado, otros materiales vuelven a ella a través de los márgenes de las placas litosféricas que se hundecen.

La superficie de la Tierra se renueva permanentemente, pero su tamaño permanece constante.

El acercamiento que da lugar a la subducción puede tener lugar entre dos placas oceánicas o entre una placa oceánica y una continental. Cuando son dos placas oceánicas las que se acercan normalmente, se forma un arco insular volcánico flanqueado por una gran fosa submarina. Es el caso, por ejemplo, del Japón y las islas Marianas. Cuando se aproxima una placa continental y una oceánica, los materiales sedimentarios acumulados en el fondo del océano se pliegan y se fracturan, dando origen a una cadena montañosa. Así se han formado cordilleras como los Andes.

También puede darse el caso de que se aproximen entre sí dos placas continentales.

Entonces, como las dos suelen ser de grosor y composición muy semejantes.

No se produce subducción, sino que una se desliza sobre la otra, sufriendo un plegamiento como consecuencia del roce y dando origen asimismo a una cadena montañosa.

Así se explica, por ejemplo, la formación del Himalaya, resultado de la colisión de la placa de la península de Dacca con la placa Euroasiática. Finalmente, dos placas contiguas pueden resbalar una contra otra, dando origen entonces a las llamadas fallas transformantes.

- Castillo Alva, J. (1993), Estudio de Peligro Sísmico en el Perú
- Centro Nacional de Sismología del Instituto Geofísico del Perú /
- <http://khatati.igp.pe/cns/sismologia/tectonica.htm>

2.5.2.1 EXPLORACIÓN DE SUELOS

RECONOCIMIENTO DE CAMPO

Los trabajos de campo fueron realizados por el Tesista y apoyo técnico particular, identificando los lugares y zonas, en las cuales se deberían realizar las excavaciones con la finalidad de determinar el perfil estratigráfico del área de estudio, realizándose 12 calicatas o pozos a cielo abierto distribuidos convenientemente.

EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO (CALICATAS)

El concepto principal es tener un espacio abierto que permita ingresar a su interior e identificar en primer lugar los diferentes estratos que se presentan desde la superficie hasta la profundidad excavada e ir muestreando cada una de ellas en recipientes aprobados.

Las ventajas son:

- Auscultación directa del terreno precisando el espesor de cada estrato o lente que conforma el suelo excavado.
- Identificación in-situ del terreno.
- Extracción de muestras alteradas para ensayos de clasificación y propiedades físicas.
- Extracción de muestras inalteradas para la ejecución de ensayos normales y especiales en laboratorio.
- Ejecución de ensayos de densidad de campo en el interior de una calicata mediante el ensayo del cono con arena esto se realiza cuando no se puede sacar muestras inalteradas de las paredes de la calicata.
- Otros ensayos de resistencia como DPL, SPT, CPT.

Con la finalidad de determinar las propiedades índice, el perfil estratigráfico, el esfuerzo admisible por zonas de acuerdo a las características de los suelos, se han realizado 12 calicatas o pozos a cielo abierto, distribuidos convenientemente en el área en estudio teniendo en cuenta algunos conceptos:

- Las zonas elevadas, son generalmente más secas y los suelos son más resistentes; sus bordes pueden requerir protección contra la erosión por lluvias.

- Las zonas bajas, son generalmente más húmedas y/o propensas a la acumulación de agua, constituyen el depósito de suelos erosionados de las partes altas por las lluvias y pueden tener vegetación y materia orgánica. Son más susceptibles a ser afectados por flujos ocasionales de agua, inundaciones, huaycos.

En general pueden requerir de drenaje superficial y/o subdrenaje.

MUESTREO DISTURBADO.- Se han recuperado muestras disturbadas de cada uno de los tipos de suelos encontrados durante las excavaciones, en cantidad suficiente o representativa, para realizar los ensayos de clasificación e identificación de suelos.

MUESTREO INALTERADO.- Se han recuperado muestras inalteradas de las calicatas a una profundidad promedio de 3 metros y acondicionadas para el traslado al laboratorio.

REGISTRO DE EXCAVACIONES.- Paralelamente se realizó el registro de las calicatas, anotándose las principales características de los tipos de suelos encontrados, tales como el buzamiento, humedad, plasticidad, peso volumétrico, etc.

ESPACIAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DE LAS CALICATAS

El espaciamiento de las calicatas y las características de cada una de ellas varían de acuerdo a la topografía, y ubicación de las zonas más pobladas o donde se puede extender urbanamente.

Las calicatas fueron realizadas según la Norma Técnica ASTM D 420, requisitos técnicos que especifica las características y procesos que tienen que cumplir la toma de muestras que conforman el suelo de cimentación en las calicatas excavadas de acuerdo a las recomendaciones de la Norma E.050. Para todos los casos, las cuales son aplicables a todos los Estudios de Mecánica de Suelos (EMS).

Los autores y estudiosos indican que para estudios como el muestreo, a fin de lograr una buena precisión del perfil estratigráfico del suelo, se deben tomar muestras a distancias entre los 40 m y 100 m, pero en realidad para lograr perfiles estratigráficos que sean más reales, se deben tomar muestras en distancias más cortas; lo que traería como

consecuencia un gasto económico muy alto, por lo que, considerando las características geográficas, geológicas y sociales de la zona, se optó por realizar la excavación de 12 calicatas repartidas en las zonas por donde se concentra el mayor movimiento poblacional, zonas urbanas y áreas de expansión urbana del Distrito de la Banda de Shilcayo para obtener la capacidad portante de los suelos con el propósito de conocer los asentamientos que se producen con el transcurrir de tiempo en las edificaciones ya existentes y con ello tener las precauciones necesarias para realizar la construcción de futuras edificaciones cerca o contiguas a las ya existentes, también se realizaron calicatas en áreas de suelos vulnerables para determinar el grado de riesgo ante sometimiento de cargas para anticipar posibles riesgos cuando se tenga que construir.

Por ser el estudio realizado para la elaboración de una Microzonificación Urbana, en el presente proyecto, se han realizado las excavaciones de 12 calicatas o pozos a cielo abierto a una profundidad no menor de 3.00 m; las cuales estaban propensas a cambios de acuerdo a los diferentes factores como pueden ser el Nivel freático, impedimento por ser de carácter cultural, y otros.

El Estudio de Mecánica de Suelos (EMS), nos ha permitido examinar en su estado natural las características de los tipos de suelo, que constituyen cada estrato de la zona en estudio, haciendo una descripción completa de los mismos, midiendo su potencia y clasificando los suelos en forma precisa por su textura. Las técnicas de muestreo se ha realizado según la Norma ASTM D 420.

Las muestras llevadas al Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Empresa VPP Construcciones Generales, fueron las más representativas y en las cantidades reglamentarias para cada tipo de material, escogidos luego del cuarteo respectivo.

Para el transporte de las muestras extraídas, se han utilizado bolsas plásticas y recipientes cerrados herméticamente, a los cuales para su identificación, se les colocó etiquetas con los siguientes datos:

- Nombre del Proyecto.
- Lugar de ubicación.
- Fecha de excavación.
- Número de calicata.
- Número de estrato.
- Tipo de muestra.

- Profundidad de la muestra.
- Técnico responsable.
- Perfil estratigráfico.

ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Para las muestras extraídas en los puntos de investigación y/o de muestreo de la fase de investigación de campo, se determinaron sus propiedades físicas y mecánicas mediante la ejecución de los ensayos estándar y especiales que se indican a continuación:

ENSAYOS ESTÁNDAR

	Norma Usada
A.- Contenido de Humedad Natural	ASTM D2216
B.- Análisis Granulométrico por Tamizado	ASTM D422
C.- Limite Líquido y Limite Plástico	ASTM D4318
D.- Clasificación Unificada de Suelos	ASTM D2487
E.- Peso Específico del Sólido	ASTM D854
F.- Gravedad Específica de Los Sólidos	ASTM D856
G.- Peso Volumétrico	ASTM D2937

ENSAYOS ESPECIALES

	Norma Usada
A.- Corte Directo	ASTM D422

2.5.2.2 OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS DE SUELO Y PROFUNDIDAD DE LAS EXCAVACIONES

IMPORTANCIA DEL MUESTREO

Para determinar las propiedades físicas y mecánicas de un suelo en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, es preciso contar con muestras representativas de dicho suelo. Un muestreo adecuado y representativo es de primordial importancia, pues tiene el mismo valor que el de los ensayos en sí. A menos que la muestra obtenida sea verdaderamente representativa de los materiales que se pretende usar, cualquier resultado del análisis de la muestra sólo será aplicable a la propia muestra y no al material del cual procede. De aquí la imperiosa necesidad de que el muestreo sea efectuado por persona conocedora de su trabajo.

NECESIDAD DEL CONOCIMIENTO DE LA TOPOGRAFÍA DEL LUGAR

El conocimiento de la topografía del terreno nos permite ubicar sondeos en puntos críticos de acuerdo a algunas experiencias referentes a los suelos, según su morfología, la cual es en mayor grado aplicable a terrenos de las regiones de sierra y selva que a los de la costa, por ejemplo:

- Las zonas elevadas, son generalmente más secas y los suelos son más resistentes; sus bordes pueden requerir protección contra la erosión por lluvias.
- Las zonas bajas, son generalmente más húmedas y/o propensas a la acumulación de agua, constituyen el depósito de suelos erosionados de las partes altas por las lluvias y pueden tener vegetación y materia orgánica. Son más susceptibles a ser afectados por flujos ocasionales de agua, inundaciones, huaycos.

En general pueden requerir de drenaje superficial y/o subdrenaje.

ZONIFICACIÓN EN BASE A LA CLASIFICACIÓN DE CAMPO

Para poder zonificar los diversos tipos de suelos en función de su clasificación de campo, se visita todo tipo de excavación, como son. Excavaciones para cimentaciones de casas, excavación de zanjas para tuberías de desagües, y otras excavaciones adyacentes, con la cual se realiza una clasificación de campo.

MUESTREO EN EL CAMPO

Las muestras pueden ser de dos tipos: alteradas e inalteradas. Se dice que una muestra es alterada cuando no guarda las mismas condiciones que cuando se encontraba en el terreno de donde procede e inalterada en caso contrario.

MUESTRAS ALTERADAS

Para tomar muestras individuales de un sondeo a cielo abierto (pozo del 1.20m. de diámetro y de la profundidad requerida) se sigue el procedimiento siguiente.

- a) Se rebaja la parte seca y suelta de suelo con el propósito de obtener una superficie fresca.
- b) Se toma una muestra de cada capa en un recipiente y se coloca una tarjeta de identificación.

c) Las muestras se envían al Laboratorio.

Para tomar muestras individuales mediante perforaciones con barrenos se hace lo siguiente:

- a) Se coloca el suelo excavado en hilera en orden correcto.
- b) Se Toma una porción representativa de cada suelo encontrado y se coloca en bolsas separadas con su identificación correspondiente.
- c) Las bolsas con material se envían al Laboratorio.

Para tomar muestras integrales ya sea de zanjas abiertas o de cortes se sigue el procedimiento siguiente.

- a) Se retira la capa de despulme superficial.
- b) Se quita el material seco y suelto para obtener una superficie fresca de donde obtener la muestra.
- c) Se extiende una lona impermeable en el pie del talud para recoger la muestra.
- d) Se excava un canal vertical de sección uniforme desde la parte superior hasta el fondo, depositando el material en la lona impermeable.
- e) Se recoge todo el material excavado, se le coloca en una bolsa con su etiqueta de identificación y se envía al Laboratorio.

MUESTRAS INALTERADAS

Para obtiene muestras inalteradas, el caso simple corresponde al de cortar un determinado trozo de suelo del tamaño deseado (normalmente de 0.30m x 0.30m) cubriéndole con parafina para evitar pérdidas de humedad y empacándole debidamente para su envío al laboratorio. A continuación se indicará la forma de obtener dicha muestra inalterada.

- a) Se limpia y se alista la superficie del terreno y se marca el contorno del trozo.
- b) Se excava una zanja alrededor de éste.
- c) Se ahonda la excavación y se cortan los lados del trozo empleando un cuchillo de hoja delgada.
- d) Se corta el trozo con el cuchillo y se retira del hoyo hecho.
- e) La cara del trozo extraído que corresponde al nivel del terreno, se marca con una señal cualquiera para que se conozca la posición que ocupaba en el lugar

de origen. Inmediatamente se achaflanar las aristas de la muestra y se le aplican tres capas de parafina caliente con una brocha.

- f) Si la muestra no va ser usada pronto, necesita una protección adicional a las tres capas de parafina ya indicadas. Esta protección consiste envolver la muestra con una tela blanda amarrándola con un cordel. Hecho esto se sumerge la muestra entera en la parafina. Sumergiendo la muestra repetidas veces en la parafina fundida, ésta puede alcanzar un espesor de unos 3mm. que es suficiente para garantizar su impermeabilidad.

Si las muestras inalteradas necesitan ser enviadas a un Laboratorio muy lejos del lugar de extracción de las mismas, entonces necesitan aún mayor protección.

PROFUNDIDAD DE LAS EXCAVACIONES

Es imposible establecer un grupo de reglas definitivas para determinar la profanidad a la que se deben llegar en las excavaciones. La profundidad hasta la cual debe investigarse un suelo puede estar basada en el tipo de suelo encontrado y en el tamaño y peso de la estructura a construir, considerando que los esfuerzos desarrollos en el suelo dependen de la carga distribuida en toda el área cargada, además de las cargas debajo de las zapatas individuales. Salvo en casos muy especiales, no es necesario investigar el suelo a profundidades mayores de 1 a 1.5 veces la mayor dimensión del área cargada. Llegar a profundidades de 1.5 veces la menor dimensión es muy recomendable en el caso de estructuras muy pesada como silos y edificios de muchos pisos.

PERFIL DE SUELOS

Cualquiera que sea el tipo de excavación que se ejecute, a medida que se va profundizando en ella se va anotando los espesores de los distintos estratos atravesados, indicando cuales son gravas, arenas, limos, arcillas, o mezcla de los mismo; cómo son los granos de los materiales, dónde son de tamaño uniforme o graduado de gruesos a finos, color, olor y aspereza de los granos. Con éstos datos y los de las pruebas que a los materiales se les ejecute, se hace un perfil según la simbología para perfiles estratigráficos.

PROCESO DE CUARTEO DE MUESTRAS ALTERADAS

La muestra disgregada y mezclada eficientemente se forma un cono colócalo con una pala el material en el vértice del cono y permitiendo que busque su acomode. Con la misma pala, que debe ser de tipo rectangular, se forma un cono truncado de unos 15cm de altura y se divide en un cuadrante por medio de una regla graduada. Se mezcla el material de 2 cuadrantes opuestos y se repite la operación hasta obtener la cantidad deseada, demuestra para las pruebas a ejecutar.

2.5.2.3 PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

Este Modo Operativo está basado en la Norma ASTM D 2216, la misma que se ha adaptado al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad.

Para determinar el contenido de humedad de un suelo se pone la muestra pesada de un horno a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta obtener un peso constante. En general, no es muy práctico hacer varias medidas de peso para determinar si se ha obtenido un estado de peso constante en la muestra; lo que se hace comúnmente es de suponer que después de un periodo de horneado de 18 horas (a menudo durante la noche), la muestra se encuentra en estado de peso constante y dicho peso se registra como el de suelos secos más el de recipiente.

Los laboratorios modernos cuentan con equipos que nos permiten determinar el contenido de humedad en pocos minutos; la Facultad de Ingeniería Civil de la UNSM, cuenta con un equipo Speedy y una balanza eléctrica con estufa, lo que permite obtener el contenido de humedad, en menor tiempo, que el proceso inicial descrito.

OBJETIVO

El presente modo operativo establece el método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

DEFINICIONES

La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.

PRINCIPIO DEL MÉTODO

Se determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a 110 ± 5 °C*. El peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso debido al secado es considerado como el peso.

Nota.- (*) El secado en horno siguiendo este método (a 110 °C) no da resultados confiables cuando el del agua suelo contiene yeso u otros minerales que contienen gran cantidad de agua de hidratación o cuando el suelo contiene cantidades significativas de material orgánico. Se pueden obtener valores confiables del contenido de humedad para estos suelos, secándolos en un horno a una temperatura de 60 °C o en un desecador a temperatura ambiente.

APARATOS

1. Horno de secado.- Horno de secado termostáticamente controlado, de preferencia uno del tipo tiro forzado, capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 °C.
2. Balanzas.- De capacidad conveniente y con las siguientes aproximaciones: de 0.01 g para muestras de menos de 200 g de 0.1 g para muestras de más de 200 g.
3. Recipientes.- Recipientes apropiados fabricados de material resistente a la corrosión, y al cambio de peso cuando es sometido a enfriamiento o calentamiento continuo, exposición a materiales de pH variable, y a limpieza.

Nota 2. Los recipientes y sus tapas deben ser herméticos a fin de evitar pérdida de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para prevenir la absorción de humedad de la atmósfera después del secado y antes de la pesada final. Se usa un recipiente para cada determinación

4. Desecador (opcional).- Un desecador de tamaño apropiado que contenga sílica gel o fosfato de calcio anhidro. Es preferible usar un desecante cuyos cambios de color indiquen la necesidad de su restitución. (Ver Sección 8.5).

Nota 3. El sulfato de calcio anhidro se vende bajo el nombre comercial de Drierite.

5. Utensilios para manipulación de recipientes.- Se requiere el uso de guantes, tenazas o un sujetador apropiado para mover y manipular los recipientes calientes después de que se hayan secado.
6. Otros utensilios.- Se requiere el empleo de cuchillos, espátulas, cucharas, lona para cuarteo divisores de muestras, etc

MUESTRAS

1. Las muestras serán preservadas y transportadas de acuerdo a la Norma ASTM D-4220, Grupos de suelos B, C ó D. Las muestras que se almacenen antes de ser ensayadas se mantendrán en contenedores herméticos no corroíbles a una temperatura entre aproximadamente 3 °C y 30 °C y en un área que prevenga el contacto directo con la luz solar. Las muestras alteradas se almacenarán en recipientes de tal manera que se prevenga ó minimice la condensación de humedad en el interior de contenedor.
2. La determinación del contenido de humedad se realizará tan pronto como sea posible después del muestreo, especialmente si se utilizan contenedores corroíbles (tales como tubos de acero de pared delgada, latas de pintura, etc.) ó bolsas plásticas

ESPECIMEN DE ENSAYO

1. Para los contenidos de humedad que se determinen en conjunción con algún otro método ASTM se empleará la cantidad mínima de espécimen especificada en dicho método si alguna fuera proporcionada.
2. La cantidad mínima de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total, si no se toma la muestra total, será de acuerdo a lo siguiente:

TABLA 1: Especimen de ensayo para contenidos de humedad reportados

Máximo tamaño de partícula (pasa el 100%)	Tamaño de malla Estándar	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados $a \pm 0.1\%$	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados $a \pm 1\%$
2 mm o menos	2.00 mm (N° 10)	20 g	20 g*
4.75 mm	4.760 mm (N° 4)	100 g	20 g*
9.5 mm	9.525 mm (3/8")	500 g	50 g
19.0 mm	19.050 mm (3/4")	2.5 Kg	250 g
37.5 mm	38.1 mm (1 1/2")	10 Kg	1 Kg
75.0 mm	76.200 mm (3")	50 Kg	5 Kg

Nota.- * Se usará no menos de 20 g para que sea representativa.

- 2.1. Si se usa toda la muestra, ésta no tiene que cumplir los requisitos mínimos dados en la tabla anterior. En el reporte se indicará que se usó la muestra completa.
3. El uso de un espécimen de ensayo menor que el mínimo indicado en 2 requiere discreción aunque pudiera ser adecuado para los propósitos del ensayo. En el reporte de resultados deberá anotarse algún espécimen usado que no haya cumplido con estos requisitos.
4. Cuando se trabaje con una muestra pequeña (menos de 200 g) que contenga partículas de grava relativamente grandes, no es apropiado incluirlas en la muestra de ensayo. Sin embargo en el reporte de resultados se mencionará y anotará el material descartado.
5. Para aquellas muestras que consistan íntegramente de roca intacta, el espécimen mínimo tendrá un peso de 500 g. Porciones de muestra representativas pueden partirse en partículas más pequeñas, dependiendo del tamaño de la muestra, del contenedor y la balanza utilizada y para facilitar el secado a peso constante.

SELECCIÓN DEL ESPECIMEN DE ENSAYO

1. Cuando el espécimen de ensayo es una porción de una mayor cantidad de material, el espécimen seleccionado será representativo de la condición de humedad de la cantidad total de material. La forma en que se seleccione el espécimen de ensayo depende del propósito y aplicación del ensayo el tipo de material que se ensaya, la condición de humedad, y el tipo de muestra (de otro ensayo, en bolsa, en bloque, y las demás).
2. Para muestras alteradas tales como las desbastadas, en bolsa, y otras, el espécimen de ensayo se obtiene por uno de los siguientes métodos (listados en orden de preferencia):
 - 2.1 Si el material puede ser manipulado sin pérdida significativa de humedad, el material debe mezclarse y luego reducirse al tamaño requerido por cuarteo o por división.
 - 2.2 Si el material no puede ser mezclado y/o dividido, deberá formarse una pila de material mezclándolo tanto como sea posible. Tomar por lo menos cinco porciones de material en ubicaciones aleatorias usando un tubo de muestreo, lampa, cuchara, frotacho, ó alguna herramienta similar apropiada para el tamaño de partícula máxima presente en el material. Todas las porciones se combinarán

para formar el espécimen de ensayo.

- 2.3 Si no es posible apilar el material, se tomarán tantas porciones como sea posible en ubicaciones aleatorias que representarán mejor la condición de humedad. Todas las porciones se combinarán para formar el espécimen de ensayo.
3. En muestras intactas tales como bloques, tubos, muestreadores divididos y otros, el espécimen de ensayo se obtendrá por uno de los siguientes métodos dependiendo del propósito y potencial uso de la muestra.
 - 3.1 Se desbastará cuidadosamente por lo menos 3 mm de material de la superficie exterior de la muestra para ver si el material está estratificado y para remover el material que esté más seco o más húmedo que la porción principal de la muestra. Luego se desbastará por lo menos 5 mm, o un espesor igual al tamaño máximo de partícula presente, de toda la superficie expuesta o del intervalo que esté siendo ensayado.
 - 3.2 Se cortará la muestra por la mitad. Si el material está estratificado se procederá de acuerdo a lo indicado en 7.3.3. Luego se desbastará cuidadosamente por lo menos 5 mm, o un espesor igual del tamaño máximo de partícula presente, de la superficie expuesta de una mitad o el intervalo ensayado.

Deberá evitarse el material de los bordes que pueda encontrarse más húmedo o más seco que la porción principal de la muestra.

Nota 4. El cambio de humedad en suelos sin cohesión puede requerir que se muestree la sección completa.
 - 3.3 Si el material está estratificado (o se encuentra más de un tipo de material), se seleccionará un espécimen promedio, o especímenes individuales, o ambos. Los especímenes deben ser identificados apropiadamente en formatos, en cuanto a su ubicación, o lo que ellos representen.

PROCEDIMIENTO

1. Determinar y registrar la masa de un contenedor limpio y seco (y su tapa si es usada).
2. Seleccionar especímenes de ensayo representativos de acuerdo a la Sección 7.
3. Colocar el espécimen de ensayo húmedo en el contenedor y, si se usa, colocar la tapa asegurada en su posición. Determinar el peso del contenedor y material húmedo usando una balanza (véase aparatos paso 2.) seleccionada de acuerdo al peso del espécimen. Registrar este valor.

Nota 5. Para prevenir la mezcla de especímenes y la obtención de resultados incorrectos, todos los contenedores, y tapas si se usan, deberían ser enumerados y deberían registrarse los números de los contenedores en los formatos de laboratorio. Los números de las tapas deberían ser consistentes con los de los contenedores para evitar confusiones.

Nota 6. Para acelerar el secado en horno de grandes especímenes de ensayo, ellos deberían ser colocados en contenedores que tengan una gran área superficial (tales como ollas) y el material debería ser fragmentado en agregados más pequeños.

4. Remover la tapa (si se usó) y colocar el contenedor con material húmedo en el horno. Secar el material hasta alcanzar una masa constante. Mantener el secado en el horno a 110 ± 5 °C a menos que se especifique otra temperatura. El tiempo requerido para obtener peso constante variará dependiendo del tipo de material, tamaño de espécimen, tipo de horno y capacidad, y otros factores.

La influencia de estos factores generalmente puede ser establecida por un buen juicio, y experiencia con los materiales que sean ensayados y los aparatos que sean empleados.

Nota 7. En la mayoría de los casos, el secado de un espécimen de ensayo durante toda la noche (de 12 a 16 horas) es suficiente. En los casos en los que hay duda sobre lo adecuado de un método de secado, deberá continuarse con el secado hasta que el cambio de peso después de dos períodos sucesivos (mayores de 1 hora) de secado sea insignificante (menos del 0.1 %). Los especímenes de arena pueden ser secados a peso constante en un período de 4 horas, cuando se use un horno de tiro forzado.

Nota 8. Desde que algunos materiales secos pueden absorber humedad de especímenes húmedos deberán retirarse los especímenes secos antes de colocar especímenes húmedos en el mismo horno.

Sin embargo, esto no sería aplicable si los especímenes secados previamente permanecieran en el horno por un período de tiempo adicional de 16 horas.

5. Luego que el material se haya secado a peso constante, se removerá el contenedor del horno (y se le colocará la tapa si se usó). Se permitirá el enfriamiento del material y del contenedor a temperatura ambiente o hasta que el contenedor pueda ser manipulado cómodamente con las manos y la operación del balance no se afecte por corrientes de convección y/o esté siendo calentado.

Determinar el peso del contenedor y el material secado al horno usando la misma

balanza usada en 3. Registrar este valor. Las tapas de los contenedores se usarán si se presume que el espécimen está absorbiendo humedad del aire antes de la determinación de su peso seco.

Nota 9. Colocar las muestras en un desecador es más aceptable en lugar de usar las tapas herméticas ya que reduce considerablemente la absorción de la humedad de la atmósfera durante el enfriamiento especialmente en los contenedores sin tapa.

CÁLCULOS

1. Cálculos

Se calcula el contenido de humedad de la muestra, mediante la siguiente fórmula:

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de secados}} \times 100$$

$$W = \frac{M_{cws} - M_{cs}}{M_c} \times 100 = \frac{M_w}{M_s} \times 100$$

en donde:

W= es el contenido de humedad, (%)

M_{cws}= es el peso del contenedor más el suelo húmedo, en gramos

M_{cs}= es el peso del contenedor más el suelo secado en horno, en gramos

M_c= es el peso del contenedor, en gramos

M_w= es el peso del agua, en gramos

M= es el peso de las partículas sólidas, en gramos

REPORTE

1. El reporte deberá incluir lo siguiente

1.1 La identificación de la muestra (material) ensayada, tal como el número de la perforación número de muestra, número de ensayo, número de contenedor, etc

1.2 El contenido de agua del espécimen con aproximación al 1% ó al 0.1%, como sea apropiado dependiendo de la mínima muestra usada. Si se usa este método conjuntamente con algún otro método, el contenido de agua del espécimen

deberá reportarse al valor requerido por el método de ensayo para el cual se determinó el contenido de humedad.

- 1.3 Indicar si el espécimen de ensayo tenía un peso menor que el indicado en 2.
- 1.4 Indicar si el espécimen de ensayo contenía más de un tipo de material (estratificado, etc.).
- 1.5 Indicar el método de secado si es diferente del secado en horno a 110 °C mas menos 5 °C.
- 1.6 Indicar si se excluyó algún material del espécimen de ensayo

PRECISION Y EXACTITUD

1. Exactitud.- No existe valor de referencia aceptado para este método de ensayo; por consiguiente, no puede determinarse la exactitud.
2. Precisión
 - 2.1 Precisión de un Operador- Simple.- El coeficiente de variación de un operador simple se encontró en 2.7%. Por consiguiente, los resultados de dos ensayos conducidos apropiadamente por el mismo operador con el mismo equipo, no deberían ser considerados con sospecha si difieren en menos del 7.8 % de su media.
 - 2.2 Precisión Multilaboratorio.- El coeficiente de variación multilaboratorio se encontró en 5.0%.

Por consiguiente, los resultados de dos ensayos conducidos por diferentes operadores usando equipos diferentes no deberían ser considerados con sospecha a menos que difieran en más del 14.0 por ciento de su media.

REFERENCIAS NORMATIVAS

ASTM D 2216

GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS

CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS POR SU TAMAÑO

En las clasificaciones basadas en las características granulométricas es costumbre distinguir las distintas fracciones por el nombre de algunos tipos de suelo, como arena gruesa, limo medio, etc. Esto es conveniente en descripciones en la conversación. El

“Termino arena gruesa”, por ejemplo es más expresivo que “fracción comprendida entre 0.6 y 2mm”.

Desgraciadamente, las distintas clasificaciones no coinciden en la especificación de los límites adecuados. Esto es, en cierto modo, natural, pues cada ciencia mira el suelo desde distintas necesidades.

Todas éstas clasificaciones tienen algo de arbitrario, pues no se pueden establecer divisiones claras entre los elementos de una serie continúa.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Este Modo Operativo está basado en las Normas ASTM D 422 y AASHTO T 88, las mismas que se han adaptado al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

El estudio y análisis de la distribución de los granos en sus diferentes tamaños de una masa de suelo se conoce como granulometría del suelo, sus características y parámetros son índices indicadores que se usan para la clasificación de acuerdo a un sistema o al interés de la mecánica de suelos y sus aplicaciones en Ingeniería Civil.

El Ingeniero generalmente está más enterado de los métodos para su determinación de que los criterios técnico y del comportamiento probable, considerando que para aplicar normas simplistas se requiere suficiente conocimiento y meditación, para evitar interpretaciones y errores inaceptables.

Se presenta algunas consideraciones que pueden dar crédito a lo enunciado:

Una granulometría bien graduada en un suelo es índice de una mayor densidad volumétrica que una mal graduada por las mismas condiciones de origen y mineralogía de los granos.

Los índices de uniformidad no indican tamaños semejantes, sino todo lo contrario; es decir es un índice de desuniformidad.

El contenido de finos no indica necesariamente que éste constituido totalmente de arcillas, pueden ser iguales tamaños ligeramente en el límite de la criva que corresponde a limos, donde se requiere de otro análisis como índice de Atterberg, o el tubo cerrado + agua +suelo= agitar y observar las sedimentación de las partículas según store y principalmente la parte más fina que si es arcilla queda en suspensión por mucho más tiempo que otras.

OBJETIVO

1. La determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de suelo.
2. Esta norma describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 74 mm (N° 200).

APARATOS

1. Dos balanzas. Una con sensibilidad de 0.01 g para pesar material que pase el tamiz de 4,760 mm (N° 4). Otra con sensibilidad 0.1 % del peso de la muestra, para pesar los materiales retenidos en el tamiz de 4,760 mm (N° 4).

2. Tamices de malla cuadrada

75 mm (3"), 50,8 mm (2"), 38,1 mm (1½"), 25,4 mm (1"), 19,0 mm (¾"), 9,5 mm (3/8"), 4,76 mm (N° 4), 2,00 mm (N° 10), 0,840 mm (N° 20), 0,425 mm (N° 40), 0,250 mm (N° 60), 0,106 mm (N° 140) y 0,075 mm (N° 200).

Se puede usar, como alternativa, una serie de tamices que, al dibujar la gradación, dé una separación uniforme entre los puntos del gráfico; esta serie estará integrada por los siguientes:

75 mm (3"), 37.5 mm (1-½"), 19.0 mm (¾"), 9.5 mm (3/8"), 4.75 mm (N° 4), 2.36 mm (N° 8), 1.10 mm (N° 16), 600 mm (N° 30), 300 mm (N° 50), 150 mm (N° 100), 75 mm (N° 200).

3. Estufa, capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F).
4. Envases, adecuados para el manejo y secado de las muestras
5. Cepillo y brocha, para limpiar las mallas de los tamices.

MUESTRA

1. Según sean las características de los materiales finos de la muestra, el análisis con tamices se hace, bien con la muestra entera, o bien con parte de ella después de separar los finos por lavado. Si la necesidad del lavado no se puede determinar por examen visual, se seca en el horno una pequeña porción húmeda del material y luego se examina su resistencia en seco rompiéndola entre los dedos.

Si se puede romper fácilmente y el material fino se pulveriza bajo la presión de aquellos, entonces el análisis con tamices se puede efectuar sin previo lavado

2. Prepárese una muestra para el ensayo como se describe en la preparación de muestras para análisis granulométrico (MTC E 106), la cual estará constituida por dos

- fracciones: una retenida sobre el tamiz de 4,760 mm (N° 4) y otra que pasa dicho tamiz. Ambas fracciones se ensayaran por separado.
3. El peso del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, como se indica en el modo operativo MTC E 106, será suficiente para las cantidades requeridas para el análisis mecánico, como sigue:
 - Para la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (N° 4) el peso dependerá del tamaño máximo de las partículas de acuerdo con la Tabla 2.

TABLA N° 2: Peso y tamaño máximo de las partículas.

Diámetro nominal de las partículas más grandes mm (pulg)	Peso mínimo aproximado de la porción (gr)
9,5 (3/8)	500
19,6 (3/4")	1000
25,7 (1")	2000
37,5 (1 1/2")	3000
50,0 (2")	4000
75,0 (3")	5000

- El tamaño de la porción que pasa tamiz de 4,760 mm (N° 4) será aproximadamente de 115 g, para suelos arenosos y de 65 g para suelos arcillosos y limosos.
4. En el modo operativo MTC E 106 se dan indicaciones para la pesada del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, así como para la separación del suelo sobre el tamiz de 4,760 mm (N° 4) por medio del tamizado en seco, y para el lavado y pesado de las fracciones lavadas y secadas retenidas en dicho tamiz. De estos dos pesos, los porcentajes, retenido y que pasa el tamiz de 4,760 mm (N° 4), pueden calcularse de acuerdo con el indicado en los cálculos.
 - Se puede tener una comprobación de los pesos, así como de la completa pulverización de los terrones, pesando la porción de muestra que pasa el tamiz de 4,760 mm (N° 4) y agregándole este valor al peso de la porción de muestra lavada y secada en el horno, retenida en el tamiz de 4,760 mm (N° 4).

PROCEDIMIENTO

1. Obtener exactamente 500gr. (las muestras mayores son estadísticamente más representativas).

Si la muestra debe lavarse no es necesario pulverizar el suelo; sin embargo el proceso se agiliza considerablemente si con anterioridad se pulveriza el suelo seco y se hace pasar a través de un tamiz N° 200 descartando la fracción menor.

2. Si la muestra contiene apreciable cantidad de gravas, finos, o a discreción del laboratorista, el lavado se puede omitir, y en ese caso seguir al paso 4.
3. Verter cuidadosamente el residuo, con ayuda de agua, en un recipiente desecador, por un tiempo suficiente hasta lograr que el agua en la parte superficial de la suspensión se vuelva transparente.

Botar tanto como se pueda de esta agua transparente, y colocar el recipiente con la suspensión suelo y agua en el horno para secarlo.

4. Al día siguiente regresar al laboratorio y pesar el residuo secado al horno (si no se ha hecho el lavado).

Al día siguiente (se ha hecho el lavado) hacer pasar la muestra a través de una serie de tamices (ver figura 5.4) que varíen desde los diámetros inferiores abajo. Como el objetivo es lograr una curva semilogarítmica del porcentaje del material más fino contra el tamaño de las partículas; será necesario obtener una distribución razonable de puntos a lo largo del rango del potencial de diámetros presentes en la muestra.

5. Colocar la serie de tamices en el agitador eléctrico y tamizar aproximadamente de 5 a 10 minutos, dependiendo de la inspección visual sobre dificultad probable de la cantidad de material.
6. Quitar la serie de tamice del agitador mecánico y obtener el peso del material que quedó retenido en cada tamiz. Sumar éstos pesos y comparar el total con el peso total obtenido en el paso 4.
7. Calcular el porcentaje de cada tamiz dividiendo el peso retenido en cada uno de ellos por el peso de la muestra original utilizado en el paso 2. Esto es válido ya que el material que haya pasado a través del tamiz N° 200 pasaría cualquier otro tamiz por encima del tamiz N° 200 en la serie.
8. Calcular el porcentaje que pasa comenzando por 100% y substraer el porcentaje retenido en cada tamiz como un proceso acumulativo.

ANÁLISIS POR MEDIO DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ DE 4,760 mm (N° 4).

1. Sepárese la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (N° 4) en una serie de fracciones usando los tamices de: 75 mm (3"), 50 mm (2"), 38,1 mm (1½"), 25,4 mm (1"), 19,0 mm (¾"), 9,5 mm (3/8"), 4.7 mm (N° 4), o los que sean necesarios dependiendo del tipo de muestra, o de las especificaciones para el material que se ensaya.
2. En la operación de tamizado manual se mueve el tamiz o tamices de un lado a otro y recorriendo circunferencias de forma que la muestra se mantenga en movimiento sobre la malla. Debe comprobarse al desmontar los tamices que la operación está terminada; esto se sabe cuando no pasa más del 1 % de la parte retenida al tamizar durante un minuto, operando cada tamiz individualmente. Si quedan partículas apresadas en la malla, deben separarse con un pincel o cepillo y reunir las con lo retenido en el tamiz.

Cuando se utilice una tamizadora mecánica, se pondrá a funcionar por diez minutos aproximadamente; el resultado se puede verificar usando el método manual.

3. Se determina el peso de cada fracción en una balanza con una sensibilidad de 0.1 %. La suma de los pesos de todas las fracciones y el peso, inicial de la muestra no debe diferir en más de 1%.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA FRACCIÓN FINA

1. El análisis granulométrico de la fracción que pasa el tamiz de 4,760 mm (N° 4) se hará por tamizado y/o sedimentación según las características de la muestra y según la información requerida.
 - Los materiales arenosos que contengan muy poco limo y arcilla, cuyos terrones en estado seco se desintegren con facilidad, se podrán tamizar en seco.
 - Los materiales limo-arcillosos, cuyos terrones en estado seco no rompan con facilidad, se procesarán por la vía húmeda.
 - Si se requiere la curva granulométrica completa incluyendo la fracción de tamaño menor que el tamiz de 0,074 mm (N° 200), la gradación de ésta se determinará por sedimentación, utilizando el hidrómetro para obtener los datos necesarios. Ver modo operativo MTC E 109.

- Se puede utilizar procedimientos simplificados para la determinación del contenido de partículas menores de un cierto tamaño, según se requiera.
 - La fracción de tamaño mayor que el tamiz de 0,074 mm (N° 200) se analizará por tamizado en seco, lavando la muestra previamente sobre el tamiz de 0,074 mm (N° 200).
2. Procedimiento para el análisis granulométrico por lavado sobre el tamiz de 0,074 mm (N° 200).
- Se separan mediante cuarteo, 115 g para suelos arenosos y 65 g para suelos arcillosos y limosos, pesándolos con exactitud de 0.01 g.
 - Humedad higroscópica. Se pesa una porción de 10 a 15 g de los cuarteos anteriores y se seca en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F). Se pesan de nuevo y se anotan los pesos.
 - Se coloca la muestra en un recipiente apropiado, cubriéndola con agua y se deja en remojo hasta que todos los terrones se ablanden.
 - Se lava a continuación la muestra sobre el tamiz de 0,074 mm (N° 200) con abundante agua, evitando frotarla contra el tamiz y teniendo mucho cuidado de que no se pierda ninguna partícula de las retenidas en él.
 - Se recoge lo retenido en un recipiente, se seca en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F) y se pesa.

CÁLCULOS

1. Valores de análisis de tamizado para la porción retenida en el tamiz de 4,760 mm (N° 4).
- Se calcula el porcentaje que pasa el tamiz de 4,760 mm (N° 4) dividiendo el peso que pasa dicho tamiz por el del suelo originalmente tomado y se multiplica el resultado por 100. Para obtener el peso de la porción retenida en el mismo tamiz, réstese del peso original, el peso del pasante por el tamiz de 4,760 mm (N° 4).
 - Para comprobar el material que pasa por el tamiz de 9,52 mm (3/8"), se agrega al peso total del suelo que pasa por el tamiz de 4,760 mm (N° 4) el peso de la fracción que pasa el tamiz de 9,52 mm (3/8") y que queda retenida en el de 4,760 mm (N° 4). Para los demás tamices continúese el cálculo de la misma manera.
 - Para determinar el porcentaje total que pasa por cada tamiz, se divide el peso total que pasa entre el peso total de la muestra y se multiplica el resultado por 100.

2. Valores del análisis por tamizado para la porción que pasa el tamiz de 4,760 mm (N° 4).

- Se calcula el porcentaje de material que pasa por el tamiz de 0,074 mm (N° 200) de la siguiente forma:

$$\% \text{ Pasa } 0.074 = \frac{\text{Peso Total} - \text{Peso Retenido en la tamiz de } 0.074 \text{ mm}}{\text{Peso Total}} \times 100$$

- Se calcula el porcentaje retenido sobre cada tamiz en la siguiente forma:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso retenido en la tamiz}}{\text{Peso Total}} \times 100$$

- Se calcula el porcentaje más fino. Restando en forma acumulativa de 100% los porcentajes retenidos sobre cada tamiz.

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado}$$

3. Porcentaje de humedad higroscópica. La humedad higroscópica como la pérdida de peso de una muestra secada al aire cuando se seca posteriormente al horno, expresada como un porcentaje del peso de la muestra secada al horno. Se determina de la manera siguiente:

$$\% \text{ Humedad Higroscópica} = \frac{W - W1}{W1} \times 100$$

Donde:

W = Peso de suelo secado al aire

W1= Peso de suelo secado en el horno

OBSERVACIONES

1. El informe deberá incluir lo siguiente:

- El tamaño máximo de las partículas contenidas en la muestra
- Los porcentajes retenidos y los que pasan, para cada uno de los tamices utilizados
- Toda información que se juzgue de interés.

Los resultados se presentarán: (1) en forma tabulada, o (2) en forma gráfica, siendo esta última forma la indicada cada vez que el análisis comprenda un ensayo completo de sedimentación.

Las pequeñas diferencias resultantes en el empate de las curvas obtenidas por tamizado y por sedimento, respectivamente, se corregirán en forma gráfica.

2. Los siguientes errores posibles producirán determinaciones imprecisas en un análisis granulométrico por tamizado.
 - Aglomeraciones de partículas que no han sido completamente disgregadas. Si el material contiene partículas finas plásticas, la muestra debe ser disgregada antes del tamizado.
 - Tamices sobrecargados. Este es el error más común y más serio asociado con el análisis por tamizado y tenderá a indicar que el material ensayado es más grueso de lo que en realidad es. Para evitar esto, las muestras muy grandes deben ser tamizadas en varias porciones y las porciones retenidas en cada tamiz se juntarán luego para realizar la pesada.
 - Los tamices han sido agitados por un período demasiado corto o con movimientos horizontales rotacionales inadecuados. Los tamices deben agitarse de manera que las partículas sean expuestas a las aberturas del tamiz con varias orientaciones y así tengan mayor oportunidad de pasar a través de él.
 - La malla de los tamices está rota o deformada; los tamices deben ser frecuentemente inspeccionados para asegurar que no tienen aberturas más grandes que la especificada
 - Pérdidas de material al sacar el retenido de cada tamiz
 - Errores en las pesadas y en los cálculos.

REFERENCIAS NORMATIVAS

ASTM D 422

AASHTO T 88

CURVAS GRANULOMÉTRICAS

La forma de la curva da inmediata idea de la distribución granulométrica del suelo, un suelo constituido por partículas de un solo tamaño estará representado por una línea vertical, una curva muy tendida indica gran variedad en tamaños.

Allen Hazen denominó diámetro efectivo, D_{e10} al que corresponde al 10% en la curva acumulativa, concediéndole un papel predominante en la permeabilidad del suelo. Hay que tener cuidado. Pues esta definición del diámetro efectivo, solo se refiere a arenas.

Como una medida simple de la uniformidad de un suelo, Allen Hazen propuso el coeficiente de uniformidad:

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

En donde:

D_{60} : es el tamaño de partícula que corresponde al 60% en peso.

D_{10} : es el tamaño tal que corresponde al 10% en peso, del suelo.

Como dato complementario necesario para definir la uniformidad, se define el coeficiente de curvatura del suelo con la expresión:

$$C_c = (D_{30})^2 / (D_{60} \times D_{10})$$

D_{30} se define análogamente como los D_{10} y D_{60} anteriores.

Los suelos con $C^u < 3$ se considera muy uniforme, el coeficiente de curvatura tiene un valor entre 1 y 3 en suelos bien graduados, con amplio margen de tamaños de partículas y cantidades apreciables de cada tamaño de partículas y cantidades apreciables de cada tamaño intermedio.

A. COLOR

En el suelo, el color es una de las propiedades más características y es el que se deja apreciar a primera vista.

Los suelos varían en coloración desde el blanco, pasando por el rojo al negro y una gran variedad de tonos, sin embargo, siempre el color del suelo depende del mineral alterado y transformado, así el mineral de hierro oxidado es de

color sangre, el hidratado de color amarillo y el de manganeso es de color negro a verde por oxidación. En suelos, el color negro y sus tonalidades grises, se debe generalmente al contenido de materia orgánica alterada o en alteración.

B. POROSIDAD INDICE DE POROS

Los suelos y las rocas no son nunca sólidos simples; son, cuando menos, sistemas de dos fases: partículas sólida y un líquido, o bien partículas sólidas y un gas. El líquido es normalmente el agua, y el gas, aire con vapor de agua.

Se llama porosidad “n” a la fracción de su volumen ocupada por los poros, tanto si éstos están llenos de agua como si lo están de aire o de una mezcla de ambos.

El índice de poros “e”, es igual a la razón del espacio ocupado por los poros al espacio ocupado por las partículas sólidas. La figura 5.5 aclara los conceptos de porosidad y de índice de poros.

C. PESO ESPECIFICO DENSIDAD

Estas dos magnitudes tendrán , para nosotros , la misma definición que en Física: densidad es la masa por unidad de volumen , y peso específico el peso por unidad de volumen .

D. PESO ESPECIFICO DE LAS PARTICULAS DE UN SUELO

Para determinar el “peso específico de las partículas” sólidas de un suelo, en el caso de que este posea diversos tamaños, es conveniente dividirlo por medio del tamiz N° 4 A.S.T.M. El peso específico de las partículas inferiores al tamiz N° 4 se obtiene por medio de picnómetro.

Consiste este aparato en un recipiente de 50 cm³ tapado por medio de un tubo de vidrio de pequeña sección inferior. Este tubo lleva una señal , y siempre que se tome el peso del picnómetro lleno de agua y sólidos se hace con el líquido enrasado hasta la señal .

La pequeña sección interior del tubo nos garantiza que el error cometido al suponer que se trata siempre del mismo volumen es muy pequeño.

Para hallar el peso específico de las partículas de un suelo determinado se comienza por hallar el peso del picnómetro vacío. A continuación se añade agua hasta la mitad del picnómetro aproximadamente. Para expulsar el aire que haya podido quedar alojado en los poros de las partículas o adheridos en forma de burbujas a las mismas o a las paredes del picnómetro, lo mejor es conectar el aparato a una bomba de vacío. También se puede hervir el agua suavemente. Por último, se coloca el recipiente en un baño termostático se añade agua hasta enrasar, se toma la temperatura y, una vez secado cuidadosamente por su parte exterior, se halla el peso, W , del recipiente con su contenido.

Sean:

G = peso específico relativo de las partículas sólidas.

W_0 = peso de un volumen de agua = al del suelo seco a 4° C.

W_1 = peso de un volumen de agua igual al del suelo seco a la temperatura del baño termostático.

El peso relativo de las partículas será:

$$G = W_s / W_0$$

O sea:

$$G = (W_s / W_1) * G_w$$

Siendo G_w el peso específico del agua a la temperatura ambiente.

Por tanto:

$$G = G_w \{ W_s / (W_w + W_s + W) \}$$

El peso específico de las partículas se designa por: γ_s

Cuando se trata de arena compuesta de granos de distinta naturaleza, el pequeño volumen del picnómetro puede hacer que la muestra introducida en él no sea representativa, por lo que se emplea con frecuencia un matraz de 500 cm³.

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD EN EL CAMPO

Existen varios métodos para determinar la densidad en el campo entre los que podemos nombrar a los siguientes:

- El método del cono de arena
- El Equipo de balón de densidad
- Método del aceite

El método del cono de arena así como el método del aceite, se pueden realizar con los equipos de la F.I.C. – U.N.S.M.; siendo el primero el que se ha utilizado en el desarrollo de la investigación.

MÉTODO DEL CONO DE ARENA

Este Modo Operativo está basado en la Norma ASTM D 1556, la misma que se ha adaptado al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad Cabe indicar que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continúa.

El método del cono de arena representa una forma indirecta de obtener el volumen del hoyo. Se usa la arena de Ottawa que no es otra cosa que arena que pasa el tamiz N° 20 y esta se encuentra retenida por el tamiz N° 30°.

Generalmente es deseable tener una arena uniforme “o de un solo tamaño”.

OBJETIVO

Esta norma de ensayo establece el método de ensayo estándar para determinar la densidad y peso unitario del suelo in situ mediante el método del cono de arena.

ALCANCE

1. Este método se emplea para la determinación de la densidad de suelos en el lugar (in situ), utilizando un equipo denominado cono de arena.
2. Este método de ensayo se aplica a suelos que no contengan una cantidad excesiva de roca o materiales gruesos con un diámetro mayor a 1 ½ pulg. (38 mm).
3. Cualquier suelo u otro material, que pueda ser excavado con herramientas de mano, puede ser ensayado siempre que los vacíos o aberturas de los poros en

la masa sean lo suficientemente pequeños para prevenir que la arena usada en el ensayo penetre en los vacíos naturales. El suelo u otro material a ensayarse deberá tener la suficiente cohesión o atracción entre partículas para mantener estables los lados de un pequeño hoyo o excavación.

Este deberá ser lo suficientemente firme y consistente para soportar las pequeñas presiones ejercidas al excavar el hoyo y colocar el aparato sobre él, sin que se deforme o se caiga.

4. Este método de ensayo no es adecuado para suelos orgánicos, saturados o altamente plásticos que podrían deformarse o comprimirse durante la excavación del hoyo de ensayo. Este método de ensayo puede no ser adecuado para suelos que contengan materiales granulares dispersos que no mantengan los lados estables en el orificio de ensayo; tampoco para suelos que contengan una cantidad considerable de material grueso mayor de 1 ½ pulg. (38 mm), ni para suelos granulares que tengan altos porcentajes de vacíos.
5. Cuando los materiales que se van a someter a prueba contengan cantidades considerables de partículas mayores a 1 ½ pulg. (38 mm), o cuando los volúmenes de los orificios de ensayo son mayores a 0.1 pie (2830 cm³), se aplica el Método de Ensayo ASTM D4914 o ASTM D5030n
6. Es práctica común en la profesión de ingeniería utilizar corrientemente unidades de medida para representar tanto unidades de masa como unidades de fuerza. Esto implícitamente combina dos sistemas de unidades diferentes, esto es, el sistema absoluto y el sistema gravitacional.

Científicamente, no es recomendable combinar el uso de dos clases diferentes de unidades dentro de una norma simple. Este método de ensayo ha sido elaborado utilizando el sistema gravitacional de unidades cuando se tratan las unidades en el sistema de centímetros y gramos. En este sistema, el gramo (gf) representa una unidad de fuerza (peso). Sin embargo, el uso de balanzas o escalas para registrar medidas de masa (gm) o para registrar la densidad en gm/cm³ puede establecerse como conforme a este método de ensayo.

RESUMEN DEL MÉTODO DE ENSAYO

Se cava a mano un orificio de prueba en el suelo donde se va a ensayar y todo el material extraído del orificio es recuperado en un contenedor. Se llena el orificio con arena de densidad conocida en caída libre y se determina el volumen. La

densidad húmeda del suelo in situ se determina dividiendo la masa húmeda del material removido entre el volumen del orificio. Se determina el contenido de humedad del material del orificio y se calcula la masa seca del material y la densidad seca del lugar, utilizando la masa húmeda del suelo, el contenido de humedad y el volumen del orificio.

SIGNIFICADO Y USO

1. Este método es muy difundido para determinar la densidad de suelos compactados utilizados en la construcción de terraplenes de tierra, rellenos de carreteras y estructuras de relleno. Es comúnmente utilizado como base de aceptación para suelos compactados a una densidad específica o a un porcentaje de densidad máxima determinada por un método de ensayo normado.
2. Este método puede ser usado para determinar la densidad in-situ de depósitos de suelos naturales, agregados, mezcla de suelos u otro material similar.
3. El uso de este método está limitado generalmente a suelos en una condición de no saturados Este método no es recomendable para suelos que sean suaves o desmenuzables (que se desmoronan fácilmente), o estén en una condición de humedad tal que el agua filtre al hoyo excavado. La precisión de este ensayo puede ser afectada por suelos que se deforman fácilmente o que sufran cambios volumétricos en el hoyo excavado debido a que el personal camine o se detenga cerca del hoyo durante el ensayo.

APARATOS

El aparato de Densidad, consiste en lo siguiente:

1. Un frasco desarmable u otro contenedor de arena que tenga una capacidad de volumen que exceda el volumen requerido para llenar el orificio de prueba y el aparato durante la prueba.
2. Un aparato desarmable que consiste en una válvula cilíndrica con un orificio de $\frac{1}{2}$ " (13 mm) de diámetro, presentando en un extremo un pequeño cono de metal conectado a un frasco en un extremo y a un embudo (cono) en el otro

extremo. La válvula debe tener un freno (seguro) para prevenir la rotación de una posición completamente abierta a otra completamente cerrada.

3. Una placa metálica cuadrada ó rectangular, con un hueco central con borde para recibir el embudo grande (cono) del aparato descrito en 6.1.2. La placa debe ser plana en la base y tener suficiente rigidez, con un espesor de 3/8" a 1/2" (10 a 13mm).
4. Los detalles del aparato descrito se muestran en la Fig.1 y representan las dimensiones mínimas aceptables y adecuadas para ensayar suelos que tienen un tamaño máximo de 2" (50mm) y volumen del hueco de ensayo de aproximadamente 0.1 pie³ (2 830cm³). Cuando el material a ensayarse contiene un pequeño porcentaje de partículas extradimensionadas y alargadas, el ensayo puede ser trasladado a una nueva ubicación.

Se necesitan aparatos y volúmenes del hueco de prueba más grandes cuando prevalecen las partículas mayores que 2" (50 mm).

PROCEDIMIENTO

1. Para tomar éste tipo de densidad se trabaja sobre un área de mas o menos 50cm. De diámetro limpiando y eliminando todo material suelto comprendido en ésta área y efectuando un hoyo cilíndrico, con la ayuda de un cuchillo, de aproximadamente 12 cm. De diámetro y de 12 a 18 cm de profundidad (procurando que la profundidad del hoyo sea igual o mayor que su diámetro).
2. En el caso que el material extraído del hoyo tenga piedras más o menos grandes es necesario practicar un hoyo de mayores dimensiones.
3. El volumen del hoyo que represente el volumen de muestras extraída, se mide la arena seca calibrada que se tiene en el frasco, esto es por la diferencia de pesos antes y después de vaciada la arena en el hoyo y dividiendo esta diferencia entre la vaciada la arena en el hoyo y dividiendo esta diferencia entre al densidad aparente de la arena (densidad conocida previamente),

Es decir:

Volumen del hoyo = Peso de la arena calibrada para llenar el hoyo/Densidad de la arena calibrada.

4. Luego de haber practicado el hoyo cilíndrico, el material cuidadosamente extraído de él, se pesa en su integridad y de inmediato se lo lleva al Laboratorio para evitar pérdida de humedad secándolo en la estufa a 110° C.

hasta alcanzar un peso constante con el propósito de transformar el suelo natural a suelo seco

5. Finalmente, la densidad “in situ” se obtiene dividiendo el peso del suelo extraído y transformando a suelo seco entre el volumen del hoyo, como se muestra en la siguiente fórmula.

Densidad “insitu”= Peso suelo seco del hoyo/ volumen del hoyo

DENSIDAD RELATIVA (compacidad Relativa)

En los suelos conformados por partículas gruesas (gravas y arenas), es muy importante conocer su densidad relativa que viene expresada de la siguiente manera:

$$Dr = (e_{m\acute{a}x} - e_{nat}) / (e_{m\acute{a}x} - e_{m\acute{i}n})$$

Generalmente la densidad relativa se expresa en porcentajes.

En la que $e_{m\acute{a}x}$, e_{nat} , $e_{m\acute{i}n}$ son, respectivamente, la relación de vacío en su estado más suelto en su estado más compacta y en su estado natural.

Otra forma de expresar la compacidad relativa es haciendo uso de los pesos volumétricos “secos” en su estado natural, en su estado suelto y en estado máximo como se indica a continuación:

$$Dr = \left\{ (\gamma_{nat} - \gamma_{m\acute{i}n}) / (\gamma_{m\acute{a}x} - \gamma_{m\acute{i}n}) (\gamma_{m\acute{a}x} / \gamma_{nat}) \right\}$$

Para llevar un material granular a su estado más suelto posible (relación de vacíos máxima), éste es secado y luego vaciado, desde una altura pequeña, dentro de un recipiente de volumen conocido.

CALIBRACION DEL APARATO DE CONO DE ARENA

ALCANCES

1. Este anexo describe el procedimiento para determinar la masa de la arena contenida en el embudo y en el plato base del aparato de cono de arena.

2. La masa de arena contenida en el aparato y en plato base depende de la densidad y volumen de la arena. En consecuencia, este procedimiento de realizarse por cada aparato en cualquier momento que haya cambios en la densidad volumétrica de la arena.

PROCEDIMIENTOS DE CALIBRACIÓN

La Calibración del aparato puede cumplirse mediante cualquiera de estos dos métodos:

1. Método A.- Determinado la masa de la arena calibrada que puede estar contenida en cada conjunto de embudo y plato base.
2. Método B.- Determinando el volumen de la arena que se necesita para llenar cada conjunto de embudo y plato base y aplicando este volumen constante en el momento que se calcule la densidad y volumen de la arena nueva.
3. Debido a que la masa de la arena contenida en el aparato de embudo y plato base depende de la densidad y volumen de la arena, cuando se utilice el Método A, debe repetirse dicho método al momento que haya cambios en la densidad volumétrica de la arena.

MÉTODO A:

1. Llene el aparato con la arena que está seca y condicionada al mismo estado anterior, durante el uso en la prueba.
2. Determine la masa del aparato lleno con arena, g
3. Coloque el plato base en una superficie plana, nivelada y limpia. Inserte el contenedor/aparato y coloque el embudo en el orificio central rebordado en el plato base. Marque e identifique el aparato y el plato base de tal manera que ambos puedan identificarse y reubicarse en la misma posición durante la prueba.
4. Abra completamente la válvula hasta que la arena deje de fluir, asegurándose de que el aparato, el plato base o la superficie plana no se agite o vibre antes de que se cierre la válvula.
5. Cierre bien la válvula, saque el aparato y determine la masa del aparato y la arena restante. Calcule la masa de la arena utilizada para llenar el embudo y el plato base como la diferencia entre la masa inicial y final.
6. Repita el procedimiento por lo menos tres veces. La variación máxima entre

cualquiera de las determinaciones y el promedio no debe exceder el 1%. Utilice el promedio de las tres determinaciones para este valor en los cálculos del ensayo.

MÉTODO B (Opcional):

1. Cuando se anticipa un gran número de pruebas y lotes de arena, puede ser ventajoso determinar el volumen de cada aparato y plato base. Si se tiene cuidado con el aparato o se maneja adecuadamente los platos base, este volumen se mantendrá constante y evitará la necesidad de repetir el Método A cuando cambie la densidad volumétrica de la arena en alcances. Si se elige esta alternativa, se debe alterar los cálculos en la prueba de campo para determinar el volumen total de la arena en el orificio de ensayo de campo y el aparato. Luego se sustrae el volumen del aparato para determinar el volumen de orificio de prueba.
2. Determine la masa de la arena requerida para llenar el embudo del aparato y el plato base de acuerdo al método A, siguiendo los pasos del método A - 1 hasta el A - 6. Para cada lote de arena.
3. Calcule el volumen del embudo y del plato base dividiendo la densidad volumétrica de la arena (tal como se determina en el Anexo calibración de la densidad de arena) entre la masa de la arena encontrada en el método A- 6. Realice un mínimo de tres determinaciones y calcule el valor promedio. La variación máxima del volumen entre cualquiera de las determinaciones y el promedio no debe exceder el 1% Utilice el promedio de los valores cuando realice cálculos de prueba.

CALIBRACIÓN DE LA DENSIDAD DE LA ARENA

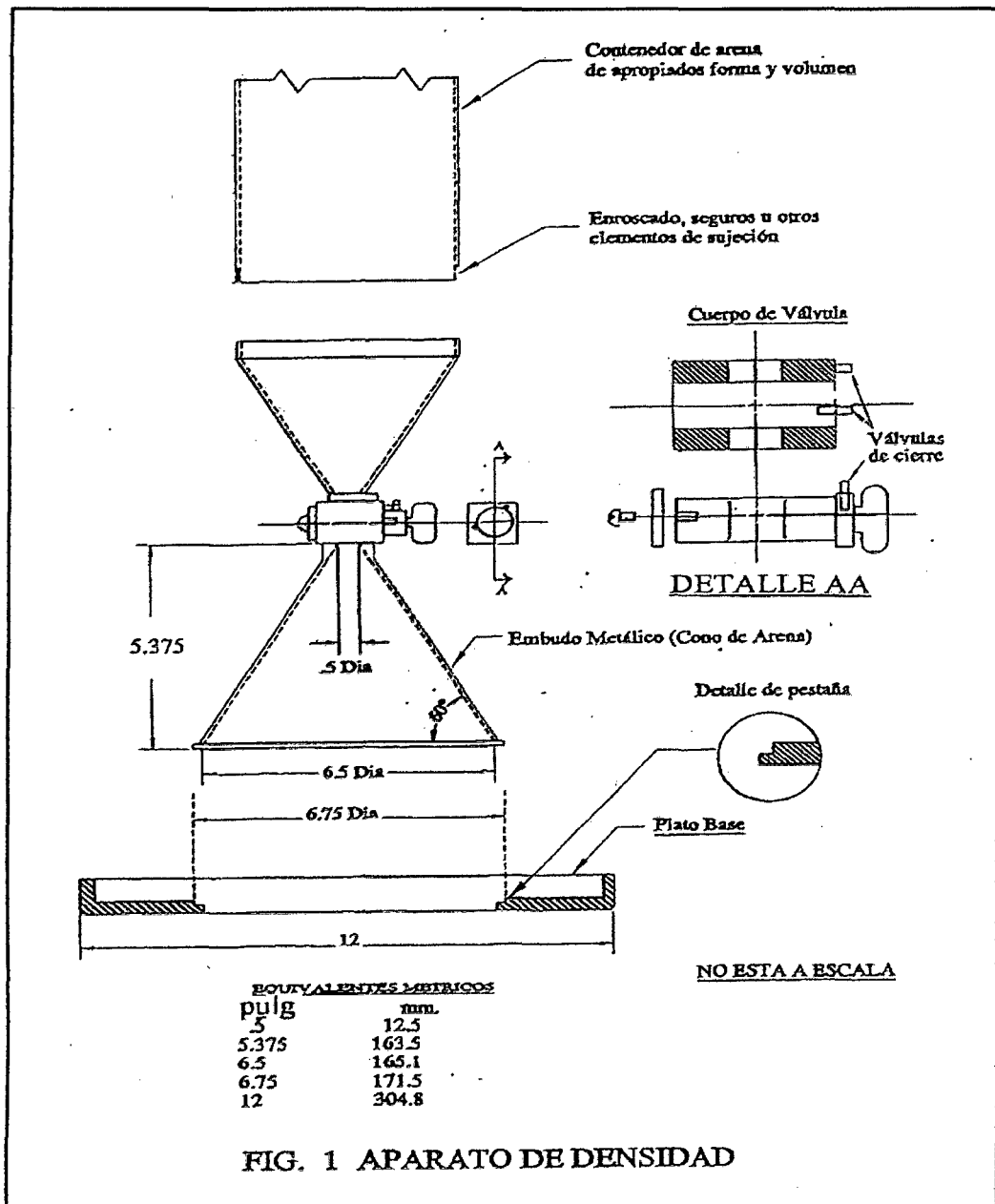
ALCANCES

1. Este anexo se utiliza para determinar la densidad volumétrica (calibración) de la arena que se va a utilizar en este método de prueba.
2. La calibración determina la densidad promedio de la arena que se va a utilizar para calcular el volumen del orificio de prueba.

EQUIPO REQUERIDO

1. Contenedor.- Seleccione un contenedor de volumen conocido que sea aproximadamente de la misma medida y permite que la arena caiga aproximadamente la misma distancia que el orificio excavado durante la prueba de campo. Se recomienda utilizar los moldes de 1/30 pies (944 cm) y de 1/13,33 pies (2 124 cm) que se especifican en el Método de Ensayo MTC E 115 y MTC E 116, o el molde de 0,1 pie (2 830 cm) especificado en el Método de Ensayo ASTM D4253.
2. Aparato de Cono de Arena.- Utilice un aparato de cono de arena del mismo tamaño y diseño como el que se utilizará durante la prueba de campo. Las características de flujo se han mostrado a través del ensamblaje de valores diferentes para causar valores de densidad volumétrica diferentes. La determinación de la densidad volumétrica será requerida para cada aparato o menos que se determine que otros aparatos dan los mismos resultados.
3. Balanza.- Una balanza que tenga una capacidad suficiente como para determinar la masa del contenedor de calibración llenada con arena. Para contenedores de 0,500 pies³ (14 200 cm³), se requiere una balanza que tenga una capacidad mínima de 50 lb (20kg) y reúna los requerimientos de la Especificación ASTM D4753, para una lectura de 0.01 lb (5 g).
5. Regla recta metálica.- de alrededor de 2 pulg. (50 mm) de ancho, al menos 1/8 pulg. (3mm) de espesor y un largo de aproximadamente 1,5 veces más del diámetro del contenedor de calibración.

FIGURA N° 1: Aparato de densidad (Cono de arena)



CÁLCULO

Calcule la densidad volumétrica de la arena de la siguiente manera.

$$\gamma_1 = M_5 / V_1$$

Donde:

γ_1 = volumen del contenedor de calibración, cm (multiplique por 9.807 para kN/m³).

M_5 = masa de la arena para llenar el contenedor de calibración, g (de A2.3.4.3.),

V_1 = volumen del contenedor de calibración, cm (de A2.2.1.1).

REFERENCIA NORMATIVA

ASTM D 1556

PROCEDIMIENTO PARA OBTENER LA DENSIDAD MÍNIMA

Para obtener la densidad mínima en el laboratorio se procede de la siguiente manera:

1. Extraer de la calicata aproximadamente 5 Kg. De suelo y llevarlo al laboratorio.
2. En el molde de compactación de medidas estandarizadas, se introduce la muestra desde una pequeña altura, evitando en lo posible que la muestra se compacte. Se realiza la operación tres veces consecutivas de las cuales se toma la que nos dé el valor más bajo.
3. La densidad mínima se halla con la siguiente fórmula.

$$\gamma_{\min} = (Peso_{(\text{molde} + \text{material})} - Peso_{(\text{molde})}) / Volumen_{(\text{molde})}$$

PROCEDIMIENTO PARA OBTENER LA DENSIDAD MÁXIMA

Para obtener la densidad máximo se usa el material utilizado en la obtención de la densidad máxima se usa el material utilizado en la obtención de la densidad mínima, y se procede de una forma análoga; pero, esta vez el material es compactado en pequeñas capas hasta obtener la mayor compactación posible.

La densidad máxima se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\gamma_{\min} = (Peso_{(\text{molde} + \text{material})} - Peso_{(\text{molde})}) / Volumen_{(\text{molde})}$$

LÍMITE DE ATTERBERG

Los límites de Atterberg son una medida básica de la naturaleza de un grano fino del suelo. Dependiendo del contenido de de agua del suelo, que puede aparecer en cuatro estados: solido, semisólido, plástico y líquido. En cada estado la consistencia y el comportamiento de un suelo es diferente y por lo tanto también lo son sus propiedades de ingeniería. Por lo tanto, el limite entre cada estado puede definirse sobre la base de un cambio en el comportamiento del suelo. Los límites de Atterberg se puede utilizar para distinguir entre limo y arcilla, y se puede distinguir entre diferentes tipos de limos y

arcillas. Estos límites fueron creados por Albert Atterberg, un sueco químico. Fueron refinados más tarde por Arthur Casagrande.

El límite de contracción (modificado del método original de ATTERBERG por Terzaghi 1925), es aplicado a cualquier suelo, especialmente en suelos áridos donde pueden experimentarse grandes cambios de volumen con el cambio de contenido de humedad.

Estos ensayos fueron desarrollados para suelos cohesivos.

Un suelo que posea algo de cohesión, según su naturaleza y la cantidad de agua que tenga, puede presentar propiedades que lo incluyan en el estado sólido, semisólido, plástico y semilíquido o viscoso. Los límites de ATTERBERG marcan una separación arbitraria, pero suficiente en la práctica.

Los límites de ATTERBERG son, en la actualidad, una de las determinaciones, que con más profusión se practica en los laboratorios de Mecánica de Suelos. Su utilidad deriva de que gracias a la experiencia acumulada en muchos miles de determinaciones, es suficiente conocer sus valores para poder dar una idea del tipo de suelo y sus propiedades. Como por otra parte, se trata de determinaciones sencillas y rápidas, permiten una pronta identificación de los suelos y la selección adecuada de muestras típicas para ser sometidas a ensayos más perfectos y complicados. Pertenecen, con el análisis granulométrico, al tipo de ensayos de identificación. Pero si el análisis granulométrico nos permite conocer la magnitud cuantitativa de la fracción fina, los límites de Atterberg nos indican su calidad, completando así el conocimiento del suelo. Los límites de Atterberg tienen aplicación en la detección de arcillas expansivas.

LÍMITE LÍQUIDO

Este Modo Operativo está basado en las Normas ASTM D 4318 y AASHTO T 89, las mismas que se han adaptado al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

El límite líquido es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como material plástico. A este nivel de contenido de humedad, el suelo está en el vértice de cambiar su comportamiento al de un fluido viscoso.

El límite líquido es útil algunas veces, para predecir la máxima densidad en estudios de compactación y sirve además para la clasificación de suelos.

OBJETIVO

El límite líquido de un suelo es el contenido de humedad expresado en porcentaje del suelo secado en el horno, cuando éste se halla en el límite entre el estado plástico y el estado líquido.

El valor calculado deberá aproximarse al centésimo.

APARATOS

1. Recipiente para Almacenaje. Una vasija de porcelana de 115 mm (4 ½") de diámetro aproximadamente.
2. Espátula. De hoja flexible de unos 75 a 100 mm (3" – 4") de longitud y 20 mm (¾") de ancho aproximadamente.
3. Aparato del límite líquido (o de Casagrande) :
De operación manual. Es un aparato consistente en una taza de bronce con sus aditamentos.
De operación mecánica. Es un aparato equipado con motor para producir la altura y el número de golpes. El aparato debe dar los mismos valores para el límite líquido que los obtenidos con el aparato de operación manual.
4. Acanalador. Conforme con las dimensiones críticas indicadas.
5. Calibrador. Ya sea incorporado al ranurador o separado, de acuerdo con la dimensión crítica "d" , y puede ser, si fuere separada, una barra de metal de 10.00 ± 0.2 mm ($0.394'' \pm 0.008''$) de espesor y de 50 mm (2") de largo, aproximadamente.
6. Recipientes o Pesa Filtros. De material resistente a la corrosión, y cuya masa no cambie con repetidos calentamientos y enfriamientos. Deben tener tapas que cierren bien, sin costuras, para evitar las pérdidas de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para evitar la absorción de humedad de la atmósfera tras el secado.
7. Balanza. Una balanza con sensibilidad de 0.01 gr.

8. Estufa. Termostáticamente controlado y que pueda conservar temperaturas de 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F) para secar la muestra.

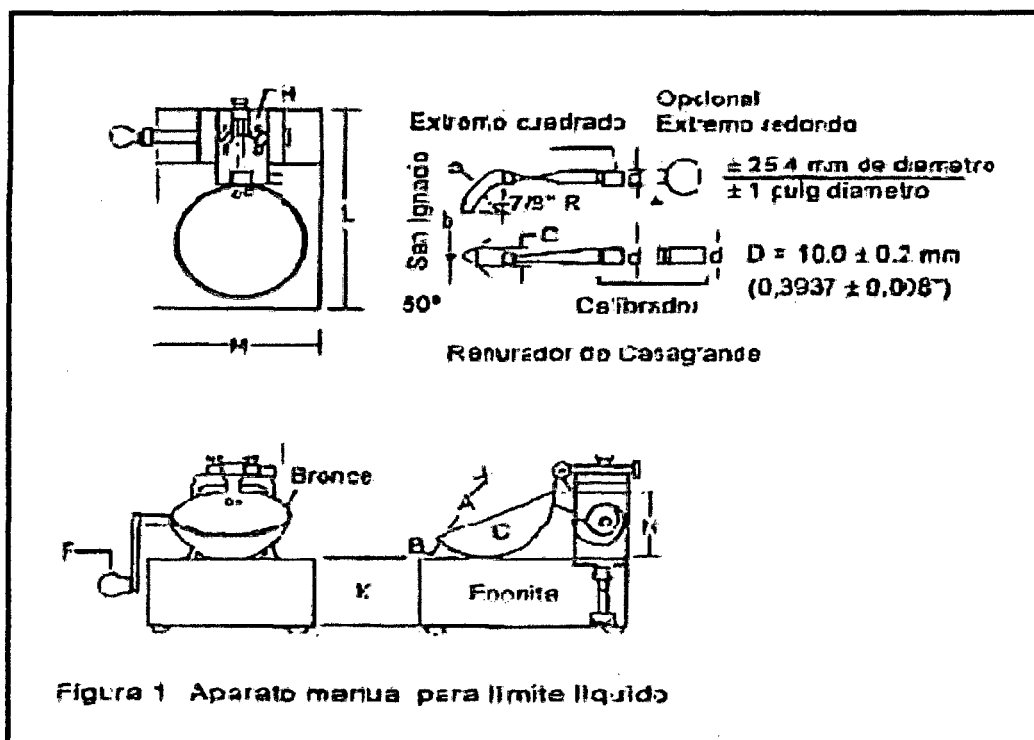


FIGURA N° 2: Aparato manual para Límite Líquido

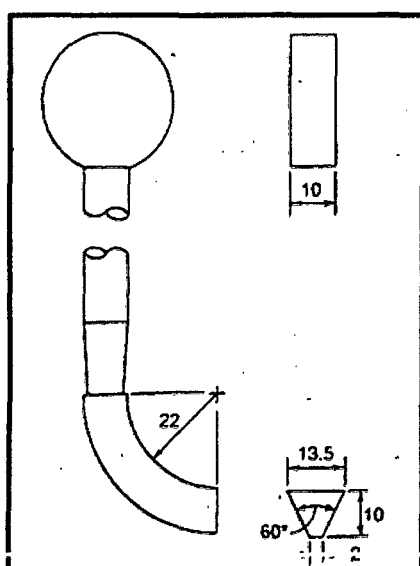


FIGURA N°3: Herramienta tipo ASTM para hacer la ranura.

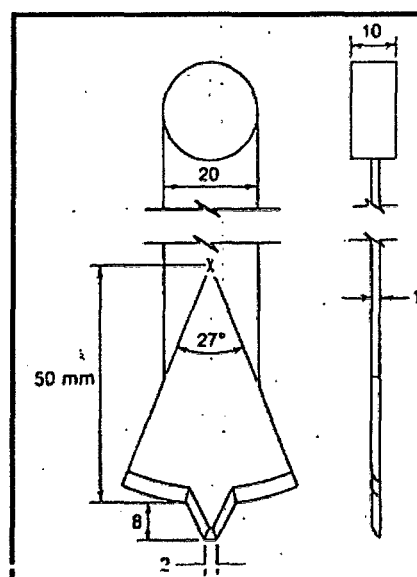


FIGURA N°4: Herramienta tipo Casagrande para hacer la ranura.

Aparato de Límite Líquido								Ranurador		
	Conjunto de la cazuela			Base				Extremo curvado		
Dimensiones	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c
Descripción	Radio de la copa	Espesor de la copa	Profundidad de la copa	Copa desde la guía del elevador hasta la base	Espesor	Largo	Ancho	Espesor	Borde curvado	Ancho
Métrico, mm	54	2.0	27	47	50	150	125	10.0	2.0	13.5
Tolerancia, mm	2	0.1	1	1.5	5	5	5	0.1	0.1	0.1
Inglés, pulg	2.13	.079	1.063	1.850	1.97	5.90	4.92	.394	.079	.531
Tolerancia, pulg	.08	.004	.04	.06	.2	.2	.2	.004	.004	.004

TABLA N° 3: Tabla aparato de límite líquido.

PROCEDIMIENTO

1. Pulverizar una cantidad suficiente de suelo secado al aire (de una muestra de 5 Kg. Puesta a secar al aire la semana anterior a la ejecución del ensayo), para obtener una muestra representativa del material que pasa a través del tamiza N° 40 de 250.00gr. aproximadamente. Es necesario asegurarse de botar el remanente retenido en el tamiz pues no es representativo del suelo que se trajo del terreno.
2. Además se debe asegurar, mediante el uso de un mortero, la destrucción de todos los grumos presentes; una de las principales fuentes de error del ensayo consiste en fallar en la obtención de una muestra realmente representativa, al permitir que muchos “finos se queden retenidos en forma de grumos en el tamiz N° 40.
3. Colocar los 250 gr. De suelo en un recipiente de porcelana, añadir una pequeña cantidad de agua y mezclar cuidadosamente el suelo hasta obtener un color uniforme y ésta adquiere una apariencia cremosa, su estado es adecuado en general. Se debe continuar añadiendo pequeñas cantidades adicionales de agua y mezclando cada vez hasta obtener una mezcla homogénea. Cuando se encuentra el suelo en un punto de consistencia (pegajosidad) tal que se puede estimar (o simplemente hacer un ensayo de prueba) que tomará alrededor de 50 golpes para cerrar en una longitud de 12.7mm. la ranura, separar y guardar alrededor de 50 Gr. De esta muestra adecuadamente mezclada, del plato en el que se está trabajando para la determinación posterior de LIMITE PLÁSTICO.

A continuación se debe añadir un poco más de agua de manera que la consistencia resultante permita un número de golpes para la falla en el rango de 20 a 40.

4. Remover la cazuela de bronce del aparato de límite líquido y colocar dentro de la cazuela una pequeña cantidad de suelo hasta la profundidad adecuada para el trabajo de la herramienta ranuradora, bien centrada en la cazuela con respecto al pasador. A continuación se debe emparejar la superficie de la pasta de suelo cuidadosamente con una espátula, y mediante el uso de la herramienta ranuradora, cortar una ranura clara, recta que separe completamente la masa del suelo en dos partes. La mayor profundidad del suelo en la pasta deberá estar aproximadamente igual a la altura de la cabeza del ranurador. La profundidad de la ranura deberá ser homogénea en toda su longitud. El suelo no debe prácticamente ser alterado por los “hombres” de la herramienta.

Después de hacer la ranura, se debe retomar rápidamente la cazuela a un sitio del aparato y hacer el conteo de golpes. Si se permite una demora innecesaria en este proceso, y la humedad ambiental del Laboratorio es baja se puede secar la superficie de la muestra, lo cual afectará el conteo de golpes.

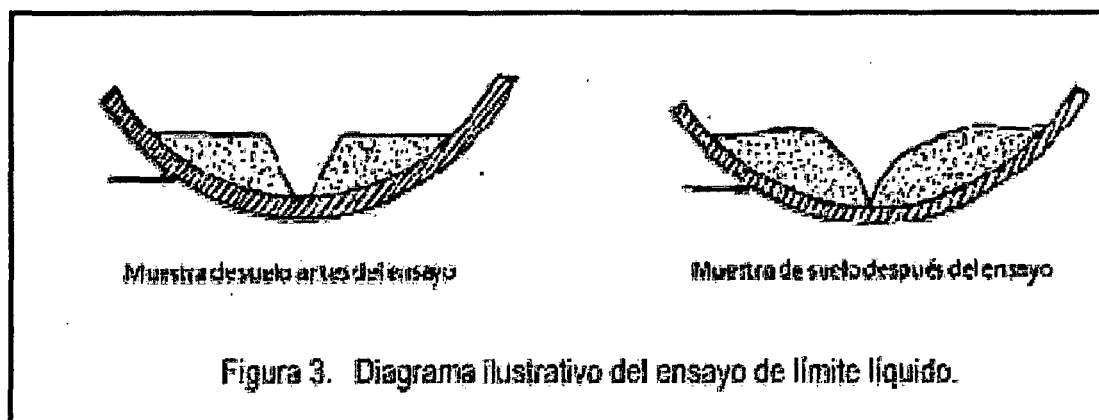


Figura 3. Diagrama ilustrativo del ensayo de límite líquido.

FIGURA N° 5: Diagrama ilustrativo de ensayo de límite líquido.

Regresar al laboratorio al día siguiente y pesar todas las muestras secadas en el horno para poder calcular los contenidos de humedad correspondiente.

Partiendo de la hipótesis de que la pendiente de la relación número de golpes a contenido de agua representada escala seminúmero de golpes a contenido de agua representada a escala semilogarítmica es una línea recta, en la cual el límite líquido puede ser obtenido a partir de cualquier punto de la curva Lambe ha sugerido el empleo de la expresión que sigue:

$$L.L. = W^n (N/25)^{0.021}$$

En la que:

L.L. = Límite líquido, calculado, del suelo.

W = Porcentajes de humedad arbitraria del suelo con respecto al peso seco.

N = Número de golpes necesario, para cerrar la ranura en la copa de Casagrande, correspondiente a w.

Como puede observarse, la ecuación de Lambe permite calcular el límite de un suelo en base a un solo punto del método mecánico. Esto elimina tiempo y además, la variable operador.

La fórmula de Lambe puede ser usado con suficiente grado de precisión en el cálculo del límite líquido de un suelo siempre y cuando se amase la pasta del suelo con un contenido de humedad tal que se cumpla con la condición imprescindible, de que N (número de golpes esté comprendido entre 20 y 30.

En ensayos de investigación conveniente más hacer uso del método mecánico normalizado.

Para facilitar el empleo de la fórmula, ésta se puede simplificar así:

$$L.L. = W \cdot F$$

$$F = \text{Factor de corrección} = (N/25)^{0.121}$$

Otro procedimiento, que se usa mucho para determinar el límite líquido en los laboratorios de campo, consiste en que, estando el material en la copa de Casagrande con la ranura hecha como ya se ha indicado en el procedimiento normalizado, dar 25 golpes y ver si la ranura se cierra los 12.7mm. En caso contrario, se recoge el material de la copa, se agrega agua a la pasta o se seca, según el caso y se repite el procedimiento hasta conseguir que con los 25 golpes la ranura se cierre en su base los 12.7mm. especificados. Cuando ello suceda, se extrae la muestra una determinada cantidad, se coloca en un recipiente adecuado, se pesa, se seca en un horno a temperatura constante y se vuelve a pasar una vez seca. El límite líquido se calcula

Así:

$$L.L. = ((P_h - P_s)/P_s) \times 100$$

En la que:

L.L = límite líquido en %

P_h = Peso de la muestra húmeda, en gramos

P_s = Peso de la muestra seca, en gramos

Cuando a un suelo sea necesario calcularle la concentración lineal (como más adelante se verá), el límite líquido es conveniente determinarlo por este procedimiento al material con la humedad necesaria para hacer la mencionada prueba de concentración lineal.

LÍMITE PLÁSTICO

Este Modo Operativo está basado en las Normas ASTM D 4318 y AASHTO T 90, las mismas que se han adaptado al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

El límite plástico es el contenido de humedad por debajo del cual se puede considerar el suelo como material no plástico.

El límite plástico se ha definido arbitrariamente como el contenido de humedad del suelo al cual un cilindro se rompe o se resquebraja, cuando se enrolla a un diámetro de 3mm. Aproximadamente.

Esta prueba es bastante más subjetiva (dependiendo del operador) que el ensayo del límite líquido, pues la definición del resquebrajamiento del cilindro de suelo así como del diámetro, están sujetas a la interpretación del operador.

El diámetro puede establecerse durante el ensayo por comparación con un alambre común o de soldadura del mismo diámetro. Con la práctica, se encuentra que los valores del límite plástico, pueden reproducirse sobre el mismo suelo por parte de diferentes laboratoristas, dentro de un rango del 1 al 3%.

OBJETIVO

Es la determinación en el laboratorio del límite plástico de un suelo y el cálculo del índice de plasticidad (I.P.) si se conoce el límite líquido (L.L.) del mismo suelo.

Se denomina límite plástico (L.P.) a la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3,2 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen.

EQUIPO

1. Plato de evaporación. De porcelana, con un diámetro de aproximadamente 120 mm.
2. Espátula. Con una hoja flexible de aproximadamente 75 mm de largo y 20 mm de ancho.
3. Superficie de amasado. Placa de vidrio esmerilado.
4. Recipientes. Para muestras de contenido de humedad.
5. Balanza. Con una precisión de 0,01 g y 311 gr. de capacidad.
6. Probeta. Con una capacidad de 25 ml.
7. Patrón de comparación. Alambre o plástico de 3 mm de diámetro.
8. Horno. Con los requerimientos de NCh 1515 Of79.

PROCEDIMIENTO

1. Colocar unos 20 gr. De muestra (obtenida del paso N° 3 del límite líquido) sobre una placa de vidrio.
2. Hacer cilindros de aproximadamente 3mm. De diámetro. Si el cilindro se desmorona a un diámetro superior a mm. Esta condición es satisfactorio para definir el límite plástico si el cilindro se había enrollado con anterioridad hasta más o menos 3mm. La falla del cilindro se puede definir de la siguiente forma:
 - a) Simplemente por separación en pequeños pedazos
 - b) Por desprendimiento de escamas de forma tabular (cilindros huecos) de adentro hacia fuera del cilindro o hilo de suelo.
 - c) Pedacitos sólidos en forma de barril de 6 a 8mm. De largo (para arcillas altamente plásticas).

Para producir la falla no es necesario reducir la velocidad de enrollado y/o la presión de la mano cuando se llega a 3mm. De diámetro. Los suelos de muy baja plasticidad son una excepción en este sentido.

3. Esta secuencia debe repetirse el número de veces que se requiera para producir suficientes pedazos de cilindro que permita llegar a 10gr. aproximadamente.
4. Para el pesado se usará la balanza eléctrica y el supuesto caso de no existir suministro de energía eléctrica se usará la Balanza CENT –O-GRAM.
Luego se pondrán las muestras en el horno a una temperatura de $105 \pm 5^\circ \text{C}$.
5. Regresar al laboratorio al día siguiente y sacar todas las muestras secada en el horno para poder calcular los contenidos de humedad.

Nota 1: Si esta disgregación se produce cuando tiene un diámetro mayor que 3 mm, puede considerarse como un punto final satisfactorio siempre que el material haya podido conformar previamente un cilindro de 3 mm.

Nota 2: En ningún caso debe procurarse obtener la disgregación exactamente a los 3 mm de diámetro de cilindro (por ejemplo reduciendo la velocidad y/o la velocidad del amasado).

- Reunir las fracciones del cilindro disgregado y colocarlas en un recipiente tarado. Determinar y registrar su humedad (w) de acuerdo con NCh 1515 Of79; y
- Repetir las etapas anteriores con dos porciones más de la muestra de ensaye.

Nota 3: Se recomienda efectuar las tres determinaciones tratando de conseguir una humedad ligeramente mayor que el límite y ligeramente menor que el límite, respectivamente.

Nota 4: Se recomienda efectuar este ensaye en cámara húmeda. Si no se cuenta con este equipo deben tomarse las precauciones necesarias para reducir la evaporación.

CÁLCULOS

Calcular el promedio de dos contenidos de humedad. Repetir el ensayo si la diferencia entre los dos contenidos de humedad es mayor que el rango aceptable para los dos resultados listados en la tabla 1 para la precisión de un operador.

TABLA N° 4: Índice de precisión y tipo de ensayo (Limite Plástico)

Índice de precisión y tipo de ensayo	Desviación Estándar	Rango Aceptable de dos resultados
Precisión de un operador simple Límite Plástico	0,9	2,6
Precisión Multilaboratorio Límite Plástico	3,7	10,6

El límite plástico es el promedio de las humedades de ambas determinaciones. Se expresa como porcentaje de humedad, con aproximación a un entero y se calcula así:

$$\text{Límite Plástico} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

LÍMITE DE CONTRACCIÓN

El límite de Contratación (LC) de un suelo se define como el por ciento de humedad con respecto al peso seco de la muestra, con el cual, un reducción de agua, no ocasiona ya disminución en el volumen de suelo. La diferencia entre el límite plástico y el límite de contracción se llama índice de contratación (IC) y señala el rango de humedad para el cual el suelo tiene una consistencia semi-sólida.

Para la determinación del límite de contratación, es necesario contar con el equipo siguiente, y que se puede apreciar en la Fig. 5.18. Consta de: vasito de cristal de fondo plano de 1.27 cm. (1/2") de alto y un diámetro interior de 4.4 cm. (13/4"); mercurio líquido en cantidad aproximada de 300 cm³; regla metálica con bordes lisos para alisar la superficie del mercurio colocado en el vasito de porcelana; placa de vidrio con tres agujas colocadas según se indica en la figura; una probeta de cristal graduada con capacidad de 25cc, con graduaciones de 0,2 cc; vaso de cristal con borde liso; cápsula de porcelana; espátula, balanza con sensibilidad de 0.01gr. y una placa lisa de vidrio.

EQUIPO:

1. Plato de evaporación. De porcelana, de aproximadamente 140 mm de diámetro.
2. Espátula. O cuchillo, con una hoja flexible de aproximadamente 75 mm de largo por 20 mm de ancho.
3. Molde. Cilíndrico, metálico o de porcelana, con el fondo plano y de aproximadamente 45 mm de diámetro y 13 mm de altura.
4. Regla de enrase. De acero, de aproximadamente 150 mm de largo.
5. Taza de vidrio. De aproximadamente 60 mm de diámetro y 30 mm de altura, con su borde superior pulido y esencialmente paralela a la base.
6. Placa de vidrio. Con tres puntas para sumergir la muestra en el mercurio
7. Probeta. Con una capacidad de 25 mm y graduada a 0.2 ml
8. Balanza. Con una precisión de 0.01 g.
9. Mercurio. Suficiente para llenar la taza de vidrio.
10. Horno. Con los requerimientos de la norma.

El procedimiento a seguir en la determinación del límite de contracción (L.C.) es el siguiente:

PROCEDIMIENTO

- a) Se determina el volumen del vasito de porcelana llenándolo con mercurio líquido y nivelando su superficie con la placa lisa de cristal. Habiéndose llenado el vasito, para medir su volumen, se vacía el mercurio en la probeta graduada.
- b) Tómese unos 30gr. del material que pasa la malla N° 40 y añádase agua hasta formar una mezcla pastosa, cuya consistencia sea próximamente, la misma que la que tiene el suelo cuando su contenido de humedad es igual al límite líquido.
- c) Para que el material no se adhiera a las paredes del vasito de porcelana, dichas paredes deben cubrirse con una delgada capa de vaselina o de aceite.
- d) Se coloca la capa pastosa en el vasito de porcelana en tres capas iguales, se golpea sobre una superficie lisa hasta obtener una distribución uniforme del material.
- e) Una vez lleno el vasito con la masa pastosa, alísese la superficie quitado el material sobrante con la regla metálica. El volumen de esta masa de material húmedo será igual a la del vasito de porcelana (V_h).
- f) Se pasa el vasito de porcelana con la masa pastosa y antes de colocarla al horno deje que la masa se seque un poco al aire libre.

- g) Métase el vasito con la muestra al horno a una temperatura de 100 a 110°C hasta tener un secado completo.
- h) Sáquese del horno el vasito con la muestra seca y estando a temperatura ambiente pésele y regístrese dicho peso (P_s).
- i) El volumen (V_s) de la muestra seca, se obtiene como sigue: llénese el vasito de cristal con mercurio líquido y nivélese su superficie con la placa de vidrio que tiene agujas. Introdúzcase el panecillo seco cuidadosamente, evitando las burbujas de aire en el vaso lleno de mercurio, empujándolo con agujas de la placa de vidrio. Al introducirse el panecillo de suelo, él desalojará una cantidad de mercurio igual a su volumen (V_s).
- j) Se calcula el límite de contratación por la fórmula:

$$\text{L.C. } \{(P_h - P_s - (V_h - V_s)D_w) / P_s\} * 100$$

$$\text{L.C. } \{(W - (V_h - V_s)D_w) / P_s\} * 100$$

Donde:

D_w = densidad del agua

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

El índice de plasticidad IP, es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico. Al igual que otros factores, cuanto mayor es el índice de plasticidad de un suelo menor es su permeabilidad.

A las arenas limpias se les atribuye un índice de plasticidad nulo, aunque en realidad su valor no se puede determinar con exactitud.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Se puede definir el índice de plasticidad de un suelo como la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico.

$\text{L.P.} = \text{L.L.} - \text{L.P}$
--

donde:

L.L. = Límite Líquido

P.L. = Límite Plástico

L.L. y L.P., son números enteros

- Cuando el límite líquido o el límite plástico no puedan determinarse, el índice de plasticidad se informará con la abreviatura NP (no plástico).
- Así mismo, cuando el límite plástico resulte igual o mayor que el límite líquido, el índice de plasticidad se informará como NP(no plástico).

PRECISIÓN Y EXACTITUD

PRECISIÓN: El criterio para juzgar la aceptabilidad de los resultados de los ensayos de Límite Plástico obtenidos por este método de ensayo se da en la Tabla de Estimados de Precisión.

EXACTITUD: No existe un valor de referencia para este método de ensayo; la exactitud no puede ser determinada.

REFERENCIAS NORMATIVAS

AASHTO T 90

ASTM D 4318

CONTRACCIÓN LINEAL

La contracción lineal (CL) se define como el porcentaje de contracción, con respecto a la dimensión original, que sufre una barra de suelo de 2cm x 2cm x 10 cm al. Secarse en un horno a 100 – 110° C. desde una humedad equivalente a la humedad del límite líquido de concentración.

La prueba se ejecuta de la manera siguiente:

- a) Con la misma tapa usada en la determinación del límite líquido por el método directo de 25 golpes, se llena un molde de 2cm. X 2cm.X 10cm, haciendo el llenado en tres capas golpeando el molde contra algún lugar duro para expulsar el aire atrapado. Teniendo el molde lleno se enrasa que se deja al aire libre un buen rato para que se seque un poco y después se mete al horno para su secado a peso constante.

- b) Estando el material seco, se extrae de la barra y se mide su longitud (L_2).
- c) La relación entre la longitud que se contrajo ($L_1 - L_2$) y la longitud original (L_1) de la barra de su suelo húmedo y multiplicada por 100, da el porcentaje de contracción o contracción lineal del suelo.

$$C.L = \{(L_1 - L_2) / (L_1)\} * 100$$

2.5.2.4 CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

Existen varios métodos de clasificación de los suelos el conocido como sistema Unificado de Clasificación de Suelos, el de la Asociación Americana de Agencias Oficiales de Carreteras y Transportes (AASHTO), El Sistema del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), El sistema de la ASTM y el Sistema de la Agencia Federal de Aviación (FAA), para nombrar sólo unos cuantos. Actualmente, los departamentos estatales de transporte (antiguos Departamentos de carreteras) utilizan el sistema de clasificación de la AASHTO en Estados Unidos.

Todos los sistemas de clasificación de interés primordial para el Ingeniero Geotécnico utiliza los límites de Atterberg (por lo menos líquido y plástico) con un análisis parcial o total de la granulometría, y el proceso de eliminación para la clasificación de los suelos.

En todos los sistemas de clasificación es absolutamente esencial acompañar el símbolo de clasificación para la descripción debida del suelo, pues el símbolo particular de grupo es demasiado amplio y general como criterio de clasificación para, los suelos específicos.

Existen mucha similitud entre los diferentes métodos por lo cual, los métodos de clasificación de suelos Unificados y AASHTO solamente serán utilizados en el presente trabajo.

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Un Sistema de Clasificación de Suelos, es una agrupación de esto con características semejantes. El propósito es estimar en forma fácil las propiedades de un suelo por comparación con otros del mismo tipo, cuyas características se conocen. Son tantas las propiedades y combinaciones en los suelos y múltiples los intereses ingenieriles, que las clasificaciones están orientadas al campo de ingeniería para la cual se desarrollaron, por consiguiente, sólo se explicarán las clasificaciones empleadas en obras viales.

SISTEMA AASHTO

El Departamento de Caminos Públicos de USA (Bureau of Public Roads) introdujo uno de los primeros sistemas de clasificación, para evaluar los suelos sobre los cuales se construían las carreteras Posteriormente en 1945 fue modificado y desde entonces se le conoce como Sistema AASHTO y recientemente AASHTO.

El sistema describe un procedimiento para clasificar suelos en grupos, basado en las determinaciones de laboratorio de granulometría, límite líquido e índice de plasticidad. La evaluación en cada grupo se hace mediante un "índice de grupo". Se informa en números enteros y si es negativo se informa igual a 0.

El grupo de clasificación, incluyendo el índice de grupo, se usa para determinar la calidad relativa de suelos de terraplenes, material de subrasante, subbases y bases.

El valor del índice de grupo debe ir siempre en paréntesis después del símbolo del grupo, como: A-2-6 (3); A-7-5 (17), etc.

Cuando el suelo es NP o cuando el límite no puede ser determinado, el índices de grupo debe considerarse (0).

Si un suelo es altamente orgánico (turba) puede ser clasificado como A-8 sólo con una verificación visual, sin considerar el porcentaje bajo 0,08 mm, límite líquido e índice de plasticidad. Generalmente es de color oscuro, fibroso y olor putrefacto y fuerte.

TABLA N° 5: Sistema de Clasificación AASHTO

Clasific. General	Suelos Granulares ($\leq 35\%$ pasa 0,08 mm)						Suelos Finos ($> 35\%$ Bajo 0,08 mm)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Sub-Grupo	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6*	A-2-7*				A-7-5** A-7-6**
2 mm.	≤ 50										
0,5 mm.	≤ 30	≤ 50	≥ 51								
0,08 mm.	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35				36			
W_L				≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41
IP	≤ 6		NP	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11
Descripción	Gravas y Arenas		Arena Fina	Gravas y Arenas Limosas o Arcillosas				Suelos Limosos		Suelos Arcillosos	
	** A-7-5: $IP \leq (W_L - 30)$						A-7-6: $IP > (W_L - 30)$				
	Si el suelo es NP \Rightarrow IG = 0; Si IG < 0 \Rightarrow IG = 0										

El sistema de clasificación de la AASHTO utiliza además un índice de grupo para comprar diferentes tipos de suelos dentro de un mismo grupo. El índice de grupo se calcula de acuerdo con la ecuación:

$$I_G = 0.2^a + 0.005ac + 0.01bd$$

Donde:

a= Porcentaje del material más fino que el N° 200, mayor que el 35%, pero menor que el 75%, expresado como un número entero positivo ($1 \leq a \leq 40$).

b= Porcentaje de material que pasa el tamiz N° 200 mayor que el 15% pero menor que el 55% expresado como un número positivo entero ($1 \leq b \leq 40$).

c= Porción del límite líquido mayor que 40 pero no mayor que 60, expresada como un número positivo entero ($1 \leq c \leq 20$).

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN

El sistema desarrollado por el Dr. Arturo Casagrande utiliza la textura para dar términos descriptivos tales como: "GW", grava bien graduada; "GC", grava arcillosa; "GP", Grava mal graduada, etc.

Este sistema de clasificación se ha extendido en cooperación con la Oficina de mejoramiento de terrenos (Reclamation) de los Estados Unidos, y se denomina actualmente Sistema de Clasificación Unificado.

Está basado en la identificación de los suelos según sus cualidades estructurales y de plasticidad, y su agrupación con relación a su comportamiento como materiales de construcción en ingeniería. La base de la clasificación de suelos está en las siguientes propiedades:

1. Porcentaje de grava, arena y finos (fracción que pasa por el tamiz N° 200)
2. Forma de la curva de distribución granulométrica.
3. Características de plasticidad y compresibilidad.

Se establecen fracciones de suelos: Cantos rodados, gravas, arena y finos (limo o arcilla).

Los límites de demarcación entre las diversas fracciones y aspectos descriptivos, simbología, descripciones y criterios de clasificación de laboratorio, se dan en la Tabla I: Sistema Unificado de Clasificación de suelos, que se incluye.

Los suelos se separan en tres divisiones:

1. Suelos de grano grueso.
2. Suelos de grano fino.
3. Suelos altamente orgánicos.

Los suelos de grano grueso son aquellos que contienen 50 por ciento o menos de material más pequeño que la malla del tamiz N° 200, y suelos de grano fino son aquellos que contienen más del 50 por ciento de material más pequeño que el tamiz N° 200.

Los suelos altamente orgánicos pueden identificarse generalmente por inspección visual. Los suelos de grano se dividen en gravas (G) y arenas (S). Las gravas son aquellos suelos de grano grueso que tienen un porcentaje mayor de la fracción gruesa (la que no pasa por el tamiz N° 200) retenida en el tamiz N° 4, y las arenas son aquellos que su porción mayor para por el tamiz N° 4.

Tanto las gravas (G), como las arenas (S), se dividen en cuatro grupos secundarios, GW, GP, GM y GC y SW, SP, SM y SC, respectivamente, según la cantidad y tipo de los finos y la forma de la curva granulométrica.

En la indicada tabla se muestran los tipos representativos de suelos encontrados en cada uno de estos grupos secundarios, bajo el encabezamiento de "Nombres Típicos". Los suelos de grano fino se subdividen en limos (M) y arcillas (C), según su límite líquido y su índice de plasticidad. Los limos son suelos de grano fino con un límite líquido y un índice de plasticidad, de los cuales grama de la tabla II- 3y arcillas aquellos que dan puntos por encima de la línea "A". Seta definición no es válida para las arcillas orgánicas puesto que el límite líquido y el índice de plasticidad de estos suelos dan puntos por debajo de la línea "A", El limo (M) y la arcilla (C) se dividen a su vez en dos grupos secundarios basados en el hecho de que el suelo tenga un límite líquido relativamente bajo (L – low), o alto (H – high). Los tipos de suelos representativos encontrados en cada uno de los grupos resultante se dan en la tabla II-3 bajo "Nombres Típicos".

Los suelos altamente orgánicos son usualmente muy comprensibles y tienen características inadecuadas para la construcción. Se clasifican dentro del grupo designado por el símbolo Pt. Turba (Peat). El humus y los suelos de pantano son ejemplos típicos de este grupo de suelos.

TABLA N° 6: Sistema Unificado de Clasificación.

DIVISION MAYOR		GRUPO SIMBOLOS	DESCRIPCION	CRITERIO DE CLASIFICACION DEL LABORATORIO	
SUELOS DE GRANO GRUESO Mas de la mitad del material es mayor que el tamiz N° 200	GRAVAS (Mas de la mitad que el tamiz N° 4)	GWA LIMPIA (Poco o ningún finos)	Grava bien graduado o mezcla de arena y grava. Poco o ningunos finos.	GW	$C_u = \frac{D_{60, mayor\ que\ 4}}{D_{10}}$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} \text{ entre } 1 \text{ y } 3$
	GWA LIMPIA (Poco o ningún finos)	GM	Grava con finos, grava mal graduado muy limoso. Mezcla grava, arena y arcilla.	<p>1. Límites de Atterberg bajo el caso de estar sobre la línea "A" con I.P. entre 4 y 7; es decir, en un caso "límite", y usarse los dos símbolos</p>	
					GWB LIMPIA (Apreciable cantidad de finos)
	GWA LIMPIA (Poco o ningún finos)	SW	Arena bien graduada y arena gravilosa. Poco o ningunos finos.	$C_u = \frac{D_{60, mayor\ que\ 5}}{D_{10}}$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} \text{ entre } 1 \text{ y } 3$	
					ARENAS (Mas de la mitad que el tamiz N° 4)
	ARENAS (Mas de la mitad que el tamiz N° 4)	SM	Mezcla bien graduado arena y arcilla. Excelente aglutinante	<p>3. Límites de Atterberg sobre la línea "A" o I.P. mayor 7</p>	
					ARENAS (Mas de la mitad que el tamiz N° 4)
	SUELOS DE GRANO FINO Mas de la mitad del material es menor que el	ML	Arcilla inorgánica de baja o medias plasticidad. Arcilla arenosa.	<p>5. Límites de Atterberg sobre la línea "A" o I.P. mayor 7</p>	
					SUELOS DE GRANO FINO Mas de la mitad del material es menor que el
SUELOS DE GRANO FINO Mas de la mitad del material es menor que el	OL	Limos. Orgánico. Limos - arcilla orgánico de baja plasticidad.	<p>7. Límites de Atterberg sobre la línea "A" o I.P. mayor 7</p>		
				SUELOS DE GRANO FINO Mas de la mitad del material es menor que el	MH
SUELOS DE GRANO FINO Mas de la mitad del material es menor que el	CH	Arcilla inorgánica de alta plasticidad. Arcillas grasas	<p>9. Límites de Atterberg sobre la línea "A" o I.P. mayor 7</p>		
				SUELOS DE GRANO FINO Mas de la mitad del material es menor que el	OH
SUELOS DE GRANO FINO Mas de la mitad del material es menor que el	PL	Turba (paci) y otros materiales altamente orgánicos.	<p>11. Límites de Atterberg sobre la línea "A" o I.P. mayor 7</p>		

- Juárez Badillo – Rico Rodríguez, Mecánica de suelos – Tomo I.
- Juárez Badillo – Rico Rodríguez, Mecánica de suelos – Tomo II.
- Manual de Ensayo de Materiales (EM 2000).
- www.google.com / Ensayos de mecánica de suelos.

2.5.3.- TERMINOLOGIA BASICA

- **Capacidad Portante.-** Es la capacidad de soporte del suelo a fuerzas verticales.
- **Absorción.-** Agua que es retenido por el suelo.
- **Aluvial.-** Suelo que ha sido transportado en suspensión por agua y luego depositado sedimentándose.
- **Análisis Mecánico.-** Sirve para determinar la granulometría de un material o la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños.
- **Calicata.-** Que se realiza en un terreno, con la finalidad de permitir la observación de los estratos del suelo a diferentes profundidades y eventualmente obtener muestras disturbadas.
- **Cohesión.-** Es la resistencia del corte al suelo, a una tensión normal.
- **Compactación.-** Densidad del suelo por medio de una manipulación mecánica.
- **Consistencia.-** Relativa facilidad con la que el suelo puede fluir y deformarse.
- **Consolidación.-** Reducción gradual en volumen de un suelo como resultado de un incremento de las tensiones de compresión.
- **Corte (directo).-** Ensayo según el cual el suelo es sometido a una carga normal falla al moverse una sección con respecto a otra.
- **Cuarteo.-** Procedimiento de reducción del tamaño de una muestra.
- **Densidad en el sitio (in situ).-** Procedimiento para determinar el peso unitario de los suelos en el terreno.
- **Estudio de Mecánica de Suelos.-** Conjunto de exploraciones de investigaciones de campo, ensayos de laboratorio y análisis de gabinete que tienen, por objeto estudiar el comportamiento de los suelos y sus respuestas ante las sollicitaciones de una edificación
- **Finos.-** Porción de suelo mas fino que la malla N° 200.
- **Cimentación.-** Parte de la edificación que transmite al subsuelo las cargas de la estructura.
- **Capacidad de carga.-** Presión requerida para producir la falla de cimentación por corte (sin factores de seguridad).
- **Estrato Típico.-** Estrato de un suelo con características tales que puede ser representativo de otros iguales o similares en un terreno dado.
- **Nivel Freático.-** Nivel superior del agua subterránea en el momento de la exploración. El nivel se puede dar respecto a la superficie del terreno.

- **Presión Admisible por Asentamiento.**- Presión que al ser aplicada por la cimentación adyacente a una estructura, ocasiona un asentamiento diferencial igual al asentamiento admisible. En este caso no es aplicable el concepto factor de seguridad, ya que se trata de asentamientos.
- **Suelos Colapsables.**- Suelos que al ser humedecidos sufren un asentamiento o colapso relativamente rápido, que pone en peligro a las estructuras cimentadas sobre ellos o por cimentarse.
- **Suelos Expansivos.**- Suelos que al ser humedecido sufren expansión que pone en peligro a las estructuras cimentadas sobre ellos o por cimentarse.

2.5.4.- MARCO HISTORICO

GEOLOGÍA REGIONAL

El proceso de subducción que sufre la Placa de Nazca por debajo de la placa sudamericana ha dado origen a los sismos más destructivos que han ocurrido en el borde Oeste de América del Sur. La colisión de dichas placas ocasiona proceso de tectónicos que dieron origen al levantamiento de la Cordillera de los Andes.

El marco tectónico sedimentario desarrollado en toda la selva y fajas subandina, representados por los escudos Guayano – Brasileño y Geosinclinales, comprende sedimentos desde paleozoico hasta de edad reciente, depositados en ambientes marinos y continentales, relacionados o comprendidos en grandes eventos tectónicos que han controlado la distribución de la sedimentación y la orogénesis. En la zona del Alto Mayo, la roca más antigua encontrada data del triásico superior.

Luego de estas subsidencia, se produjo una emergencia que duró hasta el jurásico superior, en la cual, en la primera parte, se produjo un hiato erosional y, en la segunda parte, se originaron cuencas de deposición continental que dieron lugar a la formación sarayaquillo.

Siendo la sedimentación continental, se produjeron los últimos movimientos nevadianos que dieron lugar a un aplanamiento tanto por deposición en otras, que se extendió en toda la selva peruana, para luego dar un lugar a una gran subsidencia y consiguiente transgresión marina hacia el Este a través del portal Marañón que comprende casi todo el cretáceo, periodo en el cual se depositaron sedimentos en ambientes marino – litorales y profundos, con sucesión de transgresiones y regresiones menores por inestabilidad de elementos tectónicos.

Al finalizar el cretáceo superior, el mar fue retirando paulatinamente hacia el Oeste, por emergencia de todo este territorio, sin deformación estructural significativa en la selva que estuvo relacionada con la fase quechuaza de la orogénea andina. El marco tectónico de la sedimentación marina del cretáceo se continuó casi exactamente hasta el terciario para dar lugar a la deposición continental iniciada con la formación Huayabamba que presenta la última fase de deposición continuada.

Los depósitos plio – pleistocénicos y recientes son indicativos de que en la zona del alto mayo no hubo deposición significativa durante el terciario superior, probablemente debido al fuerte levantamiento andino de esta zona (Cordillera Cahuapanas), o en su defecto, los depósitos de terciario superior fueron erosionados muy rápidamente por estos levantamientos que continúan hasta la actualidad y que han producido la emergencia de las rocas a partir del triásico, para formar las cordilleras actuales y ser expuestas a la fuerte erosión. Este último levantamiento no fue uniforme en la región, debido a la formación de la depresión Mayo – Huallaga, donde se formaron medios lacustres de sedimentación y se depositaron sedimentos finos y gruesos, carbonosos, arcillas plásticas, etc., provenientes de las rocas triásicas, jurásicas, cretácicas y terciarias, consideradas en la formación avisado y sedimentos peistocénicos.

GEOMORFOLOGÍA REGIONAL

La Región San Martín se ubica en la zona morfo-estructural llamada Faja Subandina (Selva Alta), donde afloran rocas sedimentarias mesozoicas y cenozoicas de origen continental, tectonizadas por pliegues y fallas a fines del Terciario y durante el cuaternario.

La Faja Subamarina se encuentra entre dos unidades macrogeomorfológicas o grandes bloques morfo-estructurales: La Cordillera Oriental, y la Depresión Amazónica Oriental o Selva Baja.

EVOLUCIÓN GEOMORFOLÓGICO

La evolución geomorfológica de esta área empezó aproximadamente en el Terciario Superior con el desarrollo geotectónico intenso como continuación del levantamiento de la Cordillera de los Andes y de la formación de la depresión tectónica Mayo-Huallaga. Con ello se manifestaron nuevas condiciones

climáticas que dieron lugar a la primera red hidrográfica, iniciándose así el primer ciclo de erosión, que continúan actualmente. En la forma parcial y temporal, éste ciclo de erosión fue interrumpido por una deformación geotectónica que cerró la deformación tectónica entre Moyabamba y Tabalosos, originando un gran represamiento que colmató y aplanó la parte alta de la cuenca del Mayo (Moyobamba –Serranayaco). Este proceso terminó recientemente, y se ha iniciado el de denudación sobre este plano uniforme, dándose otra vez el ciclo de erosión actual en toda el área del Alto Mayo, que corresponde a un estado de “juventud”. Se estima que, por la relación geotectónica de la zona, deben ocurrir sucesivos rejuvenecimientos.

El aspecto determinante de la geomorfología del Valle del Bajo Mayo, lo constituye principalmente las estructuras que tienen un alineamiento estructural NNW –SSE, las que revelan el tectonismo andino y los eventos más recientes, que son los que han dado la geomorfología actual; así tenemos.

LA CORDILLERA TANGARANA

Correspondiente a las penúltimas estribaciones de la cordillera Oriental, alcanzando una altura máxima de 1,200 m.s.n.m. Presenta una topografía variada, de la fuerte a extremadamente empinada. Asociadas a ésta unidad existen fallas geológicas que corren paralelas a ésta cadena de cerros.

LA CORDILLERA ESCALERA

Se extiende longitudinalmente como prolongación de la cordillera Cahuapanas por el S-E. (Parte de Lamas, Tarapoto, Shapaja); es una cadena anticlinorium que se levantan hasta los 2500 m.s.n.m.

Se encuentra entre el Llano Amazónico y la depresión del Mayo. Está denominada por una morfología accidentada conformada por cerros de lancos muy agudos, disectados por quebradas profundas en gran parte cubiertos por una densa vegetación arbórea y que sirve de nacimiento de numerosos cursos de aguas en ambos flancos, donde se desarrollan cataratas, cascadas y rápidos y se constituye en lugares de atractivo turístico; así tenemos:

Flanco Oeste: Cumbaza, (con sus afluentes Añaquihui, Curiyacu, Guacamayillo, Canela ishpa, Cachiyacu, Shilcayo, Ahuashiyacu, Pucayaco, entre los principales.

Flanco Este: Shanuzi, Charapille, Caynarachi. Este anticlinorium continúa en la cordillera Azul, los que se dividen al ser cortados transversalmente por el río Huallaga en el Pongo de Aguirre (Cañon profundo cuyo fondo se encuentra entre 180 y 195 m.s.n.m.) y en la gran fosa tectónica o graben que las divide longitudinalmente desde Chazuta hasta el río Shanuzi por efecto de una falla de sobre-escurrimiento que ha originado un gran escarpe estructural de más de 1000 m. de altura. Esta formada por un sistema de bloques rocosos generadas por procesos tectónicos comprensivos que dado lugar a sobreescurrecimientos, fallas inversas, pliegues tipo anticlinadales y sinclinales apretados, edificando una cadena estructural compleja donde afloran las rocas más antiguas del área (cretácico –jurásico).

El substrato rocosos es de naturaleza sedimentaria, principalmente areniscas, algo de arcillitas y calizas; muy dislocadas que, ligado a las fuertes pendientes de las vertientes, facilitan la ocurrencia de deslizamiento y derrumbes y hace imposible el desarrollo de actividades productivas.

LA CORDILLERA AZUL

Cadena anticlinorium que divide la cuenca del Huallaga de la del Ucayali (Llano Amazónico); se levanta hasta los 2000 m.s.n.m. y su línea divisoria de agua es el límite Este entre San Martín y Loreto.

DEPRESIÓN TECTÓNICA DEL BAJO MAYO

Depresión donde se desarrolla el Valle del Bajo Mayo, se encuentra entre la cadena de cerros Ayumayo (margen derecha) y por una estribación de la cordillera Escalera, el anticlinal Lamas.

Los rasgos geomorfológicos más importantes se deben a la influencia de las estructuras geológicas provocadas por el tectonismo regional y la litología de las formaciones rocosas que los conforman. El intemperismo ha esculpido los rasgos geomorfológicos característicos de estas áreas, así tenemos: Cumbres o terrenos altos, escarpas muy empinadas, superficies moderadamente empinadas, Lomas suaves.

- MONGE F. (1990), "Efectos Geológicos del Sismo del 29 de Mayo de 1990 en el Departamento de San Martín, Perú", Instituto Geofísico del Perú, Lima, Perú.
- Página de Internet: [Google.com/ Proyecto indecipnud /02/051 ciudades sostenibles.](http://Google.com/Proyecto%20indecipnud/02/051%20ciudades%20sostenibles)
- Página de Internet: www.observaperu.com/index

PLANICE TARAPOTO

Esta área constituye una llanura comprendida entre el río Mayo y la Cordillera Escalera, extendiéndose desde Maceda hasta Juan Guerra; con una longitud de 23 Km. Un ancho variable de 4 a 10 Km. y una extensión de 15.000 Ha.

Se trata de una llanura de colmatación y erosión, donde se presentan una intercalación de depósitos arenosos aluviales pleitocénicos de gravas y cantos rodados limpios, con depósitos arcillo-arenosos de abanicos aluviales y depósitos coluviales, con un espesor aproximado de 100m.

Esta planicie ha sido deformada y vasculada en el flanco nororiental por levantamiento de la Cordillera Escalera y parcialmente erosionada, dando lugar a la acumulación de depósitos recientes por el río Cumbaza y quebradas afluentes, de muy poco espesor. Esta deformación ha originado la ocurrencia de acuíferos confinados en el flanco nororiental.

La geología en este sector está caracterizada por la presencia de depósitos cuaternarios de los tipos aluviales, fluvio –aluviales y coluvio-aluviales, principalmente. Estos materiales provienen principalmente de la cadena montañosa al Este de la Ciudad de Tarapoto, denominada Cordillera Azul.

La zona del estudio presenta una litología que es esencialmente de naturaleza arenosa, con bloques y cantos rodados (de 60 a 70cm. De diámetro que son areniscas blanquecinas a cremas, con matriz arenosa a ligeramente arcillosa, con lentes de arcilla rojiza y de arena limo-arcillosa. Siendo todo esto producto de lo que denominamos “Aluvión de Tarapoto” que tuvo sus orígenes en la Cordillera Azul. El distrito de la Banda de Shilcayo forma parte de la unidad geomorfológico Plancie Tarapoto.

ESTRATIGRAFIA LOCAL

El basamento o “substratum” de los suelos o depósitos aluviales del Cuaternario sobre los cuales se encuentra el área urbana del Distrito de La Banda de Shilcayo esta constituido por rocas lutitas del Terciario de coloraciones que van desde el rojizo al anaranjado.

2.6.-HIPOTESIS A DEMOSTRAR

Encontrar mediante estudio de laboratorio la capacidad portante del suelo del Distrito de la Banda de Shicayo.

III.- MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

Para el presente trabajo se ha hecho uso de lo siguiente:

3.1.1 Recursos Humanos:

- a. 1 jefe (Responsable de la Tesis)
- b. 1 auxiliar (Dibujante)
- c. 2 ayudantes
- d. 4 Peones

3.1.2 Recursos Materiales:

- Carta Nacional a escala 1: 100,000
- Mapa Geológico de la Región San Martín
- Papel Canson
- Papel milimetrado
- Papel Bond A-4
- Portaminas
- 01 escalímetro
- 01 máquina fotográfica

3.1.3 Recursos de Equipos:

- 01 computadora
- 01 tablero de dibujo
- 1 calculadora científica

3.2 MÉTODOLÓGIA:

Para el desarrollo de la presente Tesis se ha utilizado la siguiente metodología.

3.2.1 UNIVERSO Y/O MUESTRA

El universo estará formado por el suelo del Distrito de la Banda de Shilcayo.

3.2.2 SISTEMA DE VARIABLE

a) **Variable Dependiente.-**

Suelos

b) **Variable Independiente**

Estudios de Laboratorio

3.2.3 DISEÑO DE INSTRUMENTOS DE SELECCIÓN DE DATOS

Se contará con las siguientes fuentes e instrumentos de selección de datos:

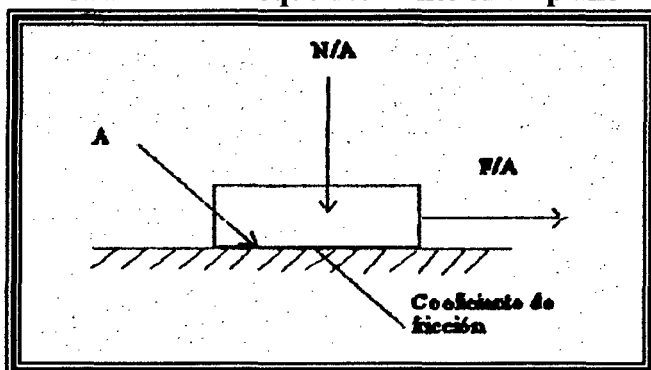
- Asesoramiento Profesional especializado
- Información de textos
- Ensayos de Laboratorio

3.2.3 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

RESISTENCIA CORTANTE DE LOS SUELOS Y DISTRIBUCIÓN DE RESIONES

Es conveniente considerar un modelo simple al comenzar la discusión, se presenta un bloque descansando en una superficie plana. El bloque está sujeto a una fuerza normal N , que actúa perpendicular superficie plana. Si se incrementa gradualmente la fuerza de corte F , el bloque se deslizará cuando:

FIGURA N° 6: Bloque deslizando en un plano



$$F = N \times \mu$$

$$N/A = 0$$

$$F/A = \tau$$

$$\text{Coeficiente de fricción} = \mu$$

$$A = \text{Área.}$$

Donde μ es el coeficiente de fricción entre el bloque y el plano. Dividiendo los dos términos por el área de contacto A, se obtiene:

$$F/A = (N/A) \times \mu$$

$$\tau = \sigma \times \mu$$

donde τ es el esfuerzo de cortante y σ es el esfuerzo normal en el plano deslizamiento. Si la oblicuidad del esfuerzo resultante en el plano deslizante (plano de falla) se denomina ϕ como se indica en la

La ecuación $\tau = \sigma \times \mu$; puede

Escribirse como:

$$\tau = \sigma \times \phi$$

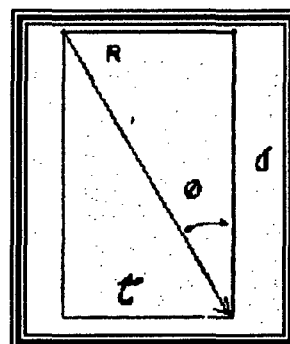


FIGURA N° 7: Oblicuidad del esfuerzo resultante.

CORTE DIRECTO

Este Modo Operativo está basado en las Normas ASTM D 3080 y AASHTO T 236, las mismas que se han adaptado al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

GENERALIDADES:

Cuando una estructura se apoya en la tierra, transmite los esfuerzos al suelo de fundación. Estos esfuerzos producen deformaciones en el suelo que pueden ocurrir de tres maneras:

- a. Por deformación elástica de las partículas.
- b. Por cambio de volumen en el suelo como consecuencia de la evacuación del líquido existente en los huecos entre las partículas.
- c. Por deslizamiento de las partículas, que pueden conducir al deslizamiento de una gran masa de suelo.

El primer caso es despreciable para la mayoría de los suelos, en los niveles de esfuerzo que ocurren en la práctica. El segundo caso corresponde al fenómeno de la consolidación. El tercer caso, corresponde a fallas del tipo catastróficos y para evitarla se debe hacer un análisis de estabilidad, que requiere del conocimiento de la resistencia al corte de suelo.

El análisis debe asegurar, que los esfuerzos de corte solicitantes son menores que la resistencia al corte, con un margen adecuado de modo que la obra siendo segura, sea económicamente factible de llevar a cabo.

Vemos que es absolutamente imposible independizar el comportamiento de la estructura y el del suelo.

Por tanto el problema de la determinación de la resistencia al esfuerzo cortante de los suelos puede decirse que constituye uno de los puntos fundamentales de toda la Mecánica de Suelos. En efecto, una valoración correcta de este concepto constituye un paso previo imprescindible para intentar, con esperanza de éxito cualquier aplicación de la Mecánica de Suelos al análisis de la estabilidad de las obras civiles.

El procedimiento para efectuar la prueba directa de resistencia al esfuerzo cortante tal como se presenta en este informe, se aplica solamente al más sencillo de los casos que pueden presentarse en la práctica: aquel en que se prueba el material en estado seco.

OBJETIVO

Tiene por objeto establecer el procedimiento de ensayo para determinar la resistencia al corte de una muestra de suelo consolidada y drenada, por el método del corte directo.

Este ensayo puede realizarse sobre todos los tipos de suelos, con muestras inalteradas y remoldeadas.

El ensayo consiste en:

1. Colocación de la muestra en el dispositivo de corte.
2. Aplicación de una carga normal.
3. Disposición de los medios de drenaje y humedecimiento de la muestra.
4. Consolidación de la muestra.
5. Liberación de los marcos que sostienen la muestra.
6. Aplicación de la fuerza de corte para hacer fallar la muestra.

APARATOS:

1. Maquina de corte directo.
2. Caja de corte directo.

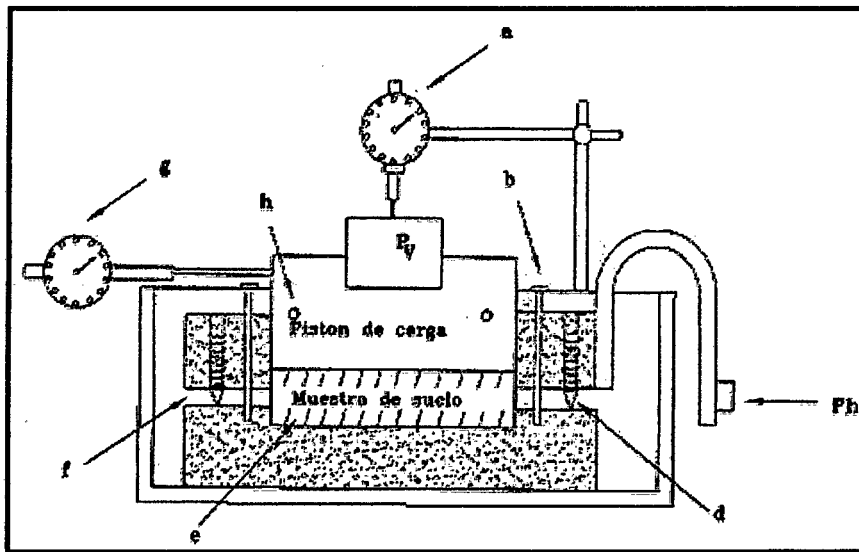


FIGURA N° 8: Detalles del ensayo y la caja de corte directo

En la figura N°6, se aprecian los siguientes componentes: (a) Deformímetro para medir desplazamientos verticales (b) barra de carga (c) pasadores de alineación (d) tornillos para separar las partes de la caja de corte (e) bordes estriados para retener la muestra (f) espacio mayor que el tamaño de la máxima partícula en la muestra (g) Deformímetro (h) juego de tornillos para fijar en posición la cabeza de carga.

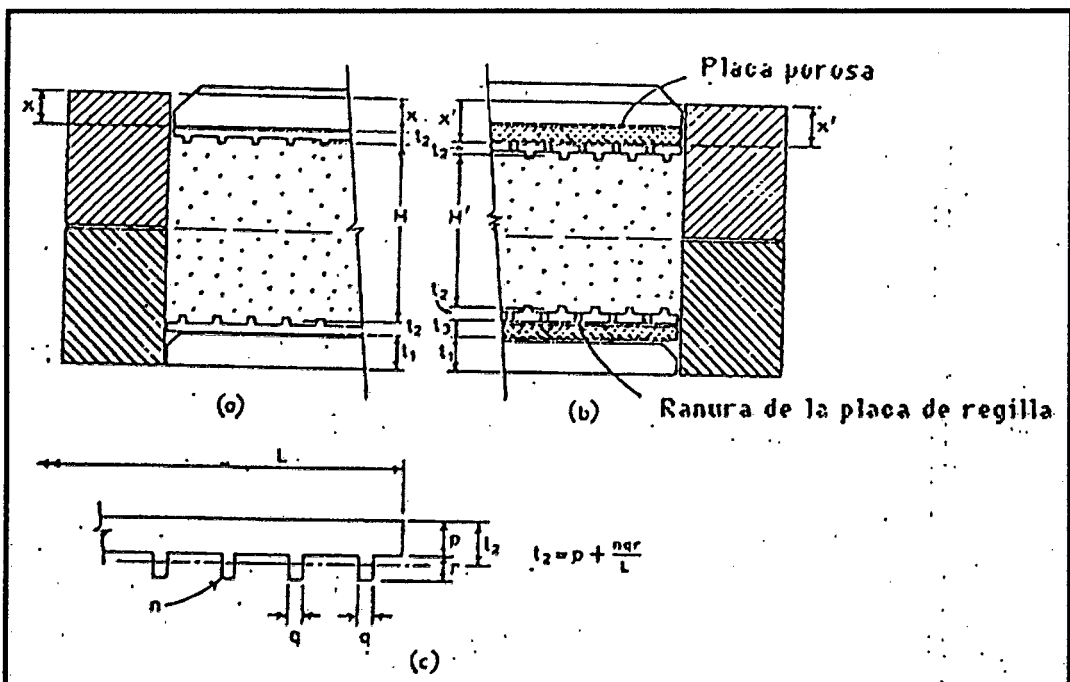
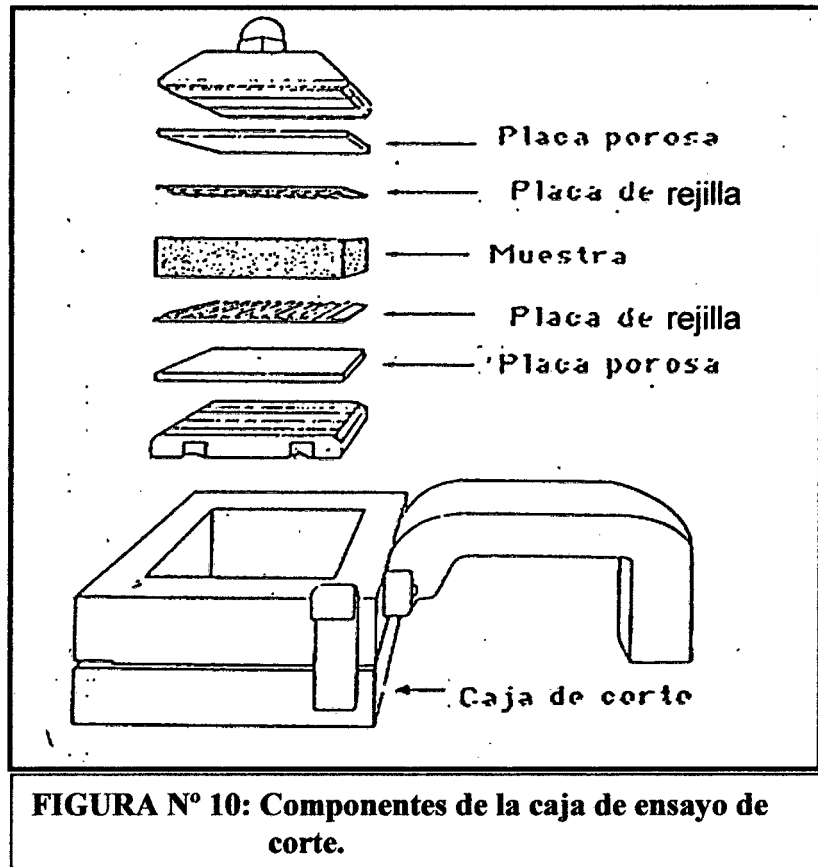


FIGURA N° 9: Placas de la caja de corte.



PREPARACIÓN DE LOS ESPECIMENES

1. Si se usa una muestra inalterada, debe ser suficientemente grande para proveer un mínimo de tres muestras idénticas.
2. La preparación de la muestra debe efectuarse de tal manera que la pérdida de humedad sea insignificante.
3. La muestra se talla sobre medida para las dimensiones del dispositivo de corte directo.
4. Para muestras inalteradas de suelos sensibles, debe tenerse extremo cuidado al labrar las muestras, para evitar la alteración de su estructura natural.
5. Se determina el peso inicial de la muestra para el cálculo posterior del contenido inicial de humedad de acuerdo con la norma MTC E108.
6. Si se utilizan muestras de suelos compactados, la compactación debe hacerse con las condiciones de humedad y peso unitario deseados. Se puede efectuar directamente en el dispositivo de corte, en un molde de dimensiones iguales a las del dispositivo de corte o en un molde mayor para recortarlas.
7. El diámetro mínimo de las muestras circulares o el ancho mínimo para muestras rectangulares debe ser alrededor de 50 mm (2").

Para minimizar las alteraciones causadas por el muestreo, el diámetro de las muestras obtenidas de tubos sacamuestras debe ser, por lo menos, 5 mm (1/5") menor que el diámetro del tubo.

8. El espesor mínimo de la muestra de ensayo, debe ser alrededor de 12 mm (1/2"), pero no menor de un sexto el tamaño máximo de las partículas del suelo.
9. La relación mínima diámetro/espesor o ancho/espesor, según la muestra, debe ser 2:1.

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

1. Se ensambla la caja de corte con los marcos alineados y se bloquea. Se aplica una capa de grasa entre los marcos para lograr impermeabilidad durante la consolidación y reducir la fricción durante el corte. Pueden también usarse espaciadores o superficies recubiertas con tetrafluoretileno-fluoruro carbono, para reducir la fricción durante el corte.
2. Se introduce la muestra de ensayo con sumo cuidado. Se conecta el dispositivo de carga y se ajusta el dial para medir tanto la deformación durante el corte, como el cambio del espesor de la muestra y luego se determina el espesor inicial. La costumbre de humedecer las piedras porosas antes de la colocación y aplicación de la fuerza normal sobre las muestras, dependerá del tipo de problema en estudio. Para muestras inalteradas obtenidas bajo el nivel freático, deben humedecerse las piedras. Para suelos expansivos se debe efectuar el humedecimiento después de la aplicación de la fuerza normal, para evitar expansiones que no son representativas de las condiciones de campo.
3. Se debe permitir una consolidación inicial de la muestra bajo una fuerza normal adecuada. Después de aplicar la fuerza normal predeterminada, se llena el depósito de agua hasta un nivel por encima de la muestra, permitiendo el drenaje y una nueva consolidación de la misma. El nivel del agua se debe mantener durante la consolidación y en las fases siguientes de corte de tal manera que la muestra esté saturada en todo momento.
4. La fuerza normal que se aplique a cada una de las muestras depende de la información requerida. Un solo incremento de ella puede ser apropiado para suelos relativamente firmes. Para los demás suelos pueden ser necesarios varios incrementos con el objeto de prevenir el daño de la muestra. El primer incremento dependerá de la resistencia y de la sensibilidad del suelo. En general, esta fuerza no debe ser tan grande que haga fluir el material constitutivo de la muestra por fuerza de corte.

5. Durante el proceso de la consolidación deben registrarse las lecturas de deformación normal, en tiempos apropiados, antes de aplicar un nuevo incremento de la fuerza.
6. Cada incremento de la fuerza normal debe durar hasta que se complete la consolidación primaria. El incremento final debe completar la fuerza normal especificada.
7. Corte de la muestra. Luego de terminada la consolidación se deben soltar los marcos separándolos aproximadamente 0.25 mm (0.01"), para permitir el corte de la muestra. Se debe aplicar la fuerza de corte lentamente para permitir la disipación completa del exceso de presión de poros.

Para determinar la velocidad de aplicación de la carga hasta la falla, se puede emplear la siguiente expresión:

$$\text{Tiempo para falla} = 50 t_{50}$$

Donde: $50 t_{50}$ = Tiempo requerido por la muestra para lograr el 50 % de consolidación bajo la fuerza normal.

En el ensayo con control de deformaciones, la velocidad de aplicación de cargas puede determinarse, aproximadamente, dividiendo la deformación estimada de corte, durante el esfuerzo máximo de corte, por el tiempo calculado para la falla.

Se continúa el ensayo hasta que el esfuerzo de corte sea constante, o hasta que se logre una deformación del 10 % del diámetro o de la longitud original.

En el ensayo con control de esfuerzos, se comienza con incrementos de la fuerza de corte de aproximadamente un 10 % de la máxima estimada.

Antes de aplicar un nuevo incremento, se permitirá por lo menos un 95 % de consolidación bajo el incremento anterior.

Cuando se ha aplicado del 50 % al 70 % de la fuerza de falla estimada, los nuevos incrementos serán de la mitad del valor de los aplicados hasta ese momento, o sea el 5 % de la máxima fuerza de corte.

En la proximidad de la falla, los incrementos de la fuerza pueden ser iguales a un cuarto del incremento inicial (2.5 % de la fuerza normal de corte estimada).

Se debe llevar registro de la fuerza de corte aplicada y la deformación normal y de corte para intervalos convenientes de tiempo. Con preferencia, el incremento de la fuerza de corte debe ser continuo.

Terminado el ensayo, se remueve la muestra completa de la caja de corte, se seca en la estufa y se determina el peso de los sólidos.

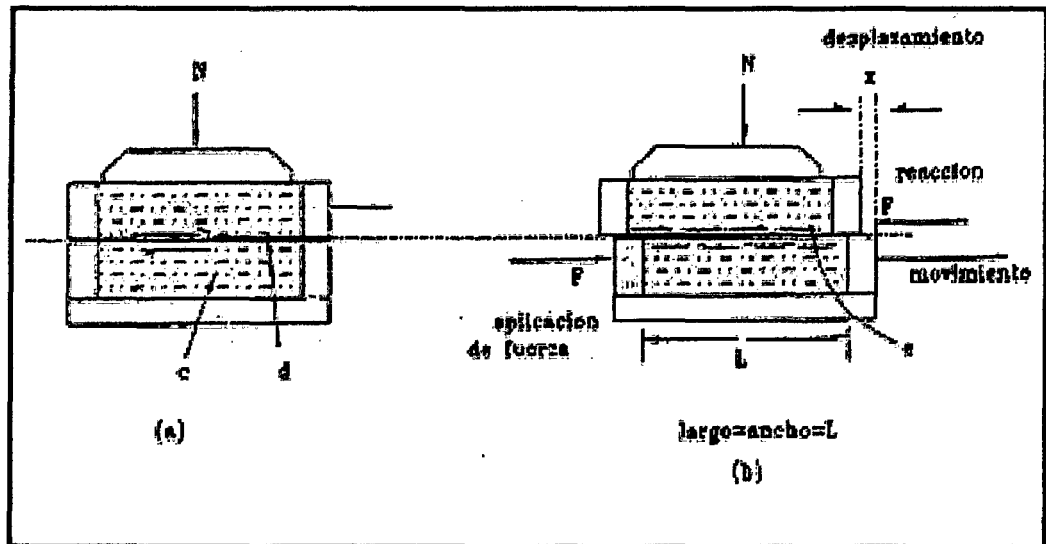


FIGURA N° 11: Principio del ensayo de corte directo.

FUNDAMENTOS PARA EL ANALISI DE ENSAYO – LEY DE COULOMB

El ensayo de corte directo impone sobre un suelo las condiciones idealizadas del ensayo. sea, induce la ocurrencia de una falla a través de un plano de localización predeterminado. Sobre este plano actúan dos fuerzas (o esfuerzos): un esfuerzo normal debido a una carga vertical (P_v) aplicada externamente y un esfuerzo cortante debido a la aplicación de una carga horizontal (P_h). Estos esfuerzos se calculan simplemente como:

$$\sigma_n = P_v / A$$

$$\tau_f = P_h / A$$

Donde A es el área nominal de la muestra (o de la caja de corte) y usualmente no se corrige para tener en cuenta el cambio de área causada por el desplazamiento lateral de la muestra (P_h). La relación entre los esfuerzos de corte de falla (τ_f) y los esfuerzos normales (σ_n) en suelos, se muestra en la figura 12 y puede representarse por la ecuación siguiente:

$$\tau_f = c + \sigma_n * \text{tg } \Phi$$

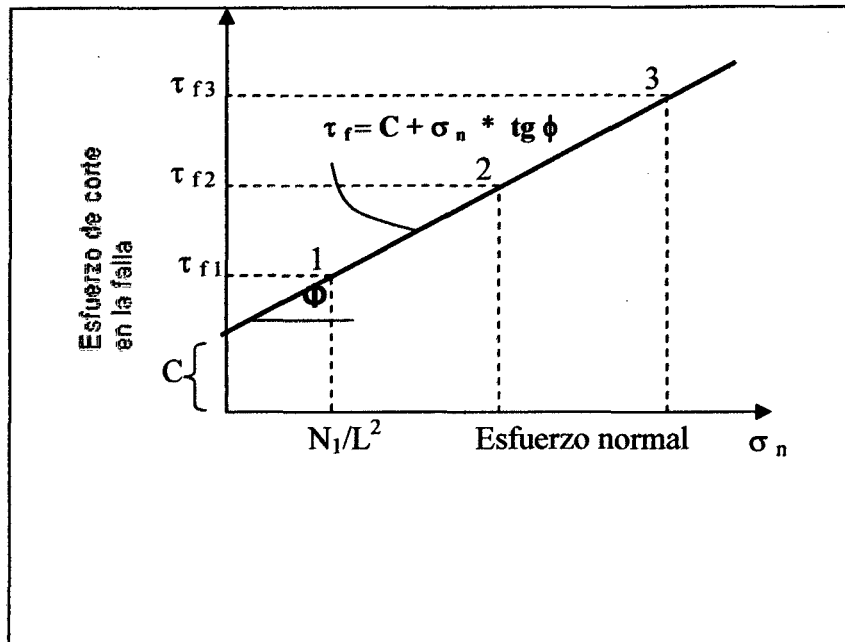


FIGURA Nº 12: Relación de los esfuerzos de corte máximo y los esfuerzos normales. La línea recta obtenida se conoce como envolvente de falla.

ECUACION DE FALLA DE CORTE DE COULOMB

En 1776 Coulomb observó que si el empuje que produce un suelo contra un muro de contención produce un ligero movimiento del muro, en el suelo que está retenido se forma un plano de deslizamiento esencialmente recto. El postuló que la máxima resistencia al corte, τ , en el plano de falla esta dada por:

$$\tau = c + \sigma \tan \phi$$

Donde: σ es el esfuerzo normal total en el plano de falla.
 ϕ es el ángulo de fricción del suelo.
 c es la cohesión del suelo.

La utilización de la ecuación de Coulomb no condujo siempre a diseños satisfactorios de estructuras de suelo. La razón para ello no se hizo evidente hasta que Terzaghi publicó el principio de esfuerzos efectivos.

$$\sigma = \sigma' + u$$

Donde u = presión intersticial.

σ' = esfuerzo efectivo.

Pudo apreciarse entonces que, dado que el agua no puede soportar esfuerzos cortantes substanciales, la resistencia al corte de un suelo debe ser el resultado únicamente de la resistencia a la fricción que se produce en los puntos de contacto entre partículas; la magnitud de ésta depende solo de la magnitud de los esfuerzos efectivos que soporta el esqueleto de suelo. Por tanto, cuanto más grande sea el esfuerzo efectivo normal a un plano de falla potencial, mayor será la resistencia al corte en dicho plano. Entonces, si se expresa la ecuación de Coulomb en términos de esfuerzos efectivos, se tiene:

$$\tau = c' + \sigma' \tan \phi'$$

En la cual los parámetros c' y ϕ' son propiedad del esqueleto de suelo, denominadas cohesión efectiva y ángulo de fricción efectiva, respectivamente. Puesto que la resistencia al corte depende de los esfuerzos efectivos en el suelo, los análisis de estabilidad se harán entonces, en términos de esfuerzos efectivos. Sin embargo, en ciertas circunstancias el análisis puede hacerse en términos de esfuerzos totales y por tanto, en general, se necesitará determinar los parámetros de resistencia al corte del suelo en esfuerzos efectivos y en esfuerzos totales. Es decir, los valores de c' , ϕ' y c , ϕ . Estos se obtienen, a menudo en ensayos de laboratorio realizados sobre muestras de suelo representativas mediante el ensayo de corte directo (ASTM D-3080-72) o el ensayo de compresión Triaxial (ASTM D-2805-70).

VENTAJAS DEL ENSAYO DE CORTE DIRECTO

- 1 El ensayo es relativamente rápido y fácil de llevar a cabo.
- 2 El principio básico es fácilmente comprensible.
- 3 La preparación de la muestra no es complicada.
- 4 El principio puede aplicarse a suelos granulares y otros materiales que contienen grandes partículas que serían muy caras de ensayar por otros medios.
- 5 Puede medirse el ángulo de fricción entre suelo y roca, o entre suelo y otros materiales.

6 El ensayo Triaxial es, relativamente, mucho más difícil de ejecutar e interpretar, especialmente si se toman medidas de presión de poros.

7 El tamaño de las muestras hace que efectuar ensayos consolidados no drenados y consolidados drenados no requiere demasiado tiempo, pues el tiempo de drenaje es bastante corto aún para materiales con bajo coeficiente de permeabilidad, debido a que el camino de drenaje es muy pequeño.

8 Se ha introducido cajas con muestra cuadrada de forma que la reducción de área durante el ensayo pueda fácilmente tenerse en cuenta si se desea. El uso de cajas cuadradas es relativamente reciente, y la mayoría de las máquinas antiguas todavía en servicio, utilizan cajas circulares.

9 La máquina de corte directo es mucho más adaptable a los equipos electrónicos de medición, de forma que no se requiera la presencia continua de un operario para efectuar ensayos consolidados- drenados, que puedan durar varios días.

10 Se ha encontrado que los parámetros de suelo τ y c obtenidos por el método de corte directo son casi tan confiable como los valores triaxiales (probablemente esto se debe más a problemas del operador que al hecho de que los equipos tengan igual capacidad de comportamiento). Lo anterior no quiere indicar que el ensayo Triaxial sea indeseable; sino que, si se desean únicamente los parámetros de suelo, los valores que brinda el ensayo de corte directo se han encontrado usualmente bastante aceptables.

COMPONENTES DE LA RESISTENCIA AL CORTE

De la ley de Coulomb se desprende que la resistencia al corte de suelos en términos generales tiene dos componentes:

a) **Fricción ($tg \Phi$)** que se debe a la trabazón entre partículas y al roce entre ellas cuando están sometidas a esfuerzos normales.

b) **Cohesión (C)** que se debe a fuerzas internas que mantienen unidas a las partículas en una masa.

Como en la ecuación " $\tau_f = c + \sigma_n * tg \Phi$ " existen dos cantidades desconocidas (c y Φ), se requiere obtener dos valores, como mínimo de esfuerzo normal y esfuerzo cortante para obtener una solución.

Como el esfuerzo cortante τ y el esfuerzo normal σ_n tienen el mismo significado dado en la construcción del círculo de Mohr, en lugar de resolver una serie de ecuaciones simultáneas para c y para $\text{tg } \Phi$, es posible dibujar en un plano de ejes coordenados los valores de τ contra σ_n para los diferentes ensayos (generalmente con τ como ordenada), dibujar una línea a través del lugar geométrico de los puntos, y establecer la pendiente de la línea como el ángulo y la intersección con el eje τ como la cohesión c .

Para materiales no cohesivos, la cohesión debería ser cero por definición y la ecuación de Coulomb se convierte en:

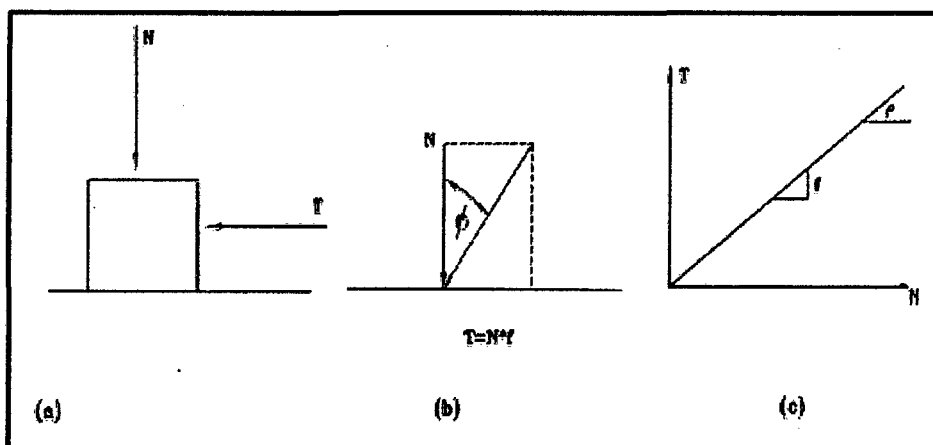
$$\tau_f = \sigma_n * \text{tg}\Phi$$

Siendo N la fuerza vertical que actúa sobre el cuerpo, la fuerza horizontal necesaria (T) para hacer deslizar el cuerpo, debe ser superior a N , siendo el coeficiente de roce entre los dos materiales. Esta relación también puede ser escrita de la forma siguiente:

$$T = N \text{tg}\Phi$$

siendo Φ , el ángulo de roce o ángulo formado por la resultante de las dos fuerzas con la fuerza normal. La resistencia al deslizamiento es proporcional a la presión normal y puede ser representada Por la figura 13.

FIGURA N° 13: Mecanismo de los fenómenos de fricción.



CÁLCULOS

Calcúlense los siguientes valores:

- Contenido inicial de humedad.

- Peso unitario seco inicial y peso unitario húmedo inicial.
- Esfuerzos de corte.
- Relación de vacíos antes y después de la consolidación y después del ensayo de corte, si se desea.
- Los grados de saturación inicial y final, si se desea.

La capacidad de carga admisible de los suelos, en el área de estudio a nivel de cimentación, se determina en forma general por las fórmulas de KARL TERZAGHI, que propuso una fórmula sencilla para la carga máxima que podría soportar una cimentación continua con carga vertical centrada,¹ apoyada sobre la superficie de un suelo dada por:

$$q_u = C N_c + \gamma D_f N_q + 1/2 \gamma B N_\gamma$$

$$q_u = 2/3 C N_c' + \gamma D_f N_q' + 1/2 \gamma B N_\gamma'$$

$$q_{ad} = q_u / F_s$$

Donde:

- q_u : Capacidad Última de Carga
 q_{ad} : Capacidad Admisible de Carga
 F_s : Factor de Seguridad
 γ : Densidad Natural
 B : Ancho de la Zapata
 D_f : Profundidad de la Cimentación
 C : Cohesión.
 N_c', N_q', N_γ' : Factores de Carga en Función del Angulo de Fricción " ϕ "
 N_c, N_q, N_γ : Factores de Carga en Función del Angulo de Fricción " ϕ "

REFERENCIAS NORMATIVAS

ASTM D 3080

AASHTO T 236

PRUEBA DE COMPRESIÓN AXIAL NO CONFINADA.

La determinación de la resistencia al corte de las arcillas puede basarse en los resultados de la prueba de compresión simple o prueba de compresión axial no confinada, mientras no se demuestre que el método elástico para resolver problemas de estabilidad de estratos naturales de arcilla sea más práctica y más exacto que el método plástico.

Las muestras para el ensayo se obtienen por medio de tubos de pared delgada.

PROCEDIMIENTO.

Se extraen las muestras del tubo muestreador luego los extremos del espécimen son recortados cuidadosamente con una cierra de alambre fino o con un cuchillo, dejando al espécimen con una relación altura diámetro de 2 a 3.

El espécimen se coloca en la máquina de compresión simple y se centra en el plato inferior. Un brazo de extensión permite la lectura del micrómetro indicador de la deformación vertical.

Se aplica carga a una velocidad tal que haga comprimir al espécimen a razón de 0.5 a 1% de su altura por minuto. La carga queda indicada automáticamente en el micrómetro del anillo de prueba.

El punto de falla se detecta fácilmente cuando el micrómetro del anillo de la baja la velocidad, se para titubea, y baja mientras que está aún aplicándosele carga. Cuando el suelo es una arcilla muy blanda y no se rompe durante la prueba sino que se de forma entonces se considera como carga de ruptura la que corresponda a una disminución de altura del espécimen de un 20% de su altura inicial.

Se obtiene la carga P de ruptura leída en el micrómetro haciendo uso de su curva de calibración que cada aparato trae consigo.

$$q_u = \sigma = P/A' = \text{carga /área corregida} = 2c$$

El área corregida A' será igual al área inicial A de la muestra dividida entre uno menos la deformación unitaria o sea:

$$A \cdot h = A' \cdot h' = A' \cdot (h - \Delta) = A' \cdot (h - eh) = A' \cdot h (1 - e)$$

De donde:

$$A' = A/(1 - e)$$

e : Deformación unitaria

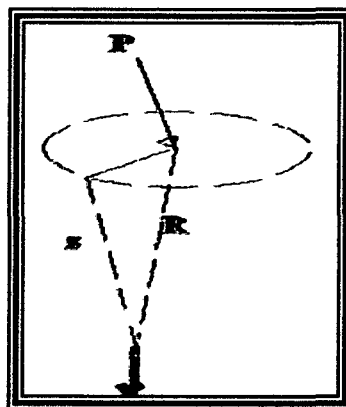
DISTRIBUCION DE PRESIONES

Asegurar que un material es homogéneo equivale a decir que en todos sus puntos, las propiedades físicas son idénticas. Indudablemente que no podemos decir que un suelo saturado de agua sea homogéneo. Decir que un material es isótropo equivale a decir que para cada punto del material las propiedades físicas son las mismas en todas las direcciones. En los suelos tampoco podemos afirmar que rige esta hipótesis ya que siendo los suelos formaciones naturales se han consolidado y por lo tanto las propiedades de resistencia en dirección horizontal son diferentes a las de resistencia en dirección vertical.

Se dice que un material es elástico cuando sigue la ley de Hooke, o sea en el cual las deformaciones son proporcionales a los esfuerzos. Si se considera un sólido elástico, homogéneo e isótropo que se extiende en todas direcciones, con una carga aplicada sobre él, se puede determinar la distribución de presiones en su interior.

El caso más sencillo de las distribuciones correspondiente a una carga concentrada, vertical, espacio, en la superficie del semi espacio como lo indica la figura que sigue:

FIGURA N° 14: Carga concentrada vertical en superficie de semiespacio



El problema matemático fijé resuelto por Boussinesq en el año de 1865 aplicando la teoría de la elasticidad y las formulas por él obtenidas las cuales llevan su nombre

son:

$$\begin{aligned} & \sigma_R \left\{ \frac{P}{2\pi} \left[\frac{3r^2 Z}{(r^2 + Z^2)} - (1-2u)(r^2 + Z^2 + z(r^2 + Z^2)^{1/2}) \right] \right\} \\ & = \left\{ \frac{P}{2\pi l z} \right\} \left[\left\{ 3 \operatorname{sen}^2 \Theta \cos^3 \Theta - \frac{(1-2u) \cos^2 \Theta}{(1+\cos \Theta)} \right\} \right] \\ & \sigma_t = \left(\frac{P}{2\pi l} \right) (1-2u) \left\{ \frac{z}{(r^2 + Z^2)^{3/2}} - \frac{1}{(r^2 + Z^2 + z(r^2 + Z^2)^{1/2})} \right\} = \\ & \sigma_t = \left(\frac{P}{2\pi l z} \right) (1-2u) \left[\cos^3 \Theta - \frac{\cos^2 \Theta}{(1+\cos \Theta)} \right] \\ & \sigma_z = \left\{ \frac{P}{2\pi l} \right\} \left\{ \frac{3r z^2}{(r^2 + Z^2)^{3/2}} \right\} = \left\{ \frac{P}{2\pi l z} \right\} (3 \operatorname{sen} \Theta \cos^4 \Theta) \end{aligned}$$

En el de los suelos, la expresión de Boussinesq que más interesa es aquella que da la presión vertical a σ_r sobre un plano horizontal a la profundidad z y una distancia radial r , o sea, la primera de las ecuaciones expuestas.

La forma más usual de la mencionada ecuación es:

$$\sigma_z = \left(\frac{3P}{2\pi l z^2} \right) \left\{ \frac{1}{(1+(r/z)^2)^{3/2}} \right\}$$

También se puede expresar la fórmula anterior así:

$$\sigma_z = \left(\frac{3P}{2\pi l z^2} \right) \left\{ \frac{1}{(1+(r/z)^2)^{3/2}} \right\}$$

o de la siguiente forma:

$$O_z = K_B (P/Z^2)$$

Donde.

$$K_B = \frac{3}{2\pi} \left\{ \frac{1}{(1+(r/z)^2)^{3/2}} \right\} = 0.478 / (1+(r/z)^2)^{3/2}$$

Como se puede notar, en la fórmula de Boussinesq no intervienen las constantes elásticas del material, por lo que puede ser aplicada a materiales de muy distinta naturaleza. La carga centrada da el mismo valor de esfuerzo independiente de las constantes elásticas. Las deformaciones de uno y otro cuerpo serán diferentes, pero el esfuerzo es el mismo.

En la práctica lo que se hace es determinar el efecto de un sistema de cargas sobre el suelo aplicando la ecuación de Boussinesq, que más adelante se expone, y para

estudiar las deformaciones que ellas producen se extraen muestras inalteradas del suelo y se estudia en un laboratorio cómo se comportan bajo o la acción de los esfuerzos.

Ejemplo. Obtener el valor de σ_z , aplicando la ecuación de Boussinesq para el caso de una carga concentrada de 100 m. Se requiere el esfuerzo a 3.00 metros de profundidad y a una distancia radial de metro y medio.

Datos:

$$P=100\text{Tn} ; r=1.5 \text{ m.} ; z=3.00\text{m.}$$

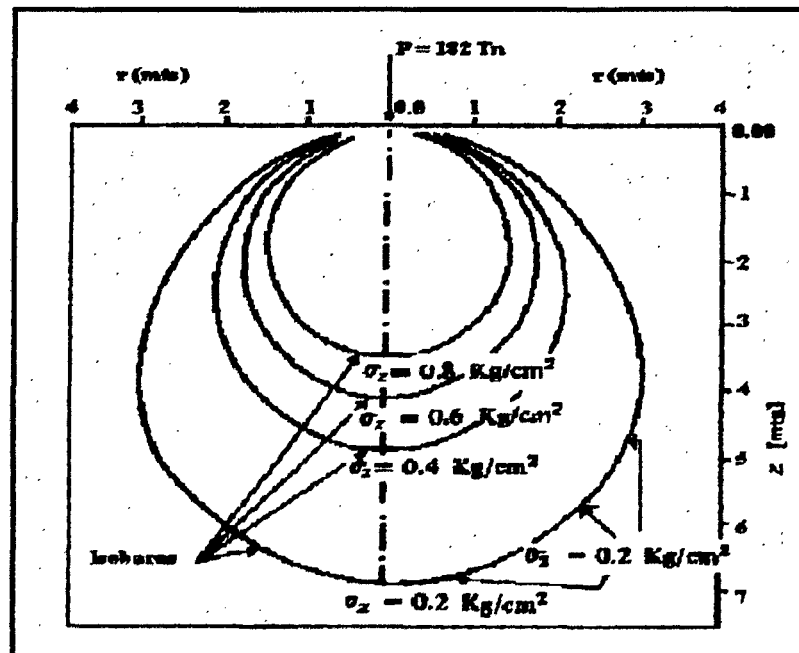
Remplazando en $k\sigma_z = K_B (P/z^2)$

$$\text{Donde: } K_B = 0.478 / (1+(r/z)^2)^{5/2} = 0.478 / (1+(1.5/3)^2)^{5/2} = 0.2736$$

$$\text{Por lo tanto: } \sigma_z = K_B (P/z^2) = (0.2736)(100) / 3^2 = 3.04 \text{ Tn/m}^2$$

Por medio de la teoría de distribución de esfuerzos de Boussinesq se puede graficar dichos esfuerzos de diferente manera. Una manteniendo constante la σ_z con la cual se forma las isobaras o bulbo de presiones como se puede ver en la figura que sigue:

Figura N° 15: Isobaras o bulbo de presiones.



Otra manera de graficar los esfuerzos es por medio de la distribución de esfuerzos sobre un plano horizontal a una profundidad constante Z como se puede ver en la pagina que sigue donde la primera figura muestra la variación de σ_z , como función de radio.

3.2.4 MÉTODO DE NEWMARK

Otra manera de determinar los esfuerzos verticales, producidos una profundidad determinada, debidos a las cargas superficiales, consiste en Hacer uso del gráfico de influencia de N.M. Newmark que ha continuación se expone.

El esfuerzo vertical σ_z , a una profundidad z bajo el centro de una área circular de radio r uniformemente cargada es:

$$\sigma_z = \left\{ 1 - \left\{ 1 / (1 + (r/z)^2) \right\}^{3/2} \right\} q$$

En la que q es la carga unitaria sobre el círculo y el valor de I es:

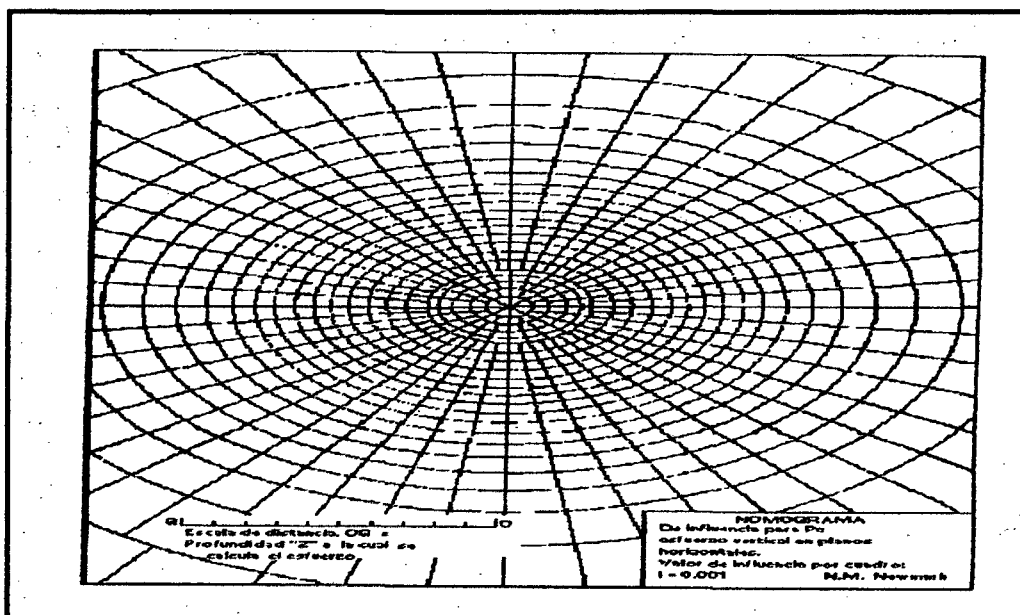
$$I = 1 - \left\{ 1 / (1 + (r/z)^2) \right\}^{3/2}$$

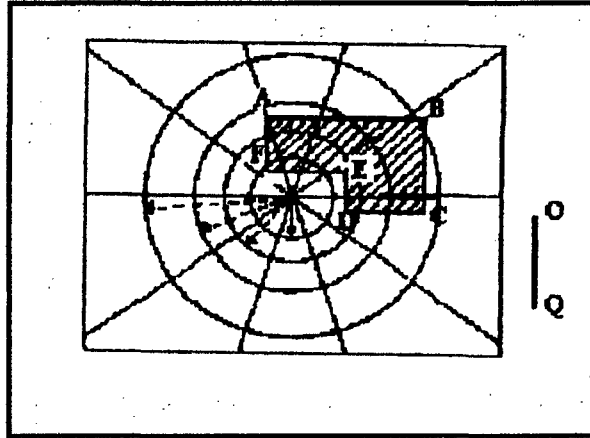
De la ecuación anterior que da el valor del esfuerzo vertical σ_z a una profundidad determinada se puede determinar el valor de (r/z) que corresponda a $\sigma_z/q = 0.8$ ya que:

$$\sigma_z/q = 1 - \left\{ 1 / (1 + (r/z)^2) \right\}^{3/2}$$

y resulta que (r/z) es igual a 1.387

FIGURA N° 16: Diagrama de Newmark





Si se representa la profundidad z (profundidad a la cual se quiere determinar el esfuerzo) a una escala determinada, por ejemplo, si OQ representa a z , el radio r correspondiente a $\sigma_z/q = 0.8$ resulta de multiplicar por, 1.387 el segmento OQ y se puede dibujar la circunferencia. Se puede repetir la operación para otros valores de σ_z/q , por ejemplo, de 0.6, 0.4 etc. y se obtiene el diagrama de la figura () que viene a ser un plano de influencia. De modo que el esfuerzo σ_z vale 0.8 si todo el círculo de radio $r_{0.8}$ se carga con $q=1$. Si sólo se carga la corona limitada por las circunferencias de radios $r_{0.8}$ y $r_{0.6}$ y $q=1$, entonces $\sigma_z = 0.8 - 0.6 = 0.2$. Los radios dibujados dividen cada anillo en diez zonas equivalentes de modo que si se carga una de estas zonas con $q=1$, el esfuerzo inducido es de $\sigma_z = 0.1 \times 0.2 = 0.02$. Para valores diferentes de $q=1$, hay que multiplicar por este valor de 0.02 el valor real de q .

El procedimiento para usar el diagrama de Newmark es el siguiente:

Se dibuja el plano de la cimentación en papel transparente a una escala tal que el segmento OQ del ábaco represente la profundidad z del punto en el cual se quiere conocer el esfuerzo σ_z . Se coloca, el papel transparente con el dibujo de la cimentación sobre el ábaco de modo que la proyección del punto que se estudia coincida con el centro O del ábaco. Se encuentra el número de zonas cubiertas por el área de la cimentación y el producto, de este número por el coeficiente de influencia de cada zona y por el valor de q proporciona el valor de σ_z , en el punto considerado.

Los ábacos usados para el cálculo real de esfuerzos bajo las cimentaciones, tiene un gran número de subdivisiones. Esto permite obtener un valor de influencia muy pequeño y el cálculo de esfuerzos para áreas irregulares se facilita grandemente

En todos los casos, el procedimiento a seguir tiene que definirlo el ingeniero que diseña ya que la clase de obra y el tipo de proyecto serán aspectos que tienen que tomar en cuenta para escoger el procedimiento que crea más adecuado.

En muchas ocasiones puede seguirse un método sencillo para determinar la presión σ_z aproximada, método denominado 2 en 1, en el cual la carga se supone distribuida bajo una pendiente de dos veces la altura por una vez la base. Si suponemos que el nivel del terreno una estructura tiene las dimensiones A y B, a una profundidad z, el peso de la estructura se repartirá sobre un área de lados A+z y B+z. La presión máxima se estima en un 1.5 veces la anterior que es la media.

3.2.5 LA TEORIA DE MEYERHOF

A partir de 1951 G. Meyerhof realizó importantes contribuciones al problema de la capacidad de carga de los suelos. Básicamente la teoría de Meyerhof añadió la consideración de los esfuerzos cortantes que puedan desarrollarse en el terreno de cimentación por arriba del nivel de desplante del cimiento, cuyo efecto fue dejado de lado por la teoría de Terzaghi, excepto como sobrecarga. En la teoría de Meyerhof, el suelo que rodea el cimiento, por arriba del nivel de desplante es medio de propagación de superficies de deslizamiento.

La relación entre el ángulo de fricción interna de un suelo granular y la compacidad relativa del mismo es expresada por Meyerhof por medio de las siguientes expresiones.

Para suelos granulares con más de 5% de arena fina y limo:

$$\phi = 25 + 0.15 Cr$$

Cr, expresado en porcentaje.

Para suelos granulares con menos de 5% de arena fina y limo.

$$\phi = 30 + 0.15 Cr$$

Cuando no se cuenta con pruebas de laboratorio que sirvan para determinar la cohesión y el ángulo de fricción interna de los suelos, se podría emplear los valores siguientes (aproximados): El limo un ϕ 20°. La arena húmeda presenta un ϕ de 10 a 15°. Si la arena está seca su ϕ es de 30 a 34°. La grava y la arena cementadas presentan, humedades, un ϕ de 34° con una cohesión de 0.25 kg/cm².

IV.- RESULTADOS

Se realizaron 12 calicatas distribuidos convenientemente en el área en estudio, cuyos ensayos se alcanzan, se efectuó el ensayo de corte directo en cuatro zonas, la Zona I consta de la calicata 01, la Zona II consta de las calicatas 05, 06 y 07, 08, la Zona III consta de las calicatas 09, 10, 11,12, y la Zona IV consta de las calicatas 02, 03, 04, teniendo como resultado el siguiente:

4.1 CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE POR FALLA DE CORTE

La capacidad última y capacidad admisible de carga serán determinadas aplicando la teoría de Karl Tersaghi, utilizando las siguientes expresiones:

$$q_u = C N_c' + \gamma D_f N_q' + 1/2 \gamma B N_\gamma'$$

$$q_u = 2/3 C N_c' + \gamma D_f N_q' + 1/2 \gamma B N_\gamma'$$

$$q_{ad} = q_u / F_s$$

Donde:

q_u	:	Capacidad Última de Carga
q_{ad}	:	Capacidad Admisible de Carga
F_s	:	Factor de Seguridad
γ	:	Densidad Natural
B	:	Ancho de la Zapata
D_f	:	Profundidad de la Cimentación
C	:	Cohesión
N_c', N_q', N_γ'	:	Factores de Carga en Función del Angulo de Fricción " ϕ "

ZONA I:

- Angulo de fricción interna	:	ϕ	=	17°
- Cohesión	:	C	=	0.21 Kg/m ²
- Densidad Natural	:	γ_n	=	1.91 x 10 ⁻³ Kg/cm ³
- Nivel freático	:	D_w	=	-
- Profundidad de la cimentación	:	D_f	=	1.5m
- Factor de carga	:	N'_c	=	7.0
		N'_q	=	3.0
		N'_γ	=	0.1

- Ancho de la cimentación : B = 1.00m
- Factor de seguridad : Fs = 3

Reemplazando valores se obtiene y optando tenemos:

$$q_{adm} = 0.72 \text{ kg/cm}^2$$

Para cuando la profundidad de cimentación es:

$$D_f = 1.50 \text{ metros}$$

ZONA II:

- Angulo de fricción interna : ϕ = 21°
- Cohesión : C = 0.13 kg/cm²
- Densidad natural : γ_n = 1.78x10⁻³kg/cm³
- Nivel freático : Dw = -
- Profundidad de la cimentación : Df = 1.50 m.
- Factor de carga : N^c = 12.37
N^q = 4.17
N^γ = 1.35
- Ancho de la cimentación : B = 1.00 m.
- Factor de seguridad : Fs = 3

Reemplazando valores se obtiene y optando tenemos:

La capacidad admisible (q_{adm}):

$$q_{adm} = 0.77 \text{ kg/cm}^2$$

Para cuando la profundidad de cimentación es:

$$D_f = 1.50 \text{ metros}$$

ZONA III:

- Angulo de fricción interna	:	\emptyset	=	20°
- Cohesión	:	C	=	0.22 kg/cm ²
- Densidad natural	:	γ_n	=	1.81x10 ⁻³ kg/cm ³
- Nivel freático	:	Dw	=	-
- Profundidad de la cimentación	:	Df	=	1.50 m.
- Factor de carga	:	N'c	=	10.47
		N'q	=	3.13
		N'γ	=	0.76
- Ancho de la cimentación	:	B	=	1.00 m.
- Factor de seguridad	:	Fs	=	3

Reemplazando valores se obtiene y optando tenemos:

$$q_{adm} = 0.82 \text{ kg/cm}^2$$

Para cuando la profundidad de cimentación es:

$$D_f = 1.50 \text{ metros}$$

ZONA IV:

- Angulo de fricción interna	:	ϕ	=	17°
- Cohesión	:	C	=	0.22 kg/m ²
- Densidad Natural	:	γ_n	=	1.15 x10 ⁻³ kg/cm ³
- Nivel freático	:	Dw	=	-
- Profundidad de la cimentación	:	Df	=	1.50m
- Factor de carga	:	N'c	=	9.5
		N'q	=	3.95
		N'γ	=	1.89
- Ancho de la cimentación	:	B	=	1.00m
- Factor de seguridad	:	Fs	=	3

Reemplazando valores se obtiene y optando tenemos:

$$q_{adm} = 0.74 \text{ kg/cm}^2$$

Para cuando la profundidad de cimentación es:

$$D_f = 1.50 \text{ metros}$$

4.2 CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE POR ASENTAMIENTO

Se calculará en Base a la teoría de la elasticidad conociendo el tipo de cimentación superficial recomendado, el asentamiento inicial elástico para:

$$S = \frac{\Delta q_s B(1 - u^2)^2 I_w}{E_s}$$

- S = Asentamiento en cm.
- Δq_s = Esfuerzo neto transmitido (Tn./m²)
- B = Ancho de la cimentación (m)
- E_s = Modulo de elasticidad (Tn./m²)
- U = Relación de Poisson
- I_w = Factor de influencia, en función de la forma y rigidez de la cimentación

ZONA I:

$$\delta = \frac{q B(1 - u^2)}{E_s} \times I_f$$

- δ = Asentamiento probable
- q = 7.2 Tn./m²
- B = 1.00 m
- E_s = 1000 Tn/m²
- μ = 0.30
- I_f = 0.80

$$\delta = 0.524 \text{ cm} \quad \text{OK} < 2.54 \text{ cm}$$

La capacidad portante es de 0.72 Kg/cm². Y su asentamiento es 0.524 cm. Menor que el permisible, en el área de estudio a una profundidad de desplante de 1.50 metros.

ZONA II:

$$\delta = \frac{q B(1 - \mu^2)}{E_s} \times I_f$$

- δ = Asentamiento probable
- q = 7.7 Tm./m²
- B = 1.00 m
- E_s = 1000 Tn/m²
- μ = 0.30
- I_f = 0.80

$\delta = 0.56 \text{ cm}$ OK < 2.54 cm

La capacidad portante es de 0.77 Kg/cm². Y su asentamiento es 0.56 cm. Menor que el permisible, en el área de estudio a una profundidad de desplante de 1.50 metros.

Cuadro resumen.-

Analizando para la Zona II. para la condición mas desfavorable, se logro la siguiente Tabla de tabulación: (A)

CAPACIDAD ADMISIBLE DEL TERRENO TABULANDO			
PROFUNDIDAD DE DESPLANTE	ANCHO DE CIMENTACION	CIMENTACION CONTINUA	ASENTAMIENTO
<i>D_f</i>	B	□	□
0.60	1.00	0.546	0.398
0.80	1.00	0.596	0.434
1.00	1.00	0.646	0.470
1.20	1.00	0.695	0.506
1.50	1.00	0.770	0.560

Los cálculos están referidos al nivel del terreno natural.

ZONA III:

$$\delta = \frac{q B(1 - u^2)}{E_s} \times I_f$$

- δ = Asentamiento probable
 q = 8.2 Tm./m²
 B = 1.00 m
 E_s = 1000 Tn/m²
 μ = 0.30
 I_f = 0.90

$\delta = 0.958 \text{ cm}$ OK < 2.54 cm

La capacidad portante es de 0.82 Kg/cm². Y su asentamiento es 0.958 cm. Menor que el permisible, en el área de estudio a una profundidad de desplante de 1.50 metros.

Cuadro resumen.-

Analizando para la Zona III para la condición mas desfavorable, se logro la siguiente Tabla de tabulación: (A)

CAPACIDAD ADMISIBLE DEL TERRENO TABULANDO			
PROFUNDIDAD DE DESPLANTE	ANCHO DE CIMENTACIÓN	CIMENTACIÓN CONTINUA	ASENTAMIENTO
<i>Df</i>	B	□	□
0.60	1.00	0.648	0.758
0.80	1.00	0.686	0.803
1.00	1.00	0.724	0.847
1.20	1.00	0.762	0.891
1.50	1.00	0.818	0.958

Los cálculos están referidos al nivel del terreno natural.

La tabulación se adjunta para profundidades mínimas de desplante y el ancho es un parámetro de cálculo.

ZONA IV:

$$\delta = \frac{q B(1 - u^2)}{Es} \times I_f$$

δ = Asentamiento probable

q = 7.4 Tm./m²

B = 1.00 m

Es = 1000 Tn/m²

μ = 0.35

I_f = 0.80

δ = 0.519 cm OK < 2.54 cm

La capacidad portante es de 0.7.4 Kg/cm². Y su asentamiento es 0.519 cm. Menor que el permisible, en el área de estudio a una profundidad de desplante de 1.50 metros.

CUADRO DE RESUMEN DE RESULTADOS POR CALICATA

Tipos de suelos / Contenido de humedad / Índice de Plasticidad			
	Suelo	W	IP
Calicata 1	SC	8.76 %	NP
Capacidad portante en la Zona I: 0.72 Kg/cm2			
Calicata 2	CL	11.13%	9.78%
Calicata 3	SC	11.86%	14.03%
Calicata 4	SC	11.84%	13.41%
Capacidad portante en la Zona IV: 0.74 Kg/cm2			
Calicata 5	SC	4.74%	NP
Calicata 6	CL	11.81%	8.18%
Calicata 7	SC	8.32%	9.46%
Calicata 8	SC	15.11%	11.24%
Capacidad portante en la Zona II: 0.77 Kg/cm2			
Calicata 9	CL	15.07%	12.19%
Calicata 10	SC	9.29%	13.35%
Calicata 11	CL	8.51%	15.64%
Calicata 12	CL	8.75%	12.43%
Capacidad portante en la Zona III: 0.82 Kg/cm2			

V.- ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Calicata 01: Suelo compuesto por arena arcillosa con manchas amarillentas (SC) de compresibilidad media y de plasticidad nula con 37.35 % de finos (Que pasa la malla N° 200), con un limite Liquido de 18.70% e índice de plasticidad de 0.00% (NP) de ligera expansión en condición normal suelta con contenido de humedad de 8.76 %, clasificación SUCS, en esta parte del área de estudio se pudo apreciar la presencia de aguas subterráneas, la excavación de la calicata se realizo en el sector río shilcayo específicamente en el Jr: Maximiliano Murrieta.

Calicata 02: Suelo compuesto de arcilla arenosa de color amarillo (CL) de compresibilidad media y de mediana plasticidad con 51.58% de finos (Que pasa la malla N° 200), con un limite liquido de 26.24% e índice de plasticidad de 9.78%, de expansión media en condición normal, consistencia semi dura con contenido de humedad de 11.13%, clasificación SUCS, la excavación de la calicata se realizo en la intersección del Jr: San Miguel y Psje. Los Ángeles.

Calicata 03: Suelo compuesto de arena arcillosa de color amarillo (SC) de compresibilidad media y de mediana plasticidad con 48.62% de finos (Que pasa la malla N° 200), con un limite liquido de 31.81% en índice de plasticidad de 14.03%, de expansión media en condiciones normales, consistencia semi dura, con contenido de humedad de 11.86 %, clasificación SUCS, la excavación de la calicata se realizo en la intersección de los Jrs: San Miguel y Paracas.

Calicata 04: Suelo conformado de arena arcillosa de color amarillo (SC) de compresibilidad media y de mediana plasticidad con 48.63% de finos (Que pasa la malla N° 200), con un limite liquido de 31.79% e índice de plasticidad de 13.41%, de expansión media en condiciones normales, consistencia semi dura con contenido de humedad de 11.84 %, clasificación SUCS, la excavación de la calicata se realizo en la intersección del Jr: Mochica y Antigua carretera a Yurimaguas parte alta de la Banda de Shilcayo.

Calicata 05: Suelo compuesto por arena arcillosa (SC) de compresibilidad media y de nula plasticidad con 33.65% de finos (Que pasa la malla N° 200), con un limite liquido

de 20.60% e índice de plasticidad de 0.00%, de ligera expansión en condiciones normales, de consistencia semi dura con contenido de humedad de 4.74 %, Cosificación SUCS, la excavación de la calicata se realizo en la intersección del Jr: Las Palmeras y Carretera Fernando Belaunde Ferry.

Calicata 06: Suelo compuesto de arcilla arenosa de color amarillo (CL), de compresibilidad baja y de baja plasticidad con 0.03% de finos (Que pasa la malla N° 200), con un limite liquido de 30.71% e índice de plasticidad de 8.18%, de expansión baja en condiciones normales con contenido de humedad de 11.81 %, Clasificación SUCS, la excavación de la calicata se realizo en la antigua carretera a Yurimaguas sector del mercado municipal, altura de Jr: San Martín ultima cuadra.

Calicata 07: Suelo compuesto de arena arcillosa (SC), de compresibilidad media y de mediana plasticidad con 47.70% de finos (Que pasa la malla N° 200), con un limite liquido de 25.20% e índice de plasticidad de 9.46%, de expansión media en condiciones normales de consistencia semi dura, con contenido de humedad de 8.32 %, clasificación SUCS, la excavación de la calicata se realizo en el sector A.A.H.H San Juan en el Jr: Simòn Bolívar, específicamente en la propiedad del Sr: Eleuterio Merino Sercovich.

Calicata 08: Suelo compuesto de arena arcillosa de color ocre amarillo (SC), de compresibilidad media y de mediana plasticidad con 49.40% de finos (Que pasa la malla N° 200), con un limite liquido de 33.49% e índice de 11.24%, de expansión media en condición normal, consistencia semi dura, con contenido de humedad de 15.11 %, clasificación SUCS, la excavación de la calicata se realizo en sector de la antena parabólica del Distrito de la Banda de Shilcayo.

Calicata 09: Suelo compuesto de arcilla arenosa de color amarillo (CL), de compresibilidad media y de mediana plasticidad con 63.55% de finos (Que pasa la malla N° 200), con un limite liquido de 30.04% e índice de plasticidad de 12.19%, de expansión media en condiciones normales, consistencia semi dura con contenido de humedad de 15.07 %, clasificación SUCS, la excavación de la calicata se realizo al extremo izquierdo de la Carretera Fernando Belaunde Terry, específicamente en el vivero forestal de San Martín.

Calicata 10: Suelo compuesto de arena arcillosa (SC), de compresibilidad media y de mediana plasticidad con 46.34% de finos (Que pasa la malla N° 200), con un limite liquido de 28.95% e índice de plasticidad de 13.35%, de expansión media en condiciones normales, de consistencia semi dura con contenido de humedad de 9.29 %, clasificación SUCS, la excavación de la calicata se realizo en el sector del Instituto Nor Oriental de la Selva.

Calicata 11: Suelo conformado arena arcillosa de color rojo con manchas negras (SC), de compresibilidad media y de mediana plasticidad con 48.99% de finos (Que pasa la malla N° 200), con un limite liquido de 33.22% e índice de plasticidad de 15.64%, de expansión media en condiciones normales, de consistencia semi dura con contenido de humedad de 8.51 %, clasificación SUCS, la excavación de la calicata se realizo en el extremó derecho de la vía de evitamiento de salida a la ciudad de Bellavista, sector Chontamuyo.

Calicata 12: Suelo compuesto de arcilla arenosa (CL), de compresibilidad media y de mediana plasticidad con 59.60% de finos (Que pasa la malla N° 200), con un limite liquido de 31.38% e índice de plasticidad de 12.43%, de expansión media en condiciones normales, consistencia semi dura, con contenido de humedad de 8.75%, clasificación SUCS, la excavación de la calicata se realizo en el sector del ovalo de salida del Distrito de la Banda de Shilcayo y el desvió de la carretera Fernando Belaunde Ferry a la ciudad de Yurimaguas.

Los resultados obtenidos para cada una de las cuatro zonas se muestran continuación:

En la Zona I, la capacidad portante es de 0.72 kg/cm^2 , abarca desde la parte media del distrito de la Banda de Shilcayo hacia la parte alta (sector hotel río shilcayo), donde está incluida la calicata 01, dicha calicata dio como resultado el suelo conformado por arena arcillosa (SC), con resistencia al corte de regular a malo. El asentamiento que se da en esta zona es igual a 0.524 cm, menor que el permisible.

En la Zona II, la capacidad portante es de 0.77 kg/cm^2 , abarca las áreas de los A.A.H.H. San Juan, Jr: San Martín cuadra 06, sector Tecnológico Nor Oriental de la Selva, carretera Fernando

Belaunde Ferry zona sur altura de la antena parabólica, donde están incluidas las calicatas 05, 06, 07 y 08, donde se encontró suelos conformados por arena arcillosa (SC) en la calicata 05, arcilla arenosa de color amarillo (CL) en la calicata 06, arena arcillosa (SC) en la calicata 07 y arena arcillosa de color amarillo (SC) en la calicata 08, con resistencia al corte de regular a malo. El asentamiento que se da en esta zona es igual a 0.56 cm, menor que el permisible.

La Zona III, la capacidad portante es de 0.82 kg/cm^2 , abarca desde el sector de la carretera Fernando Belaunde Ferry zona sur, altura de la Escuela de Oficiales de la Policía Nacional del Perú, zona de expansión urbana del sector del colegio Virgen Dolorosa y vía de evitamiento, sector del ovalo de salida del Distrito de la Banda de Shilcayo, intersección de la carretera Fernando Belaunde Ferry, vía de evitamiento, desvió carretera a Yurimaguas, donde están incluidas las calicatas 09, 10, 11 y 12, donde se encontró suelos conformados por arcilla arenosa de color amarillo (CL) en la calicata 09, arena arcillosa (SC) en la calicata 10, arena arcillosa de color rojo con manchas negras (SC) en la calicata 11 y arcilla arenosa (CL) en la calicata 12, con resistencia al corte de regular a malo. El asentamiento que se da en esta zona es igual a 0.519 cm menor que el permisible.

En la Zona IV, la capacidad portante es de 0.74 kg/cm^2 , abarca la parte alta del Distrito de la Banda de Shicayo, sector Jr: Pajaten (Hospital), A.A.H.H. La Molina y antigua carretera a Yurimaguas, donde están incluidas las calicatas 02, 03 y 04, donde se encontró suelos conformados por arcilla arenosa de color amarillo (CL) en la calicata 02, arena arcillosa de color amarillo (SC) en la calicata 03, arena arcillosa de color amarillo (SC) en la calicata 04, con resistencia al corte de regular a malo. El asentamiento que se da en esta zona es igual a 0.958 cm, menor que el permisible.

VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

1. El perfil actual del relieve en el área de estudio esta influenciada por la cordillera escalera en la parte montañosa este y las cumbres de barrios altos del Oeste que limitan la cuenca del río Mayo en su tramo mas bajo.
2. Los depósitos cuaternarios y terciarios están en relación con el origen de los suelos existentes.
3. Los depósitos cuaternarios, están formados por depósitos aluviales, fluviales y fluvioaluviales.
4. Según el mapa de zonificación sísmica del país, el departamento de San Martín, se encuentra en la zona II, con una sismicidad media.
5. El relieve de la localidad de la Banda de Shilcayo, presentan zonas altas. En el distrito de la Banda de Shilcayo, su crecimiento o expansión urbana presenta zonas altas y suelos expuestos a fuerte erosión y las zonas bajas con fuertes depresiones, las que generaran inundaciones en los periodos de intensas lluvias.
6. De acuerdo al sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS), se ha determinado en las diferentes zonas, los siguientes tipos de suelos: CL, SC, SM.
7. Los suelos predominantes en la zona de estudio se comportan como suelos medianamente permeables y que en épocas de grandes precipitaciones pluviales se producen infiltraciones, que relacionado a eventos sísmicos de gran magnitud se pueden presentar procesos de licuefacción de arenas y como consecuencia se produzcan asentamientos diferenciales.
8. El suelo no presenta riesgo por ácidos, sales y otros agentes químicos; por lo que no necesita de cementos ni aditivos resistentes a los sulfatos y sales.

9. Por las características físico mecánicas de los suelos de cimentación no se esperan asentamientos importantes, sino permisibles cuando las cimentaciones sean para dos plantas, pero si pueden haber asentamientos excesivos cuando se realicen edificaciones de más de tres plantas si no se toman las precauciones necesarias.
10. El drenaje subterráneo se efectúa a la parte baja del río Shilcayo, existiendo bolzones de agua a una profundidad de 1 a 5m. en las partes bajas, estos bolzones de agua se producen por la presencia de una capa impermeable de arena arcillosa o arcilla de mediana plasticidad.
11. Geológicamente el suelo de fundación o cimentación de la Banda de Shicayo está constituido por depósitos fluviales inconsolidados del cuaternario reciente, sin embargo en las laderas también encontramos suelos coluviales y coluvio diluviales.
12. Por las características físico mecánicas de los suelos de cimentación no se esperan asentamientos importantes, sino permisibles cuando las cimentaciones sean para dos plantas, pero si pueden haber asentamientos excesivos cuando se realicen edificaciones de más de tres plantas si no se toman las precauciones necesarias
13. Los principales fenómenos que predominan en el área de estudio son las inundaciones en las zonas de depresión y en general de topografía plana, generando desastres.

En general los suelos encontrados son poco densos, de baja resistencia y contenido de finos variables.

6.2 RECOMENDACIONES

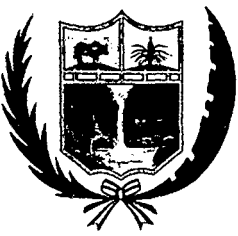
1. Se recomienda considerar el efecto sísmico en el diseño de las estructuras para todas las zonas sin excepción.
2. Las cimentaciones a considerar serán zapatas rectangulares superficiales desplantadas a 1.60 m de profundidad mínima, conectadas con vigas y/o plateas de cimentación en las zonas de suelos de características arcillosas, consideradas como zonas de peligro medio y peligro alto.
3. Los elementos de la cimentación deberán ser diseñados de modo que la presión de contacto o carga estructural del edificio entre el área de cimentación sea inferior o cuando menos igual a la presión de diseño o capacidad admisible.
4. Previamente a las labores de excavación de las zanjas para los cimientos de los edificios, deberán eliminarse todos los materiales de relleno, en los lugares que existe.
5. Considerar que en el área de estudio se presentan precipitaciones pluviales de gran intensidad, y existiendo zonas inundables es necesario diseñar sistemas de drenaje adecuados, para evacuar las aguas pluviales tomando como base los resultados del estudio hidrológico.
6. La población y las autoridades locales y regionales deberán tomar medidas para prevenir y mitigar los desastres causados por fenómenos naturales, en todas las zonas tomando preferentemente, aquellas consideradas de peligro medio y peligro alto.

VII.- BIBLIOGRAFIA:

1. ALVA HURTADO J.E., MENESES J.F Y GUZMAN V. (1984). “Distribución de Máximas Intensidades Sísmica Observadas en el Perú”. V Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Tacna Perú.
2. FUKUMOTO S., ALVA HURTADO J. E., MENESES J.F. Y NISHIMURA T. (1991), “ The Mayo 29, 1990, Rioja Eartuqueke”, Fourth Internacional Conference on Seismic Zonation, Stanford University, Stanford, California, Vol II, pp 801-810.
3. MONGE F. (1990), “Efectos Geológicos del Sismo del 29 de Mayo de 1990 en el Departamento de San Martín, Perú”, Instituto Geofísico del Perú, Lima, Perú.
4. SILGADO E. (1978), “Histograma de los Sismos más Nobles Ocurridos en el Perú (1513-1974)” Instituto de Geología y Minería, Boletín N°3, Serie C, Lima, Perú.
5. CASTILLO ALVA, J. (1993), Estudio de Peligro Sísmico en el Perú.
6. KUROIWA, J. (1990), Prevención de desastres. Editorial Bruño. Lima – Perú.
7. E. ALVA HURTADO, PHD, Licuación de suelos en el Perú
8. JUAREZ BADILLO – RICO RODRIGUEZ, Mecánica de suelos – Tomo I.
9. JUAREZ BADILLO – RICO RODRIGUEZ, Mecánica de suelos –Tomo II.
10. JOSÉ LUIS LARA MONTANI-Tesis de Grado U.N.I “Microzonificación Sísmica de las Ciudades de Moyobamba, Rioja, Soritor; realizado en el año de 1991”.
11. Paginas de Internet / Google.com / Proyecto indeci – pnud Per /02/51 ciudades sostenibles
12. Paginas de Internet / Google.com / Ensayos de Mecánica de Suelos.
13. Paginas de Internet / Google.com / Manual de Ensayo de Materiales (EM'2000).

VIII: ANEXOS

ENSAYOS DE LABORATORIO

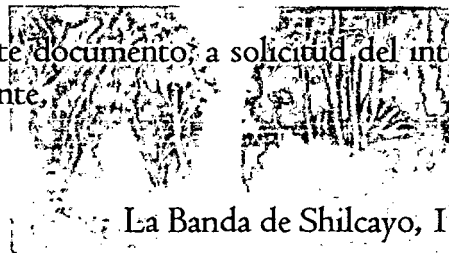


MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA BANDA DE SHILCAYO

CONSTANCIA

La Dirección de Infraestructura de Obras y Desarrollo Urbano de La Municipalidad Distrital de La Banda de Shilcayo, expide el presente documento autorizando al Bachiller en Ingeniería Civil, **JORGE FERNANDO JIMENEZ FLORES**, egresado de la Universidad Nacional de San Martín, a realizar la excavación de doce (12) calicatas, y posterior estudio de suelos al interior del perímetro urbano y áreas de expansión urbana, con la finalidad de elaborar la tesis "Zonificación de la capacidad portante del Distrito de La Banda de Shilcayo".

Se entrega el presente documento a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.



La Banda de Shilcayo, 18 de Marzo del 2009



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA BANDA DE SHILCAYO


CARLOS ALBERTO CHIRA MAGUINA
DIRECTOR DE INFRAESTRUCTURA
OBRAS Y DESARROLLO URBANO



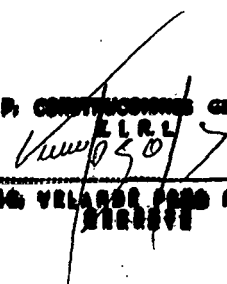
VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

CONSTANCIA

La Empresa VPP Construcciones Generales, dá constancia de haber supervisado al Bachiller en Ingeniería Civil **Jorge Fernando Jiménez Flores** egresado de la Universidad Nacional de San Martín, en el proceso de elaboración de los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos de muestras obtenidas de doce (12) calicatas en el ámbito del Distrito de la Banda de Shicayo para elaborar la tesis: **"Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo"**.

Se expide la presente a solicitud del interesado, para los fines que crea conveniente.

Morales, 01 de Julio del 2009

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
E.I.R.L.

LIDIA VELASCO PEREA
GERENTE

CALICATA N° 01



VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

PROYECTOS - CONSTRUCCIONES
 ASESORAMIENTOS
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata N° 01 - Capa N° 02
Material: Arena arcillosa de color blanco con manchas amarillentas
Perforación: Cielo Abierto
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando Jiménez Flores
Prof. de Muestra: 1.06 - 3.00 m
Fecha: 01 de Junio del 2,009

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	22.29	21.14	21.53
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	131.08	129.26	133.85
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	122.03	120.89	124.75
PESO DEL AGUA grs	9.05	8.37	9.10
PESO DEL SUELO SECO grs	99.74	99.75	103.22
% DE HUMEDAD	9.07	8.39	8.82
PROMEDIO % DE HUMEDAD	8.76		

PESO ESPECÍFICO ASTM D - 854

LATA	1	2	3	
PESO FRASCO+AGUA+SUELO				grs.
PESO FRASCO+AGUA				grs.
PESO SUELO SECO				grs.
PESO SUELO EN AGUA				grs.
VOLUMEN DEL SUELO				cm ³
PESO ESPECIFICO				grs./cm ³
PROMEDIO				grs./cm ³

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO ASTM D - 2937

LATA	1	2	3
PESO DE MOLDE Kgrs	1260	1260	1260
PESO DEL SUELO + MOLDE kgrs	8860	8880	8840
PESO DEL SUELO SECO Kgrs	7600	7620	7580
VOLUMEN DEL MOLDE m ³	0.0034	0.0034	0.0034
PESO UNITARIO Kgrs/m ³	2.24	2.24	2.23
PROMEDIO Kgrs/m ³	2.24		

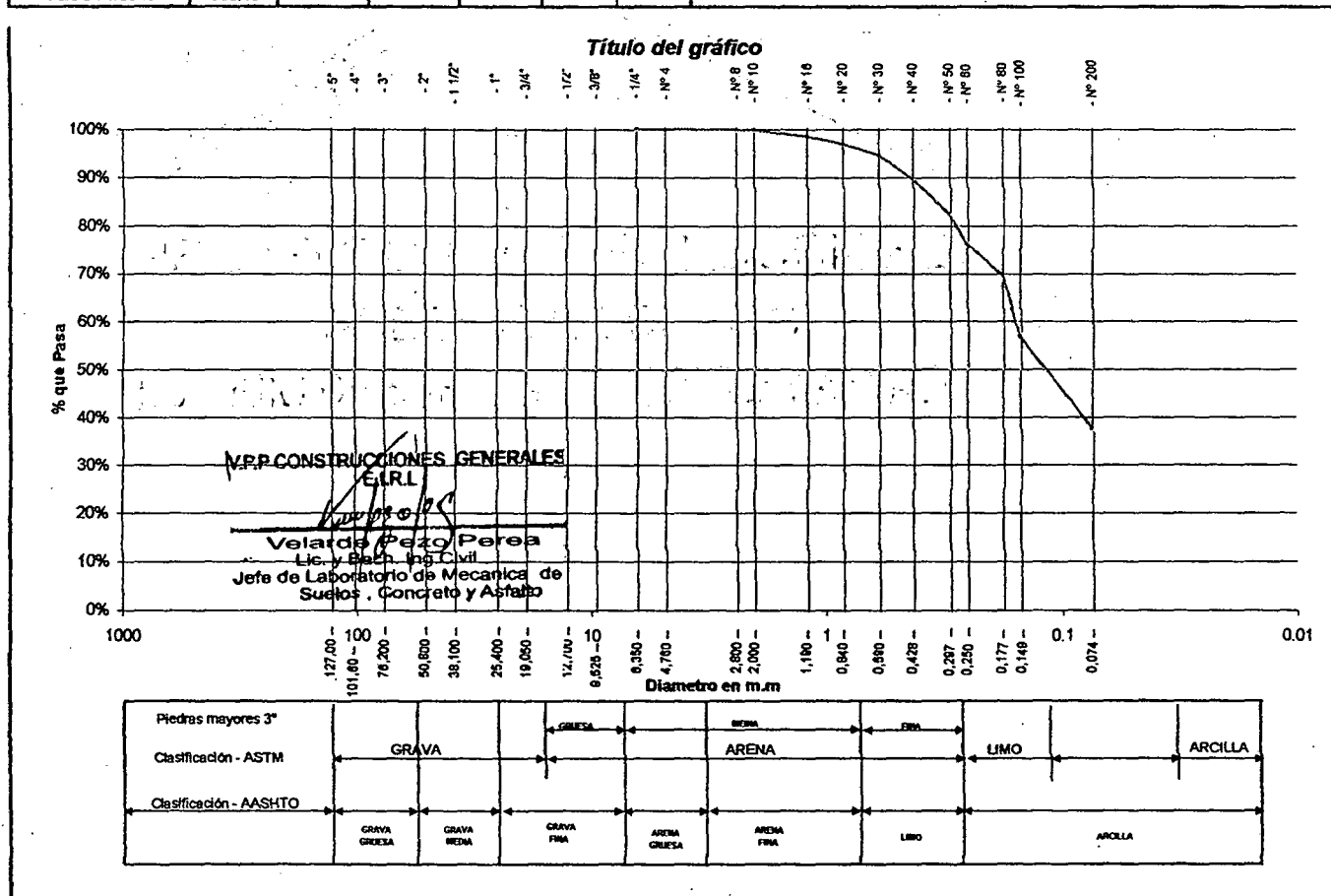
V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L.
 Velarde Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de
 Suelos, Concreto y Asfalto

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata Nº 01 - Capa Nº 02
Material: Arena arcillosa de color blanco con manchas amarillentas

Perforación: Cielo Abierto
Profundidad de Muestra: 1.06 - 3.00 m
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando
Fecha: 01 de Junio del 2,009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
5"	127.00					Modulo de Fineza AF:
4"	101.60					Modulo de Fineza AG:
3"	76.20					Equivalente de Arena:
2"	50.80					Descripción Muestra:
1 1/2"	38.10					Arena arcillosa
1"	25.40					SUCS =
3/4"	19.050					SC
1/2"	12.700					AASHTO =
3/8"	9.525					A-4(0)
1/4"	6.350	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	LL = 18.70 WT =
Nº 4	4.760	0.37	0.07%	0.07%	99.93%	LP = 0.00 WT+SAL =
Nº 8	2.380	0.25	0.05%	0.12%	99.88%	IP = 0.00 WSAL =
Nº 10	2.000	0.77	0.15%	0.28%	99.72%	IG = WT+SDL =
Nº 16	1.190	6.78	1.36%	1.63%	98.37%	D 90= %ARC. = 37.35
Nº 20	0.840	7.81	1.56%	3.20%	96.80%	D 60= %ERR. =
Nº 30	0.590	11.71	2.34%	5.54%	94.46%	D 30= Cc =
Nº 40	0.426	24.48	4.90%	10.43%	89.57%	D 10= Cu =
Nº 50	0.297	36.08	7.22%	17.65%	82.35%	Observaciones:
Nº 60	0.250	31.30	6.26%	23.91%	76.09%	Arena arcillosa de color blanco con manchas amarillentas, de compresibilidad media y de plasticidad nula con 37.35% de finos (Que pasa la malla Nº 200), Lim. Liq. = 18.70% e Ind. Plast. = 0.00%, de ligera expansión en condición normal.
Nº 80	0.177	33.85	6.77%	30.68%	69.32%	
Nº 100	0.149	62.93	12.59%	43.27%	56.73%	
Nº 200	0.074	96.93	19.39%	62.65%	37.35%	
Fondo	0.01	186.74	37.35%	100.00%	0.00%	
PESO INICIAL	500.00					





VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

PROYECTOS - CONSTRUCCIONES
 ASESORAMIENTOS
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

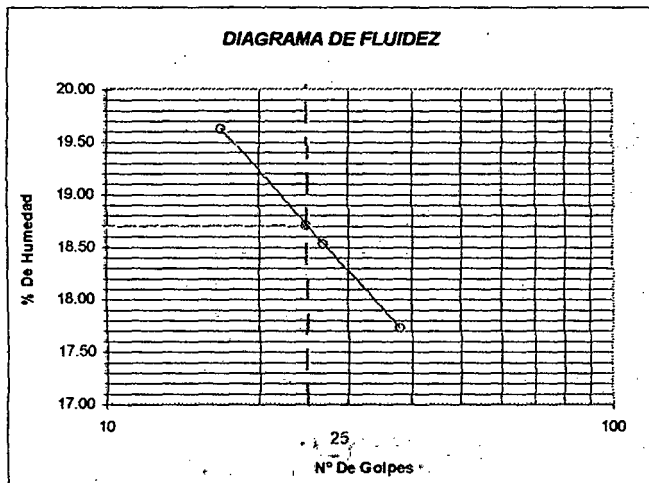
Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata N° 01 - Capa N° 02
Material: Arena arcillosa de color blanco con manchas amarillentas

Perforación: Cielo Abierto
Profundidad de la Muestra: 1.06 - 3.00 m
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando Jiménez
Fecha: 01 de Junio del 2,009

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D - 4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	25.44	27.45	34.68
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	34.89	50.35	43.98
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	33.34	46.77	42.58
PESO DEL AGUA grs	1.55	3.58	1.40
PESO DEL SUELO SECO grs	7.90	19.32	7.90
% DE HUMEDAD	19.62	18.53	17.72
NUMERO DE GOLPES	17	27	38

Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	18.70
Límite Plástico (%)	0.00
Indice de Plasticidad Ip (%)	0.00
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-4(0)
Indice de consistencia Ic	



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D - 4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs			
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
% PROMEDIO			

NO PLÁSTICO

V.P.P CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L.

Velardo Pezo Perea
 Velardo Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de
 Suelos, Concreto y Asfalto

REGISTRO DE EXCAVACION											
Ejecuta :		V.P.P. Construcciones Generales					Elaboro :		Tesisista: Bach. Jorge Fernando Jiménez Flores		
Proyecto :		Estudio de Mecánica de suelos Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo					Kilometraje:		-		
Ubicación		Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín					Fecha :		01 de Junio del 2,009		
Calicata C-01		Nivel freático:		Prof. Exc.: 3.00 (m)		Cota As. 100.00 (msnm)		ESPESOR		HUMEDAD	Observ.
Cota As. (m)	Est.	Descripción del Estrato de suelo			CLASIFICACION			(m)	(%)		
		AASHTO	SUCS	SIMBOLO							
100.00	I	Materia orgánica o turba, con restos de raíces y palos, de color negro o gris, con espesor de 0.00 a 1.06 mt. Suelo no favorable para cimentaciones.			-	PT		1.06			
98.94	II	Arena arcillosa de color blanco con manchas amarillentas, de compresibilidad media y de plasticidad nula con 37.35% de firtos (Que pasa la malla N° 200), Lím. LÍq.= 18.70% e Ind. Plast.= 0.00%, de ligera expansión en condición normal.			A-4(0)	SC		1.94	10.50	Presencia de napa freática a 2.66 m	
97.00											

OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas ASTM, (registro sin escala)

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
E.I.R.L.
[Signature]
Velarde Pezo Perea
Lic. y Bach. Ing. Civil.
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto

CALICATA N° 02

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata Nº 02 - Capa Nº 02
Material: Arcilla arenosa de color amarillo
Perforación: Cielo Abierto
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando Jiménez Flores

Prof. de Muestra: 0.85 - 3.00 m
Fecha: 01 de Junio del 2,009

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216

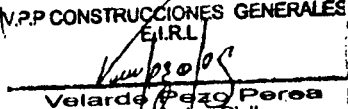
LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	58.66	58.87	59.44
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	103.40	102.92	103.76
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	99.12	98.66	98.97
PESO DEL AGUA grs	4.28	4.26	4.79
PESO DEL SUELO SECO grs	40.46	39.79	39.53
% DE HUMEDAD	10.58	10.71	12.12
PROMEDIO % DE HUMEDAD	11.13		

PESO ESPECÍFICO ASTM D - 854

LATA	1	2	3	
PESO FRASCO+AGUA+SUELO				grs.
PESO FRASCO+AGUA				grs.
PESO SUELO SECO				grs.
PESO SUELO EN AGUA				grs.
VOLUMEN DEL SUELO				cm3
PESO ESPECIFICO				grs./cm3
PROMEDIO				grs./cm3

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO ASTM D - 2937

LATA	1	2	3
PESO DE MOLDE Kgrs	1250	1250	1250
PESO DEL SUELO + MOLDE kgrs	7245	7250	7215
PESO DEL SUELO SECO Kgrs	5995	6000	5965
VOLUMEN DEL MOLDE m3	0.0034	0.0034	0.0034
PESO UNITARIO Kgrs/m3	1.76	1.76	1.75
PROMEDIO Kgrs/m3	1.76		

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
E.I.R.L.

 Velardo Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de
 Suelos, Concreto y Asfalto

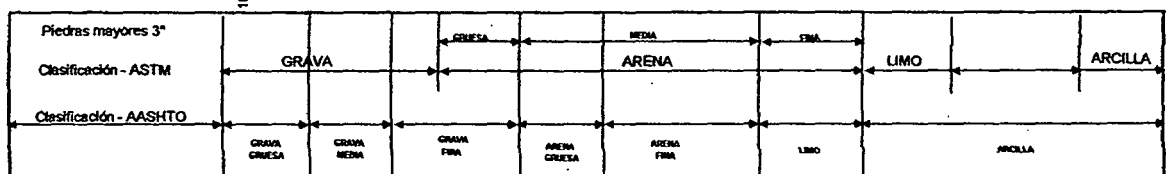
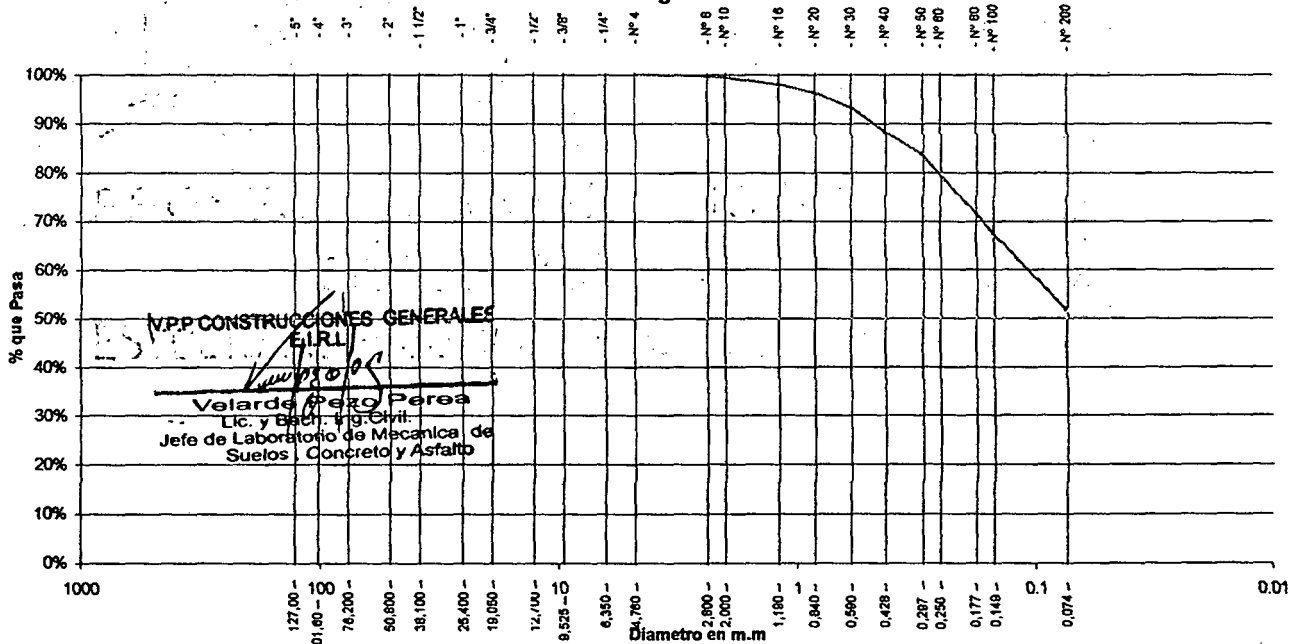
Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata Nº 02 - Capa Nº 02
Material: Arcilla arenosa de color amarillo

Perforación: Cielo Abierto
Profundidad de Muestra: 0.85 - 3.00 m
Hecho Por: Testista: Bach. Jorge Fernando
Fecha: 01 de Junio del 2,009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø (mm)						Modulo de Fineza AF:
5"	127.00					Modulo de Fineza AG:
4"	101.60					Equivalente de Arena:
3"	76.20					Descripción Muestra:
2"	50.80					Arcilla arenosa
1 1/2"	38.10					
1"	25.40					
3/4"	19.050					SUCS = CL AASHTO = A-4(2)
1/2"	12.700					LL = 26.21 WT =
3/8"	9.525					LP = 16.43 WT+SAL =
1/4"	6.350					IP = 9.78 WSAL =
						IG = WT+SDL =
Nº 4	4.760	0.00%	0.00%	100.00%		WSDL =
Nº 8	2.380	2.12%	0.42%	99.58%		%ARC = 51.58
Nº 10	2.000	1.29%	0.68%	99.32%	D 90=	%ERR =
Nº 16	1.190	6.93%	2.07%	97.93%	D 60=	Cc =
Nº 20	0.840	8.97%	3.86%	96.14%	D 30=	Cu =
Nº 30	0.590	14.67%	6.80%	93.20%	D 10=	
Nº 40	0.426	25.05%	11.81%	88.19%		Observaciones:
Nº 50	0.297	23.07%	16.42%	83.58%		
Nº 60	0.250	19.86%	20.39%	79.61%		
Nº 80	0.177	41.46%	28.68%	71.32%		
Nº 100	0.149	20.60%	4.12%	32.80%		Arcilla arenosa de color amarillo, de compresibilidad media y de mediana plasticidad con 51.58% de finos (Que pasa la malla Nº 200), Lim. Liq. = 26.21% e Ind. Plast. = 9.78%, de expansión media en condición normal
Nº 200	0.074	78.07%	48.42%	51.58%		
Fondo	0.01	257.91%	51.58%	100.00%		
PESO INICIAL	500.00					

Título del gráfico

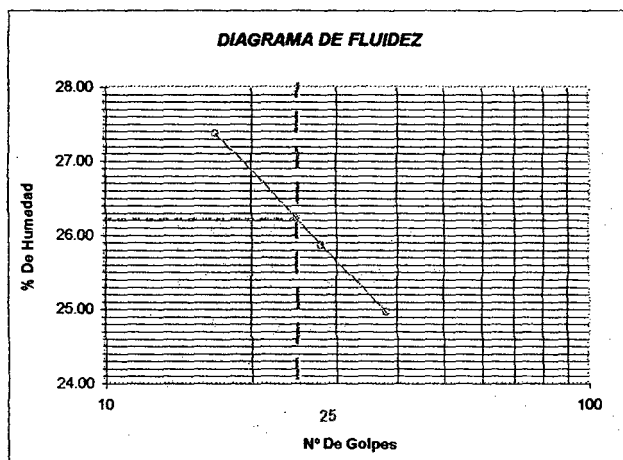


Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata N° 02 - Capa N° 02
Material: Arcilla arenosa de color amarillo

Perforación: Cielo Abierto
Profundidad de la Muestra: 0.85 - 3.00 m
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando Jiménez
Fecha: 01 de Junio del 2,009

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D - 4318

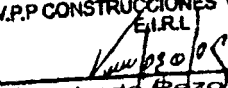
LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	64.78	103.00	58.48
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	102.57	145.93	104.84
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	94.45	137.11	95.58
PESO DEL AGUA grs	8.12	8.82	9.26
PESO DEL SUELO SECO grs	29.67	34.11	37.10
% DE HUMEDAD	27.37	25.86	24.96
NUMERO DE GOLPES	17	28	38



Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	26.21
Límite Plástico (%)	16.43
Índice de Plasticidad Ip (%)	9.78
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-4(2)
Índice de consistencia Ic	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D - 4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	58.33	58.53	58.55
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	79.80	79.12	79.15
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	76.80	76.20	76.23
PESO DEL AGUA grs	3.00	2.92	2.92
PESO DEL SUELO SECO grs	18.47	17.67	17.68
% DE HUMEDAD	16.24	16.53	16.52
% PROMEDIO		16.43	

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
E.I.R.L.

 Velarde Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de
 Suelos, Concreto y Asfalto

REGISTRO DE EXCAVACION											
Ejecuta :		V.P.P. Construcciones Generales					Elaboro :		Tesisista: Bach. Jorge Fernando Jiménez Flores		
Proyecto :		Estudio de Mecánica de suelos					Kilometraje:		-		
Ubicación		Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín					Fecha :		01 de Junio del 2,009		
Calicata C-02		Nivel freático:		Prof. Exc.: 3.00 (m)		Cota As. 100.00 (msnm)		ESPESOR		HUMEDAD	Observ.
Cota As. (m)	Est.	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION			ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)				
			AASHTO	SUCS	SIMBOLO						
100.00	I	Materia orgánica o turba, con restos de raíces y palos, de color negro o gris, con espesor de 0.00 a 0.85 mt. Suelo no favorable para cimentaciones.	-	PT		0.85	-				
99.15											
97.00	II	Arcilla arenosa de color amarillo, de compresibilidad media y de mediana plasticidad con 51.58% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lím. Liq.= 26.21% e Ind. Plast.= 9.78%, de expansión media en condición normal.	A-4(2)	CL		2.15	11.13				

OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas ASTM, (registro sin escala)

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L.
 Velarde Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto

CALICATA N° 03



VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

PROYECTOS - CONSTRUCCIONES
 ASESORAMIENTOS
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata N° 03 - Capa N° 02
Material: Arena arcillosa de color amarillo
Perforación: Cielo Abierto
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando Jiménez Flores
Prof. de Muestra: 0.73 - 3.00 m
Fecha: 01 de Junio del 2,009

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	27.33	35.90	40.23
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	105.73	113.55	115.23
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	97.52	105.26	107.23
PESO DEL AGUA grs	8.21	8.29	8.00
PESO DEL SUELO SECO grs	70.19	69.36	67.00
% DE HUMEDAD	11.70	11.95	11.94
PROMEDIO % DE HUMEDAD	11.86		

PESO ESPECÍFICO ASTM D - 854

LATA	1	2	3	
PESO FRASCO+AGUA+SUELO				grs.
PESO FRASCO+AGUA				grs.
PESO SUELO SECO				grs.
PESO SUELO EN AGUA				grs.
VOLUMEN DEL SUELO				cm ³
PESO ESPECIFICO				grs./cm ³
PROMEDIO				grs./cm ³

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO ASTM D - 2937

LATA	1	2	3
PESO DE MOLDE Kgrs	1265	1265	1265
PESO DEL SUELO + MOLDE kgrs	9890	9940	9931
PESO DEL SUELO SECO Kgrs	8625	8675	8666
VOLUMEN DEL MOLDE m ³	0.0034	0.0034	0.0034
PESO UNITARIO Kgrs/m ³	2.54	2.55	2.55
PROMEDIO Kgrs/m ³	2.55		

V.P.P CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L.

Velarde Pezo Perea
 -- Velarde Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de
 Suelos, Concreto y Asfalto



PROYECTOS - CONSTRUCCIONES
 ASESORAMIENTOS
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata Nº 03 - Capa Nº 02
Material: Arena arcillosa de color amarillo

Perforación: Cielo Abierto
Profundidad de Muestra: 0.73 - 3.00 m
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando
Fecha: 01 de Junio del 2,009

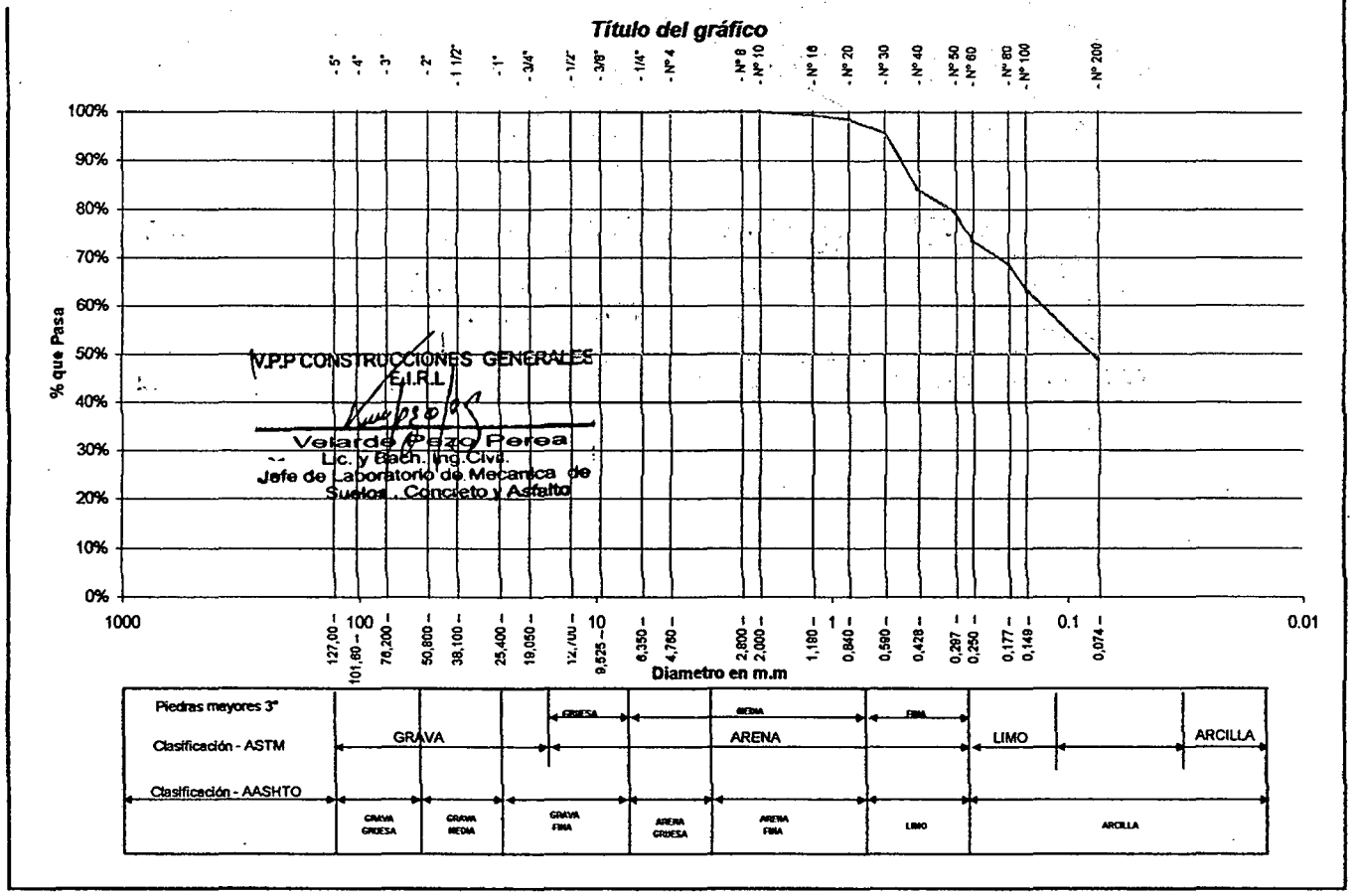
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones
5"	127.00				
4"	101.60				
3"	76.20				
2"	50.80				
1 1/2"	38.10				
1"	25.40				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350				
Nº 4	4.760	0.00	0.00%	100.00%	
Nº 8	2.380	0.40	0.07%	99.93%	
Nº 10	2.000	0.44	0.07%	99.86%	
Nº 16	1.190	3.59	0.60%	99.26%	
Nº 20	0.840	6.10	1.02%	98.25%	
Nº 30	0.590	15.88	2.65%	95.60%	
Nº 40	0.426	70.17	11.70%	83.90%	
Nº 50	0.297	27.55	4.59%	79.31%	
Nº 60	0.250	36.36	6.06%	73.25%	
Nº 80	0.177	28.88	4.81%	68.44%	
Nº 100	0.149	30.70	5.12%	63.32%	
Nº 200	0.074	88.19	14.70%	48.62%	
Fondo	0.01	291.74	48.62%	100.00%	
PESO INICIAL	600.00				

Tamaño Máximo:	
Modulo de Fineza AF:	
Modulo de Fineza AG:	
Equivalente de Arena:	
Descripción Muestra:	Arena arcillosa
SUCS =	SC
AASHTO =	A-6(4)
LL =	31.81
LP =	17.78
IP =	14.03
IG =	
WT =	
WT+SAL =	
WSAL =	
WT+SDL =	
WSDL =	
%ARC =	48.02
%ERR =	
Cc =	
Cu =	

Observaciones:

Arena arcillosa de color amarillo, de compresibilidad media y de mediana plasticidad con 48.62% de finos (Que pasa la malla Nº 200), Lim. Lq = 31.81% e Ind. Plast. = 14.03%, de expansión media en condición normal.





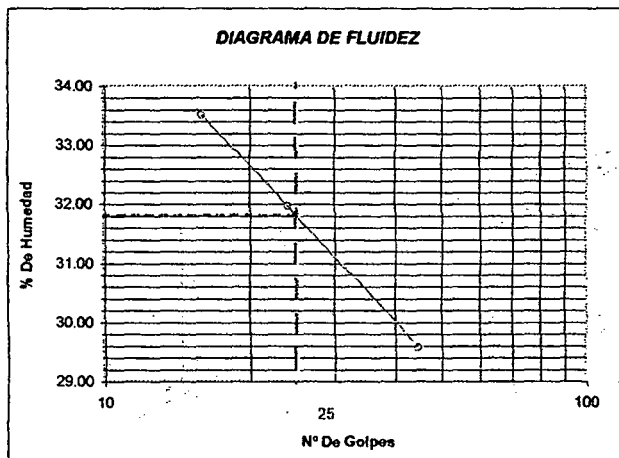
VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata N° 03 - Capa N° 02
Material: Arena arcillosa de color amarillo

Perforación: Cielo Abierto
Profundidad de la Muestra: 0.73 - 3.00 m
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando Jiménez
Fecha: 01 de Junio del 2,009

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D - 4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	21.07	27.33	35.67
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	42.35	67.17	79.27
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	37.01	57.52	69.32
PESO DEL AGUA grs	5.34	9.65	9.95
PESO DEL SUELO SECO grs	15.94	30.19	33.65
% DE HUMEDAD	33.50	31.96	29.57
NUMERO DE GOLPES	16	24	45





Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	31.81
Límite Plástico (%)	17.78
Indice de Plasticidad Ip (%)	14.03
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-6(4)
Indice de consistencia Ic	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D - 4318

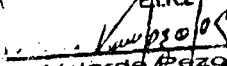
LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	21.58	22.56	25.62
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	56.68	57.70	58.80
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	51.46	52.52	53.60
PESO DEL AGUA grs	5.22	5.18	5.20
PESO DEL SUELO SECO grs	29.88	29.96	27.98
% DE HUMEDAD	17.47	17.29	18.58
% PROMEDIO		17.78	

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L.
 Velarde Pardo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de
 Suelos, Concreto y Asfalto

REGISTRO DE EXCAVACION											
Ejecuta :		V.P.P. Construcciones Generales					Elaboro :		Tesisista: Bach. Jorge Fernando Jiménez Flores		
Proyecto :		Estudio de Mecánica de suelos					Kilometraje:		-		
Ubicación		Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín					Fecha :		01 de Junio del 2,009		
Calicata C-03		Nivel freático:		Prof. Exc.: 3.00 (m)		Cota As. 100.00 (msnm)		ESPESOR		HUMEDAD	Observ.
Cota As. (m)	Est.	Descripción del Estrato de suelo			CLASIFICACIÓN			(m)	(%)		
		AASHTO	SUCS	SIMBOLO							
100.00	I	Materia orgánica o turba, con restos de raíces y palos, de color negro o gris, con espesor de 0.00 a 0.73 mt. Suelo no favorable para cimentaciones.			-	PT		0.73	-	-	
99.27	II	Arena arcillosa de color amarillo, de compresibilidad media y de mediana plasticidad con 48.62% de finos (Que pasa la malla Nº 200), Lim. Liq.= 31.81% e Ind. Plast.= 14.03%, de expansión media en condición normal.			A-6(4)	SC		2.27	11.86	-	
97.00											

OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas ASTM, (registro sin escala)

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.


 Velarde Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto

CALICATA N° 04



VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

PROYECTOS - CONSTRUCCIONES
 ASESORAMIENTOS
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata N° 04 - Capa N° 02
Material: Arena arcillosa de color amarillo
Perforación: Cielo Abierto
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando Jiménez Flores
Prof. de Muestra: 0.68 - 3.00 m
Fecha: 01 de Junio del 2,009

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	28.33	36.90	41.23
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	106.73	114.53	116.22
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	98.51	106.19	108.33
PESO DEL AGUA grs	8.22	8.34	7.89
PESO DEL SUELO SECO grs	70.18	69.29	67.10
% DE HUMEDAD	11.71	12.04	11.76
PROMEDIO % DE HUMEDAD	11.84		

PESO ESPECÍFICO ASTM D - 854

LATA	1	2	3	
PESO FRASCO+AGUA+SUELO				grs.
PESO FRASCO+AGUA				grs.
PESO SUELO SECO				grs.
PESO SUELO EN AGUA				grs.
VOLUMEN DEL SUELO				cm3
PESO ESPECIFICO				grs./cm3
PROMEDIO				grs./cm3

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO ASTM D - 2937

LATA	1	2	3
PESO DE MOLDE Kgrs	1203	1210	1209
PESO DEL SUELO + MOLDE kgrs	9870	9860	9865
PESO DEL SUELO SECO Kgrs	8667	8650	8656
VOLUMEN DEL MOLDE m3	0.0034	0.0034	0.0034
PESO UNITARIO Kgrs/m3	2.55	2.54	2.55
PROMEDIO Kgrs/m3	2.55		

M.P.P CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L.
 Velarde Pazo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecanica de
 Suelos, Concreto y Asfalto



PROYECTOS - CONSTRUCCIONES
 ASESORAMIENTOS
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
 Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
 Muestra: Calicata N° 04 - Capa N° 02
 Material: Arena arcillosa de color amarillo

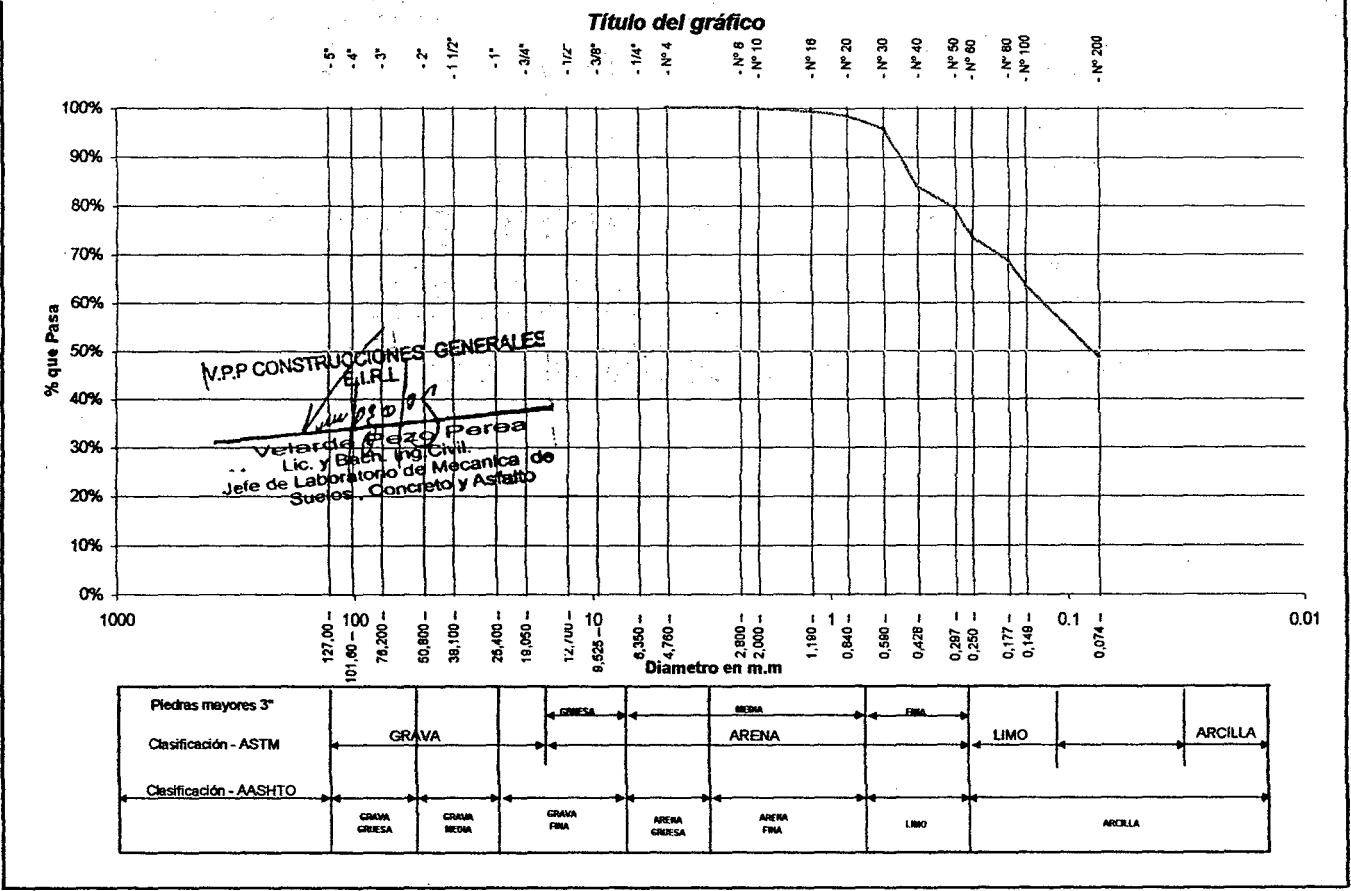
Perforación: Cielo Abierto
 Profundidad de Muestra: 0.68 - 3.00 m
 Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando
 Fecha: 01 de Junio del 2,009

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones
5"	127.00				
4"	101.60				
3"	76.20				
2"	50.80				
1 1/2"	38.10				
1"	25.40				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350				
N° 4	4.760	0.00	0.00%	100.00%	
N° 8	2.380	0.39	0.07%	99.94%	
N° 10	2.000	0.44	0.07%	99.86%	
N° 16	1.190	3.60	0.60%	99.26%	
N° 20	0.840	6.00	1.00%	98.26%	
N° 30	0.590	15.98	2.66%	95.60%	
N° 40	0.426	70.00	11.67%	83.93%	
N° 50	0.297	27.56	4.59%	20.66%	
N° 60	0.250	36.37	6.06%	26.72%	
N° 80	0.177	28.89	4.82%	31.54%	
N° 100	0.149	30.85	5.14%	36.68%	
N° 200	0.074	88.16	14.69%	51.37%	
Fondo	0.01	291.76	48.63%	100.00%	
PESO INICIAL	600.00				

Tamaño Máximo:	
Modulo de Fineza AF:	
Modulo de Fineza AG:	
Equivalente de Arena:	
Descripción Muestra:	Arena arcillosa
SUCS =	SC
AASHTO =	A-6(3)
LL =	31.79
LP =	18.38
IP =	13.41
IG =	
D 90 =	48.63
D 60 =	
D 30 =	
D 10 =	
WT =	
WT+SAL =	
WSAL =	
WT+SDL =	
WSDL =	
%ARC. =	
%ERR. =	
Cc =	
Cu =	
Observaciones:	

Arena arcillosa de color amarillo, de compresibilidad media y de mediana plasticidad con 48.63% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lím. Liq. = 31.79% e Ind. Plast. = 13.41%, de expansión media en condición normal.

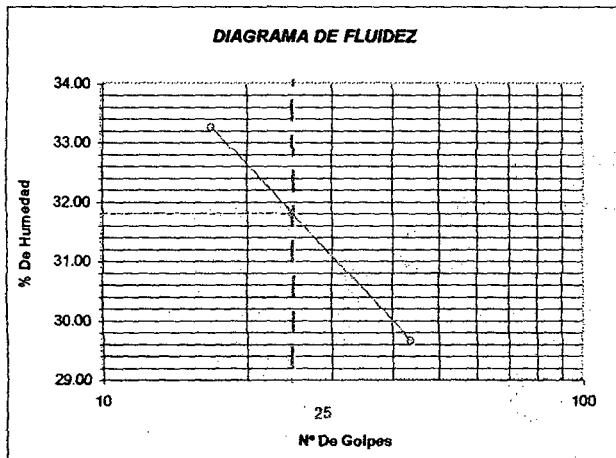


Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata N° 04 - Capa N° 02
Material: Arena arcillosa de color amarillo

Perforación: Cielo Abierto
Profundidad de la Muestra: 0.68 - 3.00 m
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando Jimé
Fecha: 01 de Junio del 2,009

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D - 4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	22.07	28.33	36.67
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	43.35	68.17	80.27
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	38.04	58.56	70.30
PESO DEL AGUA grs	5.31	9.61	9.97
PESO DEL SUELO SECO grs	15.97	30.23	33.63
% DE HUMEDAD	33.25	31.79	29.65
NUMERO DE GOLPES	17	25	44



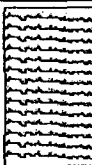

Indice de Flujo FI	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	31.79
Límite Plástico (%)	18.38
Indice de Plasticidad Ip (%)	13.41
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-6(3)
Indice de consistencia Ic	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D - 4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	22.59	23.54	26.61
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	56.70	57.72	58.82
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	51.48	52.54	53.63
PESO DEL AGUA grs	5.22	5.18	5.19
PESO DEL SUELO SECO grs	28.89	29.00	27.02
% DE HUMEDAD	18.07	17.86	19.21
% PROMEDIO		18.38	

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L.

Velarde Pizarro Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de
 Suelos, Concreto y Asfalto

REGISTRO DE EXCAVACION											
Ejecuta :		V.P.P. Construcciones Generales					Elaboro :		Tesisista: Bach. Jorge Fernando Jiménez Flores		
Proyecto :		Estudio de Mecánica de suelos					Kilometraje:		-		
Ubicación		Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín					Fecha :		01 de Junio del 2,009		
Calicata C-04		Nivel freático:		Prof. Exc.: 3.00 (m)		Cota As. 100.00 (msnm)		ESPESOR		HUMEDAD	Observ.
Cota As. (m)	Est.	Descripción del Estrato de suelo			CLASIFICACION			(m)	(%)		
			AASHTO	SUCS	SIMBOLO						
100.00	I	Materia orgánica o turba, con restos de raíces y palos, de color negro o gris, con material afirmado, con espesor de 0.00 a 0.68 mt. Suelo no favorable para cimentaciones.			-	PT		0.68	-	-	
99.32	II	Arena arcillosa de color amarillo, de compresibilidad media y de mediana plasticidad con 48.63% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lfm. Líq= 31.79% e Ind. Plast.= 13.41%, de expansión media en condición normal.			A-6(3)	SC		2.32	11.84	-	
97.00											
OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas ASTM, (registro sin escala)											

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L.
 Velarde Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de
 Suelos, Concreto y Asfalto

CALICATA N° 05



VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

PROYECTOS - CONSTRUCCIONES
 ASESORAMIENTOS
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata N° 05 - Capa N° 02
Material: Arcilla arenosa
Perforación: Cielo Abierto
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando Jiménez Flores
Prof. de Muestra: 0.65 - 1.80 m
Fecha: 01 de Junio del 2,009

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	21.53	21.31	35.66
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	82.58	96.19	123.83
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	75.80	89.52	116.25
PESO DEL AGUA grs	6.78	6.67	7.58
PESO DEL SUELO SECO grs	54.27	68.21	80.59
% DE HUMEDAD	12.49	9.78	9.41
PROMEDIO % DE HUMEDAD	10.56		

PESO ESPECÍFICO ASTM D - 854

LATA	1	2	3	
PESO FRASCO+AGUA+SUELO				grs.
PESO FRASCO+AGUA				grs.
PESO SUELO SECO				grs.
PESO SUELO EN AGUA				grs.
VOLUMEN DEL SUELO				cm ³
PESO ESPECIFICO				grs./cm ³
PROMEDIO				grs./cm ³

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO ASTM D - 2937

LATA	1	2	3
PESO DE MOLDE Kgrs	412	418	413
PESO DEL SUELO + MOLDE kgrs	5900	5895	5850
PESO DEL SUELO SECO Kgrs	5489	5477	5437
VOLUMEN DEL MOLDE m ³	0.0034	0.0034	0.0034
PESO UNITARIO Kgrs/m ³	1.61	1.61	1.60
PROMEDIO Kgrs/m ³	1.61		

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L.

V. Velarde Perea
 Velarde Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de
 Suelos, Concreto y Asfalto



VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

PROYECTOS - CONSTRUCCIONES
ASESORAMIENTOS
ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata N° 05 - Capa N° 02
Material: Arcilla arenosa

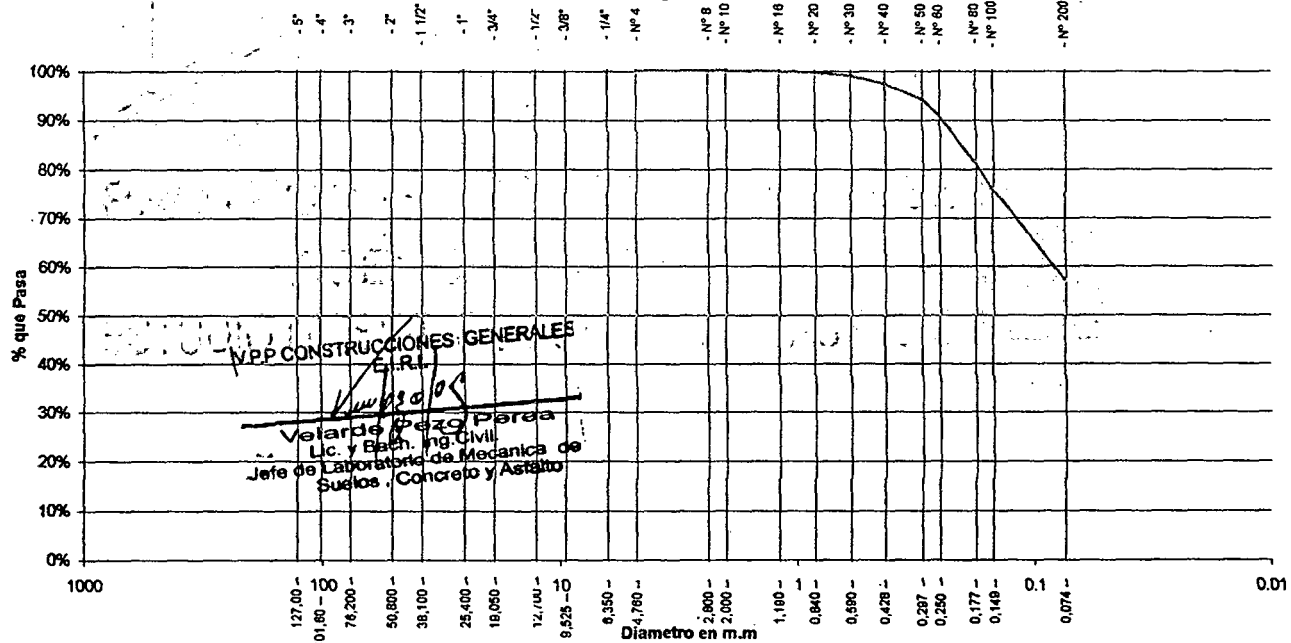
Perforación: Cielo Abierto
Profundidad de Muestra: 0.65 - 1.80 m
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando
Fecha: 01 de Junio del 2,009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422

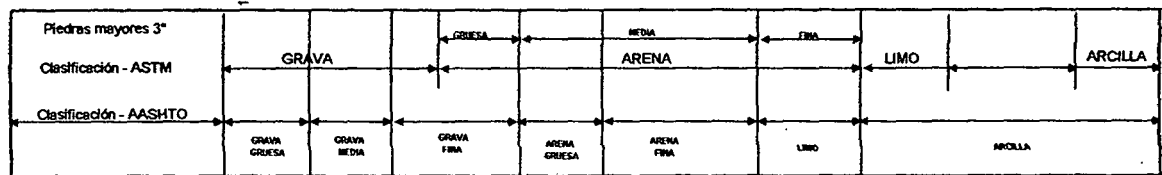
Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø (mm)						
5"	127.00					Modulo de Fineza AF:
4"	101.60					Modulo de Fineza AG:
3"	76.20					Equivalente de Arena:
2"	50.80					Descripción Muestra:
1 1/2"	38.10					Arcilla arenosa
1"	25.40					SUCS =
3/4"	19.050					CL
1/2"	12.700					AASHTO =
3/8"	9.525					A-6(5)
1/4"	6.350					LL = 28.84
N° 4	4.760	0.00	0.00%	100.00%		LP = 14.87
N° 8	2.380	0.07	0.01%	99.99%		IP = 13.97
N° 10	2.000	0.10	0.02%	99.97%		IG =
N° 16	1.190	0.69	0.14%	99.83%		D 90=
N° 20	0.840	1.31	0.26%	99.74%		D 60=
N° 30	0.590	3.24	0.65%	98.92%		D 30=
N° 40	0.426	8.43	1.69%	97.23%		D 10=
N° 50	0.297	15.62	3.12%	94.11%		
N° 60	0.250	17.39	3.48%	90.63%		
N° 80	0.177	46.90	9.38%	81.25%		
N° 100	0.149	26.98	5.40%	75.85%		
N° 200	0.074	93.79	18.76%	57.10%		
Fondo	0.01	285.48	57.10%	100.00%		
PESO INICIAL	500.00					

Arcilla arenosa, de compresibilidad media y de mediana plasticidad con 57.10% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lim. Liq. = 28.84% e Ind. Plast. = 13.97%, de expansión media en condición normal.

Título del gráfico



VPP CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.
Velarde Pezo Pareja
Lic. y Bach. Ing. Civil
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto





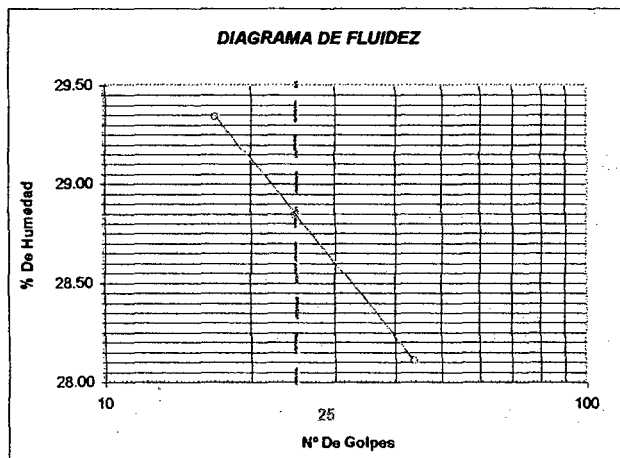
VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata N° 05 - Capa N° 02
Material: Arcilla arenosa

Perforación: Cielo Abierto
Profundidad de la Muestra: 0.65 - 1.80 m
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando Jiménez
Fecha: 01 de Junio del 2,009

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D - 4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	58.94	58.55	28.58
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	84.95	95.09	54.24
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	79.05	86.91	48.61
PESO DEL AGUA grs	5.90	8.18	5.63
PESO DEL SUELO SECO grs	20.11	28.36	20.03
% DE HUMEDAD	29.34	28.84	28.11
NUMERO DE GOLPES	17	25	44



Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	28.84
Límite Plástico (%)	14.87
Índice de Plasticidad Ip (%)	13.97
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-6(5)
Índice de consistencia Ic	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D - 4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	32.20	58.60	25.47
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	52.98	80.90	46.00
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	50.36	78.03	43.26
PESO DEL AGUA grs	2.62	2.87	2.74
PESO DEL SUELO SECO grs	18.16	19.43	17.79
% DE HUMEDAD	14.43	14.77	15.40
% PROMEDIO		14.87	

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L.
 Velarde Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de
 Suelos, Concreto y Asfalto



VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

PROYECTOS - CONSTRUCCIONES
ASESORAMIENTOS
ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata N° 05 - Capa N° 03
Material: Arena arcillosa
Perforación: Cielo Abierto
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando Jiménez Flores

Prof. de Muestra: 1.80 - 3.00 m
Fecha: 01 de Junio del 2,009

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	21.53	21.31	35.66
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	82.58	96.19	123.83
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	79.82	92.79	119.84
PESO DEL AGUA grs	2.76	3.40	3.99
PESO DEL SUELO SECO grs	58.29	71.48	84.18
% DE HUMEDAD	4.73	4.76	4.74
PROMEDIO % DE HUMEDAD	4.74		

PESO ESPECÍFICO ASTM D - 854

LATA	1	2	3	
PESO FRASCO+AGUA+SUELO				grs.
PESO FRASCO+AGUA				grs.
PESO SUELO SECO				grs.
PESO SUELO EN AGUA				grs.
VOLUMEN DEL SUELO				cm3
PESO ESPECIFICO				grs./cm3
PROMEDIO				grs./cm3

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO ASTM D - 2937

LATA	1	2	3
PESO DE MOLDE Kgrs	511	516	513
PESO DEL SUELO + MOLDE kgrs	5990	5995	5980
PESO DEL SUELO SECO Kgrs	5479	5479	5467
VOLUMEN DEL MOLDE m3	0.0034	0.0034	0.0034
PESO UNITARIO Kgrs/m3	1.61	1.61	1.61
PROMEDIO Kgrs/m3	1.61		

VPP CONSTRUCCIONES GENERALES
E.I.R.L.
V. Velarde Perea
Velarde Perea
Lic. y Bach. Ing. Civil.
Jefe de Laboratorio de Mecánica de
Suelos, Concreto y Asfalto

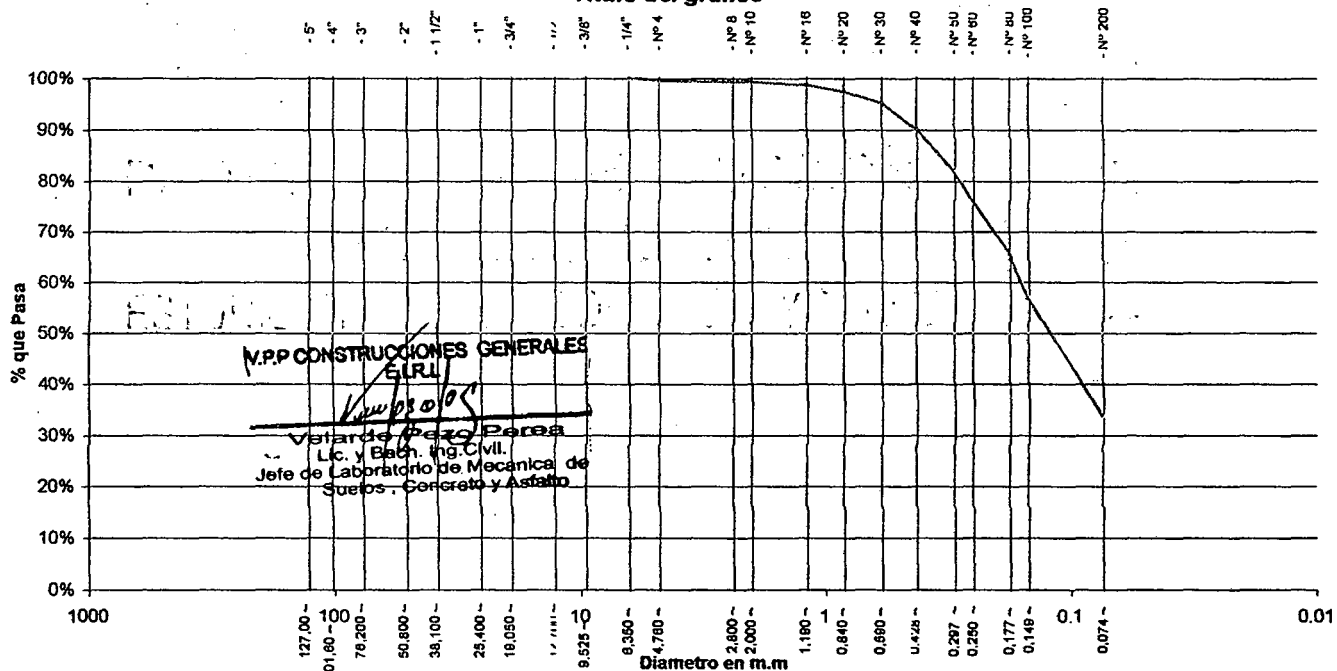
Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata Nº 05 - Capa Nº 03
Material: Arena arcillosa

Perforación: Cielo Abierto
Profundidad de Muestra: 1.80 - 3.00 m
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando Jim
Fecha: 01 de Junio del 2,009

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
5"	127.00					Modulo de Fineza AF:
4"	101.60					Modulo de Fineza AG:
3"	76.20					Equivalente de Arena:
2"	50.80					Descripción Muestra:
1 1/2"	38.10					Arena arcillosa
1"	25.40					SUCS = SC AASHTO = A-2-4(0)
3/4"	19.050					LL = 20.60 WT =
1/2"	12.700					LP = 0.00 WT+SAL =
3/8"	9.525					IP = 0.00 WSAL =
1/4"	6.350	0.00	0.00%	100.00%		IG = WT+SDL =
Nº 4	4.760	2.37	0.47%	99.53%		WSDL =
Nº 8	2.380	1.22	0.24%	99.28%		D 90= %ARC. = 33.65
Nº 10	2.000	0.20	0.04%	99.24%		D 60= %ERR. =
Nº 16	1.190	3.40	0.68%	98.56%		D 30= Cc =
Nº 20	0.840	6.05	1.21%	97.35%		D 10= Cu =
Nº 30	0.590	11.06	2.21%	95.14%		Observaciones:
Nº 40	0.426	25.83	5.17%	89.97%		Arena arcillosa, de compresibilidad media y de nula plasticidad con 33.65% de finos (Que pasa la malla Nº 200), Lim. Liq. = 20.60% e Ind. Plast. = 0.00%, de ligera expansión en condición normal.
Nº 50	0.297	39.92	7.98%	81.99%		
Nº 60	0.250	31.19	6.24%	75.75%		
Nº 80	0.177	51.11	10.22%	65.53%		
Nº 100	0.149	43.60	8.72%	56.81%		
Nº 200	0.074	115.79	23.16%	33.65%		
Fondo	0.01	168.26	33.65%	100.00%		
PESO INICIAL	500.00					

Título del gráfico



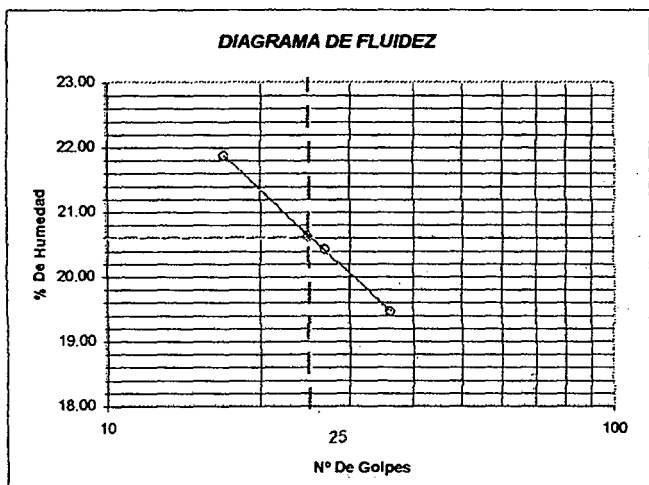
Piedras mayores 3"	GRAVA		GRUENA	ARENA		FINA	LIMO	ARCILLA
Clasificación - ASTM	GRAVA		GRUENA	ARENA		FINA	LIMO	ARCILLA
Clasificación - AASHTO	GRAYA GRUENA	GRAYA MEDIA	GRAYA FINA	ARENA GRUENA	ARENA FINA	LIMO	ARCILLA	

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San M
Muestra: Calicata N° 05 - Capa N° 03
Material: Arena arcillosa

Perforación: Cielo Abierto
Profundidad de la Muestra: 1.80 - 3.00 m
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando Jimé
Fecha: 01 de Junio del 2,009

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D - 4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	28.54	58.94	32.15
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	72.75	97.99	75.68
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	64.82	91.37	68.59
PESO DEL AGUA grs	7.93	6.62	7.09
PESO DEL SUELO SECO grs	36.28	32.43	36.44
% DE HUMEDAD	21.86	20.41	19.46
NUMERO DE GOLPES	17	27	36

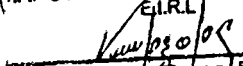


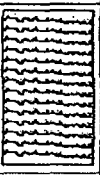
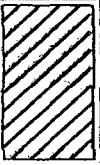

Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	20.60
Límite Plástico (%)	0.00
Índice de Plasticidad Ip (%)	0.00
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-2-4(0)
Índice de consistencia Ic	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D - 4318

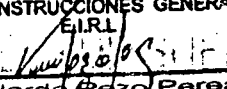
LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs			
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
% PROMEDIO			

No Plastico

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
E.I.R.L.

 Velarde Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de
 Suelos, Concreto y Asfalto

REGISTRO DE EXCAVACION											
Ejecuta :		V.P.P. Construcciones Generales					Elaboro :		Tesisista: Bach. Jorge Fernando Jiménez Flores		
Proyecto :		Estudio de Mecánica de suelos					Kilometraje:		-		
Ubicación		Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín					Fecha :		01 de Junio del 2,009		
Calicata C-05		Nivel freático:		Prof. Exc.: 3.00 (m)		Cota As. 100.00 (msnm)		ESPESOR		HUMEDAD	Observ.
Cota As. (m)	Est.	Descripción del Estrato de suelo				CLASIFICACION			(m)	(%)	
		AASHTO	SUCS	SIMBOLO							
100.00	I	Materia orgánica o turba, con restos de raíces y palos, de color negro, con espesor de 0.00 a 0.65 mt. Suelo no favorable para cimentaciones.					PT		0.65		
99.35											
98.20	II	Arcilla arenosa, de compresibilidad media y de mediana plasticidad con 57.10% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lím. LÍq.= 28.84% e Ind. Plast.= 13.97%, de expansión media en condición normal.				A-8(5)	CL		1.15	10.56	
97.00	III	Arena arcillosa, de compresibilidad media y de nula plasticidad con 33.65% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lím. LÍq.= 20.60% e Ind. Plast.= 0.00%, de ligera expansión en condición normal.				A-2-4(0)	SC		1.20	4.74	
OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas ASTM, (registro sin escala)											

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
E.I.R.L.


Velardo Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto

CALICATA N° 06



VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

PROYECTOS - CONSTRUCCIONES
ASESORAMIENTOS
ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata N° 06 - Capa N° 02
Material: Arena fina
Perforación: Cielo Abierto
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando Jiménez Flores
Prof. de Muestra: 0.68 - 3.00 m
Fecha: 01 de Junio del 2,009

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	58.30	58.62	58.67
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	87.13	82.20	88.10
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	84.11	79.69	84.99
PESO DEL AGUA grs	3.02	2.51	3.11
PESO DEL SUELO SECO grs	25.81	21.07	26.32
% DE HUMEDAD	11.70	11.91	11.82
PROMEDIO % DE HUMEDAD	11.81		

PESO ESPECÍFICO ASTM D - 854

LATA	1	2	3	
PESO FRASCO+AGUA+SUELO				grs.
PESO FRASCO+AGUA				grs.
PESO SUELO SECO				grs.
PESO SUELO EN AGUA				grs.
VOLUMEN DEL SUELO				cm3
PESO ESPECIFICO				grs./cm3
PROMEDIO				grs./cm3

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO ASTM D - 2937

LATA	1	2	3
PESO DE MOLDE Kgrs	1002	1009	1006
PESO DEL SUELO + MOLDE kgrs	8185	8200	8220
PESO DEL SUELO SECO Kgrs	7183	7191	7215
VOLUMEN DEL MOLDE m3	0.0034	0.0034	0.0034
PESO UNITARIO Kgrs/m3	2.11	2.12	2.12
PROMEDIO Kgrs/m3	2.12		

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
E.I.R.L.

 Velarde Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de
 Suelos, Concreto y Asfalto

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata N° 06 - Capa N° 02
Material: Arena fina

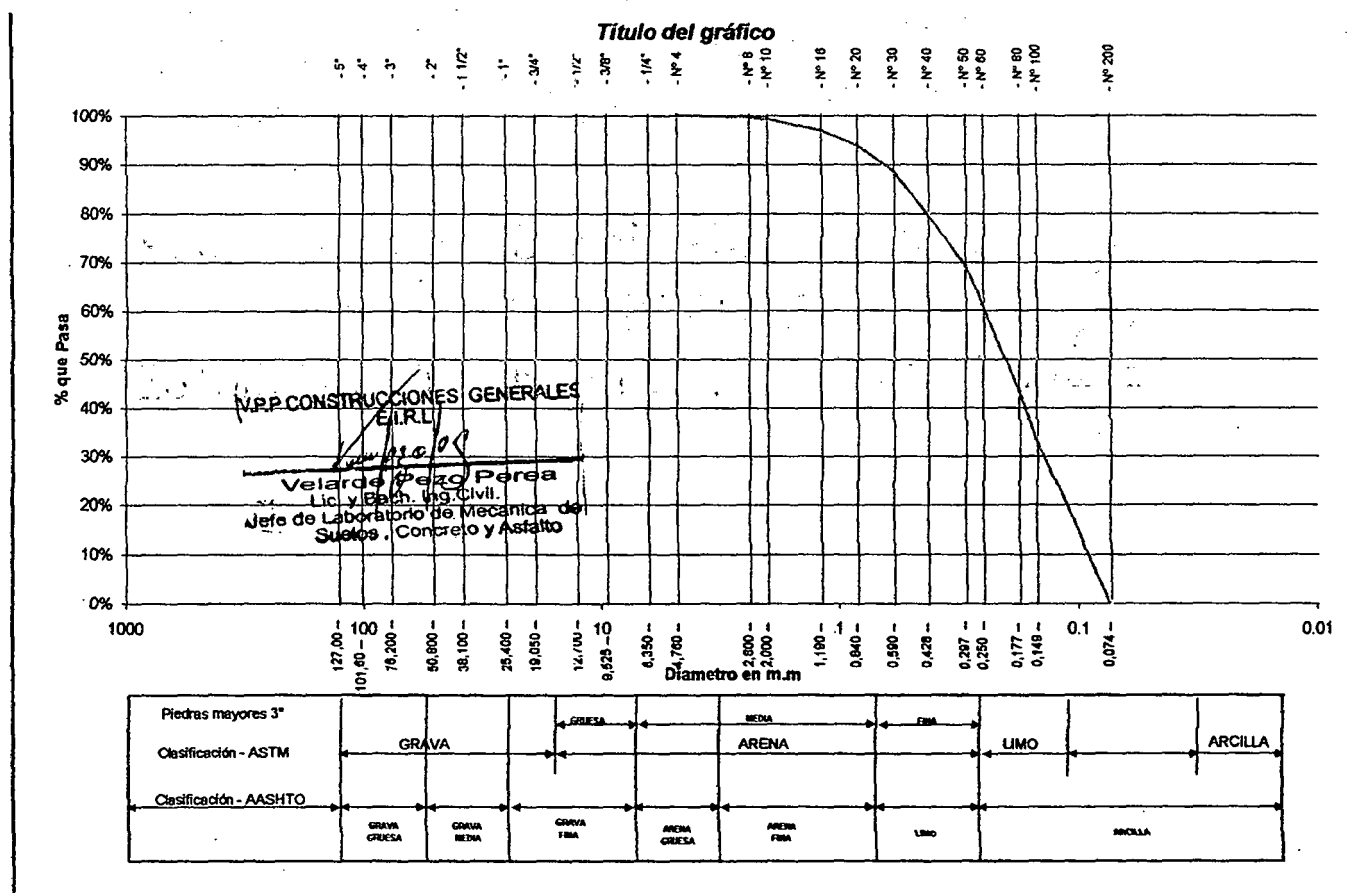
Perforación: Cielo Abierto
Profundidad de Muestra: 0.68 - 3.00 m
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando
Fecha: 01 de Junio del 2,009

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:													
Ø	(mm)						Modulo de Fineza AF:	Modulo de Fineza AG:	Equivalente de Arena:	Descripción Muestra:										
5"	127.00																			
4"	101.60																			
3"	76.20																			
2"	50.80																			
1 1/2"	38.10																			
1"	25.40																			
3/4"	19.050																			
1/2"	12.700																			
3/8"	9.525																			
1/4"	6.350																			
N° 4	4.760	0.00	0.00%	0.00%	100.00%															
N° 8	2.380	0.99	0.40%	0.40%	99.60%															
N° 10	2.000	0.89	0.36%	0.76%	99.24%															
N° 16	1.190	5.76	2.32%	3.08%	96.92%															
N° 20	0.840	7.78	3.14%	6.22%	93.78%															
N° 30	0.590	12.73	5.14%	11.36%	88.64%															
N° 40	0.426	21.96	8.86%	20.22%	79.78%															
N° 50	0.297	26.45	10.67%	30.89%	69.11%															
N° 60	0.250	19.46	7.85%	38.74%	61.26%															
N° 80	0.177	44.81	18.08%	56.83%	43.17%															
N° 100	0.149	24.30	9.81%	66.63%	33.37%															
N° 200	0.074	82.62	33.34%	99.97%	0.03%															
Fondo	0.01	0.08	0.03%	100.00%	0.00%															
PESO INICIAL		247.83																		

SUCS =	SP	AASHTO =	A-3(0)
LL =	30.71	WT =	
LP =	22.53	WT+SAL =	
IP =	8.18	WSAL =	
IG =		WT+SDL =	
		WSDL =	
D 90 =		%ARC =	0.03
D 60 =		%ERR =	
D 30 =		Cc =	
D 10 =		Cu =	

Observaciones:
Arena fina, de compresibilidad baja y de baja plasticidad con 0.03% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lim. Liq. = 30.71% e Ind. Plast. = 8.18%, de expansión baja en condición normal.





VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

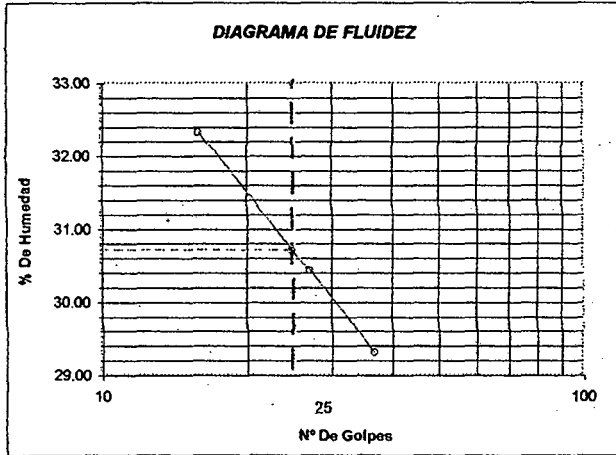
PROYECTOS - CONSTRUCCIONES
 ASESORAMIENTOS
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata N° 06 - Capa N° 02
Material: Arena fina

Perforación: Cielo Abierto
Profundidad de la Muestra: 0.68 - 3.00 m
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando Jiménez
Fecha: 01 de Junio del 2,009

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D - 4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	21.05	21.31	21.56
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	45.82	42.40	47.06
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	39.77	37.48	41.28
PESO DEL AGUA grs	6.05	4.92	5.78
PESO DEL SUELO SECO grs	18.72	16.17	19.72
% DE HUMEDAD	32.32	30.43	29.31
NUMERO DE GOLPES	16	27	37


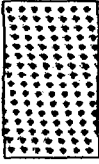


Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	30.71
Límite Plástico (%)	22.53
Indice de Plasticidad Ip (%)	8.18
Clasificación SUCS	SP
Clasificación AASHTO	A-3(0)
Indice de consistencia Ic	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D - 4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	21.31	25.45	21.56
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	42.70	46.18	42.40
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	38.89	42.21	38.61
PESO DEL AGUA grs	3.81	3.97	3.79
PESO DEL SUELO SECO grs	17.58	16.76	17.05
% DE HUMEDAD	21.67	23.69	22.23
% PROMEDIO		22.53	

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L.
 Velarde Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de
 Suelos, Concreto y Asfalto

REGISTRO DE EXCAVACION											
Ejecuta :		V.P.P. Construcciones Generales					Elaboro :		Tesisista: Bach. Jorge Fernando Jiménez Flores		
Proyecto :		Estudio de Mecánica de suelos					Kilometraje:		-		
Ubicación		Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo					Fecha :		01 de Junio del 2,009		
Calicata C-06		Nivel freático:		Prof. Exc.: 3.00 (m)		Cota As. 100.00 (msnm)		ESPESOR		HUMEDAD	Observ.
Cota As. (m)	Est.	Descripción del Estrato de suelo			CLASIFICACIÓN			(m)	(%)		
					AASHTO	SUCS	SIMBOLO				
100.00	I	Materia orgánica o turba, con restos de raíces y palos, de color negro con material colocado de afirmado relleno, con espesor de 0.00 a 0.68 mt. Suelo no favorable para cimentaciones.				PT		0.68			
99.32											
97.00	II	Arena fina, de compresibilidad baja y de baja plasticidad con 0.03% de finos (Que pasa la malla N° 200), L _{im} , L _{iq} = 30.71% e Ind. Plast. = 8.18%, de expansión baja en condición normal.			A-3(0)	SP		2.32	11.61		
OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas ASTM, (registro sin escala)											

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
E.I.R.L.
[Signature]
Velarde Pizarro Perea
Lic. y Bach. Ing. Civil.
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto

CALICATA N° 07



VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata N° 07 - Capa N° 02
Material: Arena arcillosa
Perforación: Cielo Abierto **Prof. de Muestra:** 0.35 - 3.00 m
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando Jiménez Flores **Fecha:** 01 de Junio del 2,009

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	58.42	58.55	58.67
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	154.23	156.56	154.89
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	146.52	148.70	147.12
PESO DEL AGUA grs	7.71	7.86	7.77
PESO DEL SUELO SECO grs	88.10	90.15	88.45
% DE HUMEDAD	8.75	8.72	8.78
PROMEDIO % DE HUMEDAD	8.75		

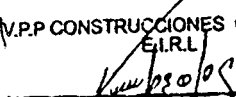
PESO ESPECÍFICO ASTM D - 854

LATA	1	2	3	
PESO FRASCO+AGUA+SUELO				grs.
PESO FRASCO+AGUA				grs.
PESO SUELO SECO				grs.
PESO SUELO EN AGUA				grs.
VOLUMEN DEL SUELO				cm ³
PESO ESPECIFICO				grs./cm ³
PROMEDIO				grs./cm ³

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO ASTM D - 2937

LATA	1	2	3
PESO DE MOLDE Kgrs	7957	7957	7957
PESO DEL SUELO + MOLDE kgrs	12742	12638	12631
PESO DEL SUELO SECO Kgrs	4785	4681	4674
VOLUMEN DEL MOLDE m ³	0.0034	0.0034	0.0034
PESO UNITARIO Kgrs/m ³	1.41	1.38	1.37
PROMEDIO Kgrs/m ³	1.39		

V.P.P CONSTRUCCIONES GENERALES
E.I.R.L


 Velarde Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de
 Suelos, Concreto y Asfalto



VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

PROYECTOS - CONSTRUCCIONES
 ASESORAMIENTOS
 STUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
 Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
 Muestra: Calicata N° 07 - Capa N° 02
 Material: Arena arcillosa

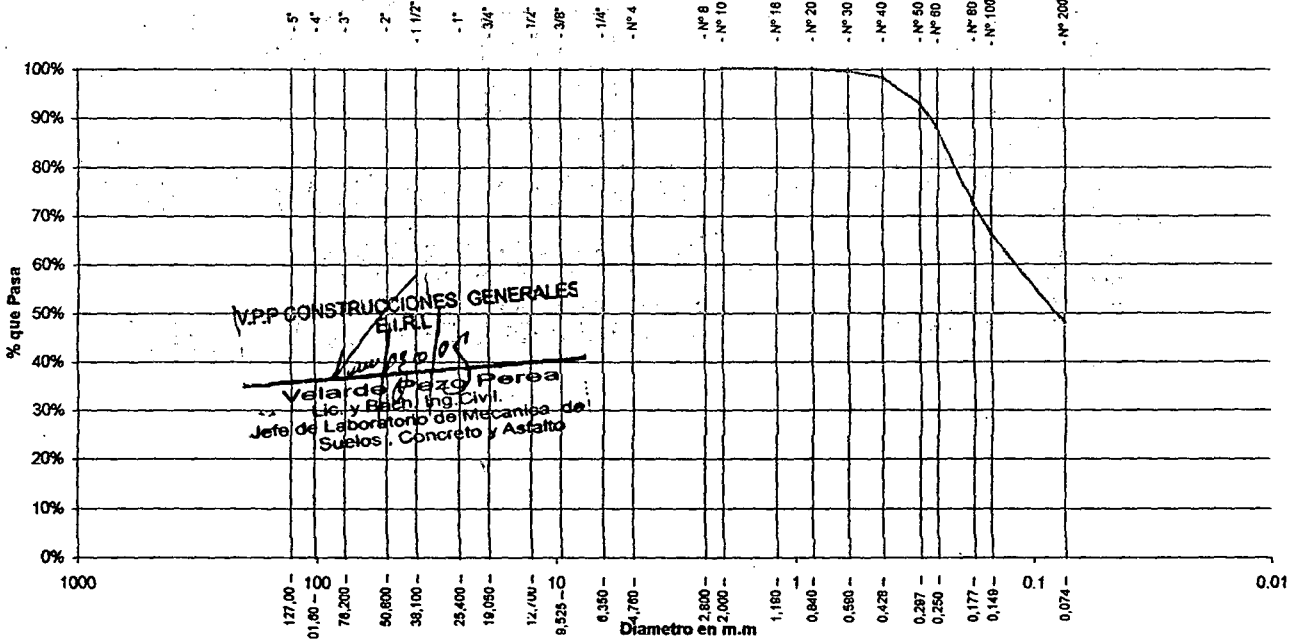
Perforación: Cielo Abierto
 Profundidad de Muestra: 0.35 - 3.00 m
 Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando
 Fecha: 01 de Junio del 2,009

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
5"	127.00					Modulo de Fineza AF: _____
4"	101.60					Modulo de Fineza AG: _____
3"	76.20					Equivalente de Arena: _____
2"	50.80					Descripción Muestra: Arena arcillosa
1 1/2"	38.10					
1"	25.40					
3/4"	19.050					SUCS = SC AASHTO = A-4(1)
1/2"	12.700					LL = 25.20 WT =
3/8"	9.525					LP = 15.74 WT+SAL =
1/4"	6.350					IP = 9.46 WSAL =
N° 4	4.760					IG = WT+SDL =
N° 8	2.380					WSDL =
N° 10	2.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	D 90= %ARC. = 47.70
N° 16	1.190	0.05	0.02%	0.02%	99.98%	D 60= %ERR. =
N° 20	0.840	0.22	0.08%	0.10%	99.90%	D 30= Cc =
N° 30	0.590	1.03	0.37%	0.47%	99.53%	D 10= Cu =
N° 40	0.426	3.69	1.33%	1.80%	98.20%	Observaciones:
N° 50	0.297	14.87	5.37%	7.17%	92.83%	
N° 60	0.250	13.80	4.98%	12.15%	87.85%	
N° 80	0.177	43.84	15.83%	27.98%	72.02%	
N° 100	0.149	16.70	6.03%	34.01%	65.99%	
N° 200	0.074	50.68	18.30%	52.30%	47.70%	
Fondo	0.01	132.12	47.70%	100.00%	0.00%	
PESO INICIAL	277.00					

Arena arcillosa, de compresibilidad media y de mediana plasticidad con 47.70% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lim. Liq. = 25.20% e Ind. Plast. = 9.46%, de expansión media en condición normal.

Título del gráfico



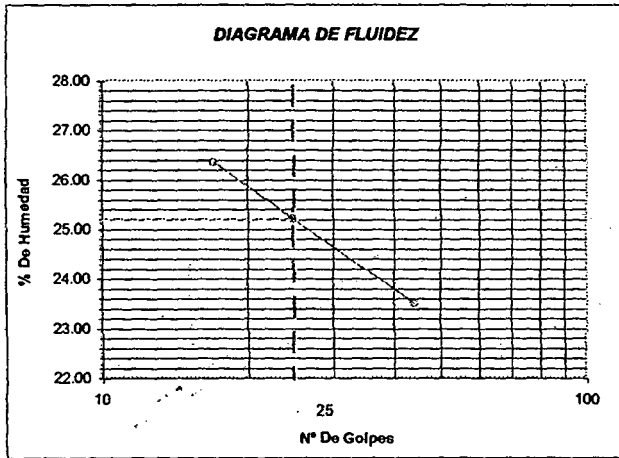
Clasificación - ASTM	GRAVA	ARENA	LIMO	ARCILLA
Clasificación - AASHTO	GRAVA GRESA GRAVA MEDA GRAVA FINA	ARENA GRESA ARENA FINA	LIMO	ARCILLA

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata N° 07 - Capa N° 02
Material: Arena arcillosa

Perforación: Cielo Abierto
Profundidad de la Muestra: 0.35 - 3.00 m
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando Jiménez
Fecha: 01 de Junio del 2,009

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D - 4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	54.65	57.65	56.34
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	95.60	98.09	97.33
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	87.06	89.95	89.53
PESO DEL AGUA grs	8.54	8.14	7.80
PESO DEL SUELO SECO grs	32.41	32.30	33.19
% DE HUMEDAD	26.35	25.20	23.50
NUMERO DE GOLPES	17	25	44

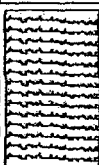



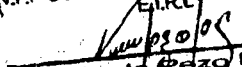
Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	25.20
Límite Plástico (%)	15.74
Índice de Plasticidad Ip (%)	9.46
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-4(1)
Índice de consistencia Ic	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D - 4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	56.76	56.23	56.78
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	87.89	88.70	87.00
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	83.65	84.29	82.89
PESO DEL AGUA grs	4.24	4.41	4.11
PESO DEL SUELO SECO grs	26.89	28.06	26.11
% DE HUMEDAD	15.77	15.72	15.74
% PROMEDIO		15.74	

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
E.I.R.L.
 Velarde Pazo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de
 Suelos, Concreto y Asfalto

REGISTRO DE EXCAVACION											
Ejecuta :		V.P.P. Construcciones Generales					Elaboro :		Tesis: Bach. Jorge Fernando Jiménez Flores		
Proyecto :		Estudio de Mecánica de suelos					Kilometraje:		-		
Ubicación		Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín					Fecha :		01 de Junio del 2,009		
Calicata C-07		Nivel freático:		Prof. Exc.: 3.00 (m)		Cota As. 100.00 (msnm)		ESPESOR		HUMEDAD	Observ.
Cota As. (m)	Est.	Descripción del Estrato de suelo			CLASIFICACIÓN			(m)	(%)		
		AASHTO	SUCS	SIMBOLO							
100.00	I	Materia orgánica o turba, con restos de raíces y palos, de color negro o gris, con espesor de 0.00 a 0.35 mt. Suelo no favorable para cimentaciones.			-	PT		0.35	-	-	
99.65	II	Arena arcillosa, de compresibilidad media y de mediana plasticidad con 47.70% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lím. Lq. = 25.20% e Ind. Plast. = 9.46%, de expansión media en condición normal.			A-4(1)	SC		2.65	8.75	-	
97.00											
OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas ASTM, (registro sin escala)											

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
E.I.R.L.

Valde Pared Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto

CALICATA N° 08



PROYECTOS - CONSTRUCCIONES
 ASESORAMIENTOS
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata N° 08 - Capa N° 02
Material: Arena arcillosa de color ocre amarillo
Perforación: Cielo Abierto
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando Jiménez Flores
Prof. de Muestra: 0.50 - 3.00 m
Fecha: 01 de Junio del 2,009

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	58.88	58.68	58.78
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	150.27	150.07	150.09
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	138.36	137.73	138.36
PESO DEL AGUA grs	11.91	12.34	11.73
PESO DEL SUELO SECO grs	79.48	79.05	79.58
% DE HUMEDAD	14.98	15.61	14.74
PROMEDIO % DE HUMEDAD	15.11		

PESO ESPECÍFICO ASTM D - 854

LATA	1	2	3	
PESO FRASCO+AGUA+SUELO				grs.
PESO FRASCO+AGUA				grs.
PESO SUELO SECO				grs.
PESO SUELO EN AGUA				grs.
VOLUMEN DEL SUELO				cm ³
PESO ESPECIFICO				grs./cm ³
PROMEDIO				grs./cm ³

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO ASTM D - 2937

LATA	1	2	3
PESO DE MOLDE Kgrs	1065	1070	1073
PESO DEL SUELO + MOLDE kgrs	8850	8835	8865
PESO DEL SUELO SECO Kgrs	7785	7765	7792
VOLUMEN DEL MOLDE m ³	0.0034	0.0034	0.0034
PESO UNITARIO Kgrs/m ³	2.29	2.28	2.29
PROMEDIO Kgrs/m ³	2.29		

V.P.P CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L

Velarde Pazo Perea
 Velarde Pazo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de
 Suelos, Concreto y Asfalto



PROYECTOS - CONSTRUCCIONES
 ASESORAMIENTOS
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata Nº 08 - Capa Nº 02
Material: Arena arcillosa de color ocre amarillo

Perforación: Cielo Abierto
Profundidad de Muestra: 0.50 - 3.00 m
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando
Fecha: 01 de Junio del 2,009

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones
Ø	(mm)				
5"	127.00				
4"	101.60				
3"	76.20				
2"	50.80				
1 1/2"	38.10				
1"	25.40				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350	0.00	0.00%	100.00%	
Nº 4	4.760	3.06	0.61%	99.39%	
Nº 8	2.380	6.31	1.26%	98.13%	
Nº 10	2.000	2.93	0.59%	97.54%	
Nº 16	1.190	10.94	2.19%	95.35%	
Nº 20	0.840	6.41	1.28%	94.07%	
Nº 30	0.590	6.85	1.37%	92.70%	
Nº 40	0.426	14.89	2.98%	89.72%	
Nº 50	0.297	25.98	5.20%	84.53%	
Nº 60	0.250	21.99	4.40%	80.13%	
Nº 80	0.177	48.90	9.78%	70.35%	
Nº 100	0.149	24.17	4.83%	65.51%	
Nº 200	0.074	80.55	16.11%	49.40%	
Fondo	0.01	247.02	49.40%	0.00%	
PESO INICIAL	500.00				

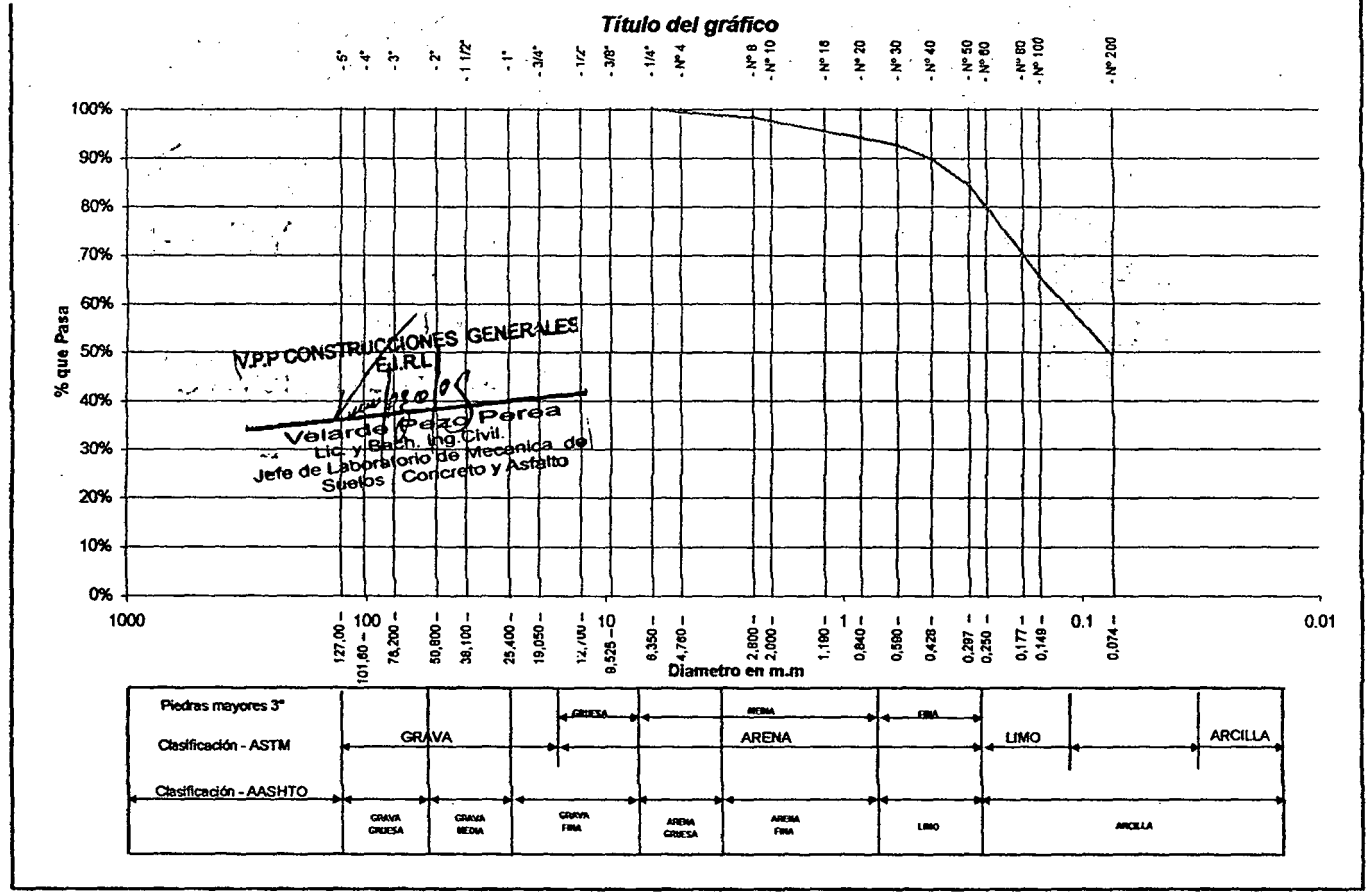
Tamaño Máximo: _____
 Modulo de Fineza AF: _____
 Modulo de Fineza AG: _____
 Equivalente de Arena: _____
 Descripción Muestra: Arena arcillosa

SUCS = SC AASHTO = A-6(3)

LL = 33.49 WT = _____
 LP = 22.25 WT+SAL = _____
 IP = 11.24 WSAL = _____
 IG = _____ WT+SDL = _____
 D 90= _____ WSDL = _____
 D 60= _____ %ARC. = 49.40
 D 30= _____ %ERR. = _____
 D 10= _____ Cc = _____
 Cu = _____

Observaciones: _____

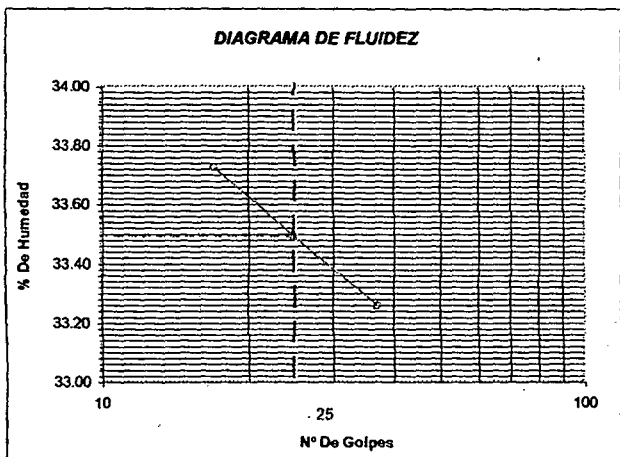
Arena arcillosa de color ocre amarillo, de compresibilidad media y de mediana plasticidad con 49.40% de finos (Que pasa la malla Nº 200), Lim. Liq. = 33.49% e Ind. Plast. = 11.24%, de expansión media en condición normal.



Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata N° 08 - Capa N° 02
Material: Arena arcillosa de color ocre amarillo
Perforación: Cielo Abierto
Profundidad de la Muestra: 0.50 - 3.00 m
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando Jiménez
Fecha: 01 de Junio del 2,009

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D - 4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	44.68	58.52	31.80
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	109.75	106.03	77.92
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	93.34	94.11	66.41
PESO DEL AGUA grs	16.41	11.92	11.51
PESO DEL SUELO SECO grs	48.66	35.59	34.61
% DE HUMEDAD	33.72	33.49	33.26
NUMERO DE GOLPES	17	25	37




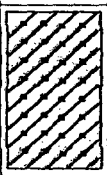
Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	33.49
Límite Plástico (%)	22.25
Índice de Plasticidad Ip (%)	11.24
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-6(3)
Índice de consistencia Ic	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D - 4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	58.63	58.85	58.85
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	80.62	85.20	85.20
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	76.75	80.37	80.28
PESO DEL AGUA grs	3.87	4.83	4.92
PESO DEL SUELO SECO grs	18.12	21.52	21.43
% DE HUMEDAD	21.36	22.44	22.96
% PROMEDIO		22.25	

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
E.I.R.L.

Velarde Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto

REGISTRO DE EXCAVACION											
Ejecuta :		V.P.P. Construcciones Generales					Elaboro :		Tesisista: Bach. Jorge Fernando Jiménez Flores		
Proyecto :		Estudio de Mecánica de suelos Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo					Kilometraje:		-		
Ubicación		Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín					Fecha :		01 de Junio del 2,009		
Calicata C-08		Nivel freático:		Prof. Exc.: 3.00 (m)		Cota As. 100.00 (msnm)		ESPESOR		HUMEDAD	Observ.
Cota As. (m)	Est.	Descripción del Estrato de suelo			CLASIFICACION			(m)	(%)		
		AASHTO	SUCS	SIMBOLO							
100.00	I	Materia orgánica o turba, con restos de raíces y palos, de color negro o gris, con material relleno con piedras de 2" de Diámetro, con espesor de 0.00 a 0.50 mt. Suelo no favorable para cimentaciones.				PT		0.50			
99.50	II	Arena arcillosa de color ocre amarillo, de compresibilidad media y de mediana plasticidad con 49.40% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lim. Líq.= 33.49% e Ind. Plast.= 11.24%, de expansión media en condición normal.			A-6(3)	SC		2.50	15.11		
97.00											
OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas ASTM, (registro sin escala)											

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L.
 Velarde Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto

CALICATA N° 09



PROYECTOS - CONSTRUCCIONES
ASESORAMIENTOS
ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata N° 09 - Capa N° 02
Material: Arcilla arenosa de color amarillo
Perforación: Cielo Abierto
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando Jiménez Flores

Prof. de Muestra: 1.86 - 3.00 m
Fecha: 01 de Junio del 2,009

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	58.88	58.70	58.76
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	150.23	150.09	150.08
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	138.32	137.78	138.42
PESO DEL AGUA grs	11.91	12.31	11.66
PESO DEL SUELO SECO grs	79.44	79.08	79.66
% DE HUMEDAD	14.99	15.57	14.64
PROMEDIO % DE HUMEDAD	15.07		

PESO ESPECÍFICO ASTM D - 854

LATA	1	2	3	
PESO FRASCO+AGUA+SUELO				grs.
PESO FRASCO+AGUA				grs.
PESO SUELO SECO				grs.
PESO SUELO EN AGUA				grs.
VOLUMEN DEL SUELO				cm ³
PESO ESPECIFICO				grs./cm ³
PROMEDIO				grs./cm ³

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO ASTM D - 2937

LATA	1	2	3
PESO DE MOLDE Kgrs	1078	1074	1077
PESO DEL SUELO + MOLDE kgrs	7050	7100	7040
PESO DEL SUELO SECO Kgrs	5972	6026	5963
VOLUMEN DEL MOLDE m ³	0.0034	0.0034	0.0034
PESO UNITARIO Kgrs/m ³	1.76	1.77	1.75
PROMEDIO Kgrs/m ³	1.76		

V.P.P CONSTRUCCIONES GENERALES
E.I.R.L

Velarde Pezo Perea
Lic. y Bach. Ing.Civil.
Jefe de Laboratorio de Mecanica de
Suelos, Concreto y Asfalto



VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

PROYECTOS - CONSTRUCCIONES
 ASESORAMIENTOS
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
 Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
 Muestra: Calicata N° 09 - Capa N° 02
 Material: Arcilla arenosa de color amarillo

Perforación: Cielo Abierto
 Profundidad de Muestra: 1.86 - 3.00 m
 Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando
 Fecha: 01 de Junio del 2,009

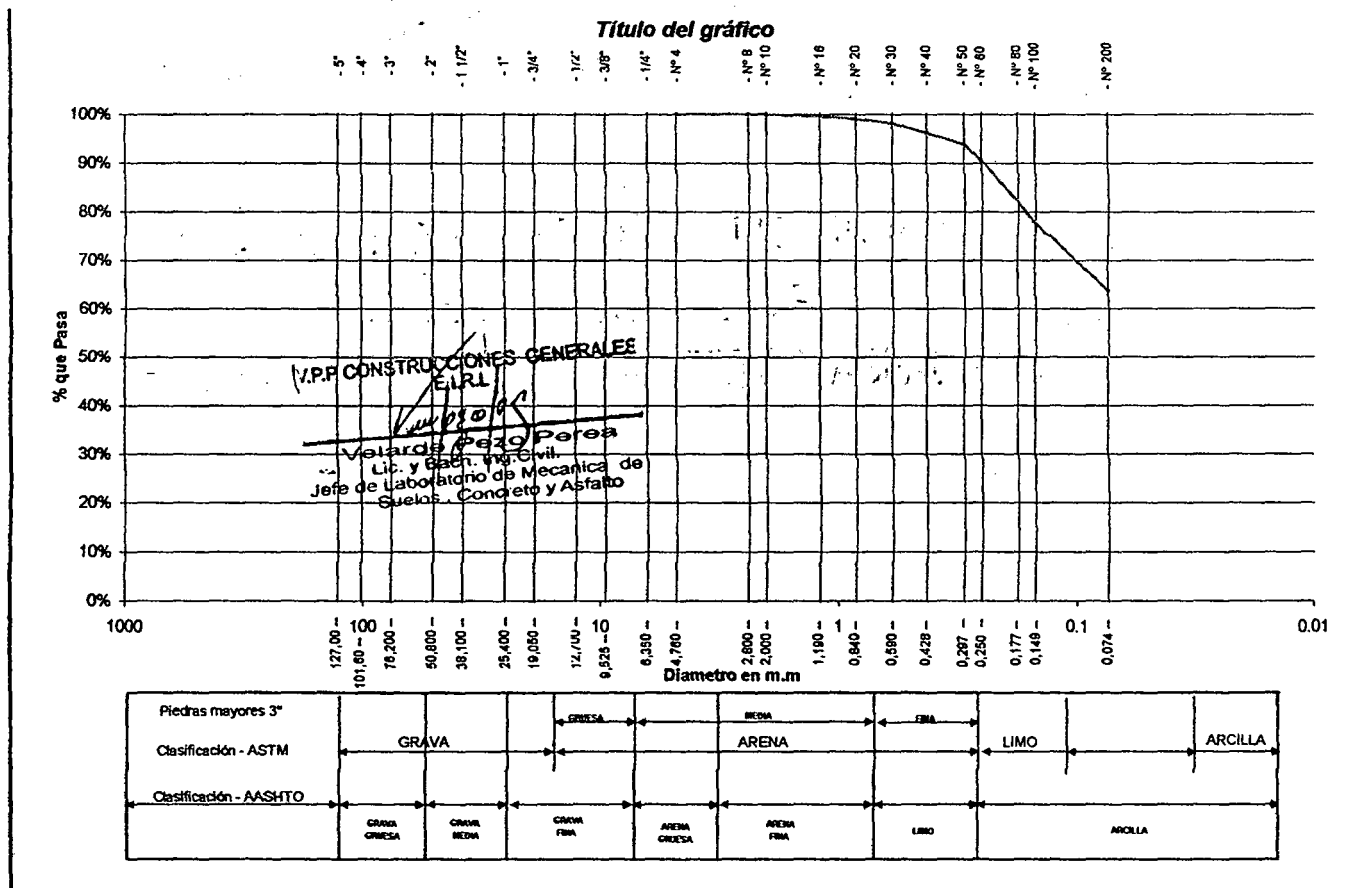
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
5"	127.00					
4"	101.60					
3"	76.20					
2"	50.80					
1 1/2"	38.10					
1"	25.40					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N° 4	4.760	0.00	0.00%	100.00%		
N° 8	2.380	0.39	0.08%	99.92%		
N° 10	2.000	0.21	0.04%	99.88%		
N° 16	1.190	1.73	0.35%	99.53%		
N° 20	0.840	2.75	0.55%	98.98%		
N° 30	0.590	4.78	0.96%	98.03%		
N° 40	0.426	8.98	1.99%	96.04%		
N° 50	0.297	11.71	2.34%	93.69%		
N° 60	0.250	16.45	3.29%	90.40%		
N° 80	0.177	40.55	8.11%	82.29%		
N° 100	0.149	22.30	4.46%	77.83%		
N° 200	0.074	71.42	14.28%	63.55%		
Fondo	0.01	317.75	63.55%	100.00%		
PESO INICIAL	500.00					

SUCS =	CL	AASHTO =	A-6(5)
LL =	30.04	WT =	
LP =	17.85	WT+SAL =	
IP =	12.19	WSAL =	
IG =		WT+SDL =	
		WSDL =	
D 90=		%ARR. =	63.55
D 60=		%ERR. =	
D 30=		Cc =	
D 10=		Cu =	

Descripción Muestra: Arcilla arenosa

Observaciones: Arcilla arenosa de color amarillo, de compresibilidad media y de mediana plasticidad con 63.55% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lim. Liq. = 30.04% e Ind. Plast. = 12.19%, de expansión media en condición normal.

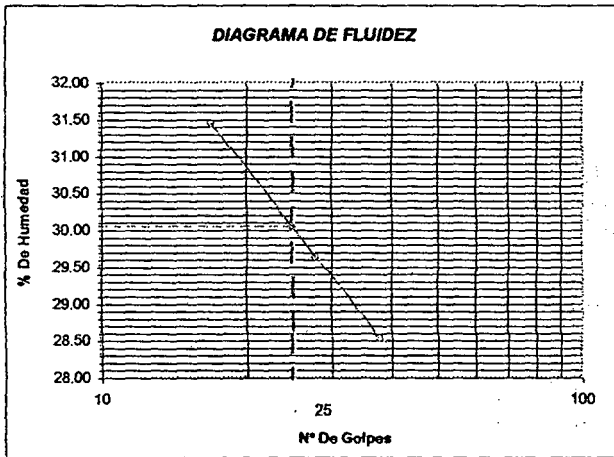


Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata N° 09 - Capa N° 02
Material: Arcilla arenosa de color amarillo

Perforación: Cielo Abierto
Profundidad de la Muestra: 1.86 - 3.00 m
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando Jiménez
Fecha: 01 de Junio del 2,009

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D - 4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	64.79	103.01	58.49
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	102.58	145.93	104.85
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	93.54	136.12	94.56
PESO DEL AGUA grs	9.04	9.81	10.29
PESO DEL SUELO SECO grs	28.75	33.11	36.07
% DE HUMEDAD	31.44	29.63	28.53
NUMERO DE GOLPES	17	28	38

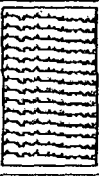
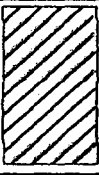


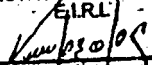
Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	30.04
Límite Plástico (%)	17.85
Indice de Plasticidad Ip (%)	12.19
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-6(5)
Indice de consistencia Ic	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D - 4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	58.34	58.54	58.56
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	79.82	79.14	79.17
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	76.46	76.09	76.08
PESO DEL AGUA grs	3.36	3.05	3.09
PESO DEL SUELO SECO grs	18.12	17.55	17.52
% DE HUMEDAD	18.54	17.38	17.64
% PROMEDIO		17.85	

V.P.P CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L.
 Velarde Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de
 Suelos, Concreto y Asfalto

REGISTRO DE EXCAVACION											
Ejecuta :		V.P.P. Construcciones Generales					Elaboro :		Tesisista: Bach. Jorge Fernando Jiménez Flores		
Proyecto :		Estudio de Mecánica de suelos Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo					Kilometraje:		-		
Ubicación		Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín					Fecha :		01 de Junio del 2,009		
Calicata C-09		Nivel freático:		Prof. Exc.: 3.00 (m)		Cota As. 100.00 (msnm)		ESPESOR		HUMEDAD	Observ.
Cota As. (m)	Est.	Descripción del Estrato de suelo			CLASIFICACION			(m)	(%)		
					AASHTO	SUCS	SIMBOLO				
100.00	I	Relleno con material granular, con espesor de 0.00 a 1.86 mt. Suelo no favorable para cimentaciones.			-	PT		1.86	-		
98.14	II	Arcilla arenosa de color amarillo, de compresibilidad media y de mediana plasticidad con 63.55% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lím. Líq.= 30.04% e Ind. Plast.= 12.19%, de expansión media en condición normal.			A-6(5)	CL		1.14	15.07		
97.00											
OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, coleccionadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas ASTM, (registro sin escala)											

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L.

 Velarde Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto

CALICATA N° 10



PROYECTOS - CONSTRUCCIONES
 ASESORAMIENTOS
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata N° 10 - Capa N° 02
Material: Arena arcillosa
Perforación: Cielo Abierto
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando Jiménez Flores
Prof. de Muestra: 0.20 - 3.00 m
Fecha: 01 de Junio del 2,009

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	58.09	64.12	58.42
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	183.56	174.45	179.42
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	173.00	165.00	169.10
PESO DEL AGUA grs	10.56	9.45	10.32
PESO DEL SUELO SECO grs	114.91	100.88	110.68
% DE HUMEDAD	9.19	9.37	9.32
PROMEDIO % DE HUMEDAD	9.29		

PESO ESPECÍFICO ASTM D - 854

LATA	1	2	3	
PESO FRASCO+AGUA+SUELO				grs.
PESO FRASCO+AGUA				grs.
PESO SUELO SECO				grs.
PESO SUELO EN AGUA				grs.
VOLUMEN DEL SUELO				cm ³
PESO ESPECIFICO				grs./cm ³
PROMEDIO				grs./cm ³

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO ASTM D - 2937

LATA	1	2	3
PESO DE MOLDE Kgrs	1052	1078	1072
PESO DEL SUELO + MOLDE kgrs	7200	7190	7185
PESO DEL SUELO SECO Kgrs	6148	6112	6113
VOLUMEN DEL MOLDE m ³	0.0034	0.0034	0.0034
PESO UNITARIO Kgrs/m ³	1.81	1.80	1.80
PROMEDIO Kgrs/m ³	1.80		

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L.
 Velarde Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de
 Suelos, Concreto y Asfalto



PROYECTOS - CONSTRUCCIONES
 ASesorAMIENTOS
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata Nº 10 - Capa Nº 02
Material: Arena arcillosa

Perforación: Cielo Abierto
Profundidad de Muestra: 0.20 - 3.00 m
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando
Fecha: 01 de Junio del 2,009

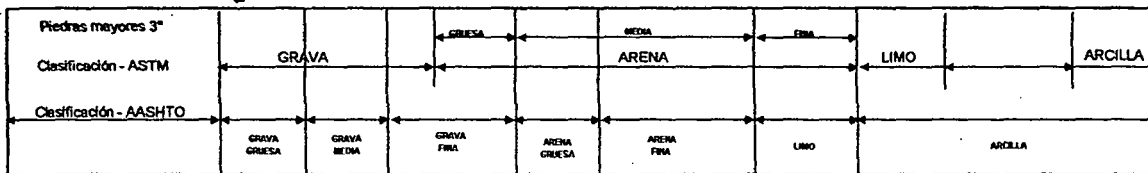
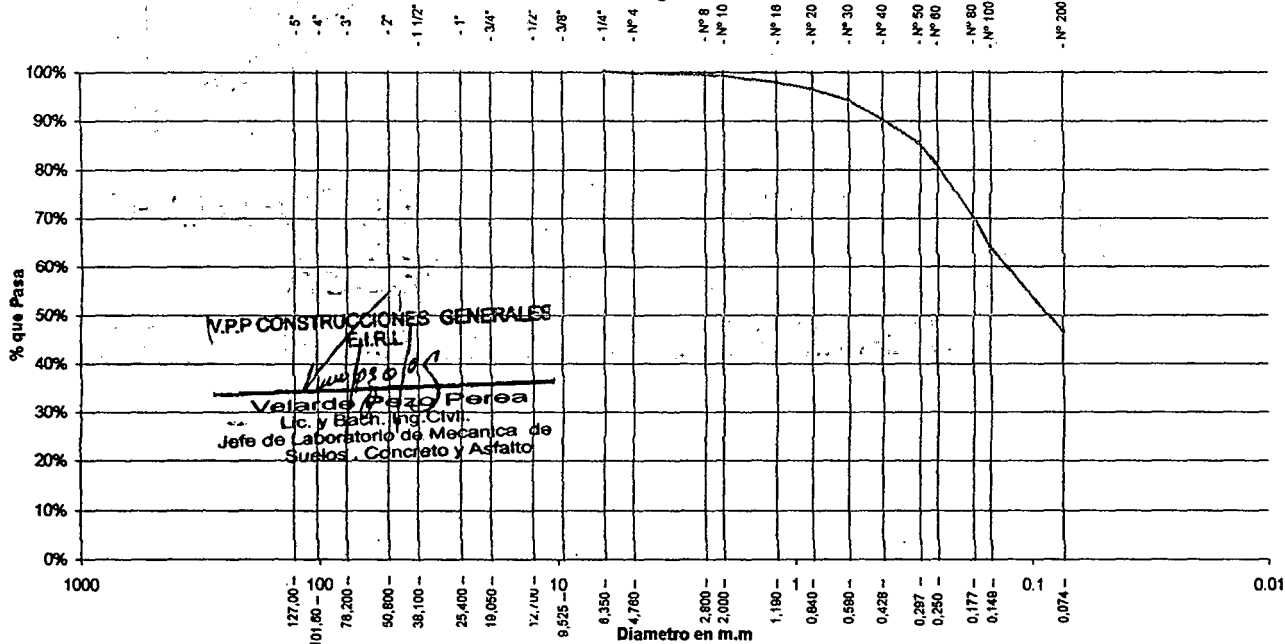
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:													
Ø	(mm)						Modulo de Finezza AF:	Modulo de Finezza AG:	Equivalente de Arena:	Descrpcción Muestra:										
5"	127.00																			
4"	101.60																			
3"	76.20																			
2"	50.80																			
1 1/2"	38.10																			
1"	25.40																			
3/4"	19.050																			
1/2"	12.700																			
3/8"	9.525																			
1/4"	6.350	0.00	0.00%	0.00%	100.00%															
Nº 4	4.760	1.10	0.27%	0.27%	99.73%															
Nº 8	2.380	1.56	0.38%	0.65%	99.35%															
Nº 10	2.000	1.00	0.24%	0.89%	99.11%															
Nº 16	1.190	5.66	1.37%	2.26%	97.74%															
Nº 20	0.840	6.00	1.46%	3.72%	96.28%															
Nº 30	0.590	8.72	2.12%	5.83%	94.17%															
Nº 40	0.426	16.53	4.01%	9.85%	90.15%															
Nº 50	0.297	19.92	4.83%	14.68%	85.32%															
Nº 60	0.250	18.00	4.37%	19.05%	80.95%															
Nº 80	0.177	44.40	10.78%	29.83%	70.17%															
Nº 100	0.149	25.00	6.07%	35.89%	64.11%															
Nº 200	0.074	73.20	17.77%	53.66%	46.34%															
Fondo	0.01	190.92	46.34%	100.00%	0.00%															
PESO INICIAL		412.01																		

Tamaño Máximo:			
Modulo de Finezza AF:			
Modulo de Finezza AG:			
Equivalente de Arena:			
Descrpcción Muestra:	Arena arcillosa		
SUCS =	SC	AASHTO =	A-6(3)
LL =	28.95	WT =	
LP =	15.60	WT+SAL =	
IP =	13.35	WSAL =	
IG =		WT+SDL =	
D 90=		WSDL =	
D 60=		%ARC. =	46.34
D 30=		%ERR. =	
D 10=		Cc =	
		Cu =	

Observaciones:
 Arena arcillosa, de compresibilidad media y de mediana plasticidad con 46.34% de finos (Que pasa la malla Nº 200), Lim. Liq. = 28.95% e Ind. Plast. = 13.35%, de expansión media en condición normal

Título del gráfico





VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

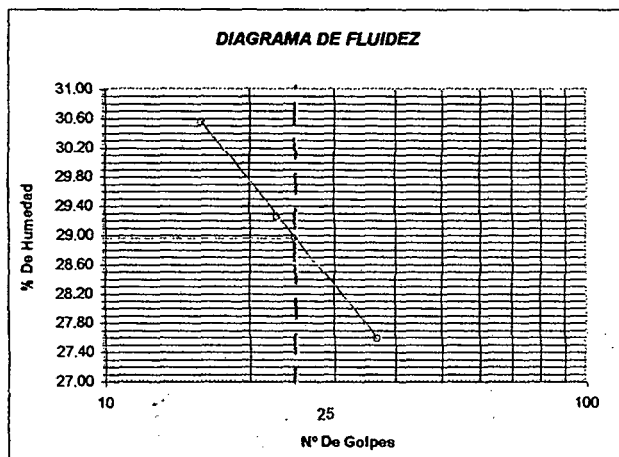
PROYECTOS - CONSTRUCCIONES
 ASESORAMIENTOS
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata N° 10 - Capa N° 02
Material: Arena arcillosa

Perforación: Cielo Abierto
Profundidad de la Muestra: 0.20 - 3.00 m
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando Jiménez
Fecha: 01 de Junio del 2,009

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D - 4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	28.63	21.09	25.49
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	82.22	77.83	76.79
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	69.68	64.99	65.70
PESO DEL AGUA grs	12.54	12.84	11.09
PESO DEL SUELO SECO grs	41.05	43.90	40.21
% DE HUMEDAD	30.55	29.25	27.58
NUMERO DE GOLPES	16	23	37

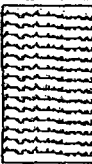



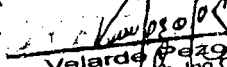
Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	28.95
Límite Plástico (%)	15.60
Indice de Plasticidad Ip (%)	13.35
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-6(3)
Indice de consistencia Ic	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D - 4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	58.16	59.25	45.30
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	75.55	76.33	65.30
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	73.23	74.00	62.60
PESO DEL AGUA grs	2.32	2.33	2.70
PESO DEL SUELO SECO grs	15.07	14.75	17.30
% DE HUMEDAD	15.39	15.80	15.61
% PROMEDIO	15.60		

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L.
 Velarde Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de
 Suelos, Concreto y Asfalto

REGISTRO DE EXCAVACION											
Ejecuta :		V.P.P. Construcciones Generales					Elaboro :		Tesisista: Bach. Jorge Fernando Jiménez Flores		
Proyecto :		Estudio de Mecánica de suelos					Kilometraje:		-		
		Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo					Fecha :		01 de Junio del 2,009		
Ubicación		Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín									
Calicata C-10		Nivel freático:		Prof. Exc.: 3.00 (m)		Cota As. 100.00 (msnm)		ESPESOR		HUMEDAD	Observ.
Cota As. (m)	Est.	Descripción del Estrato de suelo			CLASIFICACIÓN			(m)	(%)		
			AASHTO	SUCS	SIMBOLO						
100.00	I	Materia orgánica o turba, con restos de raíces y palos, de color negro o gris, con espesor de 0.00 a 0.20 mt. Suelo no favorable para cimentaciones.			-	PT			0.20		
99.80											
97.00	II	Arena arcillosa, de compresibilidad media y de mediana plasticidad con 46.34% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lím. Lq.= 28.95% e Ind. Plast.= 13.35%, de expansión media en condición normal.			A-6(3)	SC			2.60	9.29	
OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas ASTM, (registro sin escala)											

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
E.I.R.L.

Velarde Paredo Perea
 Uc. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto

CALICATA N° 11



PROYECTOS - CONSTRUCCIONES
 ASESORAMIENTOS
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata N° 11 - Capa N° 02
Material: Arcilla arenosa de color rojo con manchas negras
Perforación: Cielo Abierto
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando Jiménez Flores

Prof. de Muestra: 0.40 - 1.90 m
Fecha: 01 de Junio del 2,009

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	58.17	58.28	58.20
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	161.46	176.18	176.56
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	152.69	165.99	166.02
PESO DEL AGUA grs	8.77	10.19	10.54
PESO DEL SUELO SECO grs	94.52	107.71	107.82
% DE HUMEDAD	9.28	9.46	9.78
PROMEDIO % DE HUMEDAD	9.50		

PESO ESPECÍFICO ASTM D - 854

LATA	1	2	3	
PESO FRASCO+AGUA+SUELO				grs.
PESO FRASCO+AGUA				grs.
PESO SUELO SECO				grs.
PESO SUELO EN AGUA				grs.
VOLUMEN DEL SUELO				cm ³
PESO ESPECIFICO				grs./cm ³
PROMEDIO				grs./cm ³

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO ASTM D - 2937

LATA	1	2	3
PESO DE MOLDE Kgrs	1065	1059	1067
PESO DEL SUELO + MOLDE kgrs	7650	7638	7675
PESO DEL SUELO SECO Kgrs	6585	6579	6608
VOLUMEN DEL MOLDE m ³	0.0034	0.0034	0.0034
PESO UNITARIO Kgrs/m ³	1.94	1.94	1.94
PROMEDIO Kgrs/m ³	1.94		

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L.

 Velarde Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de
 Suelos, Concreto y Asfalto

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata Nº 11 - Capa Nº 02
Material: Arcilla arenosa de color rojo con manchas negras

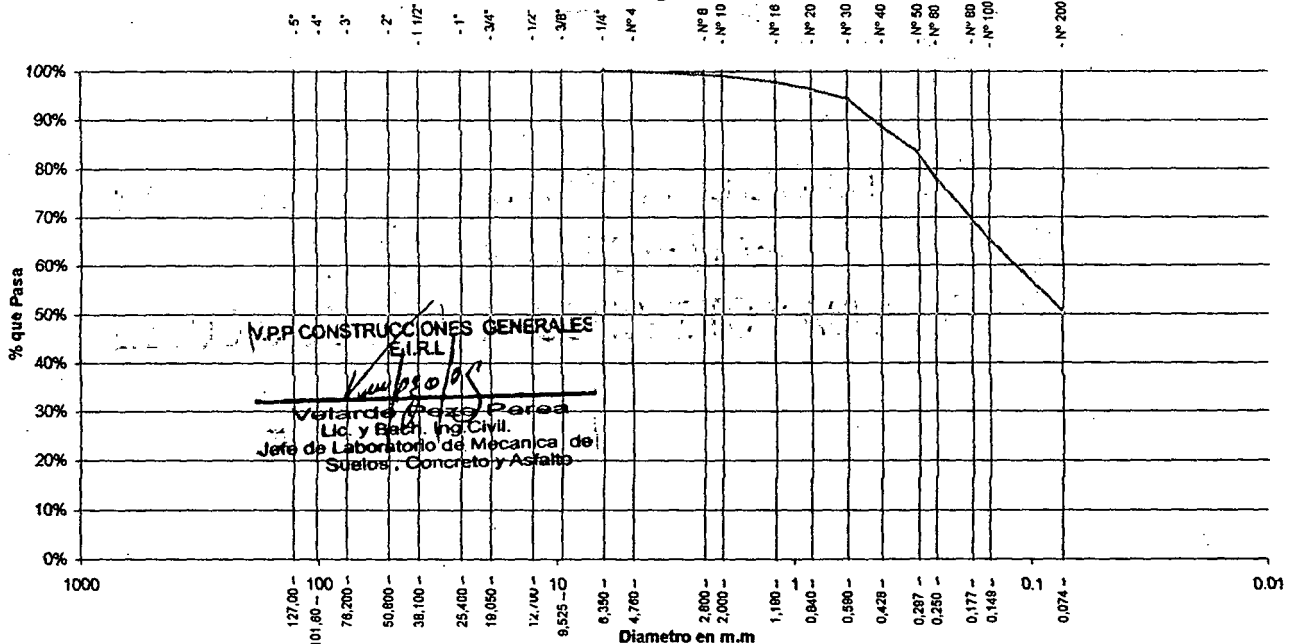
Perforación: Cielo Abierto
Profundidad de Muestra: 0.40 - 1.90 m
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando
Fecha: 01 de Junio del 2,009

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422

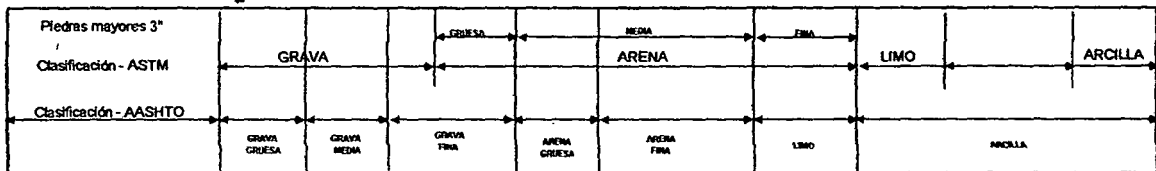
Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
5"	127.00					Modulo de Fineza AF:
4"	101.60					Modulo de Fineza AG:
3"	76.20					Equivalente de Arena:
2"	50.80					Descripción Muestra:
1 1/2"	38.10					Arcilla arenosa
1"	25.40					SUCS =
3/4"	19.050					CL = 34.45
1/2"	12.700					AASHTO = A-6(4)
3/8"	9.525					LL = 34.45
1/4"	6.350	0.00	0.00%	100.00%		LP = 20.32
Nº 4	4.760	0.42	0.08%	99.92%		IP = 14.13
Nº 6	2.380	3.78	0.74%	99.16%		IG =
Nº 10	2.000	1.18	0.23%	98.95%		O 90=
Nº 16	1.190	6.77	1.32%	97.64%		D 60=
Nº 20	0.840	7.10	1.38%	96.25%		D 30=
Nº 30	0.590	10.60	2.06%	94.19%		D 10=
Nº 40	0.426	28.74	5.59%	88.60%		
Nº 50	0.297	27.59	5.37%	83.23%		
Nº 60	0.250	26.24	5.11%	78.12%		
Nº 80	0.177	45.01	8.76%	30.64%		
Nº 100	0.149	21.83	4.25%	34.89%		
Nº 200	0.074	74.19	14.44%	49.33%		
Fondo	0.01	280.34	50.67%	100.00%		
PESO INICIAL	513.79					

Arcilla arenosa de color rojo con manchas negras, de compresibilidad media y de mediana plasticidad con 50.67% de finos (Que pasa la malla Nº 200), Lim. Lij. = 34.45% e Ind. Plast. = 14.13%, de expansión media en condición normal.

Título del gráfico



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L.
 Víctor Hugo Pérez Parra
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de
 Suelos, Concreto y Asfalto

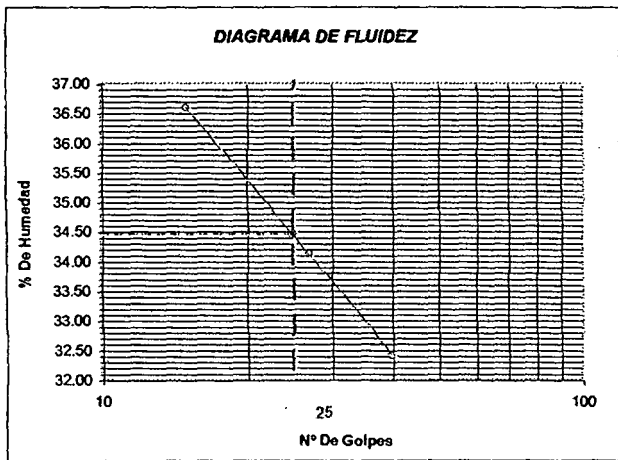


Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata N° 11 - Capa N° 02
Material: Arcilla arenosa de color rojo con manchas negras

Perforación: Cielo Abierto
Profundidad de la Muestra: 0.40 - 1.90 m
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando Jiménez
Fecha: 01 de Junio del 2,009

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D - 4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	25.49	25.43	28.58
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	40.57	40.05	42.02
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	36.53	36.33	38.73
PESO DEL AGUA grs	4.04	3.72	3.29
PESO DEL SUELO SECO grs	11.04	10.90	10.15
% DE HUMEDAD	36.59	34.13	32.41
NUMERO DE GOLPES	15	27	40



Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	34.45
Límite Plástico (%)	20.32
Índice de Plasticidad Ip (%)	14.13
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-6(4)
Índice de consistencia Ic	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D - 4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	58.06	58.10	55.46
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	65.38	66.23	63.81
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	64.15	64.83	62.42
PESO DEL AGUA grs	1.23	1.40	1.39
PESO DEL SUELO SECO grs	6.09	6.73	6.96
% DE HUMEDAD	20.20	20.80	19.97
% PROMEDIO		20.32	

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L.
[Firma]
 Velarde Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de
 Suelos, Concreto y Asfalto

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata N° 11 - Capa N° 03
Material: Arena arcillosa de color rojo con manchas negras
Perforación: Cielo Abierto
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando Jiménez Flores

Prof. de Muestra: 1.90 - 3.00 m
Fecha: 01 de Junio del 2,009

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	58.62	58.73	58.65
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	188.82	196.73	195.89
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	178.81	185.82	185.01
PESO DEL AGUA grs	10.01	10.91	10.88
PESO DEL SUELO SECO grs	120.19	127.09	126.36
% DE HUMEDAD	8.33	8.58	8.61
PROMEDIO % DE HUMEDAD	8.51		

PESO ESPECÍFICO ASTM D - 854

LATA	1	2	3	
PESO FRASCO+AGUA+SUELO				grs.
PESO FRASCO+AGUA				grs.
PESO SUELO SECO				grs.
PESO SUELO EN AGUA				grs.
VOLUMEN DEL SUELO				cm ³
PESO ESPECIFICO				grs./cm ³
PROMEDIO				grs./cm ³

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO ASTM D - 2937

LATA	1	2	3
PESO DE MOLDE Kgrs	1065	1045	1069
PESO DEL SUELO + MOLDE kgrs	7650	7620	7690
PESO DEL SUELO SECO Kgrs	6585	6575	6621
VOLUMEN DEL MOLDE m ³	0.0034	0.0034	0.0034
PESO UNITARIO Kgrs/m ³	1.94	1.93	1.95
PROMEDIO Kgrs/m ³	1.94		

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
E.I.R.L.

V. Velarde Pareda
 Velarde Pareda
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de
 Suelos, Concreto y Asfalto

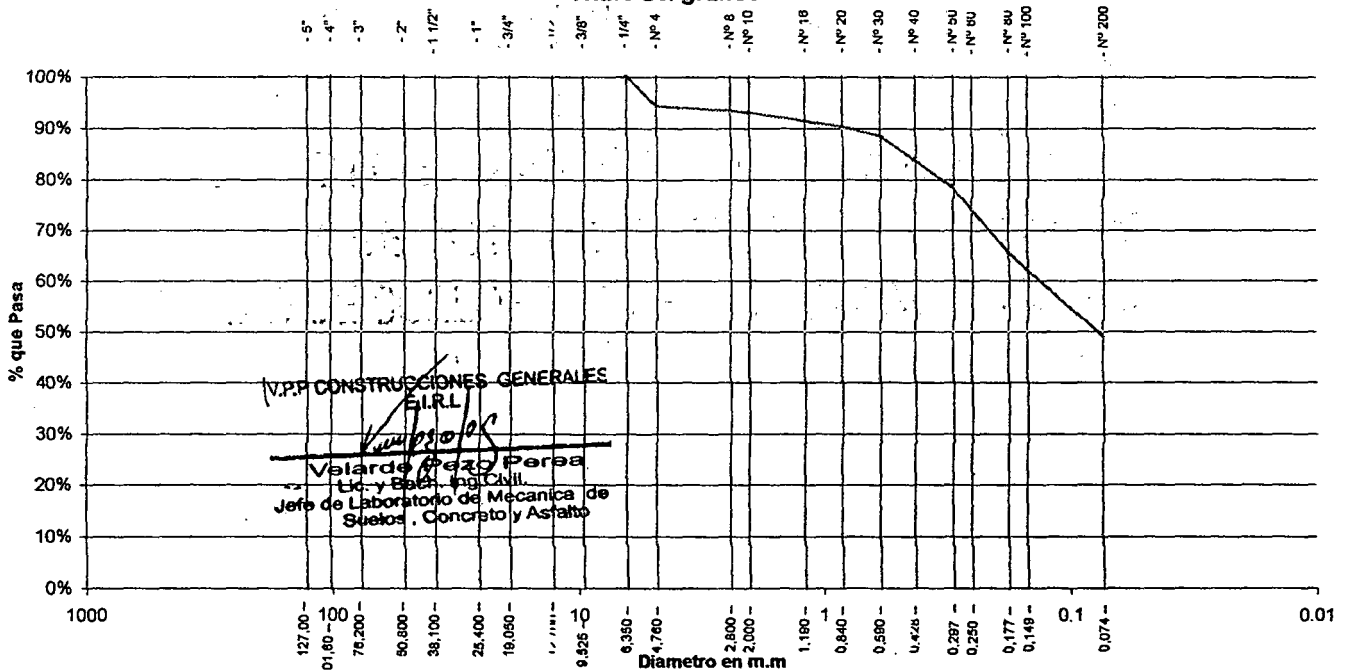
Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
 Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
 Muestra: Calicata N° 11 - Capa N° 03
 Material: Arena arcillosa de color rojo con manchas negras

Perforación: Cielo Abierto
 Profundidad de Muestra: 1.90 - 3.00 m
 Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando Jimenez
 Fecha: 01 de Junio del 2,009

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø (mm)						Modulo de Fineza AF:
5"	127.00					Modulo de Fineza AG:
4"	101.60					Equivalente de Arena:
3"	76.20					Descripción Muestra:
2"	50.80					Arena arcillosa
1 1/2"	38.10					SUCS = SC AASHTO = A-6(4)
1"	25.40					LL = 33.22 WT =
3/4"	19.050					LP = 17.58 WT+SAL =
1/2"	12.700					IP = 15.64 WSAL =
3/8"	9.525					IG = WT+SDL =
1/4"	6.350	0.00	0.00%	100.00%		WSDL =
N° 4	4.760	31.43	5.73%	94.27%		%ARC. = 48.99
N° 8	2.380	5.26	0.96%	93.31%		%ERR. =
N° 10	2.000	1.93	0.35%	92.96%		Cc =
N° 16	1.190	8.78	1.60%	91.36%		Cu =
N° 20	0.840	6.35	1.16%	90.20%		Observaciones:
N° 30	0.590	9.66	1.76%	88.44%		Arena arcillosa de color rojo con manchas negras, de compresibilidad media y de mediana plasticidad con 48.99% de finos (Que pasa la malla N° 200). Lim. Liq. = 33.22% e Ind. Plast. = 15.64%, de expansión media en condición normal.
N° 40	0.426	26.16	4.77%	83.67%		
N° 50	0.297	28.80	5.25%	78.42%		
N° 60	0.250	24.25	4.42%	73.99%		
N° 80	0.177	46.05	8.40%	65.60%		
N° 100	0.149	18.55	3.38%	62.21%		
N° 200	0.074	72.51	13.22%	48.99%		
Fondo	0.01	268.67	48.99%	100.00%		
PESO INICIAL	548.40					

Título del gráfico



Piedras mayores 3"	GRAVA		GRUEVA	MEDIA	FINA	LIMO	ARCILLA
Clasificación - ASTM	GRAVA		GRUEVA	ARENA	FINA	LIMO	ARCILLA
Clasificación - AASHTO	GRAVA GRUEVA	GRAVA MEDIA	GRAVA FINA	ARENA GRUEVA	ARENA FINA	LIMO	ARCILLA



PROYECTOS - CONSTRUCCIONES
 ASESORAMIENTOS
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

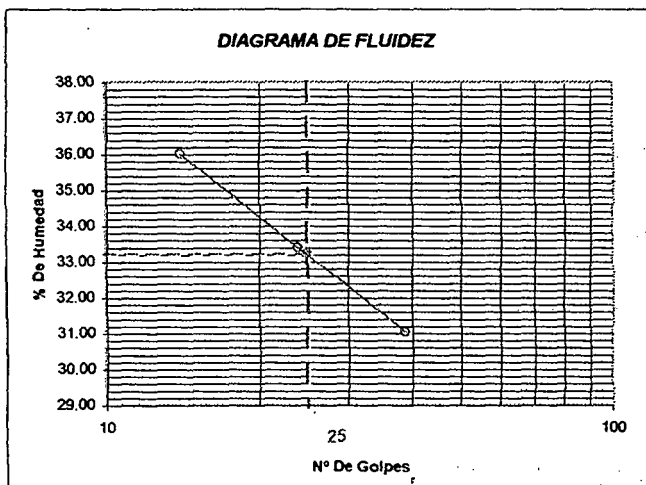
VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata N° 11 - Capa N° 03
Material: Arena arcillosa de color rojo con manchas negras

Perforación: Cielo Abierto
Profundidad de la Muestra: 1.90 - 3.00 m
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando Jiménez
Fecha: 01 de Junio del 2,009

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D - 4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	28.83	21.10	25.64
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	44.47	38.44	38.73
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	40.33	34.10	35.63
PESO DEL AGUA grs	4.14	4.34	3.10
PESO DEL SUELO SECO grs	11.50	13.00	9.99
% DE HUMEDAD	36.00	33.38	31.03
NUMERO DE GOLPES	14	24	39



Indice de Flujo Fi	
Limite de contracción (%)	
Limite Líquido (%)	33.22
Limite Plástico (%)	17.58
Indice de Plasticidad Ip (%)	15.64
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-6(4)
Indice de consistencia Ic	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D - 4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	58.40	56.28	56.20
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	67.43	66.05	65.24
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	66.07	64.63	63.86
PESO DEL AGUA grs	1.36	1.42	1.38
PESO DEL SUELO SECO grs	7.67	8.35	7.66
% DE HUMEDAD	17.73	17.01	18.02
% PROMEDIO		17.58	

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L.
 Velarde Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de
 Suelos, Concreto y Asfalto

REGISTRO DE EXCAVACION											
Ejecuta :		V.P.P. Construcciones Generales					Elaboro :		Tesisista: Bach. Jorge Fernando Jiménez Flores		
Proyecto :		Estudio de Mecánica de suelos					Kilometraje:		-		
		Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo					Fecha :		01 de Junio del 2,009		
Ubicación		Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín									
Calicata C-11		Nivel freático:		Prof. Exc.: 3.00 (m)		Cota As. 100.00 (msnm)		ESPESOR		HUMEDAD	Observ.
Cota As. (m)	Est.	Descripción del Estrato de suelo			CLASIFICACION			(m)	(%)		
			AASHTO	SUCS	SIMBOLO						
100.00	I	Relleno con material granular, con espesor de 0.00 a 0.40 mt. Suelo no favorable para cimentaciones.			-	PT		0.40			
99.60	II	Arcilla arenosa de color rojo con manchas negras, de compresibilidad media y de mediana plasticidad con 50.67% de finos (Que pasa la malla N° 200), L _m . L _{iq} . = 34.45% e Ind. Plast. = 14.13%, de expansión media en condición normal.			A-6(4)	CL		1.50	9.50		
98.10	III	Arena arcillosa de color rojo con manchas negras, de compresibilidad media y de mediana plasticidad con 48.99% de finos (Que pasa la malla N° 200), L _m . L _{iq} . = 33.22% e Ind. Plast. = 15.64%, de expansión media en condición normal.			A-6(4)	SC		1.10	8.51		
97.00											
OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas ASTM, (registro sin escala)											

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L.
 Velarde Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto

CALICATA N° 12



VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

PROYECTOS - CONSTRUCCIONES
 ASESORAMIENTOS
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata N° 12 - Capa N° 02
Material: Arcilla arenosa
Perforación: Cielo Abierto
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando Jiménez Flores
Prof. de Muestra: 0.40 - 3.00 m
Fecha: 01 de Junio del 2,009

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	58.42	58.55	58.67
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	154.23	156.56	154.89
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	146.52	148.70	147.12
PESO DEL AGUA grs	7.71	7.86	7.77
PESO DEL SUELO SECO grs	88.10	90.15	88.45
% DE HUMEDAD	8.75	8.72	8.78
PROMEDIO % DE HUMEDAD	8.75		

PESO ESPECÍFICO ASTM D - 854

LATA	1	2	3	
PESO FRASCO+AGUA+SUELO				grs.
PESO FRASCO+AGUA				grs.
PESO SUELO SECO				grs.
PESO SUELO EN AGUA				grs.
VOLUMEN DEL SUELO				cm ³
PESO ESPECIFICO				grs./cm ³
PROMEDIO				grs./cm ³

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO ASTM D - 2937

LATA	1	2	3
PESO DE MOLDE Kgrs	7957	7957	7957
PESO DEL SUELO + MOLDE kgrs	12742	12638	12631
PESO DEL SUELO SECO Kgrs	4785	4681	4674
VOLUMEN DEL MOLDE m ³	0.0034	0.0034	0.0034
PESO UNITARIO Kgrs/m ³	1.41	1.38	1.37
PROMEDIO Kgrs/m ³	1.39		

V.P.P CONSTRUCCIONES GENERALES

E.I.R.L

Velarde Paez Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecanica de
 Suelos, Concreto y Asfalto



VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata N° 12 - Capa N° 02
Material: Arcilla arenosa

Perforación: Cielo Abierto
Profundidad de Muestra: 0.40 - 3.00 m
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando
Fecha: 01 de Junio del 2,009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422

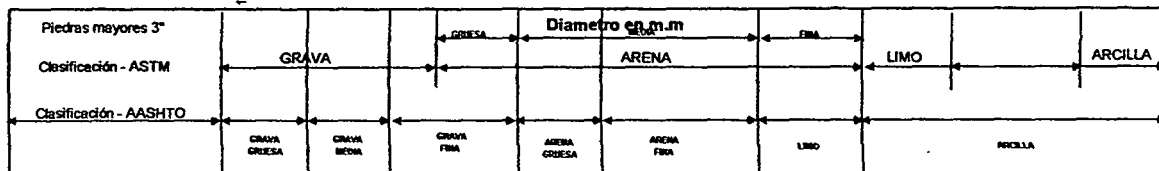
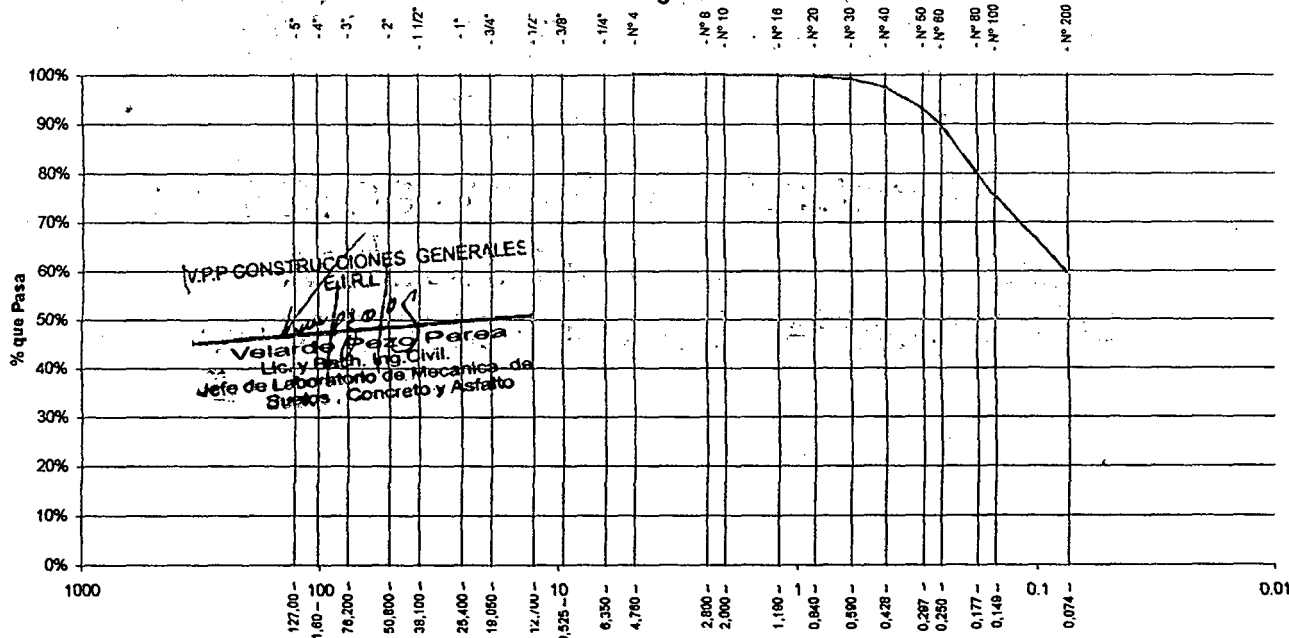
Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø (mm)						Modulo de Finesa AF:
5"	127.00					Modulo de Finesa AG:
4"	101.60					Equivalente de Arena:
3"	76.20					Descripción Muestra:
2"	50.80					Arcilla arenosa
1 1/2"	38.10					
1"	25.40					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N° 4	4.760	0.00	0.00%	100.00%		
N° 8	2.380	0.10	0.04%	99.96%		
N° 10	2.000	0.02	0.01%	99.95%		
N° 16	1.190	0.24	0.09%	99.86%		
N° 20	0.840	0.55	0.21%	99.65%		
N° 30	0.590	1.64	0.62%	99.03%		
N° 40	0.426	4.28	1.63%	97.40%		
N° 50	0.297	11.35	4.32%	93.09%		
N° 60	0.250	8.82	3.35%	89.73%		
N° 80	0.177	25.27	9.61%	80.13%		
N° 100	0.149	12.73	4.84%	75.29%		
N° 200	0.074	41.25	15.68%	59.60%		
Fondo	0.01	156.75	59.60%	100.00%		
PESO INICIAL	263.00					

SUCS =	CL	AASHTO =	A-6(5)
LL =	31.38	WT =	
LP =	18.95	WT+SAL =	
IP =	12.43	WSAL =	
IG =		WT+SDL =	
		WSDL =	
D 90=		%ARC. =	59.60
D 60=		%ERR. =	
D 30=		Cc =	
D 10=		Cu =	

Observaciones:

Arcilla arenosa, de compresibilidad media y de mediana plasticidad con 59.60% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lím. Liq. = 31.38% e Índ. Plast. = 12.43%, de expansión media en condición normal.

Título del gráfico





VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

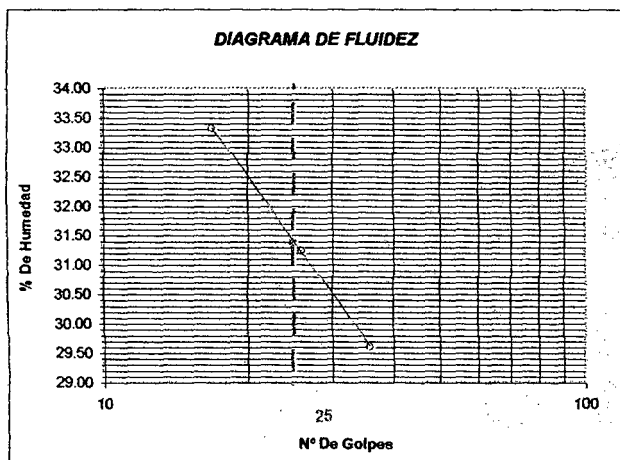
PROYECTOS - CONSTRUCCIONES
 ASESORAMIENTOS
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Proyecto: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
Localización: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
Muestra: Calicata N° 12 - Capa N° 02
Material: Arcilla arenosa

Perforación: Cielo Abierto
Profundidad de la Muestra: 0.40 - 3.00 m
Hecho Por: Tesista: Bach. Jorge Fernando Jiménez
Fecha: 01 de Junio del 2,009

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D - 4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	55.56	55.76	56.09
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	96.78	97.06	97.12
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	86.48	87.23	87.75
PESO DEL AGUA grs	10.30	9.83	9.37
PESO DEL SUELO SECO grs	30.92	31.47	31.66
% DE HUMEDAD	33.31	31.24	29.60
NUMERO DE GOLPES	17	26	36



Indice de Flujo FI	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	31.38
Límite Plástico (%)	18.95
Índice de Plasticidad Ip (%)	12.43
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-6(5)
Índice de consistencia Ic	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D - 4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	13.45	12.90	13.65
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	50.90	45.67	48.90
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	44.93	40.45	43.29
PESO DEL AGUA grs	5.97	5.22	5.61
PESO DEL SUELO SECO grs	31.48	27.55	29.64
% DE HUMEDAD	18.96	18.95	18.93
% PROMEDIO		18.95	

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L.
 Velarde Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de
 Suelos, Concreto y Asfalto



PROYECTOS - CONSTRUCCIONES
 ASESORAMIENTOS
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

V.P.P. Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

REGISTRO DE EXCAVACION											
Ejecuta :		V.P.P. Construcciones Generales					Elaboro :		Tesisista: Bach. Jorge Fernando Jiménez Flores		
Proyecto :		Estudio de Mecánica de suelos Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo					Kilometraje:		-		
Ubicación		Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín					Fecha :		01 de Junio del 2009		
Calicata C-12		Nivel freático:		Prof. Exc.: 3.00 (m)		Cota As. 100.00 (msnm)		ESPESOR		HUMEDAD	Observ.
Cota As. (m)	Est.	Descripción del Estrato de suelo			CLASIFICACION			(m)	(%)		
		AASHTO	SUCS	SIMBOLO							
100.00	I	Materia orgánica o turba, con restos de raíces y palos, de color negro o gris, con espesor de 0.00 a 0.40 mt. Suelo no favorable para cimentaciones.			-	PT		0.40	-	-	
99.60	II	Arcilla arenosa, de compresibilidad media y de mediana plasticidad con 59.60% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lím. Líq.= 31.38% e Ind. Plast.= 12.43%, de expansión media en condición normal.			A-6(5)	CL		2.60	6.75	-	
97.00											
OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas ASTM, (registro sin escala)											

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L.
 Velarde Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto

CORTE ZONA I

HOJA DE CALCULO PARA EL PROCESAMIENTO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE UN SUELO

ANTECEDENTES

La capacidad de carga depende del tipo de suelo (gravas, arenas, limos, arcillas o combinaciones de ellas), de las características de la cimentación y de la estructura y del coeficiente de seguridad adoptado.

El conocimiento de la presencia o ausencia del nivel freático, es importante por que cambia las condiciones de resistencia

La carga de hundimiento de un terreno es el valor extremo de la presión media ejercida sobre su superficie que produce la rotura, por deslizamiento de la masa del terreno.

Una vez llegada a la carga de hundimiento, por debajo de una cimentación continua (faja) aparecen a poca profundidad superficies de deslizamiento que dependen en su forma del ángulo de fricción interna. Para que se produzca la rotura del terreno es necesario que se llegue a la capacidad de carga que esta dada por la ecuación (según Terzagui):

$$Q_u = CN'c + \gamma D_f N'_q + 1/2 \gamma B N'_\gamma$$

En donde:

Q_u = Capacidad ultima (presión de contacto) en el límite de provocar la falla (Kg/cm^2)

C = cohesión (Kg/cm^2).

$N'c$ = Coeficiente adimensional relativo a la cohesión. Factor de capacidad de carga

N'_q = coeficiente adimensional relativo a la sobre carga. Factor de capacidad de carga

N'_γ = Coeficiente adimensional relativo al peso del suelo y ancho de cimentación. F. C. de carga

γ = peso volumétrico del suelo (densidad aparente) Kg/m^3

D_f = profundidad de cimentación (cm)

B = ancho de la cimentación (cm)

ALCANCE

Esta hoja de calculo esta basado en la teoría de la capacidad de carga de Terzaghi (1943), fue el primero en presentar una teoría completa para evaluar la capacidad de carga ultima de cimentaciones superficiales. De acuerdo con esta, una cimentación es superficial si la profundidad D_f de la cimentación es menor o igual que el ancho de la misma.

RESUMEN DEL METODO

Se ejecuta el ensayo de corte Directo, una vez realizado el ensayo se tendrán los parametros requeridos para el calculo y funcionamiento de la hoja, el usuario debera rellenar siguiendo la lectura de comentarios los mismos que se presentan en cuadros de dialogos para su ejecución.

MANUAL DE USUARIO

1. *Esta Hoja de cálculo tiene como objetivo realizar el procesamiento de los datos de ensayos de Corte Directo. No se proporcionan detalles sobre el procedimiento de calculo por ser criterios que hasta ahora vienen siendo investigando Para tal fin deberá leerse las normas vigentes y la teoria de la capacidad de carga*
2. *En general, las celdas que presentan celdas amarillas requieren ingreso de datos*

Nota 1.-

Antes de usar la hoja de cálculo deberán haberse llenado totalmente los formatos de ensayo de laboratorio correspondientes.

3. *Antes de realizar el ensayo de Shear, se requiere realizar el ensayo de peso volumétrico con la finalidad de verificar los datos propios del shear box*
- 3.1 *En la hoja denominada "INFORME" deberán ingresarse los valores obtenidos del ensayo de corte directo proporcionados por el ensayo*
- 3.2 *Se ingresarán por lo menos tres columnas de datos, siendo posible ingresar como máximo siete pares de datos.*
- 3.3 *La curva trazada corresponde a una tendencia polinomial. En Excel se pueden realizar otros ajustes estadísticos siguiendo otras tendencias. Es posible que ninguna de las tendencias disponibles en Excel pueda mostrar con claridad los valores de cohesión y angulo de fricción. En tal caso sería preferible imprimir el gráfico de shear y trazar la curva usando un vernier de angularidad, determinando entonces los valores respectivos.*
- 3.4 *Para la hoja de calculo es necesario segui las indicaciones con los comentarios para evitar posibles errores que perjudicarian seriamente al usuario.*
4. *Es necesario ejecutar el ensayo para que por medio de un procedimiento excel se respectivamente.*
5. *resultados*

Nota 2.-

Para empezar a utilizar la hoja de cálculo lo primero que deberá realizarse es llenar los datos en hoja datos, par determinar el contenido de humedad de los tres especimenes, seguidamente los datos de pesos volumetricos como peso del cilindro y peso del cilindro + suelo y de esta manera determinar los pesos volumétricos de cada especimen las cuales se emplearán con fines de presentación

Nota 3.-

Una vez llenado los datos completos de la hoja de procesamiento el sistema de lectura digital se encargara de llenar los datos para el grafico de deformación obteniendose en forma automatica los valores de expansión verticales con lo que el equipo determinara el grafico de deformaciones, a la vez el sistema ira registrando los datos respectivos para calcular los esfuerzos de corte y normal un programa totalmente automático.

- 6. En la hoja denominada "GRAFICOS" no deberán ingresarse los valores de ningún tipo con la finalidad de no malograr el procedimiento de la hoja de calculo*
- 7. Seguidamente los datos de Peso volumetrico seran trasladads hacia la hoja de P.*
 - 7.1 Se trasladara automáticamente los valores de angulo de fricción y cohesión*
 - 7.2 El usuario deberá llenar datos que se pidan en al hoja con el fin de procesar toda l información y llegar a un resultado final*
 - 7.3 Una vez calculado las capacidades de soporte se debera verificar por el metodo elastico con fines de determinar si la capacidad de soporte cumple con lo especificado al asentamiento del suelo.*
 - 7.4 Los valores tanto del modulo de elasticidad y factor de forma y relación de poisson serán llenados por el responsable de procesamiento de datos (Ver tablas)*
 - 7.5 El reporte final se podrá ver en resultados rojos los mismos que serán llenados en una memoria de calculo que el usuario preparara o consignara.*

La capacidad de carga s un cálculo que valgan verdades unidas a la experiencia hace de que se pueda entregar una información coherente cuya finalidad es de asegurar al responsable deñ diseño de la estructura.

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080

PROYECTO : Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo

UBICACIÓN : Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín

MUESTRA : Zona I - Capa N° 02

FECHA : 01 de Junio del 2,009

DESCRIP. DEL SUELO: Arena arcillosa

HECHO POR: Tesista: Bach. Jorge Fernando Jiménez Flores

ESTADO DEL SUELO: Inalterado

Sondeje: 01
Muestra: 01

Profundidad: 2.20
Estado: INALTERADO

Velocidad: 0.5 mm/min
Clasificación SUCS: SC

ESPECIMEN 1

Altura: 20.00 mm
Lado: 60.00 mm
D. Seca: 1.80 gr/cm³
Humedad: 9.19 %
Esf. Normal: 0.56 kg/cm²
Esf. Corte: 0.38 kg/cm²

ESPECIMEN 2

Altura: 20.00 mm
Lado: 60.00 mm
D. Seca: 1.79 gr/cm³
Humedad: 9.37 %
Esf. Normal: 1.11 kg/cm²
Esf. Corte: 0.54 kg/cm²

ESPECIMEN 3

Altura: 20.00 mm
Lado: 60.00 mm
D. Seca: 1.79 gr/cm³
Humedad: 9.32 %
Esf. Normal: 1.67 kg/cm²
Esf. Corte: 0.72 kg/cm²

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/c)
0.00	0.00	0.00
0.25	0.06	0.10
0.50	0.08	0.15
0.75	0.11	0.20
1.00	0.14	0.24
1.25	0.16	0.29
1.50	0.19	0.34
1.75	0.21	0.38
2.00	0.23	0.41
2.25	0.25	0.43
2.50	0.27	0.46
2.75	0.28	0.48
3.00	0.29	0.50
3.25	0.31	0.52
3.50	0.31	0.53
3.75	0.33	0.56
4.00	0.34	0.57
4.25	0.34	0.58
4.50	0.35	0.59
4.75	0.36	0.60
4.99	0.37	0.61
5.25	0.37	0.62
5.50	0.38	0.62

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/c)
0.00	0.00	0.00
0.28	0.10	0.09
0.50	0.18	0.16
0.75	0.24	0.21
1.00	0.28	0.25
1.25	0.33	0.29
1.50	0.37	0.33
1.75	0.40	0.35
2.00	0.42	0.37
2.25	0.43	0.38
2.50	0.45	0.39
2.75	0.46	0.40
3.00	0.47	0.40
3.25	0.48	0.41
3.50	0.50	0.42
3.75	0.50	0.42
4.00	0.51	0.43
4.25	0.51	0.43
4.50	0.52	0.43
4.74	0.52	0.44
5.00	0.53	0.44
5.25	0.54	0.44
5.50	0.54	0.45

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/c)
0.00	0.00	0.00
0.36	0.28	0.17
0.57	0.40	0.24
0.85	0.46	0.27
1.06	0.50	0.30
1.25	0.54	0.32
1.50	0.57	0.33
1.75	0.59	0.35
2.00	0.61	0.36
2.25	0.63	0.37
2.50	0.65	0.37
2.75	0.66	0.38
3.00	0.66	0.38
3.25	0.67	0.38
3.50	0.68	0.38
3.75	0.68	0.38
4.00	0.69	0.39
4.25	0.69	0.39
4.50	0.70	0.39
4.75	0.70	0.39
5.00	0.71	0.39
5.25	0.71	0.39
5.51	0.72	0.39

OBSERVACIONES:

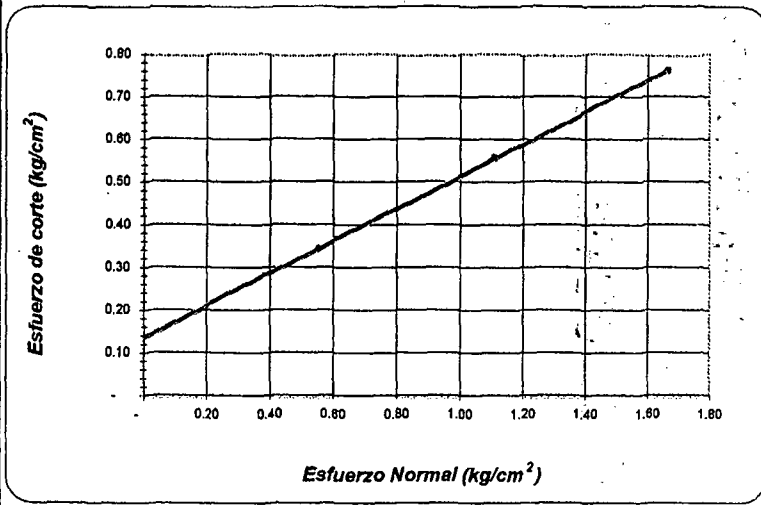
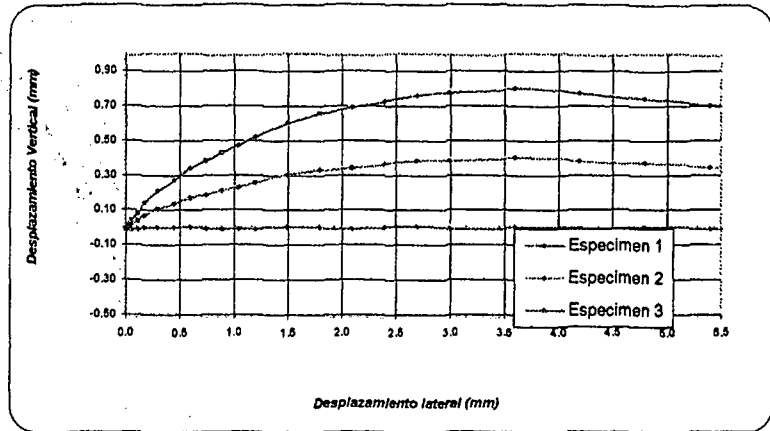
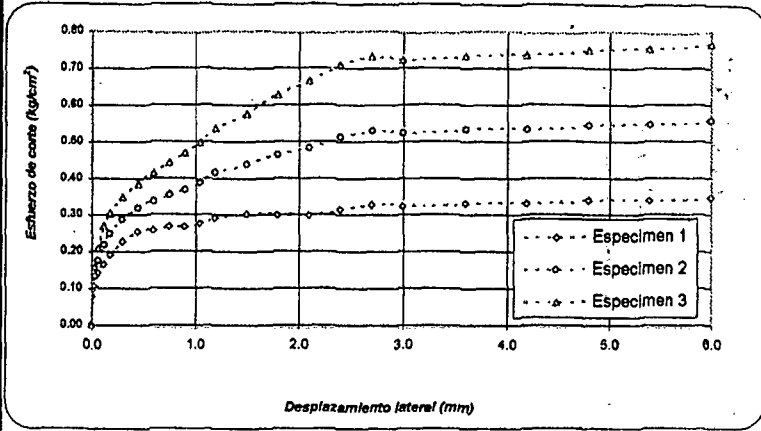
V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
E.I.R.L.
Velarde Pezo Perea
Velarde Pezo Perea
Lic. y Bach. Ing. Civil.
Jefe de Laboratorio de Mecánica de
Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
E.I.R.L.
Oscar Bartra Pezo
OSCAR BARTRA PEZO
ING. CIVIL
C.I.P. N° 60714

CORTE ZONA II

ENSAYO DE CORTE DIRECTO RESIDUAL

ASTM D3080



**ENSAYO DE CORTE DIRECTO
 ASTM D3080**

PROYECTO: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
UBICACIÓN: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
FECHA: 01 de Junio del 2,009
 Sondaje: 01 Profundidad: 1.50
 Muestra: Zona II - Capa N° 02 Estado: INALTERADO

N° ANILLO	1	2	3
Esfuerzo Normal	0.56	1.11	1.67
Esfuerzo de corte	0.35	0.56	0.77

Resultados:

Cohesión (c):	0.13 kg/cm ²
Ang. Fricción (φ):	21 °

VPP CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L.

Velarde Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de
 Suelos, Concreto y Asfalto

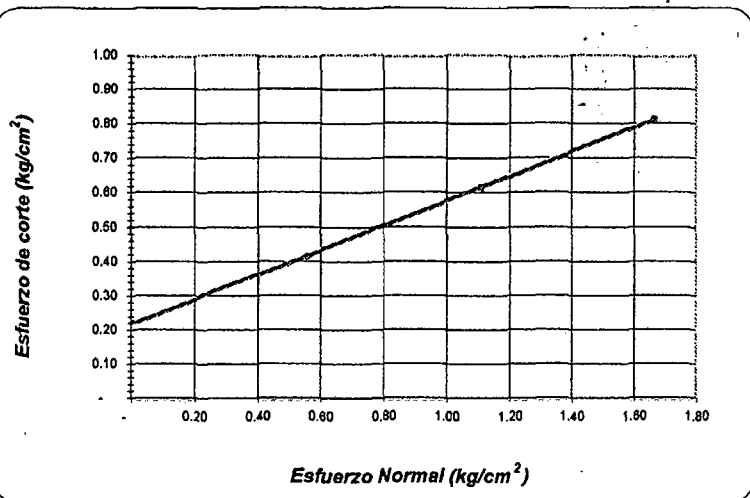
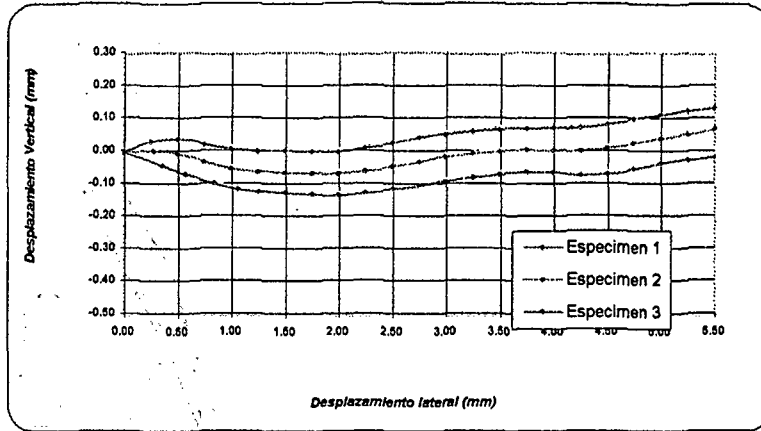
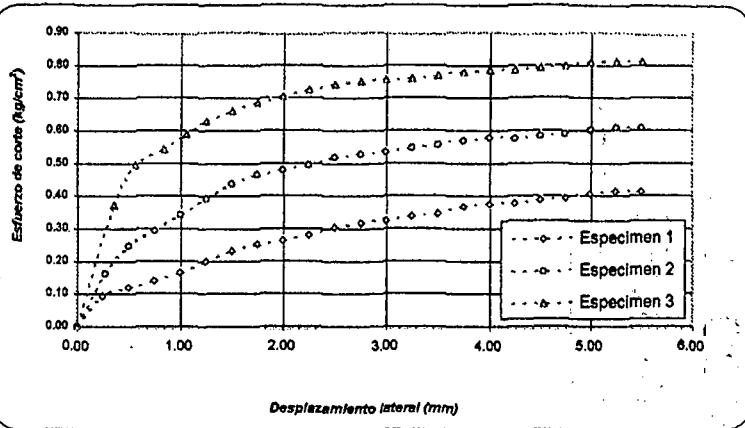
V.P.P CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L.

OSCAR BARTRA PEZO
 ING. CIVIL
 C.P. N° 50714

CORTE ZONA III

ENSAYO DE CORTE DIRECTO RESIDUAL

ASTM D3080



**ENSAYO DE CORTE DIRECTO
 ASTM D3080**

PROYECTO: Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
UBICACIÓN: Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
FECHA: 01 de Junio del 2,009
 Sondaje : 01 Profundidad : 1.20
 Muestra : Zona III - Capa N° 02 Estado : INALTERADO

N° ANILLO	1	2	3
Esfuerzo Normal	0.56	1.11	1.67
Esfuerzo de corte	0.42	0.61	0.82

Resultados:	
Cohesión (c):	0.22 kg/cm ²
Ang. Fricción (φ):	20 °

MBR CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L.
 Velarde Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L.
 OSCAR BARTRAPEZO
 ING. CIVIL
 C.I.P. N° 50714

Tarapoto: Jr. José Olaya 135 - Morales - 52-72229 Cel. 94262-1508 RPM *240720
 Oficina Yurimaguas: Cel. 94266-4934 RPM #271044

CORTE ZONA IV



PROYECTOS - CONSTRUCCIONES
 ASESORAMIENTOS
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080

PROYECTO : Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo
UBICACIÓN : Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín
MUESTRA : Zona IV - Capa N° 02
FECHA : 01 de Junio del 2,009
DESCRIP. DEL SUELO : Arcilla arenosa
HECHO POR : Tesista: Bach. Jorge Fernando Jiménez Flores **ESTADO DEL SUELO :** Inalterado

Sondaje : 01 Profundidad : 1.50 Velocidad : 0.5 mm/min
 Muestra : 01 Estado : INALTERADO Clasificación SUCS: SC

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura:	20.00 mm		Altura:	20.00 mm		Altura:	20.00 mm	
Lado:	60.00 mm		Lado:	60.00 mm		Lado:	60.00 mm	
D. Seca:	1.66 g/cm ³		D. Seca:	1.66 g/cm ³		D. Seca:	1.66 g/cm ³	
Humedad:	8.75 %		Humedad:	8.72 %		Humedad:	8.78 %	
Esf. Normal:	0.56 kg/cm ²		Esf. Normal:	1.11 kg/cm ²		Esf. Normal:	1.67 kg/cm ²	
Esf. Corte:	0.39 kg/cm ²		Esf. Corte:	0.57 kg/cm ²		Esf. Corte:	0.74 kg/cm ²	

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.03	0.07	0.13
0.06	0.10	0.17
0.12	0.12	0.22
0.18	0.15	0.27
0.30	0.16	0.28
0.45	0.17	0.30
0.60	0.18	0.33
0.75	0.21	0.37
0.90	0.24	0.42
1.05	0.26	0.47
1.20	0.29	0.51
1.50	0.32	0.56
1.80	0.35	0.60
2.10	0.36	0.62
2.40	0.37	0.63
2.70	0.37	0.63
3.00	0.37	0.63
3.60	0.37	0.63
4.20	0.38	0.63
4.80	0.38	0.63
5.40	0.39	0.63
6.00	0.39	0.63

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.03	0.11	0.10
0.06	0.14	0.13
0.12	0.17	0.16
0.18	0.20	0.18
0.30	0.23	0.21
0.45	0.26	0.23
0.60	0.27	0.24
0.75	0.33	0.29
0.90	0.37	0.32
1.05	0.41	0.36
1.20	0.43	0.38
1.50	0.47	0.41
1.80	0.50	0.43
2.10	0.51	0.44
2.40	0.52	0.45
2.70	0.53	0.45
3.00	0.53	0.45
3.60	0.54	0.46
4.20	0.54	0.46
4.80	0.55	0.46
5.40	0.56	0.46
6.00	0.57	0.46

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.03	0.15	0.09
0.06	0.18	0.11
0.12	0.23	0.13
0.18	0.26	0.16
0.30	0.30	0.18
0.45	0.35	0.21
0.60	0.36	0.22
0.75	0.44	0.26
0.90	0.50	0.29
1.05	0.55	0.32
1.20	0.58	0.34
1.50	0.61	0.36
1.80	0.64	0.38
2.10	0.66	0.38
2.40	0.67	0.39
2.70	0.68	0.39
3.00	0.68	0.39
3.60	0.70	0.40
4.20	0.71	0.40
4.80	0.73	0.40
5.40	0.73	0.40
6.00	0.74	0.40

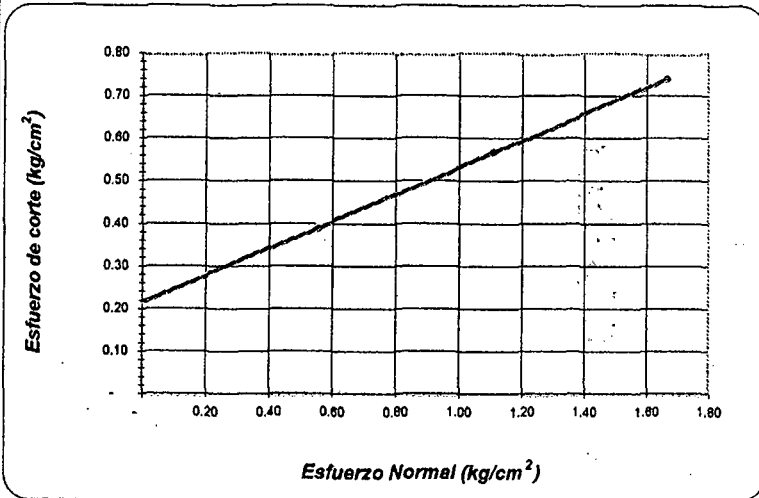
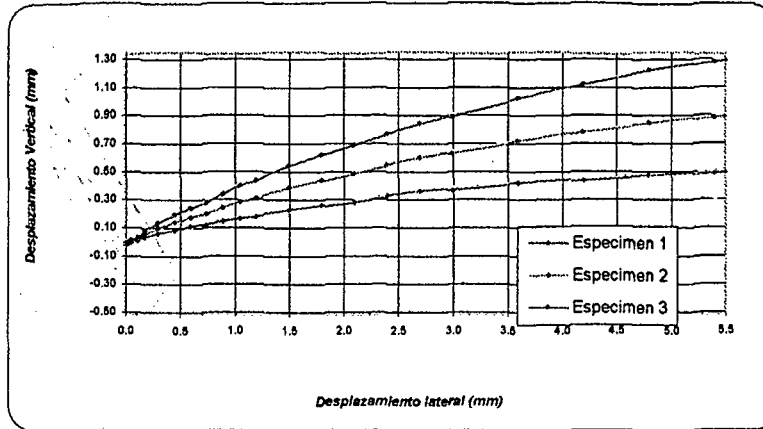
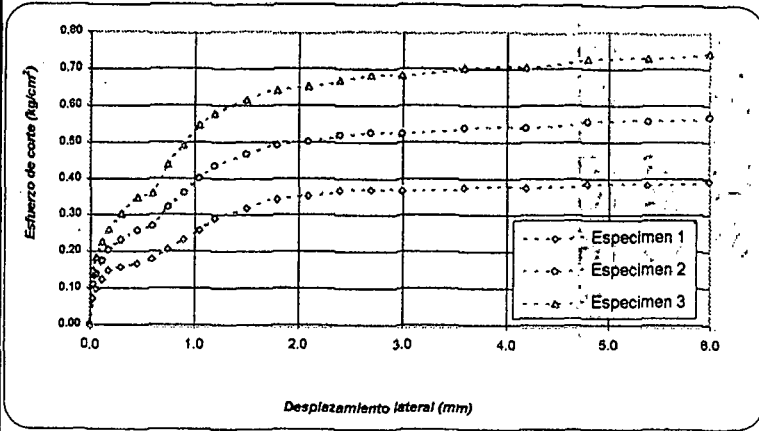
OBSERVACIONES:

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.
 Velarde Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecanica de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.
 OSCAR BARTRA PEZO
 ING. CIVIL
 C.I.P. N° 50714

ENSAYO DE CORTE DIRECTO RESIDUAL

ASTM D3080



ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080			
PROYECTO :	Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo		
UBICACIÓN :	Banda de Shilcayo / Dist.: Banda de Shilcayo / Prov.: Tarapoto / Dpto.: San Martín		
FECHA :	01 de Junio del 2,009		
Sondaje :	01	Profundidad :	1.50
Muestra :	Zona IV - Cepa N° 02	Estado :	INALTERADO
N° ANILLO	1	2	3
Esfuerzo Normal	0.56	1.11	1.67
Esfuerzo de corte	0.39	0.57	0.74

Resultados:	
Cohesión (c):	0.22 kg/cm ²
Ang. Fricción (φ):	17 °

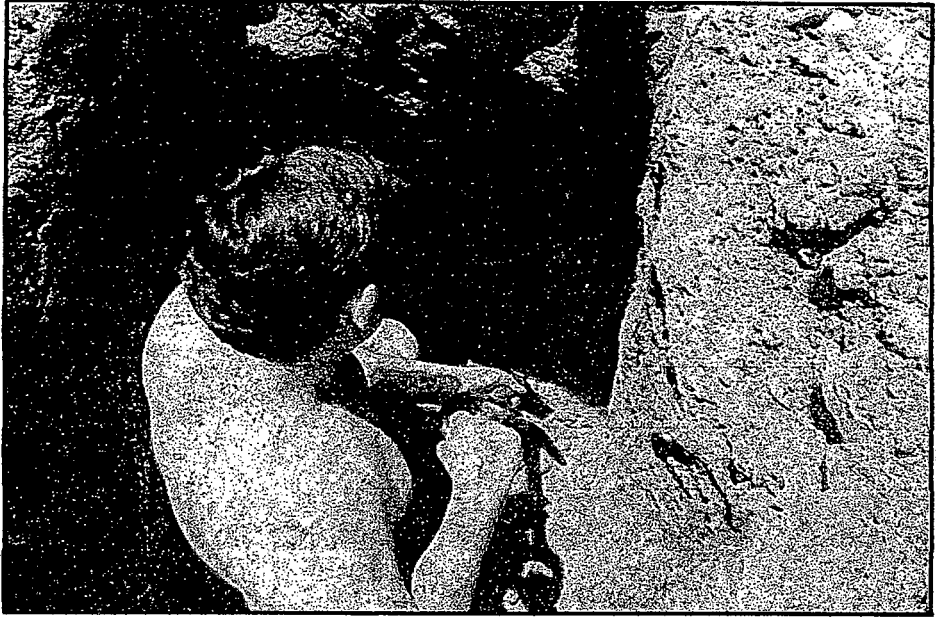
V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES

Velarde Pezo Perea
 Velarde Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de
 Suelos, Concreto y Asfalto

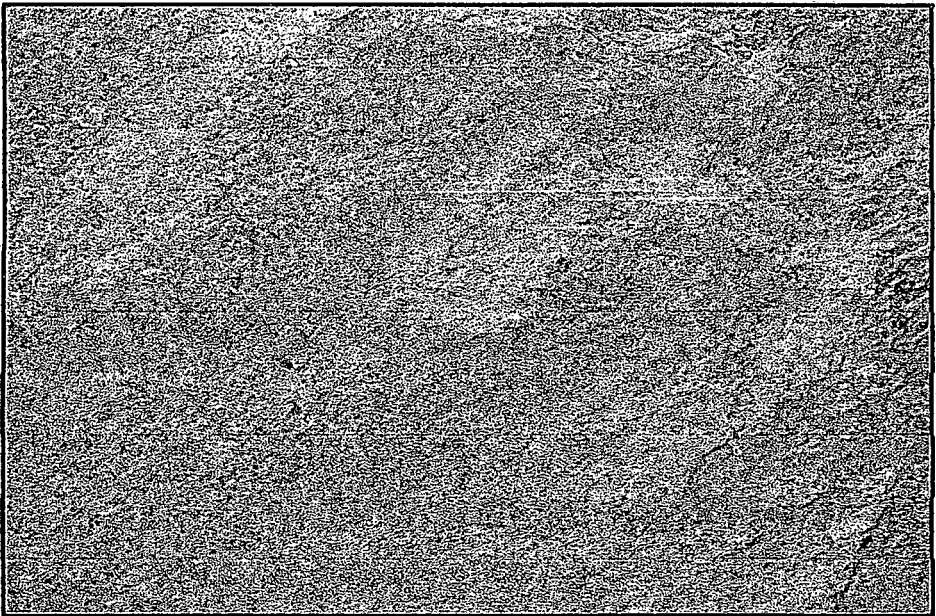
V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES

Oscar Bartra Pezo
 OSCAR BARTRA PEZO
 ING. CIVIL
 C.I.P. N° 60714

PANEL FOTOGRAFICO



Se observa al tesista apoyando en la en la excavación de la calicata N° 08, donde podemos apreciar un suelo conformado de arena arcillosa de color ocre amarillo con una profundidad de muestra de 0.50 – 3.00 m, la calicata fue excavada en las intersecciones de la carretera marginal sur y Jr: San Pedro.



Se puede observar el tipo de suelo que se encontró en la el la excavación de la calicata N° 08

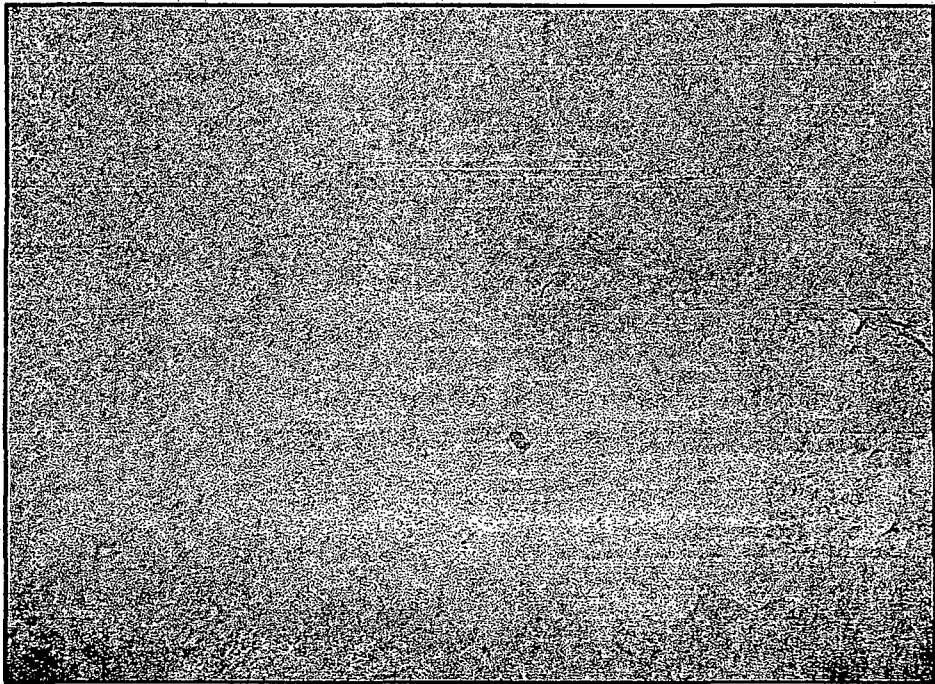
V.P.P CONSTRUCCIONES GENERALES
E.I.R.L.
[Signature]
Velarde Pezo Perea
Lic. y Bach. Ing. Civil.
Jefe de Laboratorio de Mecánica de
Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P CONSTRUCCIONES GENERALES
E.I.R.L.
[Signature]
OSCAR BARTRA PEZO
ING. CIVIL
C.I.P. N° 50714





Observamos en la imagen la calicata N° 05, donde podemos apreciar el tipo de suelo arcilla arenosa a profundidad de muestra de 0.65 – 1.80m, la calicata se encuentra en el Jr: Ramón Castilla tercera cuadra.



Se puede observar el tipo de estrato que se encontró al realizar la excavación de la calicata N° 05.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L.

Velarde Pezo Perea
 Velarde Pezo Perea
 Lic. y Esp. Ing. Civil

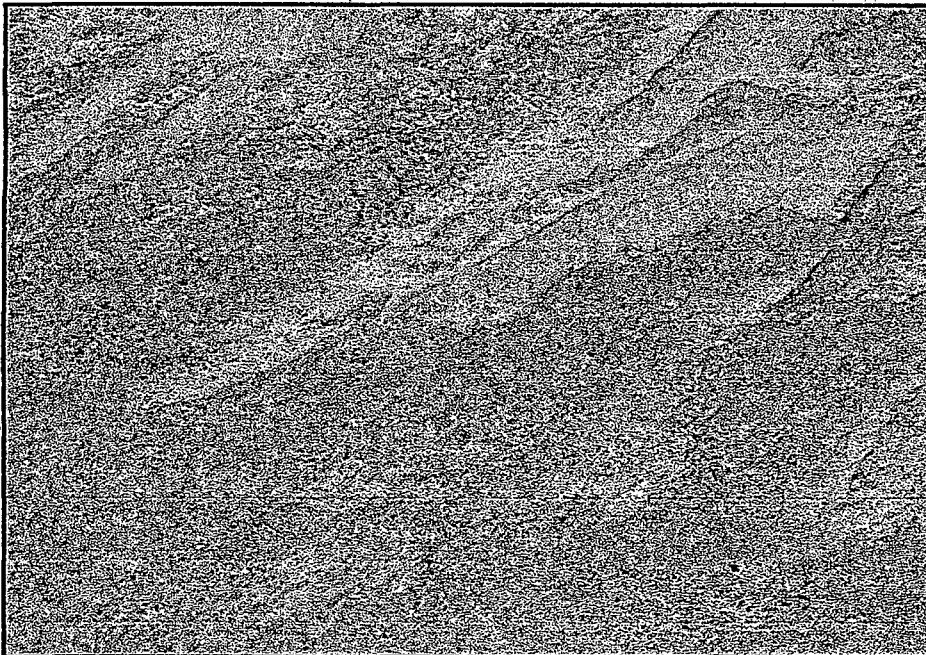
V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L.

Oscar Bartra Pezo
 OSCAR BARTRA PEZO
 ING. CIVIL
 C.I.P. N° 60714




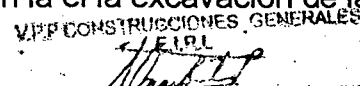


Podemos observar al tesista realizando parte de la excavación de la calicata N°03 que tiene una profundidad de muestra de 0.73 – 3.00m, donde podemos apreciar que el suelo está conformado por arena arcillosa de color amarillo y se encuentra ubicado en la parte alta de la Banda de Shilcayo en la intersección de los Jrs: San Miguel y Paracas.



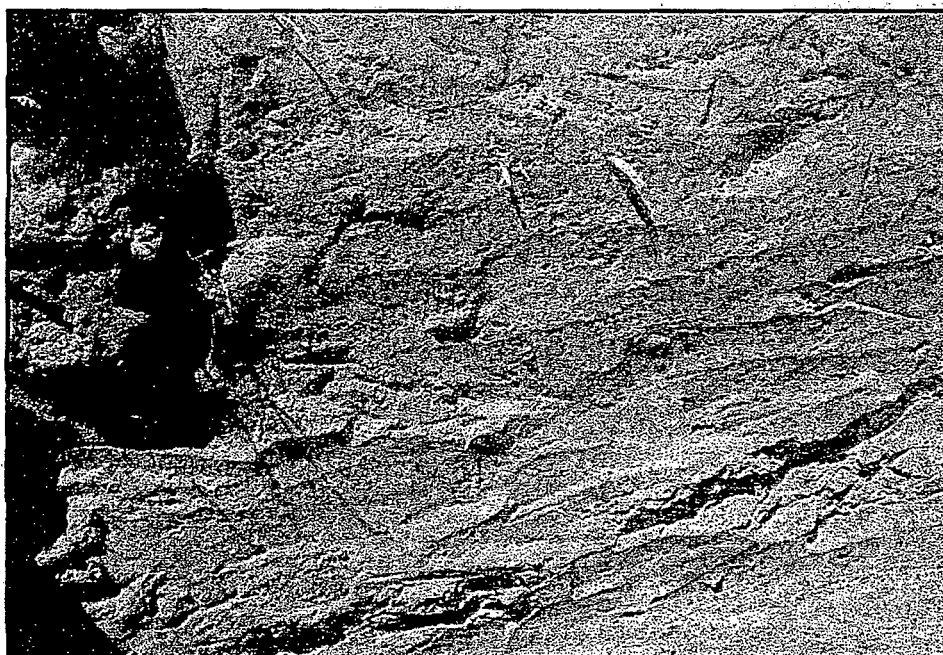
Se puede observar el tipo de suelo que se encontró en la el la excavación de la calicata N° 03


 Velarde Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de
 Suelos, Concreto y Asfalto


 OSCAR BARTRA PEZO
 ING. CIVIL
 C.I.P. N° 50714

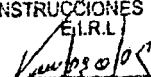


Podemos apreciar al tesista inspeccionando la excavación de la calicata N° 09, con su respectiva identificación, el tipo de suelo que se pudo encontrar esta conformado por arcilla arenosa de color amarillo con una profundidad de muestra de 1.86 – 3.00m y se encuentra ubicado al interior del Vivero Forestal de San Martín.




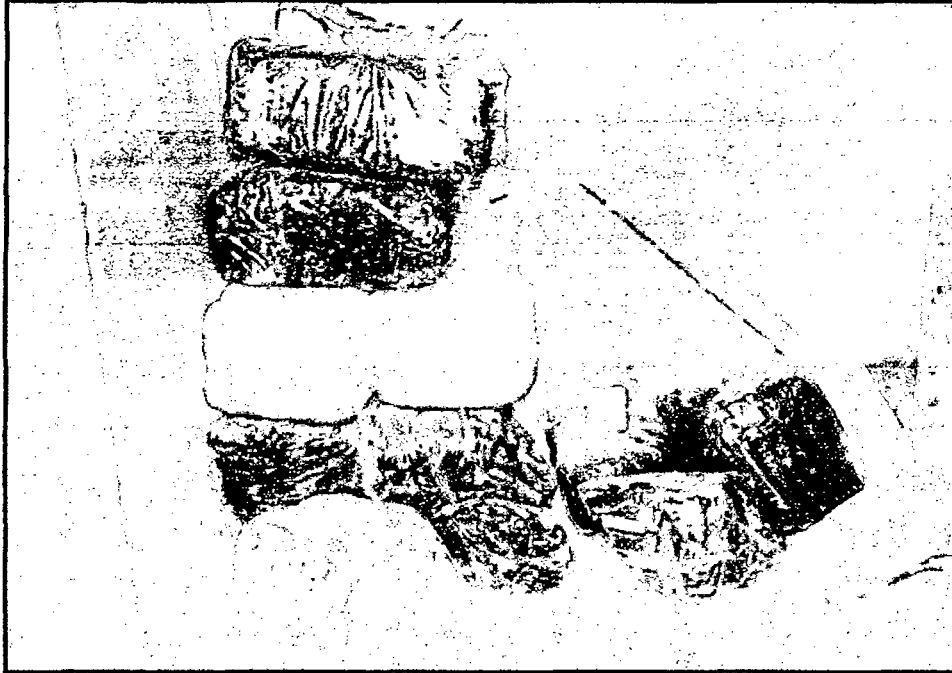
Se puede observar el tipo de suelo que se encontró en la el la excavación de la calicata N° 09

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
E.I.R.L.

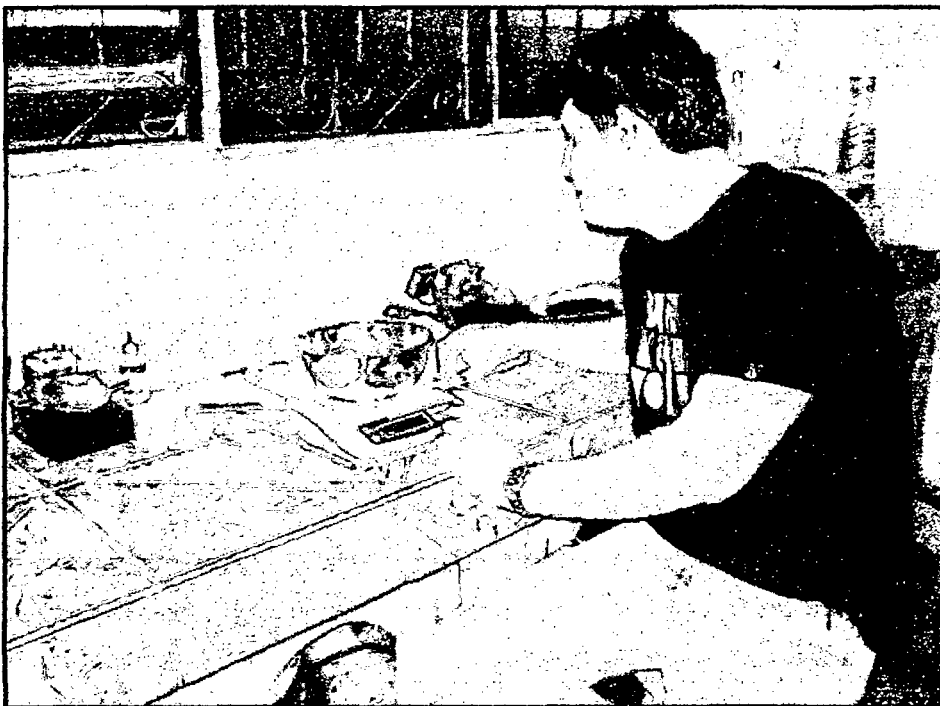

 Velarde Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de
 Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
E.I.R.L.


 OSCAR BARTRA PEZO
 ING. CIVIL
 C.L.P. N° 50714



Se puede apreciar en la fotografía el cuidado que se tuvo para trasportar las muestras desde las calicatas hacia el laboratorio de mecánica de suelos ubicado en el Distrito de Morales



Se observa al tesista realizando el pesado correspondiente de las muestras, actividad que se realizara para las 12 calicatas que forman parte de la tesis.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES

E.I.R.L

Velarde Pazo Perea
 Velarde Pazo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de
 Suelos, Concreto y Asfalto

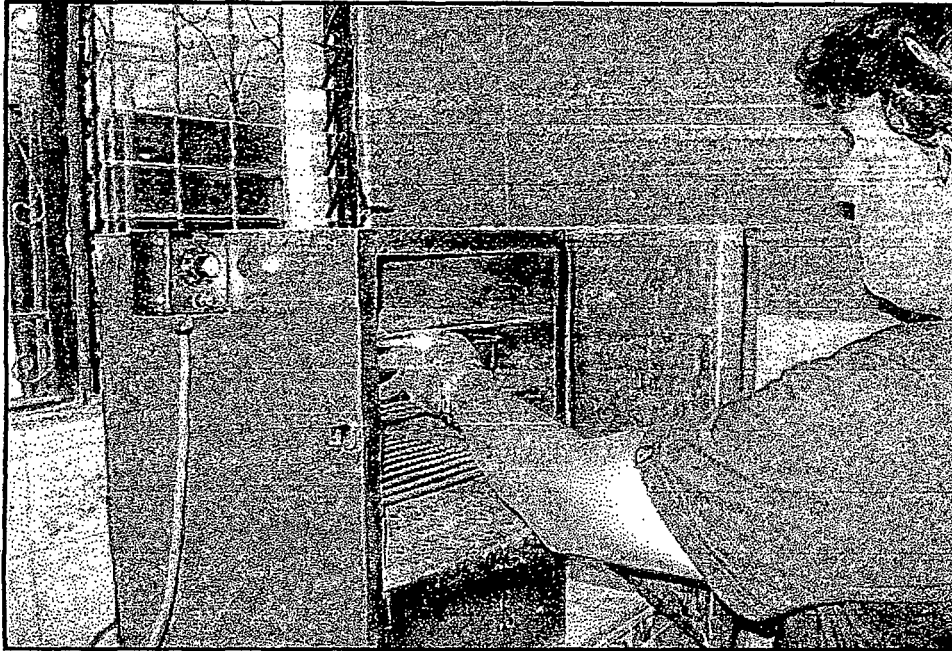
V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES

E.I.R.L

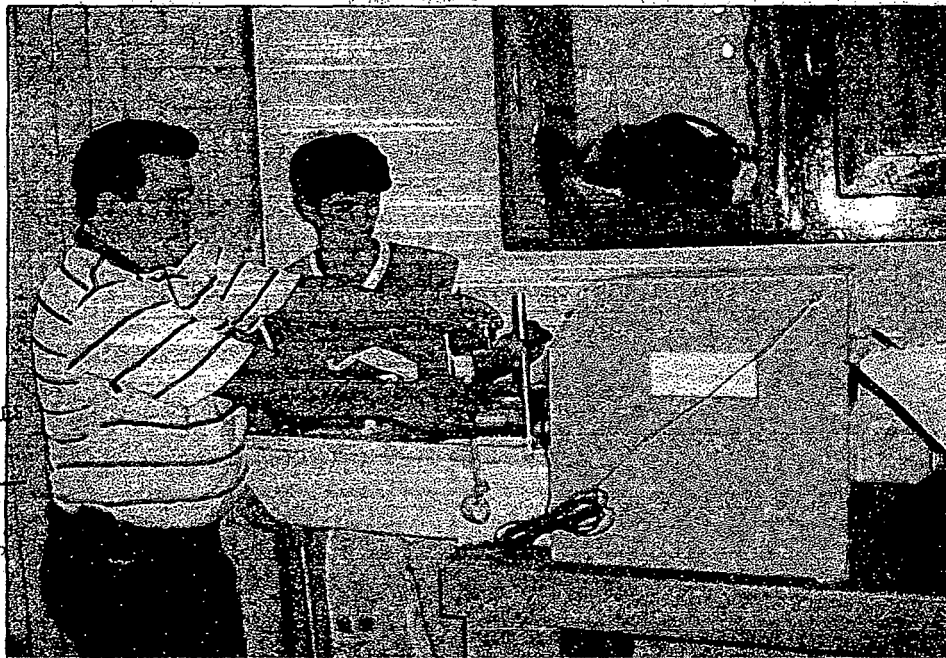
Oscar Bartra Pizzo
 OSCAR BARTRA PIZZO
 ING. CIVIL
 C.I.P. N° 50714

Tarapoto: Jr. José Olaya 135 - Morales - ☎ 52-7229 Cel. 94262-1508 RPM *240720

Oficina Yurimaquas: Cel. 94266-4934 RPM #271044



Se observa al tesista retirando la muestra después del tiempo correspondiente que necesita para el secado óptimo, actividad que se realizara para las 12 calicatas que se excavaron para la realización de la presente tesis.



INSTRUCCIONES GENERAL
 E.I.R.L.
V. Bartra Pezo
 Oscar Bartra Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Laboratorio de Mecánica
 Suelos, Concreto y Asfalto

P CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L.
Oscar Bartra Pezo
 OSCAR BARTRA PEZO
 ING. CIVIL
 C.I.P. N° 50714

Observamos al jefe de laboratorio que superviso todo proceso de los ensayos de laboratorio, en este caso se encuentra realizando el ensayo de Corte Directo para obtener la capacidad admisible o capacidad portante de los suelos en estudio, para conocer con ello la capacidad de soporte del suelo y por consecuencia conocer en que suelo se pueden ocasionar fallas o asentamientos.



Observamos al tesista procediendo a realizar el ensayo de Corte Directo



Se observa al personal técnico que contribuyo en la supervisión de los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L.
 Velarde Pezo Perea
 Lic. y Bach. Ing. Civil.
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de
 Suelos, Concreto y Asfalto

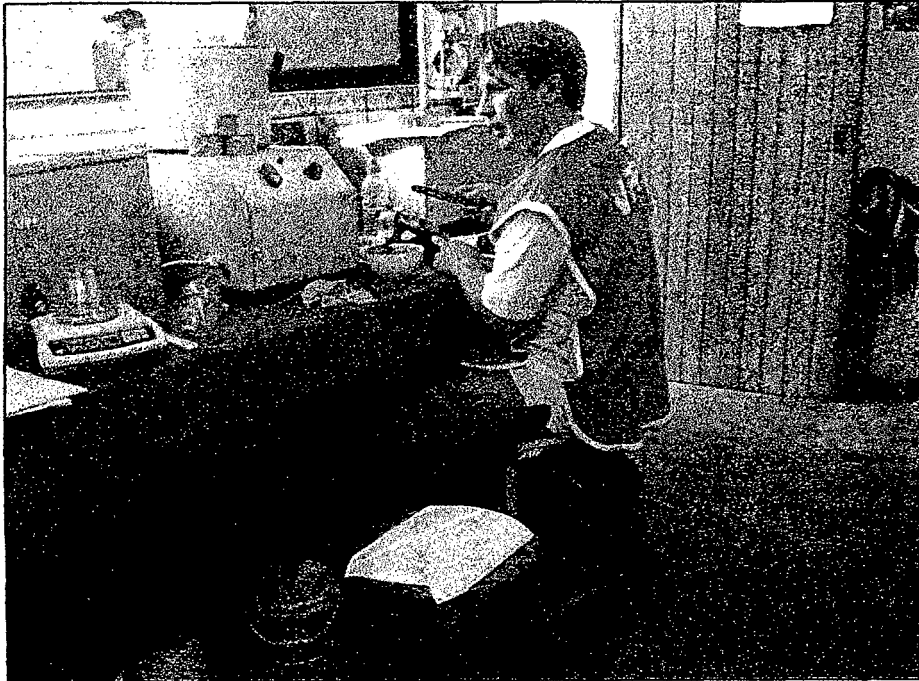
V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES
 E.I.R.L.
 OSCAR BARTRA PEZO
 ING. CIVIL
 C.I.P. N° 50714



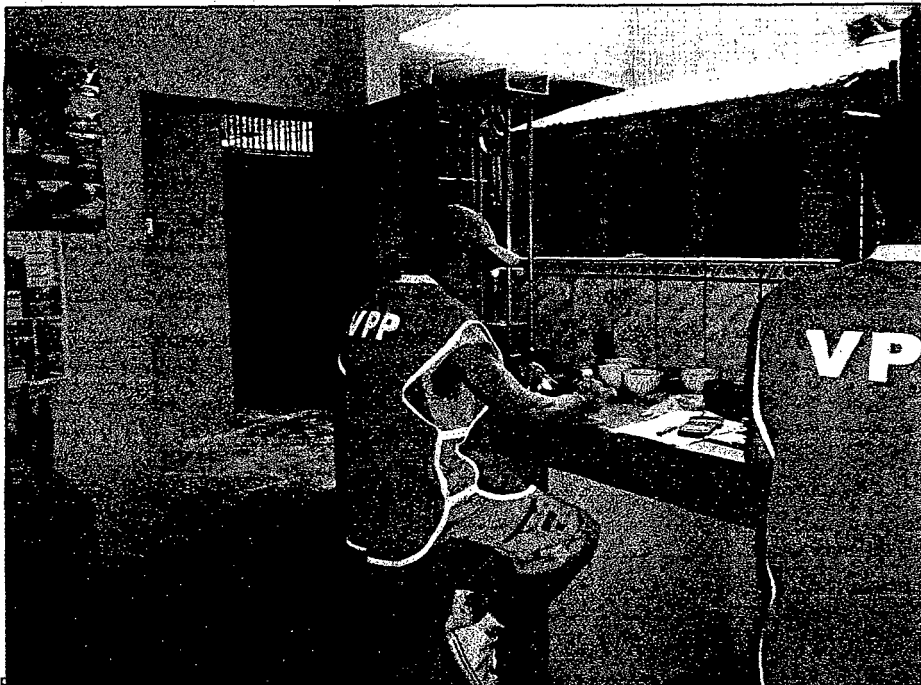
PROYECTOS - CONSTRUCCIONES
ASESORAMIENTOS
ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

SE OBSERVA PERSONAL TECNICO REALIZANDO LOS ENSAYO EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



SE OBSERVA AL PERSONAL TECNICO REALIZANDO LOS ENSAYOS EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



V.P.

Velardo Pezo Perea
E.I.R.L.
Velardo Pezo Perea
Lic. y Bach. Ing. Civil
Jefe de Laboratorio de Mecanica de Suelos

Tarapoto: Jr. José Olaya 135 - Morales - ☎ 52-7229 Cel. 94262-1508 RPM *240720

Oficina Yurimaguas: Cel. 94266-4934 RPM #271044



PLANOS