
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS
URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS
LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM
SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

JULIO CESAR ALFARO GUEVARA

DOCENTE DIRECTOR:

ING. GUILLERMO MOYA TURCIOS

SAN MIGUEL, AGOSTO DE 2011

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OPCIÓN AL GRADO DE:
INGENIERO CIVIL

TITULO:

PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS
URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS
LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM
SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

PRESENTADO POR:

JULIO CESAR ALFARO GUEVARA

TRABAJO DE GRADUACIÓN APROBADO POR:

DOCENTE DIRECTOR:

ING. GUILLERMO MOYA TURCIOS

CIUDAD UNIVERSITARIA, 30 DE AGOSTO DE 2011.

TRABAJO DE GRADUACION APROBADO POR

ING. GUILLERMO MOYA TURCIOS

DOCENTE DIRECTOR

ING. MILAGRO ROMERO

COORDINADORA DE PROCESOS DE GRADUACION

AGRADECIMIENTOS:

A DIOS TODOPODEROSO: Por permitirme alcanzar esta meta y culminar esta etapa de mi vida.

A LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR: Por haberme acogido como su estudiante lo cual me llena de mucho Orgullo.

A MI DOCENTE DIRECTOR: Ing. Guillermo Moya, Por su importante aporte a esta tesis

A TODOS LOS MIEMBROS DEL PERSONAL DOCENTE: que dieron lo mejor de sí para formarme como Profesional.

DEDICATORIA:

A MIS PADRES: Por sus sabios consejos, su apoyo y sacrificio para educarme y hacer de mí un profesional.

A MIS HERMANOS: Por su apoyo y comprensión incondicional

A MIS DEMAS FAMILIARES: Por formar una parte importante en mi vida.

A CADA PERSONA: Que de manera desinteresado ha ayudado al logro de esta etapa meta.

JULIO CÉSAR ALFARO GUEVARA

INDICE

GLOSARIO	pág. I
INDICE DE TABLAS	IV
INTRODUCCION	VIII
CAPITULO 1 EL PROBLEMA	
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.1.1 SITUACION PROBLEMÁTICA	10
1.1.2 ENUNCIADO DEL PROBLEMA	12
1.2 JUSTIFICACION	13
1.3 OBJETIVOS	15
1.4 ALCANCES	16
1.5 LIMITACIONES	18
1.6 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	19
CAPITULO 2 MARCO CONCEPTUAL	
2.1 PLASTICIDAD DE LOS SUELOS	26
2.1.1 GENERALIDADES	26
2.2 LIMITES DE ATTERBERG	28
2.3 DEFINICION DE LIMITES DE ATTERBERG	31
2.4 ASENTAMIENTOS Y COMPRESIBILIDAD DE LOS SUELOS	33
2.5 VICIOS OCULTOS O ERRORES EN PROCESOS	38

CONSTRUCTIVOS	
2.6 EL SUELO CEMENTO FLUIDO	39
2.7 OBTENCION DE MUESTRAS DE SUELO	41
2.8 CLASIFICACION DE LOS SUELOS	44
2.8.1 IMPORTANCIA DE LA CLASIFICACION DE SUELOS	44
2.8.2 ANALISIS FUNDAMENTAL DEL SISTEMA UNIFICADO	44
 CAPITULO 3: MUESTREO Y ZONIFICACIÓN	
3.1 PASOS PARA LA OBTENCION Y ANALISIS DE MUESTRAS DE SUELO	50
3.2 ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS	61
3.3 INTERPRETACION DE CURVAS DE PLASTICIDAD	62
3.4 INTERPRETACION DE COLORES PARA LA CLASIFICACION EN PLANOS	63
3.5 PRESENTACION E INTERPRETACION DE MAPAS	64
 CAPITULO 4: GUIA CONSTRUCTIVA	
INDICE DE GUIA	67

4.1 EL SUELO CEMENTO Y SU MEZCLA CON SUELOS	
PLASTICOS GERALIDADES	69
4.1.1 MEZCLAS DE SUELO-CEMENTO	72
4.1.2 DISEÑO DE MEZCLA DE SUELO CEMENTO	73
4.2 MATERIALES DE RESISTENCIA BAJA	
CONTROLADA	74
4.3 COMO HACER RELLENO FLUIDO Y SUS	
MATERIALES	76
4.3.1 CEMENTO	77
4.3.2 AGREGADOS FINOS	78
4.3.3 CENIZAS VOLANTES	78
4.3.4 ADITIVOS QUIMICOS	79
4.3.5 AGUA	79
4.4 COMPOSICION DE LA MEZCLA	80
4.4.1 PROPIEDADES PLASTICAS Y ESTANDARES	
TOMADOS DE MOP	82
4.5 PROPIEDADES DE RELLENO FLUIDO	
ENDURECIDO	85
4.5.1 RESISTENCIA	85
4.5.2 DENSIDAD	86
4.5.3 PERMEABILIDAD	86

4.5.4 RETRACCION	86
4.5.5 EXCABAVILIDAD O SOCAVACION	87
4.6 PORQUE UTILIZAR RELLENO FLUIDO	87
4.6.1 VENTAJAS QUE OFRECE EL RELLENO FLUIDO	88
4.7 PASOS PARA LA COLOCACION DEL RELLENO FLUIDO	88
4.7.1 ELECCION DEL TIPO DE RELLENO FLUIDO A UTILIZAR	88
4.7.2 COLOCACION DEL RELLENO FLUIDO	89
4.7.3 COMO Y CON QUE RESISTENCIA ORDENAR O CREAR EL RELLENO FLUIDO	92
4.7.4 ASPECTOS A TENER EN CUENTA	92
CONCLUSIONES	94
RECOMENDACIONES	95
FUENTES DE CONSULTA	97
ANEXOS	
LISTADO DE URBANIZACIONES DE SAN MIGUEL	A2
RESULTADOS DE MUESTREOS	A3
TRADUCCION LIBRE DE NORMA ASTM D-4318	A4

GLOSARIO DE TERMINOS Y ABREVIATURAS

- ✓ Plasticidad de un suelo: La plasticidad es la propiedad mecánica de un material inelástico, natural, artificial, biológico o de otro tipo, de deformarse permanente e irreversiblemente cuando se encuentra sometido a tensiones por encima de su rango elástico

- ✓ ASTM: Siglas que definen un organismo de normalización de Estados Unidos *American Sections of the International Association for Testing Materials (Sección Americana para asociación internacional de pruebas de materiales.)*

- ✓ Macro-Zonificación de Suelos: División de un área a gran escala para determinar su clasificación por medio del estudio de sus suelos.

- ✓ Hundimientos: Es un movimiento de la superficie terrestre en el que predomina el sentido vertical descendente y que tiene lugar o áreas de muy baja pendiente.

- ✓ Deslaves: Es un desastre estrechamente relacionado con las avalanchas, pero en vez de arrastrar nieve, llevan tierra, rocas, árboles, fragmentos de casas, etc, también es llamado deslave o derrumbe.

-
- ✓ Asentamientos: Se deben al cambio en los esfuerzos cortantes en la masa de suelos, esta deformación es análoga a la flexión.

 - ✓ Suelo Cemento: Mezcla de Suelo con Cemento para generar una consistencia pastosa de mayor resistencia.

 - ✓ SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

 - ✓ IRAM: Instituto Argentino de Normalización y Certificación

 - ✓ ASCE: Sociedad Americana de Ingenieros Civiles.

 - ✓ Compactabilidad: Es la máxima densidad que puede llegar a obtener un suelo con la aplicación de energía.

 - ✓ Durabilidad: Es la capacidad de soportar durante su vida útil las condiciones físicas y químicas para la que ha sido creada.

 - ✓ ACI: Instituto Americano Del Concreto

-
- ✓ ISCYC: Instituto Salvadoreño del Cemento y el Concreto

 - ✓ Coeficiente de Uniformidad: Es el que determina las máximas y mínimas relaciones de vacío en un suelo.

 - ✓ Vicio oculto o error en proceso constructivo: Es todo aquel error o falla en una estructura que no se puede detectar a simple vista.

 - ✓ Fuerzas eléctricas: Es toda causa capaz de mantener dos puntos unidos por medio de electricidad.

 - ✓ Fuerzas capilares: Es la capacidad de unión y cohesión en un cuerpo.

 - ✓ Socavaciones: Se le denomina socavación a la excavación profunda causada por el agua.

INDICE DE FIGURAS

	Pág.	
Tabla 1. Operacionalización de Variables	20	
Fig. 2.1 Calculo de Limite Líquido y Límite Plástico de una muestra de Suelo	28	
Fig. 2.2 Limites de Atterberg, Estado de los Suelos	29	
Fig. 2.3 Definición de los Límites de Atterberg	30	
Fig. 2.4 Instrumentos para el cálculo de Límites de Atterberg.	31	
Fig. 2.5 Efectos de Asentamientos en Viviendas de Interés Social	38	
Fig. 2.5 El comportamiento geo- mecánico entre las diferentes fases en el suelo.	47	
Fig. 2.6 Reparación con suelo cemento en kilometro 8 Troncal del Norte, Ciudad Delgado, Municipio de San Salvador	41	
Fig. 2.7 Revenimiento de Suelo Cemento Fluido	42	
Fig. 2.8 extracción de muestras alteradas sondeo con barreno.	43	
Fig. 2.9 Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.	46	
Fig. 3.1 Extracción de muestra de suelo con barreno helicoidal	50	
Fig. 3.1.1 Toma de Muestras con Barreno a diferentes profundidades	51	IV
Fig. 3.2 Verificación de profundidad de Muestreo	52	
Fig. 3.3 Toma de Coordenadas y Almacenamiento de Muestras	53	

Fig. 3.4.1 Copa de Casagrande	55
Fig. 3.4.2 Pipeta para agregar una cantidad de agua al suelo y así poder analizarlo	55
Fig. 3.4.3 Balanza de precisión para pesar cada una de las muestras.	55
Fig. 3.4.4 Horno para el secado de las muestras	56
Fig. 3.4.5 Rop-Tap	56
Fig. 3.5 Secado de muestras en horno	57
Fig. 3.5.1 Separación de 100 g de muestra en malla #4 y malla #40	57
Fig. 3.5.2 Suelo fino a usar para la obtención de Límite Líquido y Límite Plástico	58
Fig. 3.5.3 Saturación de material que ha pasado la malla #40	58
Fig. 3.6 Para calcular el Limite Plástico:	59
Fig. 3.7 Análisis de muestras de suelos	60
Fig. 3.8 Figura interpretativa de curvas de nivel versus curvas de plasticidad	62
Fig. 3.9 Cuadro dividiendo con colores	63
Fig. 4.1 Suelo Cemento aplicado como base para asentamientos	69
Fig. 4.2 Mezclado de Suelo Cemento	73
Fig. 4.3 Inyección de Suelo Cemento	75
Fig. 4.4 Pruebas de Resistencia a Materiales	76
Tabla 2. Clasificación de suelos según AASHTO	77

Tabla 3. Dosificación de Suelo Cemento Según AASHTO

Fig. 4.6 Colado de Muestra de Suelo Cemento	80
Fig. 4.7 Base de Suelo Cemento Compactado	81 82
Fig. 4.8 Fluidez del Suelo Cemento	89
Fig. 4.9 Inyección de Suelo Cemento	90 92
Fig. 4.10 Colocación de Relleno Fluido	
Fig. 4.11 Inyección y prueba de revenimiento del relleno fluido	

INTRODUCCION.

Con un amplio enfoque en el acontecer diario y en el desarrollo tanto a nivel económico como a nivel poblacional en la Ciudad de San Miguel del Municipio del mismo nombre, surge una propuesta para analizar uno de los aspectos más importantes y de mayor relevancia que se puede encontrar en los suelos, conocido comúnmente como su Plasticidad, donde está determina la capacidad de deformación de un suelo por encima de su rango elástico.

La finalidad de este documento es mostrar una macro-zonificación de los suelos en el área urbana de la ciudad de San Miguel, utilizando su índice de plasticidad como el núcleo fundamental, para obtener la caracterización y clasificación, mostrando el resultado con curvas de plasticidad que están distribuidas a cada 0.50 en sus valores nominales, y obteniendo de esta forma el tipo de plasticidad de cada área donde se realizó el estudio.

Para conocer la plasticidad se utilizó la Norma ASTM D-4318 que evidencia con sus ensayos la obtención de Límite de Plástico, su Límite Líquido y finalmente con los anteriores su Índice de Plasticidad. Presentando resultados obtenidos a partir de análisis de muestras alteradas obtenidas in-situ en cuadros que evidencian el número de la muestra, su ubicación geodésica, porcentaje de humedad (%W), índice de plasticidad y finalmente su clasificación por medio del sistema internacional de clasificación de suelos unificada SUCS.

Mostrando mediante curvas de plasticidad el estado de los suelos en las diferentes Áreas de la Ciudad de San Miguel, y dividiendo por medio de colores su clasificación.

Interpretando estas curvas como un incremento o disminución en la plasticidad que posee cada área en la zona urbana de San Miguel, conociendo con esto cuales son las partes más afectadas y aquellas que no poseen plasticidad.

CAPITULO I: EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1 SITUACION PROBLEMÁTICA.

El escenario a investigar, es la zona urbana de la ciudad de San Miguel en el municipio que lleva el mismo nombre. En la actualidad existen documentos que evidencian la naturaleza de los suelos así como el estudio de sus estratos pero no se cuenta con un documento que haga referencia a una Macro-Zonificación del suelo haciendo uso de los límites de consistencia o comúnmente llamados Límites de Atterberg. La situación a investigar constituye diferentes puntos que generan importancia como lo son: La plasticidad de los suelos y sus consecuencias en hundimientos deslave etc. Afectando así los asentamientos de las diferentes viviendas, uno de los mayores factores que inciden en estos diversos problemas es el desconocimiento de la plasticidad y resistencia de los suelos sobre los cuales están cimentadas las diferentes urbanizaciones de la ciudad de San miguel (ver listado de urbanizaciones en anexos). Convirtiéndose así en un problema que aqueja de diferentes formas y genera incertidumbre al momento de querer obtener un dato, una solución, o en otro caso el conocimiento de los suelos en las viviendas de uso domiciliario con niveles de aceptación indicados (Viviendas de Interés Social). Provocando en los suelos comportamientos variados y generando diversos efectos tal es el caso de errores en procesos constructivos que al pasar de los años se conocen más y más como vicios ocultos o mala utilización de los materiales en las diferentes obras de construcción.

Debido a los inconvenientes que estos generan en el deterioro de la calidad de vida de la población, surge un obstáculo y es el desconocimiento de cómo tratar un suelo sin conocer como está conformado y cuáles son sus diferentes características.

Por todo lo antes mencionado se puede decir que la mayoría de personas de la ciudad de San Miguel están en un posible riesgo de sufrir pérdidas materiales. Surgiendo así una necesidad, de cómo clasificar el suelo y como generar una solución a este problema que es de carácter social.

1.1.2 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

Los ingenieros generalmente clasifican un suelo de acuerdo a sus propiedades en relación a su uso en fundaciones, o en materiales de construcción para edificios, convirtiéndose así en una clasificación muy dinámica, estructurándose, definiéndose por clases y finalmente usando su resultado en campo, por tal motivo:

“El desconocimiento de la plasticidad de los suelos del área urbana de la Ciudad de San Miguel, en el Municipio que lleva el mismo nombre, genera la falta de una base de datos que permita conocer sus características y como se tendrían que tratar estos al momento de la construcción”.

Consiguiendo de esta forma que la interpretación de los suelos, se convierta en una aplicación exitosa en campo.

1.2 JUSTIFICACION

El Salvador es un país en proceso de desarrollo, y resulta evidente notar que sus habitantes pretenden mejorar sus condiciones de vida, Para esta investigación se toma el área urbanizada de la Ciudad de San Miguel.

Sus viviendas de un nivel son construidas en su mayoría sin poseer un seguimiento de normas o estándares de calidad así como un control de pruebas de resistencia y grado de absorción de los suelos.

En tal sentido la propuesta que se plantea pretende:

- Conocer a través de estudios regidos por las Normas Técnicas ASTM correspondientes a estudios de plasticidad y Límites de Consistencia, el estado actual de los suelos así como sus características al momento de la construcción y el beneficio a las diferentes instituciones que pretendan expandir estas urbanizaciones. El estudio beneficiara a CONSTRUCTORES DEL AREA, PROFESIONALES, PROPIETARIOS DE LAS DIFERENTES VIVIENDAS, VICEMINISTERIO DE VIVIENDA Y ORGANISMOS SIN FINES DE LUCRO QUE AYUDAN A NUESTRO PAIS (ONG'S).
- Para los constructores generaría un documento que haga notar los índices de plasticidad de los diferentes suelos de la Ciudad de San Miguel, usando El

Límite Líquido, Límite plástico e índice de plasticidad para que ya sea individualmente o en conjunto, con otras propiedades del suelo que se correlacionan con el comportamiento de ingeniería tales como compresión, conductividad hidráulica (permeabilidad), compactibilidad, contracción y resistencia al corte) sirvan como un inicio para el conocimiento de los tipos de suelo y donde estarán cimentadas sus obras.

- El mapeo final del trabajo generara un conocimiento de las características plásticas del suelo sirviendo así como un parámetro de referencia para el conocimiento de las áreas que necesitan más atención por parte de los constructores.
- Aporte bibliográfico a estudiantes docentes de ingeniería civil, y demás personas que se interesen por los diferentes estudios de suelos y los beneficios que generan estos.
- Reforzaré conocimientos en investigaciones realizadas para los diferentes tipos de suelos con ensayos en laboratorio y siguiendo los estándares y la norma ASTM D-4318.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 GENERAL

- Generar una propuesta de Macro-zonificación para obtener una clasificación de los diferentes suelos de la ciudad de San Miguel basada en la aplicación de la Norma ASTM D 4318.

1.3.2 ESPECIFICOS

- Elaborar una Base de Datos para los suelos plásticos del área urbana de San Miguel usando la Norma ASTM D 4318.
- Elaborar un mapeo de los diferentes suelos del área urbanizada de la Ciudad de San Miguel usando su Índice de Plasticidad para crear una Macro-Zonificación.
- Elaborar una guía de procesos constructivos en función del uso de suelo cemento fluido para el tratamiento de asentamientos en viviendas de interés social.

1.4 ALCANCES

En todo proceso de investigación una de las primordiales metas es lograr la solución del problema que en este caso aborda la consolidación de una macro-zonificación de los suelos en las diferentes urbanizaciones de la Ciudad de San Miguel para ello se proponen diferentes alcances.

- Se consolida un mapeo con los diferentes resultados de índices de plasticidad obtenidos en las urbanizaciones de la Ciudad de San Miguel (Ver listado en anexos) mediante la aplicación y uso de la Norma técnica ASTM D-4318, analizando muestras obtenidas in-situ y tomándolas en estratos de profundidad de hasta 80 cm usando como punto de partida el nivel de piso.
- La guía de tratamiento para errores en procesos constructivos o mal uso de los materiales en los asentamientos de las urbanizaciones de san miguel conocida en este documento como vicio oculto, será tomada de escritos y recopilación de información para dar a conocer cómo se puede tratar con materiales de resistencia baja un suelo afectado por plasticidad.

-
- Para la cantidad de puntos a analizar se usarán cuadrículas de 1000 m² generando así una cantidad de 72 muestras en toda la zona urbana de la ciudad de San Miguel.
 - El formato de cada mapa será creado a partir de los cuadrantes catastrales (ver plano en anexos) de las zonas urbanizadas de la ciudad de San Miguel proporcionado por el Centro Nacional de Registro (CNR). La expresión gráfica será simplificada a base de colores y curvas de índices de plasticidad dando a conocer de ésta forma el estado actual del suelo.
 - Se pretende consolidar un documento que detalle los procedimientos para realizar pruebas en laboratorios, que muestren los instrumentos métodos y pasos a seguir para la clasificación de suelos mediante los Límites de Atterberg buscando de esta forma consolidar una fuente de consulta útil para docentes alumnos y demás personas interesadas en el conocimiento de la técnica normada que se está utilizando.

1.5 LIMITACIONES

- La investigación se limita a hacer análisis y muestreos solo para la norma ASTM D -4318 solo para Límites Plásticos, Límites Líquidos y la obtención de su Índice de Plasticidad . Por lo que no da a conocer detalladamente los otros ensayos que se le realizan a los suelos.
- No se detalló un documento para poner fin a los vicios ocultos (malos procesos constructivos), solo una guía de cómo tratar los suelos plásticos con cemento fluido si estos llegaran a aparecer.
- Una enorme limitante fue que en el lugar donde correspondía hacer el muestreo no había acceso y que el análisis para esa zona fuese obviado por no poseer acceso físico.
- El aporte bibliográfico está limitado al conocimiento de límites de consistencia por lo que no será un documento que exponga conocimientos amplios de la ciencia de los suelos a alumnos.
- El estudio se realizó y se comparó con estándares de aceptación internacionales haciendo pruebas de laboratorio en la Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Oriental abarcando así solo urbanizaciones de la ciudad de San Miguel.

1.6 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

1.6.1 TIPO DE INVESTIGACION.

El tipo de investigación a usar es descriptiva y buscare medir las diferentes características de los asentamientos (cuya profundidad evaluada es de 80 cm, mostrando los resultados de plasticidad de los suelos en cuadros estadísticos y dibujados en mapa. Usando el sistema de colores para diferenciar el estado del suelo evaluado) en las viviendas urbanizadas de un nivel de altura en la ciudad de San Miguel, y otras características que se consideren relevantes o de interés para el estudio. Donde el tamaño de la muestra a analizar se vuelve por conveniencia y tomando como punto de partida una cuadrícula en el área urbana de san miguel como puntos de análisis la cuadrícula seria de 1 km² y con esto se pretenderá analizar los suelos in situ.

1.6.2 UNIDAD DE ANALISIS GEOGRAFICO

Para determinar la unidad de análisis que en esta investigación se plantea usaremos el área Urbana de la Ciudad de San miguel (ver mapa en anexos) cuadro que nos dará una clara perspectiva de las variables a las cuales está sujeta dicha investigación.

1.6.3 ANALISIS DE VARIABLES

Tabla 1. Operacionalización de Variables

VARIABLE	UNIDAD	METODO	HERRAMIENTA Y EQUIPO
Porcentaje de humedad (%w)	Porcentaje	Obtener el peso de la muestra de ensaye en estado húmedo y el peso en estado seco luego calculamos el porcentaje de humedad que posee la muestra en estudio	<ul style="list-style-type: none"> - Horno - Balanza de precisión de 0.1 gr. - Recipientes para pesar la muestra
Tipo de Suelo	Clasificación	Se pretende encontrar rasgos y características especiales que solo posee cada tipo de suelo	<ul style="list-style-type: none"> - Muestras de suelos alteradas - Bolsas
Limite Liquido	Porcentaje de Humedad	Se buscara obtener el contenido de humedad del suelo para el cual este tiene una resistencia de 25 kg/cm ² (Según norma ASTM D-4318)	<ul style="list-style-type: none"> - Balanza de precisión de 0.1 gr. - 2 copas de casa grande - 2 mallas N° 40 - Ranura dores
Limite Plástico	Porcentaje	En esta prueba se buscara medir el limite plástico usando como referencia el contenido de humedad en un suelo para el cual se cuarteo, cuando se hacen rodillos de 1/8" (Según norma ASTM D-4318)	<ul style="list-style-type: none"> - Placas de Vidrio - Mallas N° 40 - Pie de rey

Fuente: Elaboración Propia

1.6.4 TECNICAS DE RECOPIACION DE DATOS.

La recolección de datos así como los procedimientos a usar están ligados a escritos, normas e investigaciones realizadas a los suelos tomando las muestras in situ que saldrá por zonas. Dichas zonas son las partes urbanizadas de la ciudad de San Miguel, tomando como base el plano catastral (ver fig. en anexos), para ello se recogerán muestras de cada colonia o zona urbanizada tanto en tiempo seco como en tiempo húmedo para encontrar sus porcentajes de humedad obteniendo así un análisis de la muestra, los datos o escritos estarán ligados al cumplimiento de la Norma ASTM D-4318 que será la base teórica de donde partirá la investigación apoyándola en diversos escritos y libros tales son:

- Mecánica de Suelos de Juárez Badillo
- Mecánica de Suelos y Cimentaciones de Crespo Villalaz
- Principio de Ingeniería de Cimentaciones de Braja M. Das
- Problemas Resueltos de Cimentaciones de Crespo Villalaz etc.

El apoyo que proporcionó fuentes digitales como lo es el internet fue de gran ayuda por la diversidad de buscadores que posee y la información que se encuentra en estos, usando así este recurso para la descarga de documentales, tesis, apuntes, revistas y demás material que proporcionó una ayuda al tema.

Se empleo en la investigación para recabar datos, estadísticas y demás información que poseen entes como Vice-Ministerio de Vivienda, Defensoría del Consumidor, Instituto

Salvadoreño de Investigación del Concreto y El Cemento, y Universidades de la Zona con respecto a estudios de suelos y las diferentes propuestas que se puedan haber hecho.

Para la obtención de la muestra se conoció un elemento de estudio finito ya que se pudo contabilizar el número de muestras a extraer en campo, la muestra a analizar fueron tomadas mediante un reflejo de la cuadrículas de 1 km² en el mapa catastral, la justificación de dicho muestreo viene debido a que la población a estudiar es bastante grande.

El tipo de muestreo a utilizar fue el Muestreo No Probabilístico, utilizando una selección intencional o por conveniencia debido al desconocimiento de acceso a las viviendas esto ayudo a que dicho muestreo fuese muy beneficioso para ésta investigación.

El tamaño de la muestra fue determinado obteniendo una cantidad de 72 muestras ayudándonos así a crear la macro-zonificación de los suelos en la zona urbana de la Ciudad de San Miguel.

1.6.5 ANALISIS E INTERPRETACION DE DATOS

Antes que nada se realizó una inspección visual manual de los suelos usando dicha información solo como parámetro de referencia la clasificación superficial (no se ahondara en un estudio centralizado en este ensaye regido por la Norma ASTM D-2488, con este solo se pretende conocer forma olor color y otros factores que incluye la norma

técnica antes mencionada). Las muestras extraídas in situ son transportadas, clasificadas por zonas, y llevadas a análisis al Laboratorio de Suelos y Materiales de la Facultad Multidisciplinaria Oriental de la Universidad de El Salvador, para ser analizada según norma ASTM D-4318 que detallará cada paso a seguir y lograr con esto la obtención del Limite Líquido, Limite Plástico, encontrando finalmente su índice de Plasticidad que todos estos pertenecientes a los Límites de Consistencia o como comúnmente se conocen Límites de Atterberg, los resultados son interpretados mediante cuadros y gráficas estadísticas que permiten conocer la clasificación, resistencia y plasticidad de los suelos analizados.

Los suelos se clasifican según como lo dicta la norma ASTM D-4318 apoyado conjuntamente con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS y se hará uso su límite líquido, límite plástico e Índice de Plasticidad para la obtención de resultados.

¿Cómo serán interpretados cada uno de estos Resultados?

Para la interpretación de cada uno de estos resultados nos guiaremos por la clasificación que hace el sistema SUCS por medio del Índice de Plasticidad Obtenido de Cada Muestra Analizada y que a su vez involucra el contenido de humedad que posee en su estado de Límite Líquido la muestra para hacer la clasificación como sigue: ML Limo de Baja Plasticidad si su Índice de Plasticidad es menor que 4, CL Arcilla de Baja

Plasticidad si su Índice de Plasticidad es mayor que 7, considerando que será baja plasticidad si el porcentaje de Humedad en el Limite Liquido es menor que 50 y si es mayor que 50 se denominó MH Limo de Alta Plasticidad si su Índice de Plasticidad es menor que 4 y CH Arcilla de Alta Plasticidad si su Índice de Plasticidad es mayor que 7 si el Índice de Plasticidad fuese menor que cero se le denominara NP como un suelo no plástico de ésta forma se dividió cada una de las zonas del área urbana de la ciudad de San Miguel, Graficando cada punto en el mapa Catastral y uniendo estos por medio de curvas denominadas curvas de plasticidad y de esta obteniendo el límite para cada una de las diferentes áreas y delimitándolas por medio de colores.

1.6.6 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados serán presentados en cuadros estadísticos y gráficas ya dadas por la norma correspondiente (ASTM D-4318 para los límites Plásticos, Líquidos e Índice de Plasticidad). Para una mejor perspectiva de lo que detallaran los cuadros serán incorporados en los anexos (ver cuadros en anexos), luego de tener los datos obtenidos serán pasados a planos topográficos que detallaran por medio de colores su debida clasificación, cada color delimitará una diferente etapa dando a conocer su estratificación en un nuevo plano así se conocerá las fuerzas plásticas que dominan a los diferentes asentamientos y desde su nivel de piso hasta los 80 cm su conformación.

CAPITULO II:
MARCO
CONCEPTUAL

2. MARCO CONCEPTUAL.

2.1 PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

2.1.1 GENERALIDADES.

Para conocer e interpretar que es la palabra plasticidad en los suelos es necesario conocer su concepto y todo lo que éste engloba siendo tal que: La plasticidad de un suelo es el contenido de agua con el cual se produce el cambio de un estado y en el cual el suelo acepta deformaciones sin romperse, es decir la propiedad que presentan los suelos hasta cierto límite.

En el caso de algunos terrenos húmedos la plasticidad es la propiedad que les permite ser moldeados, aplicándole fuerzas externas y mantener su forma aun cuando las fuerzas externas o la plasticidad desaparezcan, definiéndose así según Atterberg como dos límites de plasticidad el máximo y el mínimo.

Con un porcentaje de humedad por encima del límite máximo de plasticidad, la masa terrosa adquiere fluidez y pierde su capacidad de mantener la forma, y si el terreno tiene un porcentaje de humedad por debajo del límite mínimo de plasticidad, la masa terrosa se vuelve quebradiza, y no se puede moldear. Es evidente que no todos los suelos tienen la misma plasticidad; las arenas y los limos tienen una plasticidad baja o muy baja, mientras que suelos con alto contenido de arcillas tienen una plasticidad mayor. En línea

general puede afirmarse que terrenos con un contenido de arcilla inferior al 15% no son plásticos.

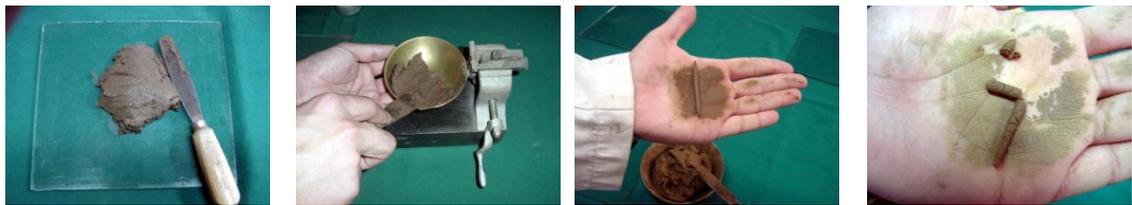
Para cada uno de los límites de plasticidad, el máximo y el mínimo, corresponde, en función del terreno, un porcentaje de humedad, la diferencia entre los dos porcentajes de humedad límites se índice de plasticidad.

Existen suelos que al ser remoldados, cambiando su contenido de agua si es necesario, adoptan una consistencia característica, que desde épocas antiguas se ha denominado plasticidad. Estos suelos han sido llamados arcillas, originalmente, por los hombres dedicados a la cerámica. La plasticidad es, en este sentido, una propiedad tan evidente que ha servido en antaño para clasificar suelos en forma puramente descriptiva. Otra rama de la ingeniería ha desarrollado otras interpretaciones del concepto plasticidad, fundándose en las características esfuerzos-deformación de los materiales. La distinción entre el comportamiento plástico y el elástico se han de establecer claramente, puesto que las conclusiones y criterios del ingeniero ante ambas posibilidades son muy diferentes. Naturalmente no es este el lugar apropiado para establecer detalladamente la distinción, que comprende dos aspectos básicos: la influencia de los esfuerzos y deformaciones del material y la razón de variación actual de esos esfuerzos. El estado plástico se da en un rango estrecho de humedades, comprendidas entre los límites líquido y plástico.

2.2 LÍMITES DE ATTERBERG.

Los límites de Atterberg o límites de consistencia se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos. El nombre de estos es debido al científico sueco *Albert Mauritz Atterberg*. (1846-1916).

Fig. 2.1 Cálculo de Límite Líquido y Límite Plástico de una muestra de Suelo



Fuente: Cálculo de Índices de Plasticidad curso ICE 1603 “Fundamentos de Geotecnia”

DIRECCION DE DESCARGA: http://suelos1eia.blogspot.com/2010_06_01_archive.html

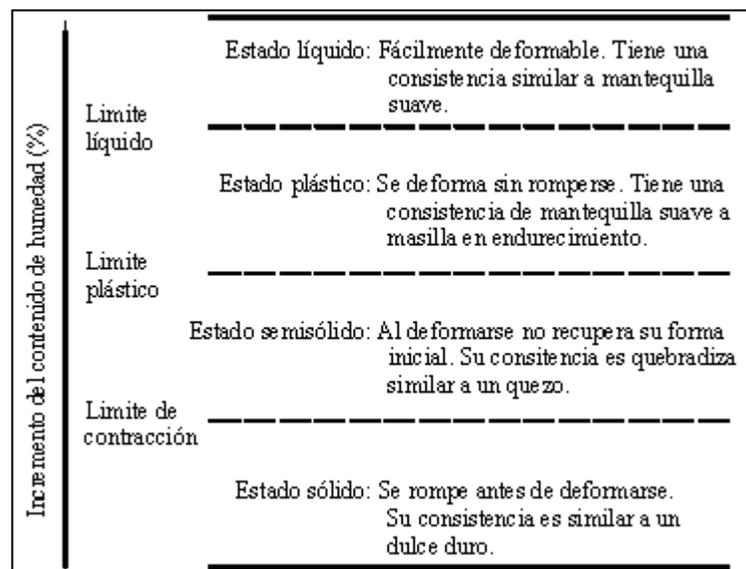
Los límites se basan en el concepto de que en un suelo de grano fino solo pueden existir 4 estados de consistencia según su humedad. Así, un suelo se encuentra en estado sólido, cuando está seco. Al agregársele agua poco a poco va pasando sucesivamente a los estados de semisólido, plástico, y finalmente líquido. Los contenidos de humedad en los puntos de transición de un estado al otro son los denominados límites de Atterberg.

Los ensayos se realizan en el laboratorio y miden la cohesión del terreno y su contenido de humedad, para ello se forman pequeños cilindros de 3mm de espesor con el suelo.

Siguiendo estos procedimientos se definen tres límites:

1. Límite líquido: Cuando el suelo pasa de un estado semilíquido a un estado plástico y puede moldearse. Para la determinación de este límite se utiliza la cuchara de Casagrande.
2. Límite plástico: Cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe.
3. Límite de retracción o contracción: Cuando el suelo pasa de un estado semisólido a un estado sólido y deja de contraerse al perder humedad.

Fig. 2.2 Límites de Atterberg, Estado de los Suelos

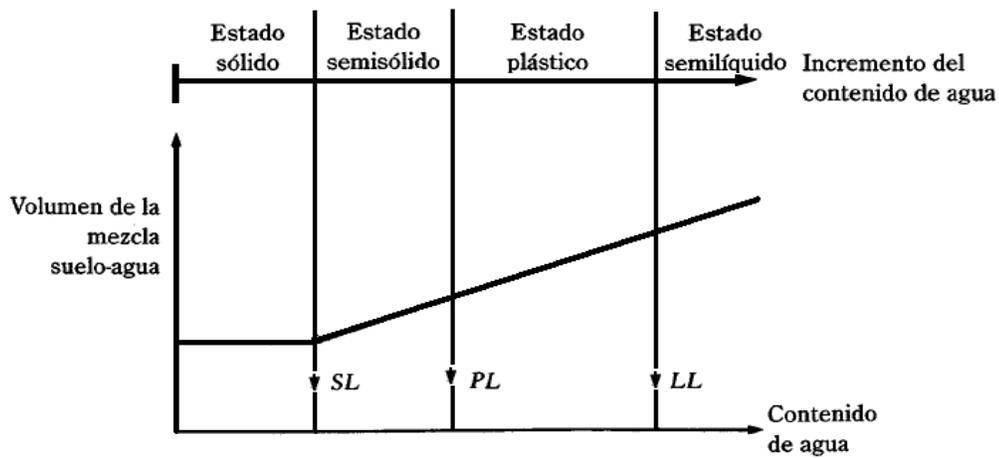


Fuente: Calculo de Índices de Plasticidad curso ICE 1603 “Fundamentos de Geotecnia”

DIRECCION DE DESCARGA: http://suelos1eia.blogspot.com/2010_06_01_archive.html

Cuando un suelo se mezcla una cantidad excesiva de agua este puede fluir como un semilíquido. Si el suelo es secado gradualmente se comportara como un material plástico, semisólido o sólido, dependiendo de su contenido de agua. Éste, en porcentaje con el que el suelo cambia de un estado líquido a un estado plástico se define como *Límite Líquido (LL)*. Igualmente, los contenidos de agua, en porcentaje, con el que el suelo cambia de un estado plástico a un semisólido y de un semisólido a un sólido se definen como el *Límite Plástico (LP)*. Y el *Límite de contracción (SL)*. Estos se denominan *Límites de Atterberg*. Ver fig. 2.3

Fig. 2.3 Definición de los Límites de Atterberg.



Fuente: Mecánica de Suelos Crespo Villalaz 5ª Edición Año 2004.

2.3 DEFINICION DE LÍMITES DE ATTERBERG.

Fig. 2.4 Instrumentos para el cálculo de Límites de Atterberg.



Fuente: Descarga de Imagen de Apuntes de Geotecnia, Santiago Osorio

DIRECCION DE DESCARGA: http://geotecnia-sor.blogspot.com/2010/11/consistencia-del-suelo-limites-de_25.html

Los suelos que poseen algo de cohesión, según su naturaleza y cantidad de agua, pueden presentar propiedades que lo incluyan en el estado sólido, semi- sólido, plástico o semi-líquido. El contenido de agua o humedad del límite al que se produce el estado varía de un suelo a otro. El método usado para medir estos límites se conoce como método de Atterberg y los contenidos de agua o humedad con los cuales se producen los cambios de estado se denominan Límites de Atterberg. Ellos

marcan una separación arbitraria pero suficiente en la práctica entre los cuatro estados mencionados anteriormente.

- El Límite Líquido en un suelo es determinado por la copa de Casagrande (Designación de la prueba ASTM D-4318) y se define como el contenido de agua con el cual se cierra una ranura de $\frac{1}{2}$ in. (12.7 mm) mediante 25 golpes.
- El Límite Plástico se define como el contenido de agua con el cual el suelo se agrieta al formarse un rollito de $\frac{1}{8}$ pulgada (3.18 mm) de diámetro (Designación de la Prueba ASTM D-4318).
- El Límite de Contracción se define como contenido de agua con el cual el suelo no sufre ningún cambio adicional de volumen con la pérdida de agua (Designación de la prueba ASTM D-427).

A la diferencia entre el límite líquido y el plástico de un suelo se define como *índice de plasticidad (PI)*.

$$PI = LL - LP$$

2.4 ASENTAMIENTO Y COMPRESIBILIDAD DE LOS SUELOS:

Causa de los asentamientos: Cuando actúa una carga vertical sobre la superficie del terreno, se presenta el asentamiento, esto no es del todo sorprendente porque, como se sabe por mecánica, el esfuerzo provoca deformación y la aplicación de la carga provoca desplazamiento. Se debe recordar, sin embargo, que el suelo se puede asentar por razones diferentes a las cargas externas:

- 1- Consolidación su propio peso.
- 2- Desecación natural o debida a algún proceso industrial.
- 3- Inundaciones.
- 4- Ataque químico.
- 5- Descomposición orgánica natural o a causa de algún agente externo.
- 6- Hundimiento regional provocado por el bombeo de agua.
- 7- Sismos, voladuras o vibraciones.
- 8- Alivio de esfuerzos por excavación o construcción de un túnel en la vecindad.
- 9- Bombeo de agua para alguna construcción cercana.
- 10- Movimientos tectónicos.
- 11- Erosión subterránea o derrumbes.

El asentamiento provocado por las cargas superficiales, se atribuye tradicionalmente a las causas siguientes:

Asentamiento inicial. Se debe al cambio en los esfuerzos cortantes en la masa de suelos, esta deformación es análoga a la flexión de una viga, ocurre con rapidez, el volumen del cuerpo que soporta la carga permanece virtualmente inalterado. A medida

que el área cargada se asienta, la superficie alrededor de ésta se eleva en una cantidad que equilibra el volumen de hundimiento.

Compresión inmediata. También conocida como “compresión inicial”, se observa en los suelos no saturados debida a una reducción rápida del volumen de vacíos. Los esfuerzos a la compresión la provocan y va acompañada por un rápido incremento de los esfuerzos efectivos. En los suelos parcialmente saturados, al aumentar la compresión, el grado de saturación se incrementa y cuando alcanza casi el 90%, pueden aumentar las presiones en el agua de los poros, estas presiones de poro harán que se reduzca la compresión posterior y se incrementen los esfuerzos efectivos, cuando la compresión es lenta, de modo que su velocidad tiene un significado práctico, se conoce como “consolidación”.

Compresión o consolidación primaria. Se debe a la reducción gradual del volumen de vacíos bajo esfuerzos efectivos variables, es un cambio lento provocado por los esfuerzos de compresión bajo la influencia de las presiones de poro que resisten una reducción más rápida de volumen. A medida que avanza la consolidación, se disipan las presiones de poro, la consolidación primaria comienza justo después de la compresión inicial y termina, por definición, cuando las presiones de poro son insignificantes.

Compresión o consolidación secundaria. La causa es la reducción gradual de volumen del suelo bajo esfuerzos efectivos constantes, esta fase comienza cuando las presiones de

poro se vuelven aproximadamente cero y se supone que continúa para siempre. Se debe a la formación lenta de los contactos entre las partículas de arcilla que se encuentran bajo la influencia de los esfuerzos cortantes, creados por un sistema de esfuerzos principales desiguales, sin embargo, se cree que las arenas y otros suelos granulares no están sujetos a consolidación secundaria.

Deslizamiento superficial asociado a falta de resistencia por baja presión de confinamiento : Se debe al ajuste continuo respecto al cambio del esfuerzo cortante bajo esfuerzos efectivos constantes, se supone que comienza justo con el asentamiento inicial y continúa para siempre o hasta que la arcilla adquiere suficiente resistencia adicional, mediante la consolidación, para resistir el movimiento extraordinario. El deslizamiento superficial se relaciona con el desplazamiento lateral alejándose de la parte sujeta a cargas de la superficie, es mucho más marcado donde hay un bajo factor de seguridad contra una falla de base ($FS < 1.2$), es decir cuando un subsuelo arcilloso se somete a cargas después de la etapa intermedia de cedencia, el deslizamiento superficial se debe a la deformación plástica de los contactos entre partículas de arcilla, se cree que los suelos granulares no experimentan deslizamiento superficial.

Terraplén arcilloso Terraplén Granular. Generalmente se supone que de estas cinco causas que contribuyen al asentamiento, las cuatro primeras se pueden predecir como entidades separadas mediante estimaciones y luego sumarlas para tener el gran total. La quinta causa generalmente se maneja no tratando de predecir su valor, sino tratando de

que no ocurra. El deslizamiento superficial ha servido para explicar el comportamiento a largo plazo sin garantía de los terraplenes sobre arcillas blandas. La relación entre el movimiento del suelo y la estabilidad de las estructuras asociadas a éste, es bastante compleja, primero que nada, existen diferentes mecanismos que puedan producir movimientos en el suelo y además hay muchos tipos de estructuras, cada una con un diferente potencial para resistir el movimiento de la masa del suelo o ser afectadas por la misma. Es importante estar conscientes que las condiciones de un suelo pueden cambiar, algunas veces en alto grado, desde antes de la construcción, durante e incluso después de ésta, la predicción de tales cambios representa la tarea más difícil para el proyectista. Existen métodos por medio de los cuales se pueden estimar el grado y el ritmo del asentamiento de los cimientos, debido a ciertos mecanismos, estas estimaciones resultan bastante confiables siempre y cuando las condiciones del suelo que se supusieron para el cálculo :

- a) Sean una representación razonable de las condiciones reales.
- b) Tengan probabilidad de persistir a lo largo del período de vida del edificio.

Se pueden considerar con brevedad varios mecanismos de movimientos del suelo que son causas potenciales de asentamientos:

Compactación: La compactación es un proceso por medio del cual las partículas del suelo se fuerzan a un estado de empaque de mayor proximidad, con la correspondiente reducción de volumen y la expulsión de aire, para esto se requiere alimentar energía

mecánica. Los suelos más susceptibles son las arenas en estado suelto o las arenas con gravas y material de relleno, en especial las que se han depositado sin una compactación adecuada.

Distorsión elástica: La distorsión elástica se produce en todos los suelos casi inmediatamente después de imponer la carga y el asentamiento causado por este proceso se llama asentamiento inmediato.

Efectos de la infiltración y las socavaciones: La socavación es la remoción de material por la acción de las aguas y corrientes superficiales, pero también pueden ocurrir cuando se fracturan los drenajes y los ductos de agua, recintos formados por atarjeas y estructuras similares, el flujo ascendente del agua pueden causar una forma de inestabilidad llamada tubificación. En algunas rocas y suelos, el cementante mineral en la matriz puede disolverse debido al flujo de las aguas subterráneas, la formación de conductos subterráneos es una de las principales características de las áreas de roca caliza y yeso, y también es común que se llegue a presentar el derrumbe de este tipo de formaciones.

Fig. 2.5 Efectos de asentamientos en viviendas de interés Social



Fuente: Fotografía tomada en Urbanización Prados, Ciudad de San Miguel, Municipio de San Miguel, Mayo de 2011

2.5 VICIOS OCULTOS Ó ERRORES EN PROCESOS CONSTRUCTIVOS

El vicio usualmente es definido como una “anomalía” o un “defecto” que permite distinguir una cosa de todas las demás del mismo género, especie y calidad. Se ha establecido que “para cada tipo de cosa las calidades esenciales naturales son taxativas, positivas, mientras que los vicios son innumerables, y por ello pueden solamente

delimitarse negativamente (vicio será todo defecto que no supone falta de calidades esenciales ordinarias”.

También es posible distinguir diversas clases de vicios, como lo son los de calidad, cuando disminuyen el valor de la cosa, la hacen inapta para el fin a que está destinada o la desnaturalizan de manera que el comprador hubiera pagado un precio menor por ella; los de cantidad, cuando hay disonancia entre el número de objetos pactado y el entregado; los aparentes y los ocultos, en el tanto hayan sido conocidos o no por el comprador una vez examinada la cosa que adquiere.

Esos defectos toman trascendencia en la compraventa, ya que están estrechamente vinculados con el tema de la garantía, pues debe establecerse en qué casos el vendedor es responsable de las imperfecciones o anomalías presentes en la cosa vendida, o cuando se le exonera de responsabilidad para trasladarla al comprador. Estrechamente ligado a la responsabilidad originada en la causa antes dicha, se encuentra el plazo de caducidad o prescripción para efectuar el reclamo correspondiente.

2.6 EL SUELO CEMENTO FLUIDO

El suelo-cemento es la mezcla íntima y homogénea de suelo pulverizado con determinadas cantidades de cemento portland y agua, y que luego de compactado, para obtener densidades altas, y curado, para que se produzca un endurecimiento más efectivo, se obtiene un nuevo material resistente a los esfuerzos de compresión, prácticamente impermeable, termo aislante y estable en el tiempo.

Como se expresa en la diversas partes de este documento, la tierra o suelo es sin duda el material de construcción más antiguo de los empleados por el hombre en su evolución histórica, llegando hasta el presente como una verdadera alternativa de solución a la demanda actual de vivienda de sectores de medianos y bajos recursos.

En el presente trabajo aquí desarrollado, se exponen importantes resultados de las investigaciones desarrolladas sobre el particular, aportando el conocimiento necesario para emprender la acción.

Paradójicamente, el suelo ha llegado hasta el presente constituyendo prácticamente la única alternativa para que una parte significativa de la humanidad pueda disponer de una vivienda en condiciones mínimas de habitabilidad. Este aspecto de la crisis de índole social impuesta por las limitaciones económicas de una amplia porción de la población mundial ha merecido la atención de reconocidas instituciones técnicas y científicas en diferentes partes del planeta. Estas instituciones han emprendido el estudio riguroso y sistemático de la tierra, en las diferentes técnicas constructivas que la emplean, para superar sus raíces empíricas, dominar científicamente todos los aspectos del tema y conducir su aplicación práctica por las vías más racionales, económicas y seguras.

Pero la tierra no es sólo un material histórico. Hoy es también un material de construcción para más de 1500 millones de personas que viven en construcciones de tierra desde los Estados Unidos hasta la Patagónica; desde el Sahara, hasta el Cono sur africano; en Asia y en el Oriente y hasta en la industrializada Europa.

La tierra sigue siendo un material de construcción. Según Naciones Unidas La oferta oficial en los países en vías de desarrollo será superior a las 500,000 Viviendas /año (200,000 en Latinoamérica, 200,000 en África; 100,000 en Asia.

Fig. 2.6 Reparación con suelo cemento en kilometro 8 Troncal del Norte, Ciudad Delgado, Municipio de San Salvador



Fuente: Instituto Salvadoreño del Cemento y el Concreto, Año 2010

El suelo-cemento es el resultando de una mezcla de suelo pulverizado con determinadas cantidades de cemento portland y agua que se compactan y curan, para obtener densidades altas y para que se produzca su endurecimiento más efectivo. De esta forma se obtiene un nuevo material resistente a los esfuerzos de compresión prácticamente impermeable termo aislante y estable en el tiempo.

2.7 OBTENCION DE MUESTRAS DE SUELO

Para determinar las propiedades de un suelo en el laboratorio 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 pueden usar, cualquier análisis de la muestra sólo será aplicable a la propia muestra y no al material del cual procede, de ahí la imperiosa necesidad de que el muestreo sea aplicado por personal conocedor de su trabajo. Las muestras pueden ser de dos tipos: alteradas ó 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 cuando ocurre el caso contrario.

Fig. 2.7 Revenimiento de Suelo Cemento Fluido



Fuente: Instituto Salvadoreño del Cemento y el Concreto, Año 2011

-
- Sondeo con barreno.
 - i) Se extrae una porción de suelo de una profundidad X (lo que la prueba amerite en esta investigación a 80cm a partir de la base)
 - ii) Se coloca el suelo excavado en hilera con el debido orden
 - iii) Se toma una porción representativa de cada clase de suelo encontrado y se colocan en bolsas separadas con su identificación correspondiente.
 - iv) Las bolsas con el material se envían al laboratorio.

Fig. 2.8 extracción de muestras alteradas sondeo con barreno helicoidal.



Fuente: Toma de Muestras in situ, Col. Belén, Ciudad de San Miguel Noviembre de
2010

2.8 CLASIFICACIÓN DE SUELOS

2.8.1 IMPORTANCIA DE LA CLASIFICACION DE SUELOS

La relevancia del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos se torna evidente cuando se analiza desde la perspectiva del comportamiento fundamental de los materiales granulares. Este análisis también denota parámetros importantes en el comportamiento de los suelos que no son adecuadamente considerados en la rutina del laboratorio geotécnico. Entre ellos se incluyen la superficie específica, la forma de las partículas, el grado de saturación, la rigidez cortante a baja deformación, la variabilidad espacial, la relación de vacíos de campo, y los parámetros del estado crítico. Este documento presenta una discusión sucinta de estos parámetros y la descripción detallada de nuevas técnicas sencillas y accesibles que facilitan la cuantificación eficaz de los mismos.

2.8.2 ANÁLISIS FUNDAMENTAL DEL SISTEMA UNIFICADO

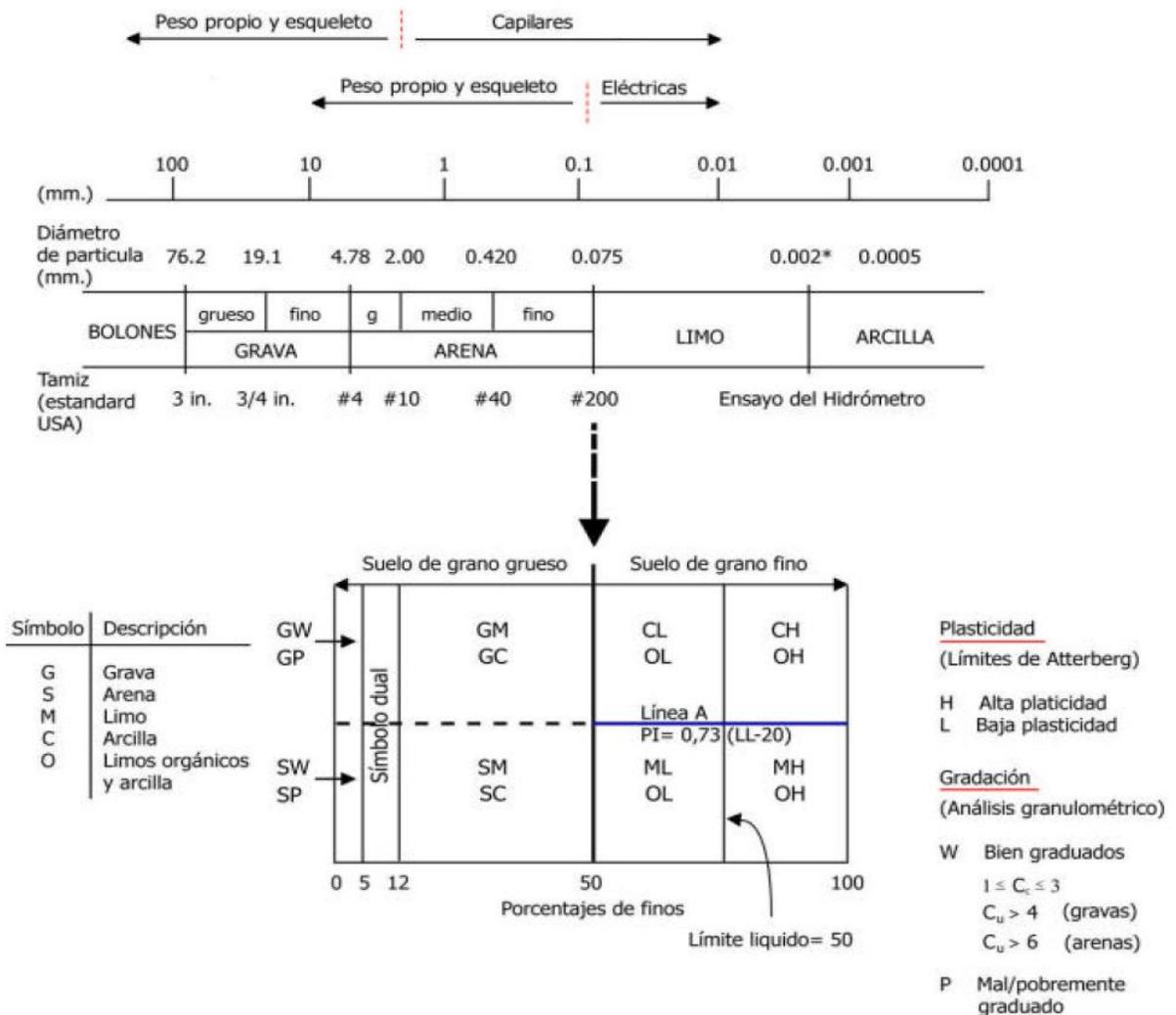
El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, SUCS (IRAM 10509 y ASTM D 2487 y 2488) es el de uso más extendido en la práctica geotécnica. Fue inicialmente propuesto por Arthur Casagrande en 1932, tentativamente adoptado por el Departamento de ingeniería de los EEUU en 1942 y definitivamente presentado a la ASCE en 1948 (Casagrande 1932, 1948). *La U.S. Army Corps of Engineers* comenzó a emplearla en

1953 en tanto que la *U.S. Bureau of Reclamation* lo hizo en 1974. Está basado en el análisis granulométrico y en los límites de Atterberg (límites líquido y plástico) de los suelos.

La primera y más importante decisión está dada por el contenido de finos, definido como el correspondiente a partículas de diámetro equivalente menor a 0,075 mm, pasante del tamiz #200. Si menos del 50% en peso del suelo pasa el tamiz #200, entonces el suelo es “grosso” y se subclasifica en arena o grava usando el tamiz #4. De otro modo, el suelo es “fino” y se subclasifica en limo o arcilla, usando los límites de plasticidad.

Como el suelo esta formado por partículas más o menos pequeñas, separadas entre si y al mismo tiempo relacionadas, de alguna manera, por fuerzas de diferente índole, puede considerarse, a escala de la obra ingeniera, como un continuo, suficientemente uniforme en su conjunto como para que el resultado obtenido en una muestra, relativamente pequeña, pueda representar el comportamiento del conjunto, a diferencia de las rocas a las que las fracturas, generalmente presentes, unidas a los planos de estratificación y debilidad las hacen comportarse como un discontinuo a escala de las obras de ingeniería.

Fig. 2.9 Sistema Unificado de Clasificación de Suelos. Está basado en el análisis granulométrico y los límites de Atterberg. El tamaño de las partículas determina la naturaleza de las fuerzas que gobiernan el comportamiento de los suelos. Fuerzas de naturaleza eléctrica (fuerzas atractivas y repulsivas de *Van der Waals*) predominan en partículas menores a 75 mm (Tamiz #200).



Fuente: Sistema Internacional SUCS. Mecánica de suelos, Juárez Badillo Tomo 1 año

La importancia del tamiz #200 se hace evidente cuando se analizan las fuerzas dominantes sobre las partículas, incluyendo las de peso propio, las fuerzas debidas a los esfuerzos efectivos, fuerzas eléctricas, y fuerzas capilares. La Figura 2 (parte superior) muestra la correlación existente entre el tamaño equivalente de las partículas y la naturaleza de las fuerzas gobernantes. Nótese que los tamices #200 y #4 logran capturar estos límites. Desde el punto de vista del diseño, la velocidad de disipación del exceso de presión de poros discrimina entre análisis en condiciones “drenadas” o en condiciones “no drenadas”. Típicamente, las condiciones de carga “drenadas” están asociadas a suelos de grano grueso, en tanto que las de carga “no drenadas”, a suelos de grano fino. Sin embargo, un suelo de grano grueso pero con la presencia de sólo ~10% de finos ve afectada grandemente su permeabilidad, haciendo que su valor cambie en órdenes de magnitud. Consecuentemente, el SUCS tiene un rango del 5% al 12% de contenido de finos que modifica la clasificación de suelos. En efecto, un suelo granular con relación de vacíos $e \sim 0,6$ colmata su espacio intersticial con ~5% a 15% de finos. En la ausencia de finos, el empaquetamiento de granos en suelos gruesos (gravas o arenas) depende del coeficiente de uniformidad $C_u = D_{60}/D_{10}$; este determina las máximas y mínimas relaciones de vacío que un determinado suelo granular puede alcanzar. El coeficiente de curvatura $C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \cdot D_{60})$ agrega información acerca de la convexidad de la curva granulométrica, indicando la presencia de diámetros extremos.

Por otro lado, los límites de Atterberg son escogidos para clasificar los suelos finos. Estos ensayos cuantifican la superficie específica, cuya importancia se detalla en la Sección 2.8.3.1, y la formación de fábrica. Los ensayos de límites de consistencia deben

ser realizados con el mismo fluido que estará involucrado durante la vida útil del proyecto ya que diferentes iones y concentraciones afectan la capa difusa y las fuerzas de repulsión.

CAPITULO III: MUESTREO Y ZONIFICACION

3.0 MUESTREOS Y ZONIFICACIÓN.

INTRODUCCION:

Para hacer el muestreo y zonificación de los diferentes suelos del área urbana de la ciudad de San Miguel se Procedió a extraer la cantidad de 72 muestras que fueron seleccionadas de forma aleatoria, siguiendo cuadrículas de 1 km², y luego llevándolas al laboratorio de suelos y materiales de la Facultad Multidisciplinaria Oriental. Para ello se siguió una serie de pasos según como lo requiere la Norma ASTM D-4318 dichos pasos se enumeran a continuación:

3.1 PASOS PARA OBTENCION Y ANALISIS DE MUESTRAS DE SUELO.

PASO I: EXTRACCION IN- SITU DE MUESTRAS DE SUELO ALTERADAS TOMADAS CON BARRENO

Fig. 3.1 Extracción de muestra de suelo con barreno helicoidal



Fuente: Imagen tomada en Ciudad Pacifica Febrero de 2011

La extracción de muestras es realizada con barreno cerca de las cimentaciones de las diferentes viviendas de interés social que se encuentran en el área urbana de la Ciudad de San Miguel.

Fig. 3.1.1 Toma de Muestras con Barreno a diferentes profundidades



Fuente: Imágenes tomadas en campo según orden: Ciudad Pacifica, Milagro de La Paz, Col Prados, Residencial Universitaria Norte, Febrero 2011.

La muestra es extraída aleatoriamente en el área urbanizada de la ciudad de san miguel tomando como punto de partida los suelos que soportan cimentaciones de viviendas de interés social y haciendo extracciones cada 1000 mt²

PASO II:

VERIFICACION DE 80 CMS DE PROFUNDIDAD EN TOMA DE MUESTRAS

Fig. 3.2 Verificación de profundidad de Muestreo



Fuente: Imágenes tomadas en recolecciones hechas en campo indicando la profundidad de excavación, Febrero de 2011

Las muestras son tomadas a una profundidad de 80 cm. Ya que este es el nivel de desplante normal para las viviendas de interés social y su finalidad es conocer la plasticidad del estrato de suelo que a esa profundidad se obtiene.

PASO III: TOMA DE COORDENADAS Y ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS ALTERADAS.

Fig. 3.3 Toma de Coordenadas y Almacenamiento de Muestras



Fuente: Imágenes tomadas en recolecciones hechas en campo, FEBRERO 2011.

Al extraer la muestra de suelo alterado se toma sus coordenadas y así se Geo-referencia el lugar donde ha sido extraída dicha muestra, luego es colocada en bolsas de sello hermetico para evitar la pérdida de humedad natural del suelo, y posteriormente trasladadas al laboratorio de suelos y materiales donde será analizada su plasticidad mediante los límites de Atterberg.

PASO IV: EJECUCION DE ENSAYO LIMITE DE ATTERBERG

Instrumentos a Utilizar: Para obtener los resultados deseados, la norma pide que se utilicen los instrumentos mencionados a continuación.

LISTADO DE INSTRUMENTOS A UTILIZAR PARA LA OBTENCION DEL INDICE DE PLASTICIDAD.

- Capsulas de porcelana
- Malla N° 40
- Ranuradores
- Placas de Vidrio
- Malla N° 4
- Pie de Rey
- Balanza de 0.01 gr de precisión
- Copas de casa grande
- Picetas
- Espátula



Fig. 3.4.1 Copa de Casagrande debidamente calibrada para la obtención del Límite Líquido.

Fig. 3.4.2 Pipeta para agregar una cantidad de agua al suelo y así poder analizarlo



Fig. 3.4.3 Balanza de precisión para pesar cada una de las muestras.

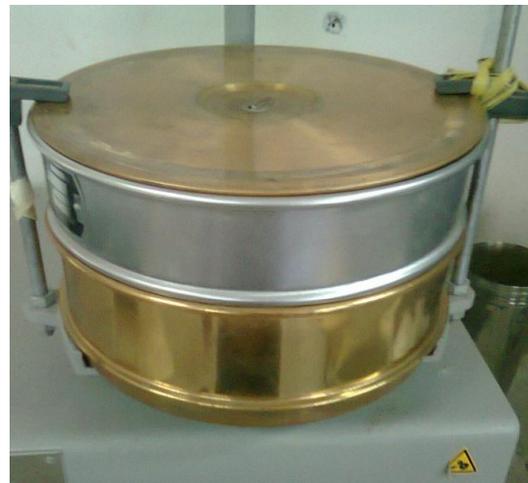
Fuente: Imágenes tomadas en Laboratorio Facultad Multidisciplinaria Oriental, Marzo

2011



Fig. 3.4.4 Horno para el secado de las muestras calculando así su peso luego de haber perdido la humedad.

Fig. 3.4.5 Rop-Tap encargado de la separación granulométrica del suelo a analizar.



Fuente: Imágenes tomadas en Laboratorio Facultad Multidisciplinaria Oriental, Marzo

2011

PASO V: PROCESAMIENTO DE MUESTRAS PARA LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO.

Fig.3.5 Secado de muestras en horno separado por taras identificadas con números y abreviaciones para posteriormente ser pesadas y pasadas al proceso de separación granulométrica.



Fig. 3.5.1 Separación de 100 g de muestra en malla #4 y malla #40 lo que pasa la malla #40 es el suelo fino a utilizar para el cálculo de limite liquido y limite plástico.

Fuente: Capturas Realizadas en Laboratorio de Suelos y Materiales Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador, Marzo 2011



Fig. 3.5.2 Suelo fino a usar para la obtención de Límite Líquido y Límite Plástico



Fig. 3.5.3 Saturación de material que ha pasado la malla #40 para su respectivo análisis.

Fuente: Capturas Realizadas en Laboratorio de Suelos y Materiales Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador, Marzo 2011

Fig. 3.6 Para calcular el Limite Plástico: Con el suelo fino que ha pasado el tamiz #40 y ya previamente saturado de agua se hacen bolitas y estas sobre una superficie de vidrio es amasada hasta formar rollitos de 1/8" cuando ya no se pueden formar estos rollitos la muestra es pesada y se le calcula su porcentaje de humedad % W



Fuente: Capturas Realizadas en Laboratorio de Suelos y Materiales Facultad

Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador, Marzo 2011

Fig. 3.7 Análisis de muestras de suelos para la determinación del Límite Líquido usando la copa de Casagrande y secando una muestra al horno que está regida por un número N de golpes.



Fuente: Capturas Realizadas en Laboratorio de Suelos y Materiales Facultad
Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador, Marzo 2011

3.2 ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

El análisis y la interpretación de Datos ésta ligada a una serie de tablas y cartas de plasticidad obtenidas de la Norma ASTM D- 4318 y la clasificación de suelos que por medio de la plasticidad obtenida en estos genera el Sistema Unificado de Suelos SUCS.

Para Dichos cuadros se delimita el siguiente contenido que permitirá conocer, ubicación, contenidos de humedad, índice de plasticidad y su respectiva clasificación.

DATOS QUE CONTENDRA LA FICHA TECNICA:

COORDENADAS EN “X”

COORDENADAS EN “Y”

FORMULAS A UTILIZAR:

W%= PORCENTAJE DE HUMEDAD

$$W\% = W_w/W_s$$

W% = PESO HUMEDO / PESO SECO

LP= LIMITE PLASTICO

LL= LIMITE LIQUIDO

IP= INDICE DE PLASTICIDAD

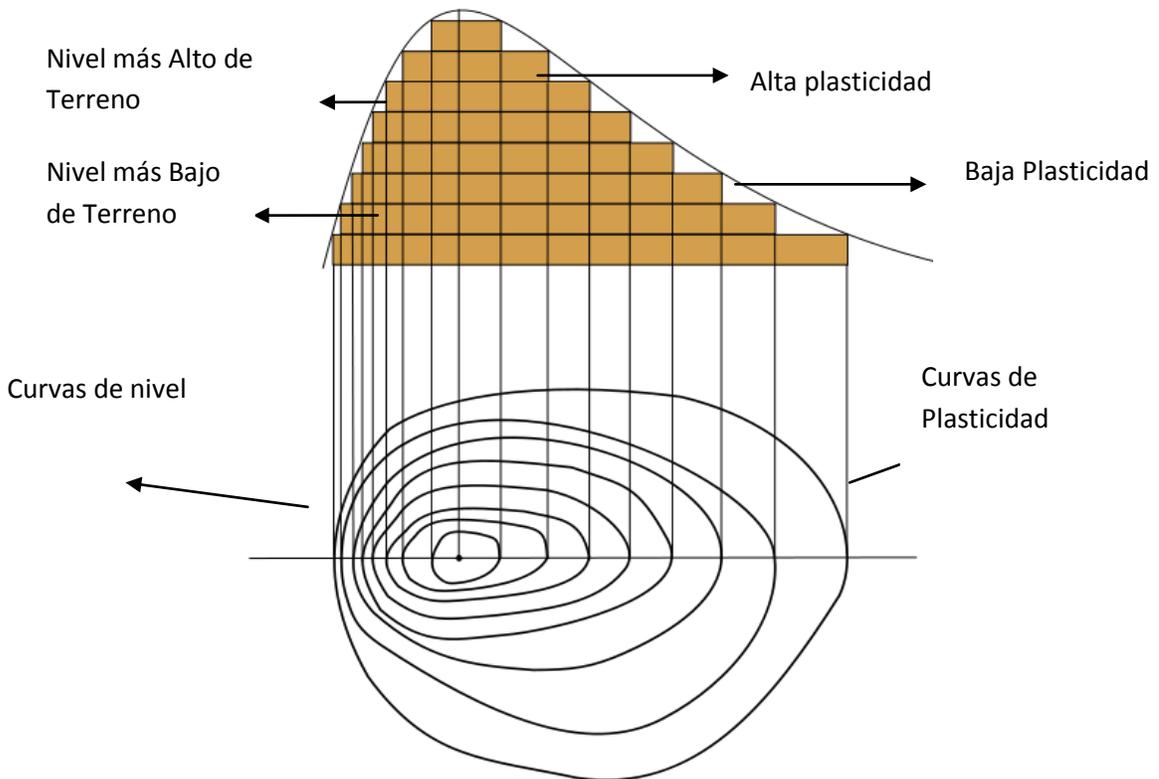
Limite Liquido Será Calculado a través de la Grafica de Humedad vs N° de Golpes.

3.3 INTERPRETACION DE CURVAS DE PLASTICIDAD

Para tener un concepto claro de cómo funcionan las curvas de plasticidad y que se demuestra con esto se toma de base las curvas de nivel utilizadas en el área de Topografía donde: Una curva de nivel es aquella línea que en un mapa une todos los puntos que tienen igualdad de condiciones y de altura. Para este caso en el plano igualdad de índice de plasticidad.

Con las curvas de plasticidad se evidenciara el cambio en magnitudes de los índices, de tal forma que se dibuja la curva y se puede interpretar así:

Fig. 3.8 Figura interpretativa de curvas de nivel versus curvas de plasticidad



Fuente: Elaboración Propia

3.4 INTERPRETACION Y COLOCACION DE COLORES PARA CLASIFICACION

Los colores serán colocados a partir de las curvas de nivel entendiendo que su límite estará regido de la siguiente manera

Índice de plasticidad < 4 y menor que 50 golpes (ML limo de baja plasticidad)

Índice de plasticidad > 7 y menor que 50 golpes (CL limo de baja plasticidad)

NP no posee índice de plasticidad y su índice es 0

Índice de plasticidad < 4 y mayor que 50 golpes (MH limo de alta plasticidad)

Índice de plasticidad > 7 y mayor que 50 golpes (CH Arcilla de alta plasticidad)

EJ:

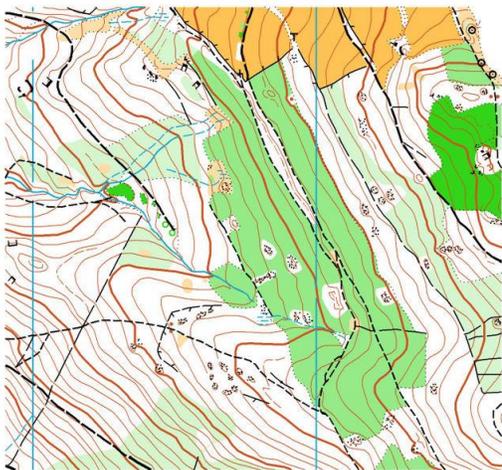


Fig. 3.9 Cuadro dividiendo con colores y usando como límite para estos los valores de las curvas en el plano

Fuente: Descarga de Imágenes topográficas, pagina de descarga:

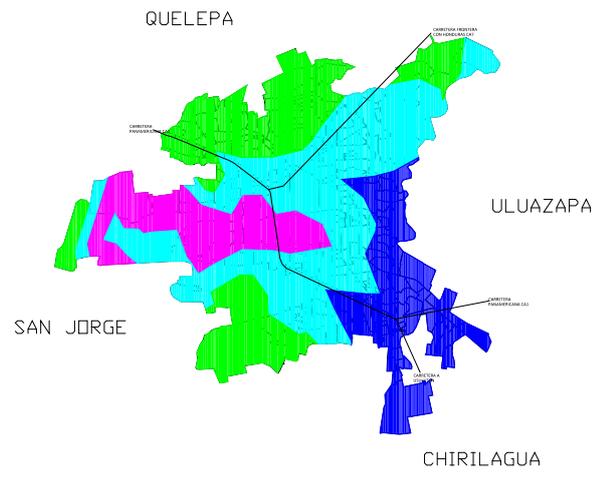
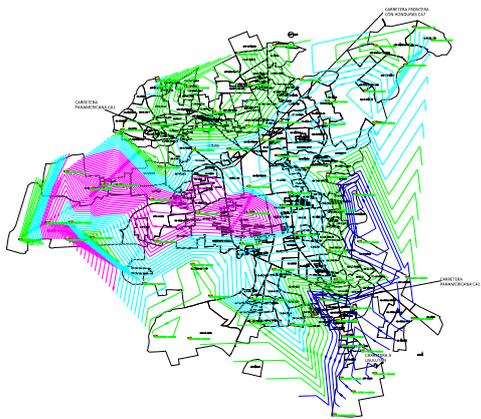
<http://www.topografiaegv.cl/2009/10/03/mapas-topograficos/>.

3.5 PRESENTACION E INTERPRETACION DE MAPAS.

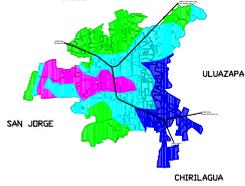
Los mapas a continuación presentados reflejan la macro-zonificación realizada en la Ciudad de San Miguel, observando los diferentes cambios que puede poseer un suelo en función de su plasticidad.

Para leer cada uno de los mapas, primero que nada se tiene que tener una noción de lo que se está buscando, en este caso si se requiere conocer la plasticidad que posee un suelo, se ubica primeramente el lugar del cual se desea obtener el dato una vez ubicado el lugar, se procede a observar que color tiene la zona ya que su clasificación divide las zonas de plasticidad por colores o en otro caso se puede leer la curva de plasticidad que pasa por dicha zona y así de esta forma obtener el resultado buscado.

La escala aproximada a las que están los mapas es 1:1000 y para efectos de conocer la ubicación se pueden dirigir por los puntos geodésicos que están en y ver a que muestra corresponde, y dirigirse luego a los cuadros y carta de plasticidad, que está incluida en los anexos de este documento.



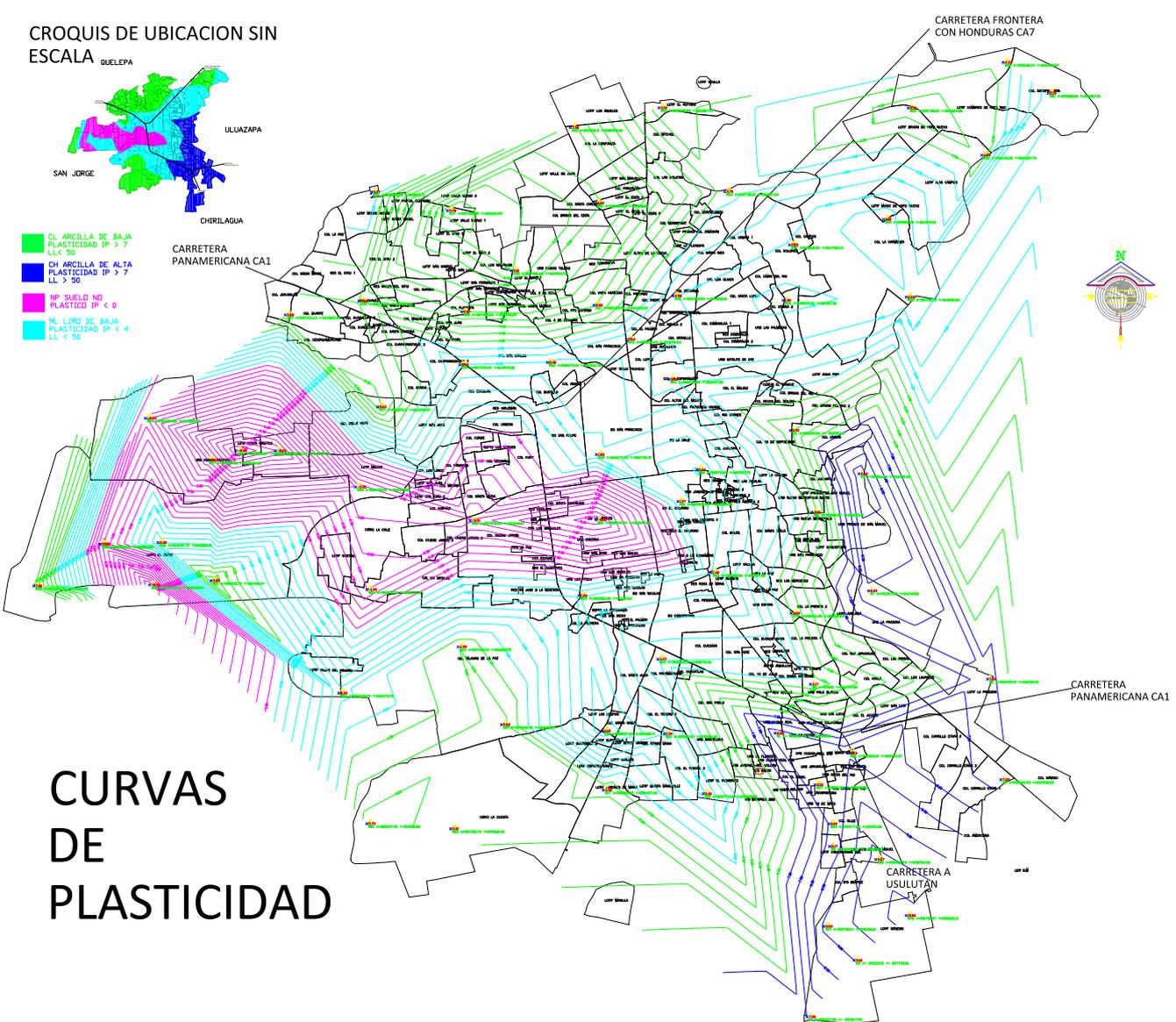
CROQUIS DE UBICACION SIN
ESCALA DUELEPA



- CL ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD $IP > 7$ $LL < 50$
- CH ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD $IP > 7$ $LL > 50$
- NP SUELO NO PLASTICO $IP < 0$
- ML LIMO DE BAJA PLASTICIDAD $IP < 4$ $LL < 50$

CARRETERA PANAMERICANA CA1

CARRETERA FRONTERA CON HONDURAS CA7

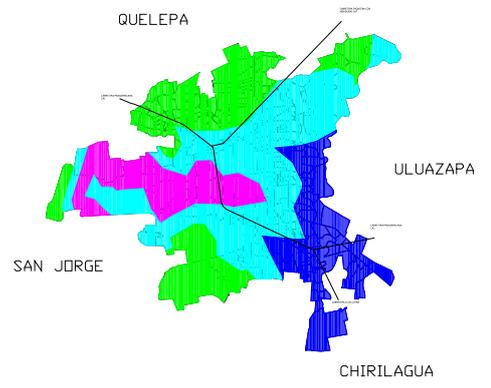
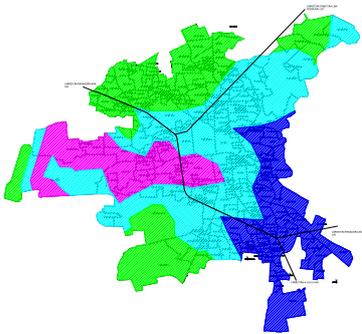


CURVAS DE PLASTICIDAD

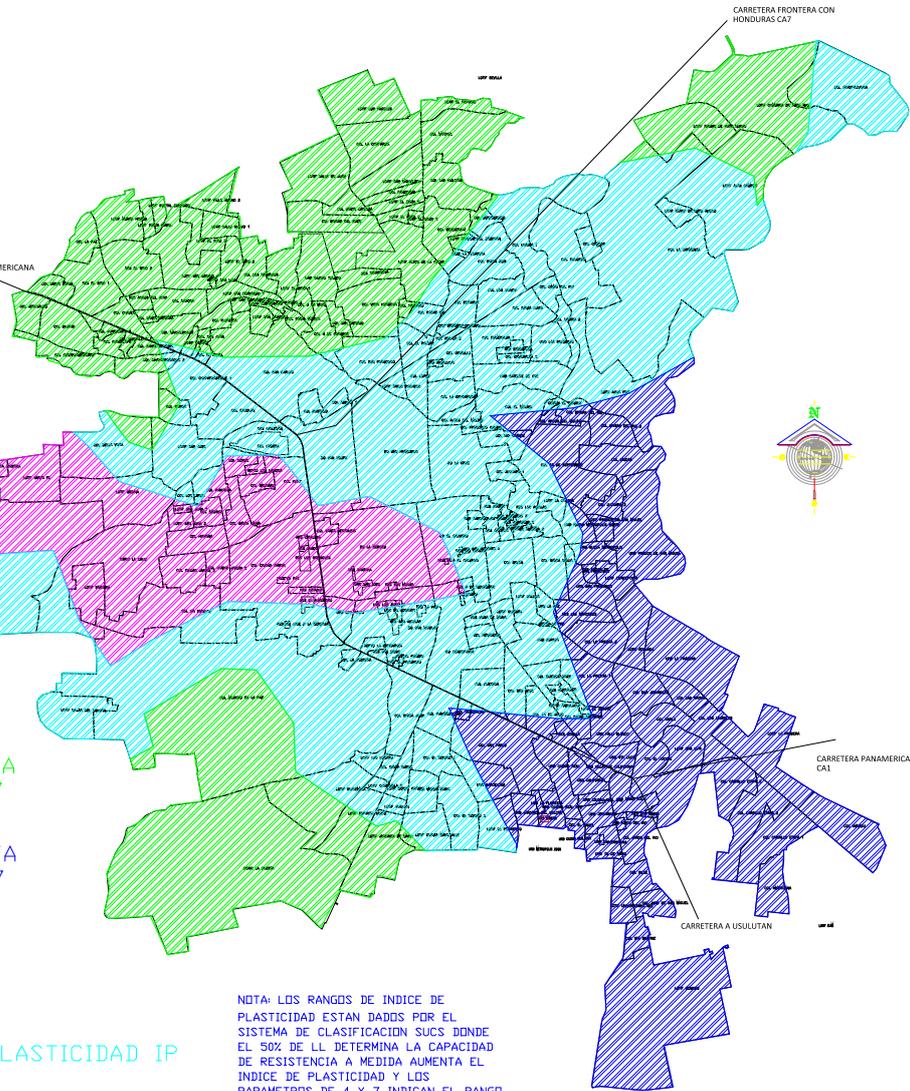
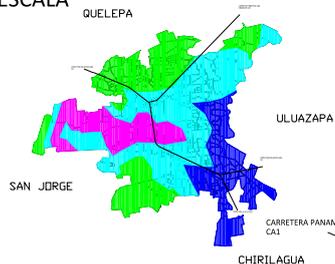
PROYECTO:
PROPUESTA PARA LA MACROZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGUN NORMA ASTM D-4318

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL	MACRO-ZONIFICACIÓN DE SAN MIGUEL USO DE COLORES PARA CLASIFICACIÓN	CONTENIDO :
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	HOJA: 1 / 2	CURVAS DE PLASTICIDAD
FECHA: AGOSTO/2011	ESCALA APROXIMADA: 1 : 1000	DIBUJO: JULIO CÉSAR ALFARO GUEVARA





CROQUIS DE UBICACION SIN ESCALA



CLASIFICACION

- CL ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD $IP > 7$
 $LL < 50$
- CH ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD $IP > 7$
 $LL > 50$
- NP SUELO NO PLASTICO $IP < 0$
- ML LIMO DE BAJA PLASTICIDAD $IP < 4$ $LL < 50$

NOTA: LOS RANGOS DE INDICE DE PLASTICIDAD ESTAN DADOS POR EL SISTEMA DE CLASIFICACION SUCS DONDE EL 50% DE LL DETERMINA LA CAPACIDAD DE RESISTENCIA A MEDIDA AUMENTA EL INDICE DE PLASTICIDAD Y LOS PARAMETROS DE 4 Y 7 INDICAN EL RANGO EN QUE UN SUELO ESTA ENTRE LIMO O ARCILLA SEGUN LA CARTA DE PLASTICIDAD.

PROYECTO:
PROPUESTA PARA LA MACROZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGUN NORMA ASTM D-4318



FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL	MACRO-ZONIFICACION DE SAN MIGUEL USO DE COLORES PARA CLASIFICACION		CONTENIDO
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	HOJA: 2 / 2	DIBUJO: JULIO CÉSAR	CLASIFICACION DE INDICE DE PLASTICIDAD POR COLORES
FECHA: AGOSTO/2011	ESCALA APROXIMADA: 1:1000	ALFARO GUEVARA	

CAPITULO IV:

GUIA CONSTRUCTIVA

4.0 GUÍA CONSTRUCTIVA PARA CORRECCIÓN DE ERRORES EN PROCESOS CONSTRUCTIVOS O MAL USO DE LOS MATERIALES EN LOS ASENTAMIENTOS

INTRODUCCION:

La presente guía está tomada de escritos, información obtenida por diversas organizaciones Salvadoreñas especializadas en el tratamiento con materiales de resistencia baja conocidos comúnmente como Suelo Cemento, descargas de diversas fuentes de internet etc. Pretendiendo lograr con esto crear una serie de pasos que son necesarios conocer para tener una alternativa económica ante diferentes errores que pudiesen surgir en asentamientos, y cómo hacer para obtener mezclas de los suelos plásticos de la Ciudad de San Miguel y el cemento, creando a partir de estos una solución a dichos errores es por ello que a continuación se detallan los pasos.

INDICE DE GUIA

4.1 EL SUELO CEMENTO Y SU MEZCLA CON SUELOS PLASTICOS

4.1.1 MEZCLAS DE SUELO CEMENTO

4.1.2 DISEÑO DE MEZCLA DE SUELO CEMENTO

4.2 MATERIALES DE RESISTENCIA BAJA CONTROLADA

4.3 COMO HACER RELLENO FLUIDO Y SUS MATERIALES

4.3.1 CEMENTO

4.3.2 CENIZAS VOLANTES

4.3.4 ADITIVOS QUIMICOS

4.3.5 AGUA

4.4 COMPOSICION DE LA MEZCLA

4.4.1 PROPIEDADES PLASTICAS

4.5 PROPIEDADES DEL RELLENO FLUIDO ENDURECIDO

4.5.1 RESISTENCIA

4.5.2 DENSIDAD

4.5.3 PERMEABILIDAD

4.5.4 RETRACCIÓN

4.5.5 ESCAVABILIDAD O SOCAVACIÓN

4.6 PORQUE UTILIZAR RELLENO FLUIDO

4.6.1 VENTAJAS QUE OFRECE EL RELLENO FLUIDO

4.7 PASOS PARA LA COLOCACION DEL RELLENO FLUIDO

4.7.1 ELECCIÓN DEL TIPO DE RELLENO FLUIDO A UTILIZAR

4.7.2 COLOCACION DEL RELLENO FLUIDO

4.7.3 COMO Y CON QUE RESISTENCIA ORDENAR O CREAR EL RELLENO FLUIDO

4.7.4 ASPECTOS A TENER EN CUENTA.

4.1 EL SUELO CEMENTO Y SU MEZCLA CON SUELOS PLASTICOS

El suelo-cemento es el resultando de una mezcla de suelo pulverizado con determinadas cantidades de cemento portland y agua que se compactan y curan, para obtener densidades altas y para que se produzca su endurecimiento más efectivo. De esta forma se obtiene un nuevo material resistente a los esfuerzos de compresión prácticamente impermeable termo aislante y estable en el tiempo.

Fig. 4.1 Suelo Cemento Aplicado como Base Para Asentamientos



Fuente: <http://www.solliclima.es/instalaciones/lista/263-suelo-radiante-en-navarra.html>

Los límites de plasticidad lo fijan el límite líquido y el límite plástico del suelo. Ambos límites están representados por un por ciento de humedad y tiene el siguiente significado físico:

Limite líquido: por ciento de humedad en que el suelo pasa de un estado plástico a un estado líquido. En otras palabras el límite líquido refleja el punto (% de humedad) en que el suelo comienza a fluir como un líquido.

Limite plástico: por ciento de humedad en que el suelo pasa de un estado rígido (elástico) a un estado plástico.

Con la resta aritmética de ambos límites se obtiene el índice plástico o rango de humedades en que el suelo se comporta plásticamente.

Estos límites dependen no solo del contenido de arcilla sino de su tipo y rango admisible para mezclas de suelo-cemento. Se fija como sigue:

Limite líquido < 45%

Limite plástico < 18%

En sentido muy general, para la mezcla de suelo-cemento, definiremos los suelos en dos tipos: *suelos eficientes* y *suelos deficientes*.

Suelos eficientes: Estos son los que naturalmente reaccionan perfectamente ante una proporción relativamente pequeña de cemento y entre estos podemos citar:

- Suelos arenosos y suelos con grava
- Suelos arenosos con deficiencia de partículas finas
- Suelos limosos y arcillosos con baja plasticidad

Suelos arenosos y suelos con grava: Estos suelos con aproximadamente entre un 10% y un 35% de limo y arcilla combinados, tienen las características más favorables y generalmente requieren la mínima cantidad de cemento para un endurecimiento adecuado.

Suelos arenosos con deficiencia de partículas finas: los suelos arenosos con deficiencia de partículas finas, tales como arenas de playas permiten obtener un buen suelo cemento a pesar de que la cantidad de cemento necesario será mayor que para los arenosos normales.

Suelos limosos y arcillosos con baja plasticidad: permiten preparar un suelo-cemento satisfactorio, pero mientras más arcilloso, mayor será el porcentaje de cemento que necesitará nuestra mezcla

Suelos deficientes: estos son los que naturalmente no reaccionan bien ante una proporción relativamente pequeña de cemento, es decir, necesitan mucho cemento para poder endurecer y entre estos podemos citar:

- Suelos limosos y arcillosos con alta plasticidad
- Suelos orgánicos

Suelos limosos y arcillosos con alta plasticidad: estos necesitan buena cantidad de cemento debido a su alta plasticidad y poca resistencia.

Suelos orgánicos: son suelos con mucha materia orgánica lo que dificulta mucho el proceso además de que necesitan mucho cemento para poder endurecer no son muy recomendables, es decir, sería mejor no hacerlo con este tipo de suelo.

Suelo ideal: un suelo que sería ideal para la mezcla de nuestro suelo cemento

Debe cumplir con varios requisitos con los cuales diríamos que nuestra mezcla fuera casi perfecta y el volumen de cemento fuera mínimo debido a que las deficiencias del suelo fueran mínimas también.

El suelo ideal para una mezcla suelo-cemento debe cumplir con las siguientes características para que dicha mezcla sea de buen funcionamiento y posea cantidades mínimas de cemento:

- Máximo agregado de arena 80% (óptimo del 55% al 75%)
- Máximo agregado de limo 30% (óptimo 0% al 28%)
- Máximo agregado de arcilla 50% (óptimo 15% al 18%)
- Máximo agregado de materia orgánica 3%
- Debe pasar por un tamiz de 4,8 mm (#4)

4.1.1 MEZCLAS DE SUELO-CEMENTO

Cuando los suelos que abundan en una determinada zona no cumplen con la granulometría especificada, por exceso o defecto de alguna fracción (fina o gruesa) siempre es posible añadir otro suelo para lograr la mezcla deseada. Por ejemplo, si se diera el caso de un suelo con demasiado contenido de fracciones gruesas y poca o ninguna fracción fina, sería necesario encontrar otro suelo que al contrario tuviera bastante arcilla para determinar la proporción necesaria a añadir al suelo granular. De esta forma se obtiene un nuevo suelo que sí nos cumple con el rango granulométrico (sin exceder los requisitos de plasticidad) y es apto para obtener una buena mezcla que ahora sería, suelo-suelo-cemento.

Fig. 4.2 Mezclando Suelo Cemento



Fuente: ISCYC (Instituto Salvadoreño del Cemento y el Concreto).

4.1.2 DISEÑO DE MEZCLA DE SUELO-CEMENTO

Para proceder al diseño de mezcla de suelo-cemento es preciso preparar el suelo de forma tal que cuando se añada el cemento y el agua se logre una mezcla homogénea. Esto se obtiene distribuyendo el suelo en una plataforma plana para que el agua natural que contiene se vaya perdiendo y permita la destrucción de los grumos con una maceta de madera dura. Paulatinamente el suelo irá adquiriendo una coloración pareja. Si el suelo contiene la necesaria fracción fina este paso se logra con relativa rapidez (uno a dos días).

La mezcla de suelo-cemento se comportará de forma similar al suelo natural que la compone, queriendo decir, que alcanzará su densidad máxima al ser compactado,

cuando el mismo alcance el contenido de humedad equivalente a la humedad óptima, ambos determinados en el ensayo Proctor. La humedad que tendrá el suelo al ser secado al aire será la llamada humedad higroscópica.

Esta humedad tiene que tomarse en cuenta cuando se determine, sea por peso o por volumen, la cantidad de agua a añadir para obtener la humedad óptima.

$$W \text{ óptima} \approx \text{límite Plástico}$$

Dicho en otras palabras, la densidad máxima está representada por el mayor peso por unidad de volumen que se puede conseguir en una muestra de suelo, logrando esto por compactación, y para lograr una máxima compactación se necesita la humedad óptima, pasando de estado seco a plástico, aplicando carga y reduciendo el volumen de aire en el suelo.

4.2 MATERIALES DE RESISTENCIA BAJA CONTROLADA

En los últimos años se ha incrementado de forma notoria, una tendencia a utilizar Materiales de Resistencia Baja Controlada (MRBC) popularmente conocidos como Lodocreto, debido principalmente a las ventajas que ofrece esta técnica, sobre todo en lo que se refiere a versatilidad, facilidad de colocación, resistencia, durabilidad y costo de producción; factores que lo hacen el producto ideal para ser utilizado en rellenos de todo tipo, tanto estructurales, como para agujeros, cavidades, soportes para tuberías y ductos o base para pavimentos. Debiendo aclararse, que este material no debe ser considerado como un concreto de baja resistencia, sino como un material de relleno auto-

compactable, que puede ser utilizado para reemplazar los rellenos granulares compactables y que, a diferencia del suelo cemento, no requiere de compactación dinámica. En nuestro país los MRBC han sido utilizados exitosamente en muchas obras viales, intercambiadores, rellenos en cimentaciones para edificios de apartamentos, centros comerciales, etc.

Fig. 4.3 Inyección de Suelo Cemento



Fuente: Instituto Salvadoreño del Cemento y El Concreto Año 2010

En nuestro país los MRBC han sido utilizados exitosamente en muchas obras viales, intercambiadores, rellenos en cimentaciones para edificios de apartamentos, centros comerciales, etc.

El relleno fluido es un material cementoso y autonivelante, utilizado como relleno en zanjas, bases de andenes y pavimentos, nivelaciones, etc. En lugar de materiales granulares compactados.

Los rellenos fluidos están definidos en Terminología del Cemento y el Concreto (ACI 116R), como mezcla de agregados, agua, aditivos y cemento que adquieren una resistencia a la compresión de 85 kg/cm² o menor.

4.3 COMO HACER RELLENO FLUIDO Y SUS MATERIALES

Las mezclas convencionales de Relleno Fluido consisten usualmente de cemento Portland, agregados finos y/o gruesos, agua y aditivos.

Fig. 4.4 Pruebas de Resistencia a Materiales de Resistencia baja Controlada



Fuente: ISCYC (Instituto Salvadoreño del Cemento y el Concreto). Año 2010

La selección de los materiales se determinará en la disponibilidad, tipo de aplicación y características necesarias de la mezcla incluyendo fluidez, resistencia, excavabilidad, densidad, contenido de aire, etc., según lo determine el diseño del Contratista aprobado por el MOP. Los materiales utilizados en las mezclas de relleno fluido serán:

4.3.1. CEMENTO

Para la mayoría de las aplicaciones, se usa normalmente el cemento Portland Tipo I de conformidad con la norma ASTM C 150 o AASHTO M-85. Otros tipos de cemento incluyendo los cementos adicionados especificados en la norma ASTM C-595, pueden ser empleados si los ensayos preliminares muestran resultados aceptables.

Tabla 2. Clasificación de Suelos según AASHTO

Clasificación AASHTO	Descripción
A-7-5 y A-7-6	Materiales orgánicos y arcillosos de alta compresibilidad
A-6	Materiales orgánicos de baja compresibilidad y limos de alta compresibilidad
A-5	Arcillas y limos de baja compresibilidad
A-4	Arenas arcillosas
A-3	Arena de pobre gradación
A-2-6 y A-2-7	Arenas limosas
A-2-4 y A-2-5	Arenas bien gradadas
A-1-b	Gravas de pobre gradación
A-1-a	Gravas bien gradadas

Tabla 3. Tabla para proyectar dosificaciones de Suelo Cemento según AASHTO

GRUPO DE SUELO SEGÚN LA AASHTO M145 (S.L) ASTM D2487 (SIST. UNIF.)	% DE CEMENTO REQUERIDO % EN PESO	CONTENIDO DE CEMENTO ESTIMADO PARA LA PRUEBA DE COMPACTACION % EN PESO	CONTENIDO DE CEMENTO PARA PRUEBA DE HUMEDAD SECADO % EN PESO
A-1-a (GW, GP, SW, SP)	3.0 - 5.0	5	3 - 4 - 5 - 7
A-1-b (SW, SP, GM, SM, GP)	5.0 - 8.0	6	4 - 6 - 8
A-2 (GM, SM, GC, SC)	5.0 - 9.0	7	5 - 7 - 9
A-3 (SP)	7.0 - 11.0	9	7 - 9 - 11
A-4 (ML, OL, CL, SM, SC)	7.0 - 12.0	10	8 - 10 - 12
A-5 (OH, MH, ML, OL)	8.0 - 13.0	10	8 - 10 - 12
A-6	9.0 - 15.0	12	10 - 12 - 14

Fuente: Método de Clasificación AASHTO, AÑO 2005

4.3.2. AGREGADOS FINOS

Consistirá de arenas naturales o arenas producidas artificialmente por trituración de piedras o grava o cualquier combinación de arenas naturales o artificiales. Las arenas naturales estarán constituidas por granos de cuarzo u otros materiales durables, angulosos y libres de terrones de arcilla, recubrimientos perjudiciales, materia orgánica u otras sustancias extrañas. El agregado fino por trituración deberá satisfacer los requisitos de calidad especificadas en AASHTO M-29 y tener un equivalente de arena de 50 mínimos, según AASHTO T-176.

4.3.3. CENIZAS VOLANTES

Los materiales tales como las cenizas volantes son usados algunas veces para mejorar la fluidez. Su empleo también incrementa el esfuerzo y reduce la exudación, goteo, fuga, retracción y permeabilidad. Un alto contenido de cenizas volantes en las mezclas, resulta en una menor densidad del Relleno Fluido comparado con mezclas con alto contenido de agregados. La mayoría de las cenizas volantes usadas cumplen con la Clase F o Clase C de la norma ASTM C 618. Sin embargo, cenizas volantes no descritas en esta norma también pueden ser utilizadas. En todos los casos, sin importar si las cenizas cumplen o no con las especificaciones de la norma ASTM C 618, se deben preparar muestras para ensayar si estas cumplen con los requerimientos especificados.

4.1.4. ADITIVOS QUIMICOS

Se usarán aditivos que permitan la inclusión de aire, el cual es un constituyente valioso en la producción de Relleno Fluido, que genera vacíos y mejora la fluidez y desempeño.

También se usarán aditivos reductores de aire para aumentar las características de aislamiento, reducir la densidad y como medio para limitar la resistencia máxima del Relleno Fluido.

Igualmente se utilizarán aditivos reductores de agua en las mezclas de Relleno Fluido con bajo contenido de finos, con el objetivo de reducir el contenido de agua y acelerar el fraguado a la vez que disminuye el asentamiento.

Los contenidos de aire no deberán exceder el 6 por ciento (6%) , ya que se puede incrementar la segregación. Sin embargo, cuando la mezcla está diseñada con suficientes finos que promuevan la cohesión, se pueden obtener contenidos de aire del 15 al 20 por ciento sin riesgo de segregación.

Los aditivos químicos deberán someterse por el **Contratista** para aprobación por parte del **Ingeniero** de la obra a través de los ensayos de laboratorio.

4.3.5. AGUA

El agua que sirve para producir mezclas de concreto también lo es para las mezclas de Relleno Fluido. En todo caso aplicará la sub-cláusula 6.2.

Agua del Capítulo

4.4 COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA

Las densidades de la mezcla de relleno fluido, así como las resistencias a la compresión no confinada especificada para distintas obras, son las propiedades que gobiernan las proporciones en todas las mezclas a través del progreso del trabajo, sin considerar los materiales que se usen.

Fig. 4.6 Colado de Mezcla de Suelo Cemento



Fuente: Ministerio de Obras Publicas, marzo de 2009

La proporción exacta de cemento, agua, aditivos y agregados, será determinada por el **Contratista** a través de un laboratorio de reconocida experiencia, sometiendo a verificación del Estado, el diseño de la mezcla de relleno fluido utilizada en la obra, para la aprobación del **Ingeniero**. El contratista indicará también el equivalente en peso de la dosis del cemento empleado.

El contratista deberá poner en cada dosis la cantidad de cemento y la cantidad de agua, aditivos y agregados, y deberá pesar para cada dosis, las respectivas cantidades de agregados designados en el diseño para los materiales usados en particular.

Fig. 4.7 Base de Suelo Cemento Compactado



Fuente: ISCYC (Instituto Salvadoreño del Cemento y el Concreto). Año 2009

4.4.1. PROPIEDADES PLASTICAS (Propiedades y estándares tomados de Ministerio de Obras Públicas)

FLUIDEZ: La fluidez es la propiedad que hace al Relleno Fluido único para material de relleno. Permite que el material se auto nivele, fluya dentro de un espacio vacío y lo llene, y se auto compacte, sin necesidad de emplear el equipo convencional de aplicación y compactación. La fluidez varía desde rígido hasta fluido dependiendo de los requerimientos. Los métodos para expresar la fluidez incluyen:

- **Cono de Abrams**
- **Cono de flujo (Corp of Engineers Spec. CDR-C611, o ASTM C 939)**
- **Ensayo de flujo modificado con cilindro de extremo abierto de 7,62 x 15,24cm.**

Fig.4.8 Fluidez del Suelo Cemento



Fuente: ISCYC (Instituto Salvadoreño del Cemento y el Concreto). Año 2009

Los intervalos de fluidez asociados con el ensayo de cono de Abrams pueden ser expresados así:

- Baja fluidez: 15 cm o menos**
- Fluidez normal: entre 15 y 20 cm**
- Alta fluidez: más de 20 cm**

El revenimiento o asentamiento, será determinado por el método AASHTO T 119, o con el uso de la bola Kelly, previamente calibrada según AASHTO T 183. Deberá mantenerse continuamente un asentamiento uniforme.

El Asentamiento permisible será fijado por el diseño aprobado por el **Ingeniero**, según los materiales usados, pero no será mayor de 20 cm ni menor de 6 cm. El ensayo para determinar el flujo de grout, ASTM 939M se utiliza en mezclas muy fluidas que contienen agregados de máximo 6,35 mm. Se recomienda un tiempo de flujo de 30 segundos \pm 5 segundos medidos por este método.

El ensayo modificado de flujo, utiliza un cilindro de 7.62 x 15,24 cm con un extremo abierto y se adapta mejor a las mezclas que contienen principalmente agregados finos. Para una buena fluidez el diámetro del material esparcido debe ser por lo menos de 20 cm.

SEGREGACION: La separación de los constituyentes de la mezcla ocurre a niveles muy altos de fluidez cuando esta es ocasionada principalmente por la adición de agua. A fin de obtener alta fluidez sin segregación, se requerirán los finos adecuados que

provean una buena cohesividad y que previamente han sido ensayadas sus propiedades por un laboratorio idóneo.

CONTRACCION: Se tomarán las medidas necesarias para evitar la contracción del Relleno Fluido. Esta contracción tiene que ver con la reducción de volumen de Relleno Fluido a medida que elimina el agua contenida y el aire atrapado a través de la consolidación de la mezcla. El agua en exceso empleada para dar fluidez además de la requerida para consolidar e hidratar, es generalmente absorbida por el suelo de los alrededores o se elimina a través de la superficie como agua de exudación.

El valor típico de contracción está entre 3,1 y 6,35 mm por cada 30 cm de profundidad. Este valor se encuentra generalmente para mezclas con alto contenido de agua. Las mezclas con menores contenidos de agua poseen poca o ninguna contracción y los cilindros tomados para la evaluación de la resistencia no experimentan cambio en su altura desde el momento de elaboración hasta el momento del ensayo.

TIEMPO DE FRAGUADO: El tiempo de fraguado será el periodo aproximado de tiempo requerido para que el Relleno Fluido pase del estado plástico a un estado endurecido con la resistencia especificada para la obra.

Cuando el exceso de agua deja la mezcla, las partículas sólidas se alinean en contacto íntimo y la mezcla se vuelve rígida. El tiempo de fraguado depende en gran medida del tipo y calidad del cemento. Los factores normales que afectan el tiempo de fraguado son:

Tipo y cantidad de cemento.

-
- Permeabilidad y grado de saturación del suelo de los alrededores que está en contacto con el Relleno Fluido.
 - La fluidez del Relleno Fluido.
 - La dosificación del Relleno Fluido.
 - Temperatura del ambiente y de la mezcla.
 - Humedad.
 - Espesor del relleno.

El tiempo de fraguado estará comprendido entre de 3 a 5 horas bajo condiciones normales de clima.

4.5 PROPIEDADES DE RELLENO FLUIDO ENDURECIDO

4.5.1. RESISTENCIA (Capacidad de soporte)

La resistencia a la compresión no confinada será la medida de la capacidad del Relleno Fluido para distribuir cargas. Una resistencia a compresión de 3,5 a 7 kg/cm² es equivalente a la capacidad de soporte de un suelo bien compactado. Los métodos de curado que se especifican para el concreto no son esenciales para el Relleno Fluido.

Las resistencias a la compresión no confinada ASTM C-139 son especificadas de acuerdo con su utilización:

- Zanjas: 5 kg/cm²**
- Bases de andenes: entre 10 y 20 kg/cm²**

□ **Bases de pavimentos: entre 21 y 85 kg/cm²**

Los muestreos de los materiales serán responsabilidad del **Contratista**, ejecutados a través de un laboratorio de reconocida experiencia, bajo la supervisión del **Ingeniero Residente** de la Obra.

4.5.2. DENSIDAD

Los valores de densidad del Relleno Fluido están en un intervalo de 1,842 a 2,322 kg/m³, los cuales son mayores que para la mayoría de los materiales compactados.

4.5.3. PERMEABILIDAD

La permeabilidad de la mayoría de los Rellenos Fluidos socavables es similar a la de los rellenos granulares compactados. Los valores deben estar comprendidos en el intervalo de 10⁻⁴ a 10⁻⁵ cm/segundo.

4.5.4. RETRACCION (agrietamiento)

La retracción o agrietamiento no afecta el desempeño del Relleno Fluido. El encogimiento típico lineal está en el intervalo de 0.022 a 0.05 por ciento.

4.5.5. EXCAVABILIDAD O SOCAVACION

El relleno fluido endurecido deberá mantener las condiciones necesarias para que pueda ser excavado en etapas posteriores a la ejecución de una obra con este material. El Relleno Fluido con una resistencia a compresión de 3,5 kg/cm² o menos, se puede excavar manualmente. Para resistencias a la compresión de 7 a 14 kg/cm², se deben utilizar equipos mecánicos tales como retroexcavadoras.

Los límites de excavabilidad o socavación son arbitrarios dependiendo de la mezcla de Relleno.

4.6 PORQUE UTILIZAR RELLENO FLUIDO

El relleno fluido es una alternativa económica al relleno granular compactado, considerando los ahorros en fuerza de trabajo, equipos y tiempo. Partiendo de que no necesita compactación manual, el ancho de la trinchera o zanja es significativamente menor. La colocación del relleno fluido no requiere de personas dentro de la excavación, lo que representa un significativo grado de seguridad, es además una solución excelente para el relleno de áreas inaccesibles como soterraciones subterráneas, cárcavas etc. Donde el relleno compactado no puede ser colocado.

4.6.1 VENTAJAS QUE OFRECE EL RELLENO FLUIDO

1- Al ser un producto fluido, escurre en todas direcciones, rellenando la totalidad de los vacíos, sin necesidad de la aplicación de energía mecánica que pueda deteriorar las conducciones enterradas en la zanja.

2- Ser un relleno cementicio, producido con la tecnología de los hormigones elaborados, sus características mecánicas (resistencia, módulo de deformación, etc.) son totalmente predecibles a lo largo de toda su vida útil.

3- Se pueden diseñar para que, con la capacidad portante adecuada, puedan ser fácilmente removibles en el caso de operaciones de mantenimiento futuro

4.7 PASOS PARA LA COLOCACION DE RELLENO FLUIDO.

4.7.1 ELECCION DEL TIPO DE RELLENO FLUIDO A UTILIZAR.

RELLENO SIMPLE:

Utilizado para zanjas o trincheras para alcantarilla, trincheras para instalaciones, estribos de puente, recubrimientos de conductos, muros de contención y cortes de carreteras.

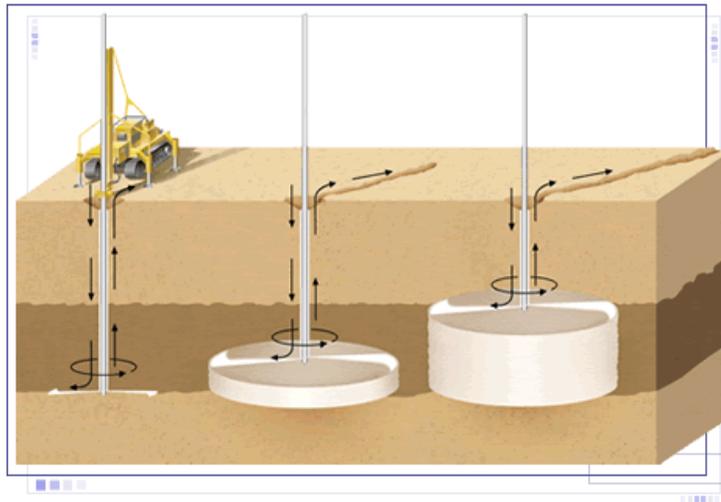
RELLENO ESTRUCTURAL:

Se utiliza para Sub-bases de Cimiento, bases para loza de pisos, bases para pavimentos, cimientos de conductos y excavaciones de pilones.

4.7.2 COLOCACION DEL RELLENO FLUIDO

El relleno fluido será colocado sobre un firme, sub-base o sub rasante sin segregación, con buena compactación y en forma que requiera un mínimo re manejo en caso de ser utilizado como base para pavimentos.

Fig. 4.9 Inyección de Suelo Cemento



Fuente: Instituto Salvadoreño del Concreto y El Cemento, Guía Para la colocación de suelo-cemento año 2009

Será descargado sin segregación sobre la capa subyacente y podrá ser descargado sobre ésta usando un dispositivo aprobado que evite la segregación. En cualquier caso el relleno fluido se auto nivelará debido a su fluidez.

El espaciado manual, si fuera requerido estrictamente, deberá hacerse con palas. No se permitirá caminar sobre el relleno fluido recién colocado.

El Relleno Fluido se colocará por medio de una rampa, bandas, baldes, o bombas dependiendo de la aplicación y accesibilidad. No se requerirá vibración interna ni compactación puesto que el Relleno Fluido se consolida bajo su propio peso. Para rellenar zanjas, el Relleno Fluido se aplicará de manera continua. Para contener el Relleno Fluido cuando se están rellenando zanjas por etapas o estructuras con extremos abiertos, los extremos pueden ser bloqueados con formaletas, sacos de arena, barreras de arena o mezclas rígidas hasta que endurezca.

Para las camas de tuberías, el Relleno Fluido será aplicado en capas de 0.10mt. Para prevenir que la tubería flote y se dejará que cada capa endurezca antes de aplicar la siguiente.

Fig. 4.10 Colocación de Relleno Fluido



Fuente: ISCYC (Instituto Salvadoreño del Cemento y el Concreto). Año 2010

El Relleno Fluido no es auto soportante y adiciona carga sobre la tubería. Cuando se tienen tuberías largas y flexibles, el Relleno Fluido se colocará en capas para que se desarrolle un soporte lateral a lo largo de la tubería antes de colocar el Relleno Fluido fresco sobre la tubería. El relleno de muros de contención también requerirá que el Relleno Fluido sea colocado en capas de modo que se prevenga una sobrecarga del muro.

El Relleno Fluido se colocará directamente sobre el agua sin que ocurra segregación. En áreas confinadas del Relleno Fluido desplaza el agua hacia la superficie donde puede ser removida fácilmente. Dado su alta fluidez, el Relleno fluirá grandes distancias para llenar espacios vacíos y cavidades localizadas en lugares de difícil acceso. Los espacios vacíos no necesitan limpieza pues la lechada llena las irregularidades y envuelve cualquier material suelto.

- Si el relleno fluido es ordenado a una empresa, es entregado por camiones mezcladores vertiéndose fácilmente por las canaletas, directamente a la cavidad a ser rellena.

- Si es manual (en concreteira) se puede trasladar en carreta, ser bombeado etc.

- El relleno fluido no necesita ser curado como el concreto pero debe de ser protegido contra la congelación antes de su endurecimiento.

4.7.3 COMO Y CON QUE RESISTENCIA ORDENAR O CREAR EL RELLENO FLUIDO.

- Solicitarlo o hacerlo considerando si en un futuro se removerá del lugar.
- La resistencia que tiene que alcanzar si posteriormente será removido tiene que ser de 200 libras por pulgada cuadrada.

4.7.4 ASPECTOS A TENER EN CUENTA.

Fig. 4.11 Inyección y prueba de revenimiento del relleno fluido.



Fuente: Descarga de documento relacionado a relleno fluido (FOVIAL), Año 2006

- El relleno fluido mientras está en estado fresco es un material pesado y durante el vaciado ejercerá una elevada presión contra los encofrados, diques o muros que lo contengan.

-
- La colocación de relleno fluido alrededor o por debajo de estructuras, como pisos, tanques, piscina, puede provocar que estos elementos floten o se levanten por tal motivo es preciso estar pendiente en la colocación del mismo.
 - El sitio de colocación del relleno fluido deberá ser cubierto o acordonado por razones de seguridad.

CONCLUSIONES

- ✓ De los estudios realizados se puede comprobar que la mayor parte de colonias, urbanizaciones, lotificaciones y residenciales que conforman el área urbana de la ciudad de San Miguel poseen características plásticas.
- ✓ Los suelos encontrados mediante la clasificación hecha en las urbanizaciones de la ciudad de San miguel dan a conocer que se dividen en ML limo de baja plasticidad, CL arcilla de baja plasticidad, Suelos no plásticos y CH arcilla de alta plasticidad
- ✓ La macro-zonificación de los suelos, se ha dado mediante la norma ASTM D 4318 obteniendo con ésta una base de datos que ayudó a determinar una forma de tratar el suelo con materiales de resistencia baja controlada.
- ✓ Los diferentes índices de plasticidad obtenidas mediante los ensayos de límite de consistencia hicieron más fácil la clasificación de suelo del área urbana de la ciudad de San Miguel, logrando así la generación de un mapa de curvas de plasticidad ,para dividir con éstos los diferentes tipos de suelo existen actualmente.
- ✓ Los límites de Atterberg son una forma muy económica y confiable para hacer análisis de suelo y determinar sus características plásticas, prediciendo de esta forma problemas de ingeniería que tratan con sedimentos y otras acumulaciones no consolidadas de partículas sólidas.

RECOMENDACIONES

- ✓ Para que una estructura se comporte adecuadamente debe poseer una buena cimentación, es por ello que cada ensayo que tenga que ver con el suelo y sus características tiene que ser realizado bajo los estándares y normas ya establecidas, tratando de obtener con éstos la mayor precisión posible.
- ✓ Se le recomienda a toda persona que se interese por los estudios de suelo que al determinar las propiedades de éste en el laboratorio cuente con muestras representativas porque es de primordial importancia, ya que así será el resultado que se obtenga.
- ✓ Los límites de Atterberg se pueden calcular a través de dos métodos:
 - A. Métodos de múltiples puntos y
 - B. Métodos de puntos únicos,

Por lo que se recomienda usar el Método A, debido a su precisión y porque puede ser utilizado por operadores inexpertos.
- ✓ A todo aquel que se interese por obtener las características plásticas de un suelo mediante los límites de Atterberg debe seguir cada uno de los pasos ya establecidos en la norma ASTM D 4318.

-
- ✓ Al lector se le recomienda que indague nuevos métodos para obtener datos de las Capacidades Plásticas de un suelo, ya que el universo de análisis y las normas con las que se pueden obtener éstos datos son variadas.

FUENTES DE CONSULTAS

BIBLIOGRAFIA:

- ✓ Mecánica de Suelos y Cimentaciones Crespo Villalaz 5ª edición, LIMUSA Noriega Editores, Año 2004.
- ✓ Mecánica de Suelos Juárez Badillo Tomo I, Fundamentos de la Mecánica de Suelos, LIMUSA Noriega Editores Año 2005.
- ✓ Principios de ingeniería de Cimentaciones Braja M. Das, Cuarta Edición, International Thomson Editores Año 2001.
- ✓ Mecánica de Suelos Lambe, LIMUSA Noriega editores Año 2004.

INSTITUCIONES

- ✓ Instituto Salvadoreño del Cemento y el Concreto ISCYC, El Salvador Centro América.
- ✓ Ministerio de Obras Públicas MOP, El Salvador, Centro América.
- ✓ FOVIAL, El Salvador, Centro América.
- ✓ Norma ASTM D- 4318, Ultima Corrección Año 2000

PAGINAS WEB DE CONSULTA

- ✓ Buscador Google
- ✓ <http://www.iscyc.net/>
- ✓ <http://www.fovial.com/>
- ✓ Descarga de tesis en: <http://formulagfc.galeon.com/enlaces771271.html>
- ✓ <http://www.monografias.com/>
- ✓ <http://www.taringa.net/>
- ✓ <http://www.criptored.upm.es/paginas/investigacion.htm>
- ✓ <http://ingenieria-civil2009.blogspot.com/2009/05/mecanica-de-suelos.html>
- ✓ <http://www.mop.gob.>
- ✓ http://icc.ucv.cl/geotecnia/03_docencia/02_laboratorio/manual_laboratorio/limites.pdf
- ✓ <http://www.ingenieracivil.com/2007/05/limites-de-atterberg-limite-liquido.html>

ANEXOS

**LISTADO DE URBANIZACIONES DEL AREA URBANA DE LA
CIUDAD DE SAN MIGUEL**

- 1 Caserio el Amate
 - 2 Urbanización Ciudad Pacifica
 - 3 Lotificación Santa Cristina
 - 4 Lotificación Santa Fe
 - 5 Colonia Bella Vista
 - 6 Lotificación Medina
 - 7 Caserio La Cruz
 - 8 Lotificación Santa Ana
 - 9 Lotificacion Villas del Volcan
Colonia Milagro de la
 - 10 Paz
 - 11 Colonia Via Satelite
 - 12 Lotificación Santana
 - 13 Caserio La Cruz
 - 14 Lotificacion Santa Fe
 - 15 Colonia Ciudad Jardin
Colonia Ciudad jardin
 - 16 2
Colonia Ciudad Jardin
 - 17 3
 - 18 Colonia Los Lirios
 - 19 Colonia San Juan
 - 20 Colonia San Juan 2
 - 21 Colonia Paniagua
 - 22 Colonia Medina
 - 23 Colonia Hispana
 - 24 Colonia Santa Maria
 - 25 Colonia Conde
 - 26 Reparto Los Heroes
 - 27 Colonia Medrano
 - 28 Colonia Kury
 - 29 Colonia Urbesa
 - 30 Residencial Hirleman
 - 31 Colonia Escolan
 - 32 Colonia Garcia
 - 33 Colonia
-

-
- Chaparrastique 1
 - 34 Colonia Chaparrastique 2
 - 35 Colonia Centroamericana
 - 36 Colonia Duarte
 - 37 Colonia Guadalupe 1
 - 38 Colonia Guadalupe 2
 - 39 Colonia Guadalupe 3
 - 40 Colonia Santa Cristina
 - 41 Colonia Jerusalem
 - 42 Colonia Santa Marta
 - 43 Colonia Chavez
 - 44 Residencial El Sitio 1
 - 45 Residencial El sitio 2
 - 46 Residencial Arcos del Sitio
 - 47 Colonia Santa Barbara
 - 48 Colonia La Paz
 - 49 Colonia Maquilishuat
 - 50 Colonia Aurora
 - 51 Colonia San Juan
 - 52 Lotificación Monte Horeb
Lotificación Santa
 - 53 Isabel
 - 54 Lotificación Portal del Sitio
Lotificación San
 - 55 Gabriel
 - 56 Lotificación Valle nuevo 1
 - 57 Lotificación Valle nuevo 2
 - 58 Lotificación el Sitio 2
 - 59 Lotificación el sitio 3
 - 60 Colonia Los Naranjos
 - 61 Lotificación San Fernando 1
 - 62 Lotificación San Fernando 2
 - 63 Colonia Floresta
 - 64 Colonia San Juan
 - 65 Colonia El Angel
 - 66 Lotificación Peganz
 - 67 Colonia San Carlos
 - 68 Colonia Santa Monica
Lotificación San
 - 69 Gerardo
-

-
- Lotificación Los
 - 70 Santos 1
 - Lotificación Los
 - 71 Santos 2
 - 72 Colonia Santa Monica
 - 73 Colonia 3 de mayo
 - 74 Colonia El Bustillo
 - 75 Colonia Abdala 1
 - 76 Barrio San Felipe
 - 77 Barrio San Francisco
 - 78 Residencial Cataluña
 - 79 Residencial Las Flores
 - Residencial Los
 - 80 Girasoles
 - Colonia Santa
 - 81 Gertrudis
 - 82 Barrio La merced
 - 83 Residencial La Paz
 - 84 Residencial Estadio
 - Residencial El
 - 85 Almendro
 - Urbanización Los
 - 86 Pinos
 - 87 Urbanización San José
 - 88 Urbanización Los Angeles
 - 89 Urbanización San Roberto
 - 90 Urbanización Santana
 - Residencial San
 - 91 Miguel
 - 92 Colonia La Pedrera
 - 93 Reparto La Esperanza
 - 94 Residencial San Diego
 - Residencial El
 - 95 Progreso
 - 96 Residencial El Palmar
 - 97 Barrio San Nicolas
 - 98 Colonia Santa Julia
 - Lotificación Las
 - 99 Lomitas
 - Lotificación
 - 100 Guatemala 1
 - 101 Lotificación
-

-
- Guatemala 2
- 102 Lotificación Espiritu Santo
 - 103 Caserio La Cuesta
 - 104 Lotificación Jardines de María
 - 105 Lotificación Guillen
 - 106 Lotificación Monte Grande
 - 107 Lotificación Quinta Miralvalle
 - 108 Colonia Monte Maria
 - 109 Colonia el Tesoro 2
Lotificación El
 - 110 Pedrerito
Urbanizacion
 - 111 Barcelona
 - 112 Colonia El Tesoro 1
 - 113 Colonia San Pablo
 - 114 Colonia Cuscatlan
 - 115 Colonia Panamerican
 - 116 Urbanizacion Ciudad Real
 - 117 Residencial Sevilla
Urbanización
 - 118 California
Urbanización La
 - 119 Floresta
 - 120 Residencial Venecia
 - 121 Urbanización Jardines del Volcan
 - 122 Urbanización Metropolis 2000
 - 123 Urbanización Ciudad Real Sur
 - 124 Urbanización Ciudad Real Oriente
 - 125 Urbanización Ciudad Real Poniente
 - 126 Urbanización Universitaria
Urbanización 18 de
 - 127 Mayo
Urbanización
 - 128 Jerusalem
 - 129 Urbanización Altos del rio
Colonia Jardines del
 - 130 Rio
 - 131 Colonia Siloe
 - 132 Lotificación Universitaria Norte
 - 133 Colonia Jardines de San Miguel
 - 134 Colonia Santa Beatriz
-

-
- 135 Lotificacion Genesis
 - 136 Lotificación Elim
 - 137 Colonia Americana
Colonia Carrillo Etapa
 - 138 1
Colonia Carrillo Etapa
 - 139 2
 - 140 Colonia Xanadu
Colonia Carrillo Etapa
 - 141 3
Lotificación La
 - 142 Pradera
 - 143 Colonia Los Lares
 - 144 Lotificación San Luis
 - 145 Colonia El Jocote
Urbanización Maria
 - 146 Julia
Residencial Santa
 - 147 Marta
 - 148 Colonia Karla
 - 149 Colonia Las Brisas
 - 150 Colonia Nueva Jerusalem
Urbanización la
 - 151 Pradera
 - 152 Lotificación Adelaida
 - 153 Colonia La Presita 1
 - 154 Colonia La Presita 2
 - 155 Urbanización España
 - 156 Urbanización La Paz
 - 157 Reparto La Paz
 - 158 Residencial Las Mercedes
 - 159 Lotificación Galilea
Urbanización Prados de San
 - 160 Miguel
 - 161 Urbanización Nueva Metropolis
 - 162 Residencial Arcos de San Francisco
Lotificación
 - 163 Concepción
 - 164 Urbanización San Francisco
 - 165 Colonia Santa Emilia
 - 166 Colonia Belen
-

167 Lotificación Guzman
168 Colonia Fenadesal
169 Residencial Rosa de Maria
170 Residencial Oriani
171 Residencial 5 de Noviembre
Urbanización Nueva Metropolis
172 Norte
173 Lotificación Prados de San Miguel
174 Colonia Jucuapa
175 Colonia Unidas
Colonia Brisas del Rio
176 2
177 Lotificación Agua Fria
Colonia Brisas del Rio
178 1
179 Colonia La Carmenza
Lotificación Hato
180 Nuevo
Lotificacion Alas
181 Campos
182 Lotificación Brisas de Hato Nuevo
Lotificación Cumbres de Hato
183 Nuevo
184 Colonia Agropecuaria
185 Colonia Campos
186 Colonia Dolores
187 Colonia Cimas del Rio
188 Colonia Urbina 1
189 Colonia Urbina 2
190 Colonia Santa Luisa
191 Colonia Los Olivos
192 Colonia Bethania
193 Colonia Santa Ines
194 Colonia Montecristo
195 Colonia Monserrat
196 Colonia Las Violetas
197 Colonia Mitchel
Lotificación El
198 Refugio
199 Lotificación Sevilla
200 Lotificación Los

Angeles

- 201 Colonia La Confianza
 - 202 Lotificación San Miguelito
 - 203 Colonia Panorama
 - 204 Lotificación El Eden 1
 - 205 Lotificación El Eden 2
 - 206 Lotificación El Eden 3
 - 207 Lotificación Altos de La Cueva
 - 208 Lotificación Valle San Juan
 - 209 Colonia Santa Carlota
Colonia Brisas del
 - 210 Eden
 - 211 Residencial Terranova
 - 212 Urbanización Ciudad Toledo
 - 213 Colonia Vista Hermosa
 - 214 Colonia San Antonio
 - 215 Colonia 4 de Octubre
 - 216 Colonia Padre Pio
Urbanización
 - 217 Andalucia
 - 218 Colonia El Palmar
 - 219 Colonia San Francisco
 - 220 Colonia Granillo
 - 221 Colonia La Esperanza
 - 222 Lotificación Trejo Pacheco
Colonia Altos del
 - 223 Molino
 - 224 Colonia Francisco Gavidia
 - 225 Colonia El Molino
 - 226 Urbanización Satelite de Oriente
 - 227 Colonia Rio Grande
 - 228 Barrio La Cruz
 - 229 Colonia 15 de Septiembre
 - 230 Residencial Pasadena 1
 - 231 Residencial Pasadena 2
 - 232 Residencial Pasadena 3
 - 233 Lotificación la Chacra
 - 234 Residencial América 1
 - 235 Residencial América 2
 - 236 Residencial Jardines de Bolonia
-

-
- 237 Residencial Sirama
 - 238 Barrio El Calvario
 - 239 Residencial Villa del Calvario
 - 240 Urbanización San Roberto 2
 - 241 Residencial San Carlos

PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.



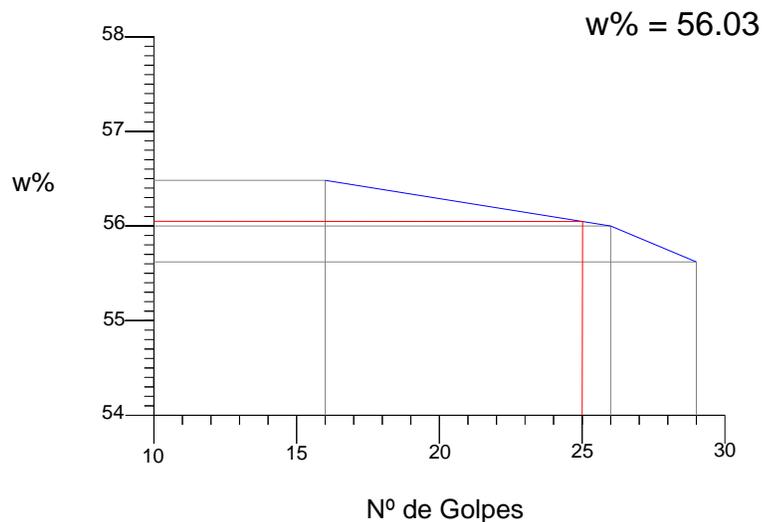
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: CIUDAD REAL
COORDENADA Y 259986.6 COORDENADA X 590462.47
MUESTRA Nº 1
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	29	16	26			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	29.5	18.7	21.3	8.75	10.2	20.3
PESO DE SUELO SECO Y TARA	19.6	12.6	14.3	6.5	7.5	14.3
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	9.9	6.1	7	2.25	2.7	6
PESO DE SUELO SECO	17.8	10.8	12.5	4.7	5.7	12.5
CONTENIDO DE AGUA %	55.62	56.48	56.00	47.87	47.37	48.00

LIMITES %		CLASIFICACION	CH
LIQUIDO	56.03		
PLÁSTICO	47.75		
INDICE DE PLASTICIDAD	8.28		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		

Curva de Fluidez



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

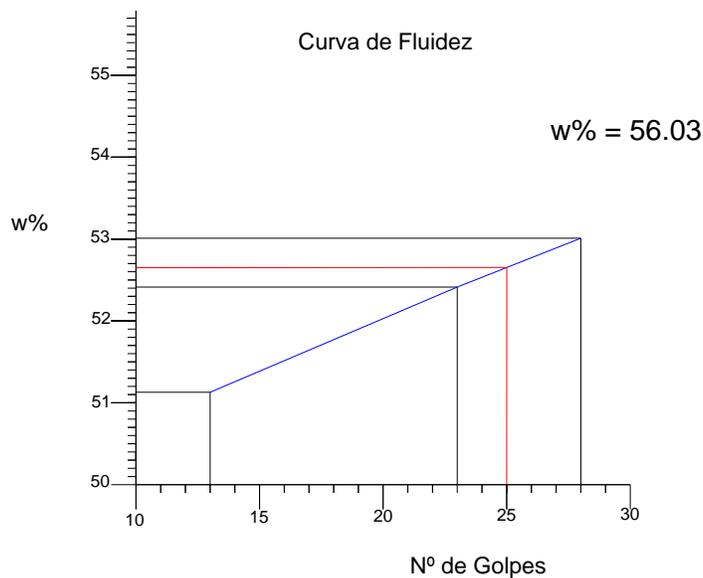


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: LOTIFICACION UNIVERSITARIA NORTE
COORDENADA Y 258892.91 COORDENADA X 590984.50
MUESTRA Nº 2
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	28	13	23			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	14.5	8.3	23.9	27.6	13.8	17.2
PESO DE SUELO SECO Y TARA	10.1	6.1	16.3	19.6	10.1	12.5
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	4.4	2.2	7.6	8	3.7	4.7
PESO DE SUELO SECO	8.3	4.3	14.5	17.8	8.3	10.7
CONTENIDO DE AGUA %	53.01	51.16	52.41	44.94	44.58	43.93

LIMITES %		CLASIFICACION	CH
LIQUIDO	52.65		
PLÁSTICO	44.48		
INDICE DE PLASTICIDAD	8.17		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

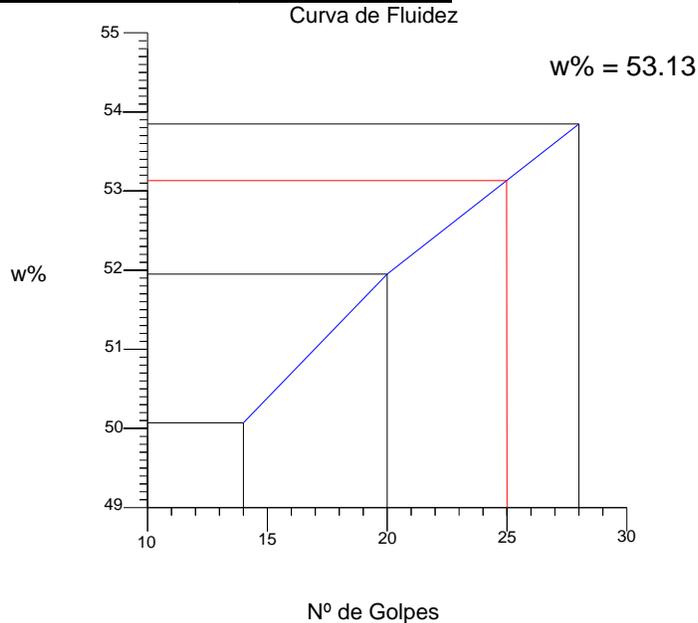


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
 CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: LOTIFICACION GENESIS
 COORDENADA Y 257793.16 COORDENADA X 591219.91
 MUESTRA Nº 3
 PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	14	28	20			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	11.9	13.5	18.2	28.9	11.1	14.3
PESO DE SUELO SECO Y TARA	8.5	9.4	12.6	20.7	8.2	10.5
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	3.4	4.1	5.6	8.2	2.9	3.8
PESO DE SUELO SECO	6.7	7.6	10.8	18.9	6.4	8.7
CONTENIDO DE AGUA %	50.75	53.95	51.85	43.39	45.31	43.68

LIMITES %		CLASIFICACION	CH
LIQUIDO	53.13		
PLÁSTICO	44.13		
INDICE DE PLASTICIDAD	9.00		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.



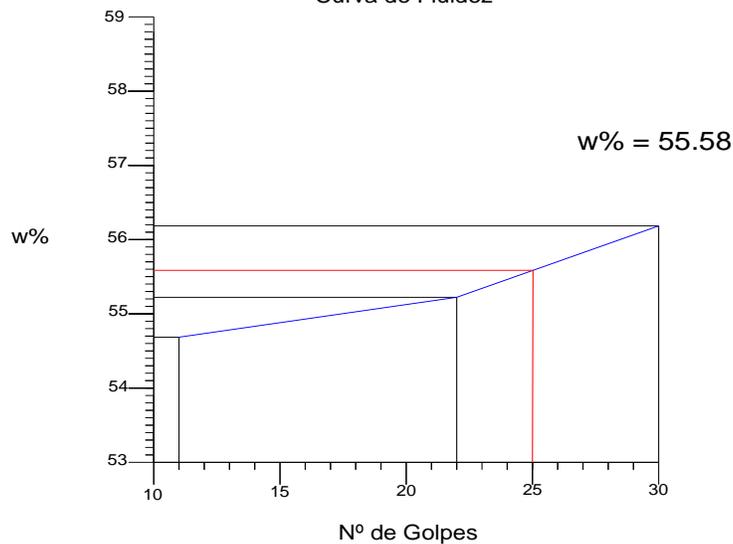
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
 CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: LOTIFICACION GENESIS
 COORDENADA Y 257247.93 COORDENADA X 590767.95
 MUESTRA Nº 4
 PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	30	11	22			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	32.1	11.7	22.6	13.3	28.3	30.2
PESO DE SUELO SECO Y TARA	21.2	8.2	15.2	9.6	19.7	20.9
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	10.9	3.5	7.4	3.7	8.6	9.3
PESO DE SUELO SECO	19.4	6.4	13.4	7.8	17.9	19.1
CONTENIDO DE AGUA %	56.19	54.69	55.22	47.44	48.04	48.69

LIMITES %		CLASIFICACION	CH
LIQUIDO	55.58		
PLÁSTICO	48.06		
INDICE DE PLASTICIDAD	7.52		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		

Curva de Fluidez



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

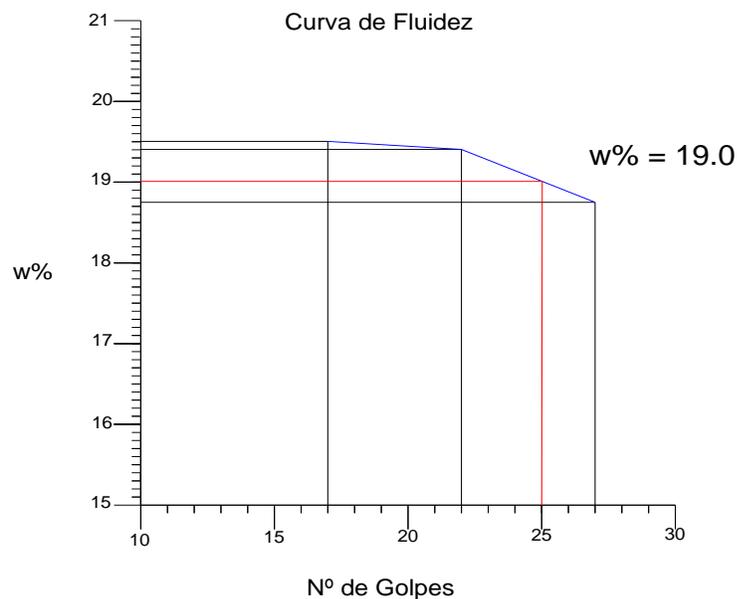


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: COL. CARRILLO ETAPA 1
COORDENADA Y 259538.05 COORDENADA X 592626.53
MUESTRA Nº 5
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	17	22	27			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	11.6	14.1	18.9	26.6	13.8	32.6
PESO DE SUELO SECO Y TARA	10	12.1	16.2	24.1	12.6	29.1
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	1.6	2	2.7	2.5	1.2	3.5
PESO DE SUELO SECO	8.2	10.3	14.4	22.3	10.8	27.3
CONTENIDO DE AGUA %	19.51	19.42	18.75	11.21	11.11	12.82

LIMITES %		CLASIFICACION	CL
LIQUIDO	19.00		
PLÁSTICO	11.71		
INDICE DE PLASTICIDAD	7.29		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

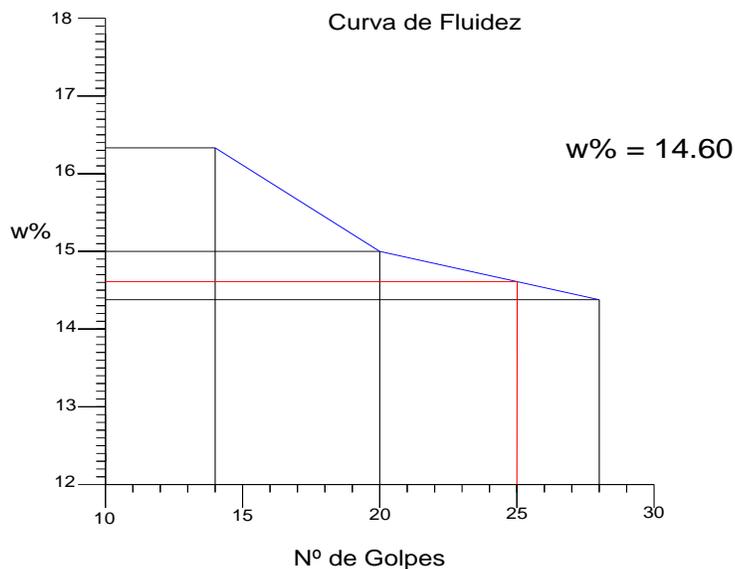


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: LOTIFICACION LA PRADERA
COORDENADA Y 260509.31 COORDENADA X 592499.91
MUESTRA Nº 6
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	14	28	20			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	28.9	33.6	17.9	23.4	14.2	11
PESO DE SUELO SECO Y TARA	25.1	29.5	15.8	21.8	13.4	10.4
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	3.8	4.1	2.1	1.6	0.8	0.6
PESO DE SUELO SECO	23.3	27.7	14	20	11.6	8.6
CONTENIDO DE AGUA %	16.31	14.80	15.00	8.00	6.90	6.98

LIMITES %		CLASIFICACION	CL
LIQUIDO	14.60		
PLÁSTICO	7.29		
INDICE DE PLASTICIDAD	7.31		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

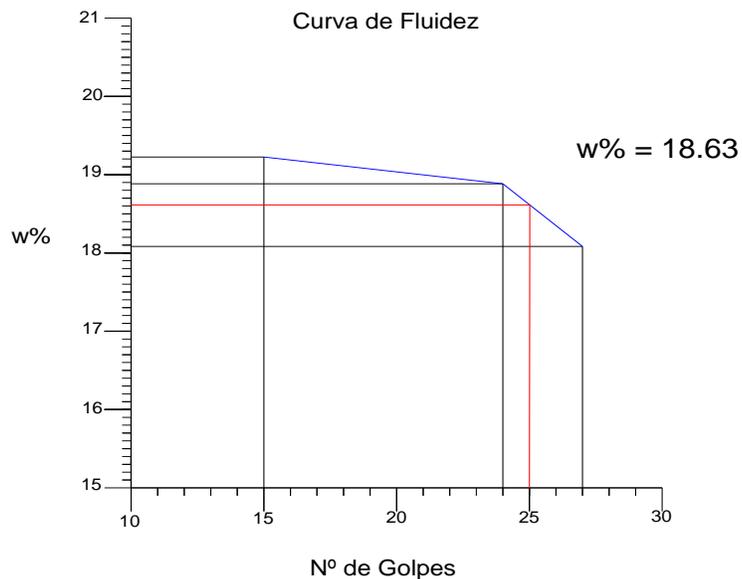


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: URB. LA PRADERA
COORDENADA Y 261361.81 COORDENADA X 591357.85
MUESTRA Nº 7
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	15	24	27			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	17.3	23.2	24	18.4	25.2	10.4
PESO DE SUELO SECO Y TARA	14.8	19.8	20.6	16.9	23	9.6
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	2.5	3.4	3.4	1.5	2.2	0.8
PESO DE SUELO SECO	13	18	18.8	15.1	21.2	7.8
CONTENIDO DE AGUA %	19.23	18.89	18.09	9.93	10.38	10.26

LIMITES %		CLASIFICACION	CL
LIQUIDO	18.63		
PLÁSTICO	10.19		
INDICE DE PLASTICIDAD	8.44		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

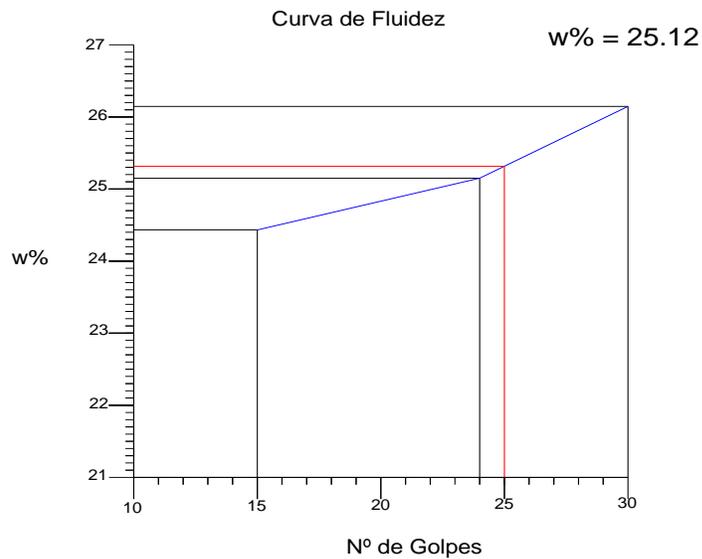


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: URB. PALO BLANCO
COORDENADA Y 260459.58 COORDENADA X 590801.56
MUESTRA Nº 8
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	12	24	30			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	18.1	22.7	26.4	20.4	23.2	8.7
PESO DE SUELO SECO Y TARA	14.9	18.5	21.3	17.1	19.6	7.5
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	3.2	4.2	5.1	3.3	3.6	1.2
PESO DE SUELO SECO	13.1	16.7	19.5	15.3	17.8	5.7
CONTENIDO DE AGUA %	24.43	25.15	26.15	21.57	20.22	21.05

LIMITES %		CLASIFICACION	CL
LIQUIDO	25.12		
PLÁSTICO	20.95		
INDICE DE PLASTICIDAD	4.17		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.



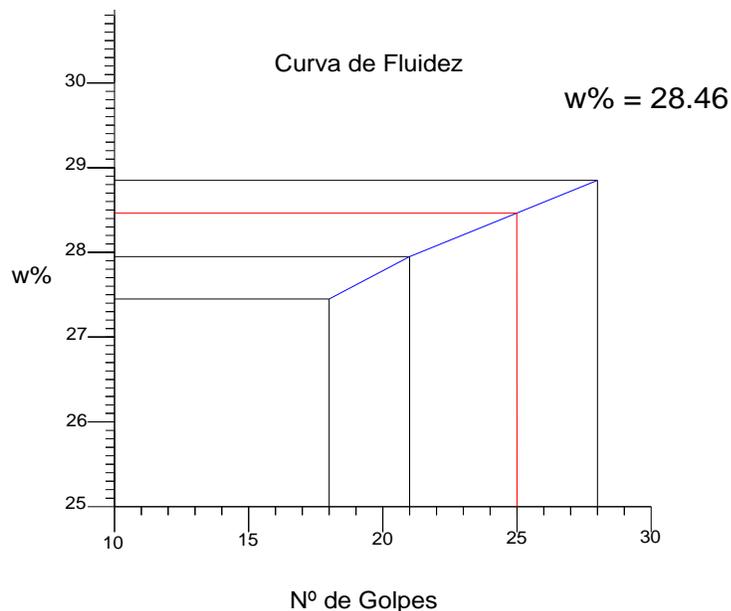
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: URB PRADOS DE SAN MIGUEL
 COORDENADA Y 262491.82 COORDENADA X 591266.61
 MUESTRA Nº 9
 PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	28	21	18			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	29.5	22.4	21.3	29	22.3	21
PESO DE SUELO SECO Y TARA	23.3	17.9	17.1	24.8	18.8	18
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	6.2	4.5	4.2	4.2	3.5	3
PESO DE SUELO SECO	21.5	16.1	15.3	23	17	16.2
CONTENIDO DE AGUA %	28.84	27.95	27.45	18.26	20.59	18.52

LIMITES %		CLASIFICACION	CL
LIQUIDO	28.46		
PLÁSTICO	19.12		
INDICE DE PLASTICIDAD	9.34		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.



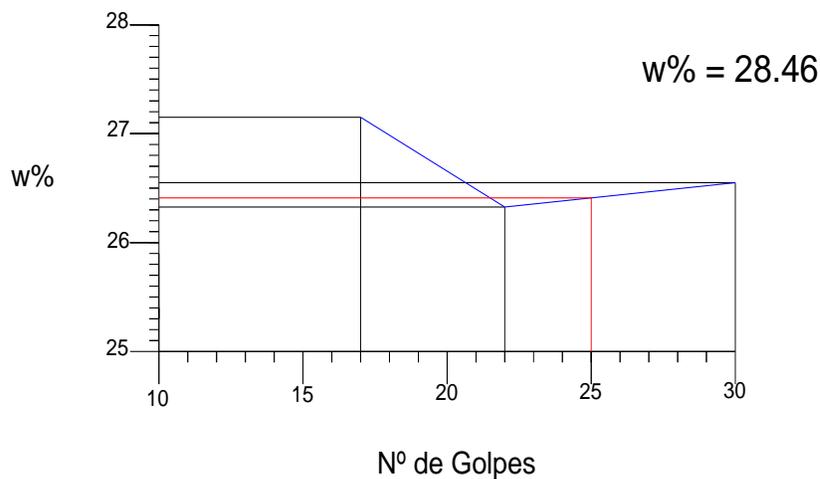
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: LOTIFICACION PRADOS DE SAN MIGUEL
COORDENADA Y 262122.01 COORDENADA X 590816.82
MUESTRA Nº 10
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	30	22	17			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	26.35	18.6	23.2	22	19.1	20.2
PESO DE SUELO SECO Y TARA	21.2	15.1	18.63	18.4	15.9	17
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	5.15	3.5	4.57	3.6	3.2	3.2
PESO DE SUELO SECO	19.4	13.3	16.83	16.6	14.1	15.2
CONTENIDO DE AGUA %	26.55	26.32	27.15	21.69	22.70	21.05

LIMITES %		CLASIFICACION	CL
LIQUIDO	26.41		
PLÁSTICO	21.81		
INDICE DE PLASTICIDAD	4.60		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		

Curva de Fluidez



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

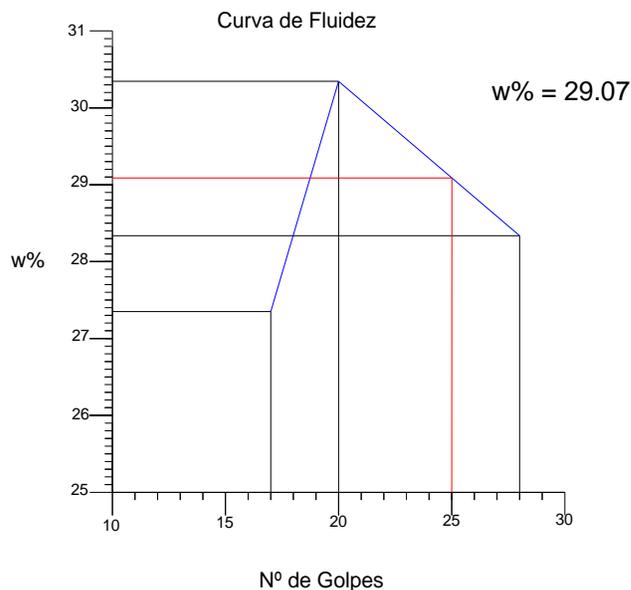


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: COL. 15 DE SEPTIEMBRE
COORDENADA Y 262911.04 COORDENADA X 590609.56
MUESTRA Nº 11
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	28	20	17			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	24	20.7	30.2	12.3	15	23.9
PESO DE SUELO SECO Y TARA	19.1	16.3	24.1	10.3	12.5	19.6
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	4.9	4.4	6.1	2	2.5	4.3
PESO DE SUELO SECO	17.3	14.5	22.3	8.5	10.7	17.8
CONTENIDO DE AGUA %	28.32	30.34	27.35	23.53	23.36	24.16

LIMITES %		CLASIFICACION	CL
LIQUIDO	29.07		
PLÁSTICO	23.68		
INDICE DE PLASTICIDAD	5.39		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

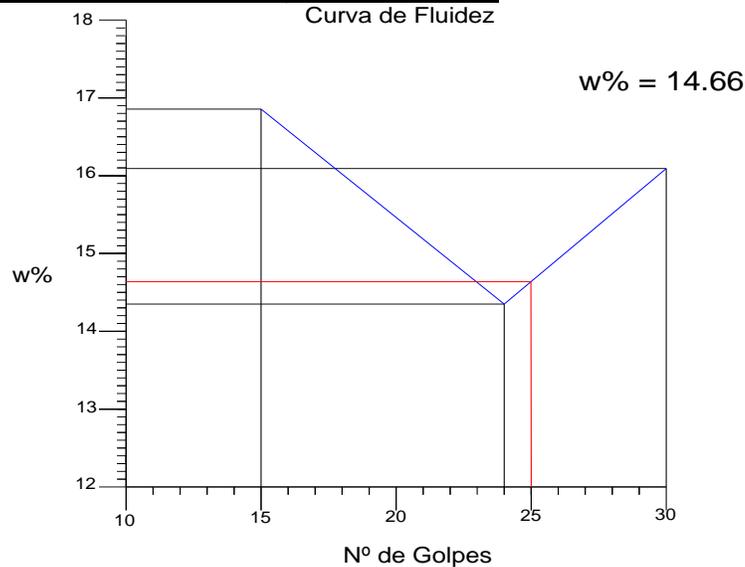


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: BARRIO EL CALVARIO
COORDENADA Y 262224.90 COORDENADA X 589529.93
MUESTRA Nº 12
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	30	24	15			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	22	24.1	30.2	13.2	15	10.2
PESO DE SUELO SECO Y TARA	19.2	21.3	26.1	11.9	13.4	9.2
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	2.8	2.8	4.1	1.3	1.6	1
PESO DE SUELO SECO	17.4	19.5	24.3	10.1	11.6	7.4
CONTENIDO DE AGUA %	16.09	14.36	16.87	12.87	13.79	13.51

LIMITES %		CLASIFICACION	ML
LIQUIDO	14.66		
PLÁSTICO	13.39		
INDICE DE PLASTICIDAD	1.27		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.



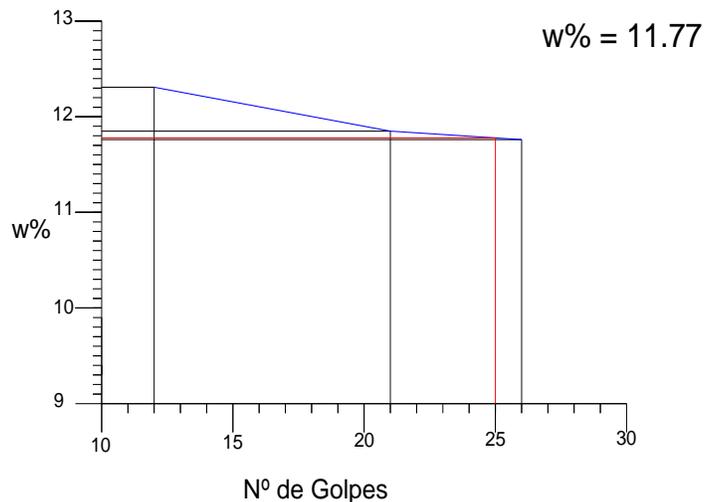
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: BARRIO LA MERCED
COORDENADA Y 262047.26 COORDENADA X 588744.84
MUESTRA Nº 13
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	26	21	12			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	13.2	20.7	16.4	16.1	18.5	13.2
PESO DE SUELO SECO Y TARA	12	18.7	14.8	14	16.1	11.5
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	1.2	2	1.6	2.1	2.4	1.7
PESO DE SUELO SECO	10.2	16.9	13	12.2	14.3	9.7
CONTENIDO DE AGUA %	11.76	11.83	12.31	17.21	16.78	17.53

LIMITES %		CLASIFICACION	NP
LIQUIDO	11.77		
PLÁSTICO	17.17		
INDICE DE PLASTICIDAD	-5.40		
DESCRIPCION	SUELO NO PLASTICO		

Curva de Fluidez



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.



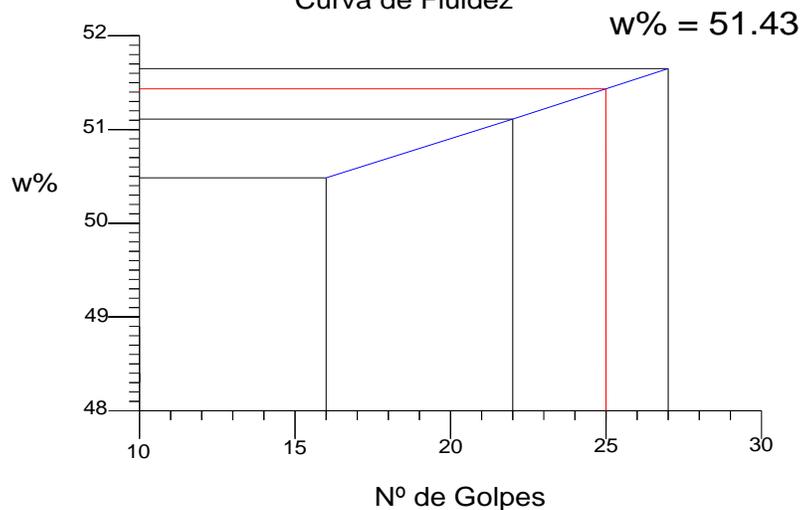
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: COL LA ESPERANZA
COORDENADA Y 263405.04 COORDENADA X 589446.13
MUESTRA Nº 14
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	27	16	28			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	20.3	32.8	15.4	20.3	12.8	30.3
PESO DE SUELO SECO Y TARA	14	22.4	10.8	14.3	9.2	21.1
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	6.3	10.4	4.6	6	3.6	9.2
PESO DE SUELO SECO	12.2	20.6	9	12.5	7.4	19.3
CONTENIDO DE AGUA %	51.64	50.49	51.11	48.00	48.65	47.67

LIMITES %		CLASIFICACION	MH
LIQUIDO	51.43		
PLÁSTICO	48.11		
INDICE DE PLASTICIDAD	3.32		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		

Curva de Fluidez



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

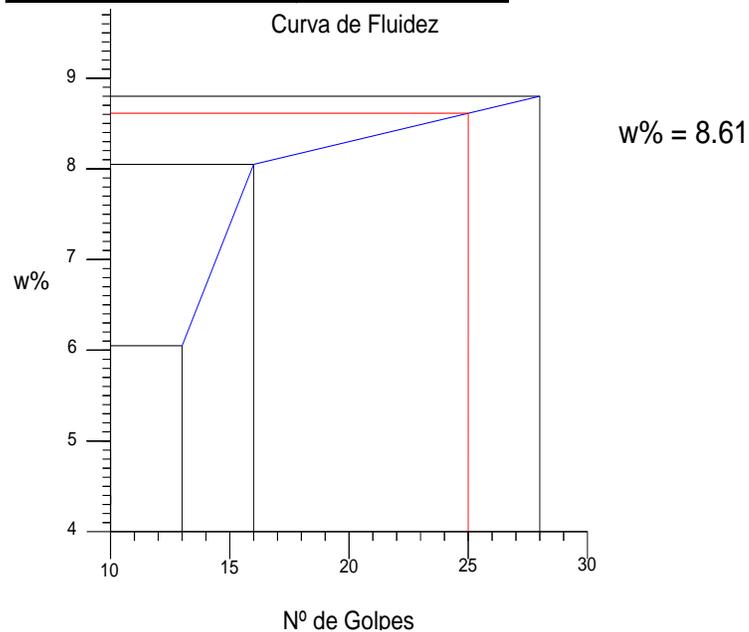


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: LOTIFICACION EL PEDRERITO
COORDENADA Y 259401.88 COORDENADA X 589773.66
MUESTRA Nº 15
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	28	16	13			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	15.4	23.3	12.3	15	12.3	14.4
PESO DE SUELO SECO Y TARA	14.3	21.7	11.7	14.3	11.6	13.7
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	1.1	1.6	0.6	0.7	0.7	0.7
PESO DE SUELO SECO	12.5	19.9	9.9	12.5	9.8	11.9
CONTENIDO DE AGUA %	8.80	8.04	6.06	5.60	7.14	5.88

LIMITES %		CLASIFICACION	ML
LIQUIDO	8.61		
PLÁSTICO	6.21		
INDICE DE PLASTICIDAD	2.40		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

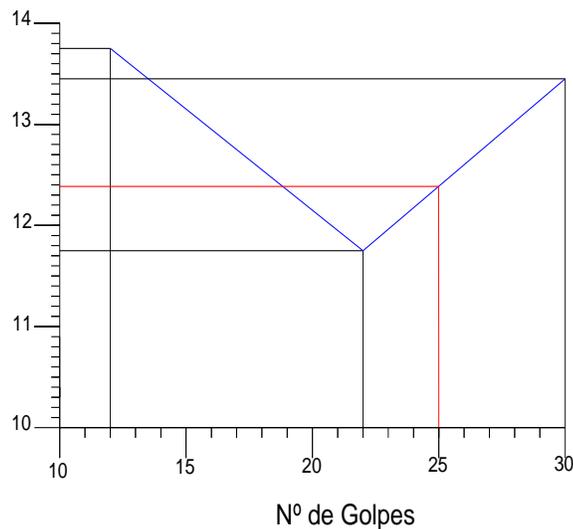
UBICACIÓN: COL. EL TESORO 2
COORDENADA Y 259981.40 COORDENADA X 589401.57
MUESTRA Nº 16
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	22	12	30			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	18.9	14.2	13.6	18	19.6	13.1
PESO DE SUELO SECO Y TARA	17.1	12.7	12.2	16.3	18	12.1
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	1.8	1.5	1.4	1.7	1.6	1
PESO DE SUELO SECO	15.3	10.9	10.4	14.5	16.2	10.3
CONTENIDO DE AGUA %	11.76	13.76	13.46	11.72	9.88	9.71

LIMITES %		CLASIFICACION	ML
LIQUIDO	12.40		
PLÁSTICO	10.44		
INDICE DE PLASTICIDAD	1.96		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		

Curva de Fluidez

w% = 12.40



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

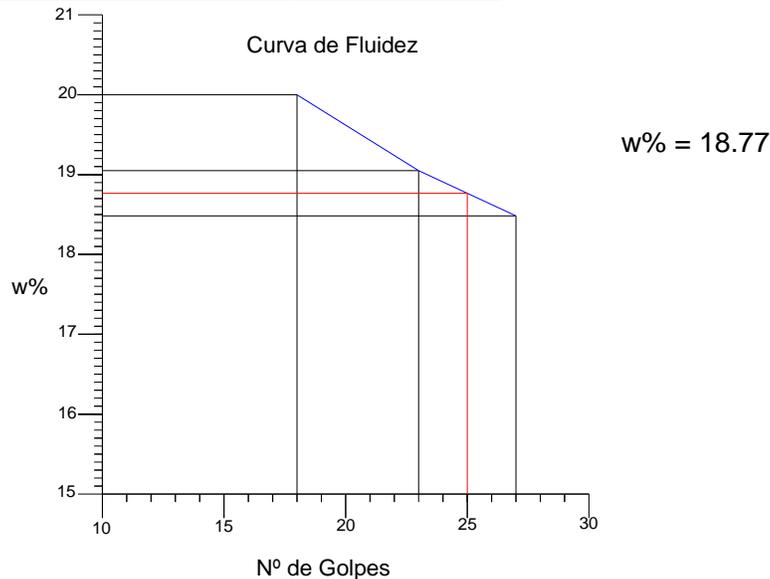


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
 CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: LOTIFICACION JARDINES DE MARIA
 COORDENADA Y 259437.3 COORDENADA X 588815.47
 MUESTRA Nº 17
 PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	27	23	18			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	19.1	34.3	16.2	17.6	13.4	14.8
PESO DE SUELO SECO Y TARA	16.4	29.1	13.8	15.7	11.9	13.3
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	2.7	5.2	2.4	1.9	1.5	1.5
PESO DE SUELO SECO	14.6	27.3	12	13.9	10.1	11.5
CONTENIDO DE AGUA %	18.49	19.05	20.00	13.67	14.85	13.04

LIMITES %		CLASIFICACION	CL
LIQUIDO	18.77		
PLÁSTICO	13.85		
INDICE DE PLASTICIDAD	4.92		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

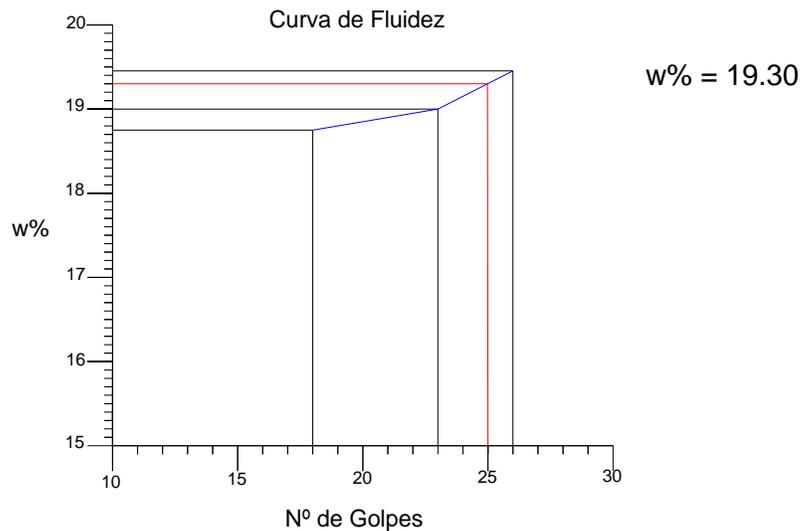


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: COL. SANTA ISABEL
COORDENADA Y 260008.71 COORDENADA X 588807.84
MUESTRA Nº 18
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	18	23	26			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	13.2	12.51	15.3	18.4	12.9	16.8
PESO DE SUELO SECO Y TARA	11.4	10.8	13.1	15.8	11.1	14.5
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	1.8	1.71	2.2	2.6	1.8	2.3
PESO DE SUELO SECO	9.6	9	11.3	14	9.3	12.7
CONTENIDO DE AGUA %	18.75	19.00	19.47	18.57	19.35	18.11

LIMITES %		CLASIFICACION	ML
LIQUIDO	19.30		
PLÁSTICO	18.68		
INDICE DE PLASTICIDAD	0.62		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

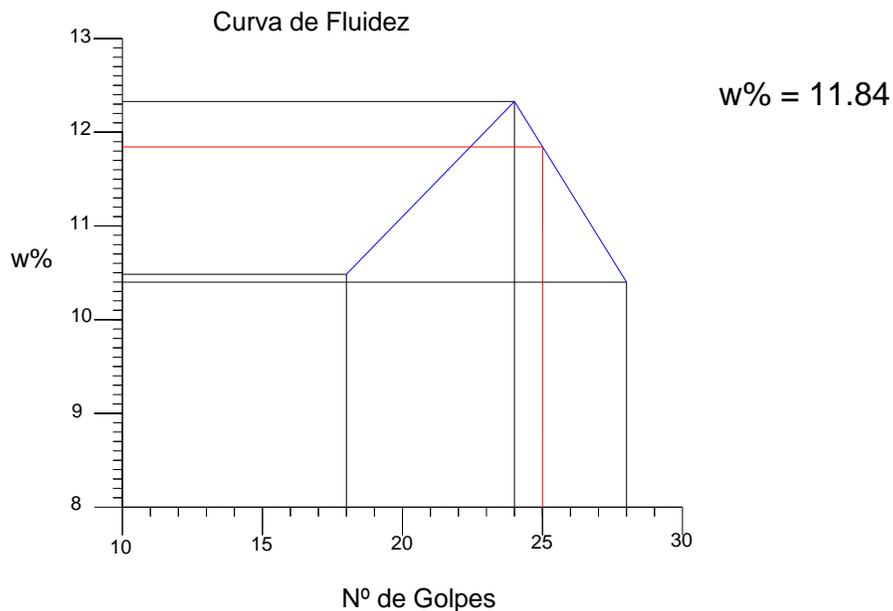


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
 CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: COL. MILAGRO DE LA PAZ
 COORDENADA Y 260069.33 COORDENADA X 587838.42
 MUESTRA Nº 19
 PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	28	24	18			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	15.6	18.2	13.4	23.2	25.3	16.5
PESO DE SUELO SECO Y TARA	14.3	16.4	12.3	21.9	23.8	15.6
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	1.3	1.8	1.1	1.3	1.5	0.9
PESO DE SUELO SECO	12.5	14.6	10.5	20.1	22	13.8
CONTENIDO DE AGUA %	10.40	12.33	10.48	6.47	6.82	6.52

LIMITES %		CLASIFICACION	CL
LIQUIDO	11.84		
PLÁSTICO	6.60		
INDICE DE PLASTICIDAD	5.24		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.



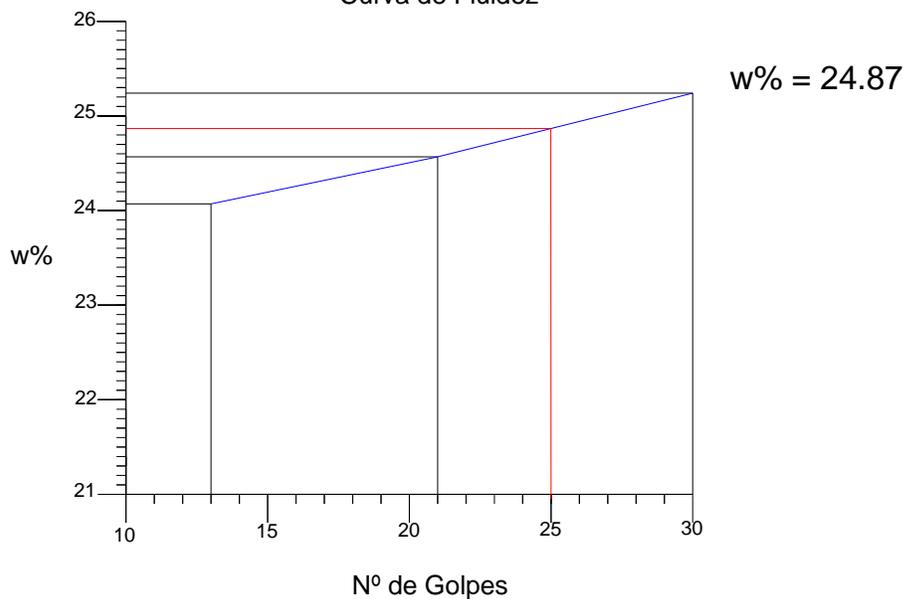
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: CASERIO LA CUESTA
COORDENADA Y 259062.9 COORDENADA X 587351.73
MUESTRA Nº 20
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	30	21	13			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	14.7	23.6	32.2	15.8	24.9	28.5
PESO DE SUELO SECO Y TARA	12.1	19.3	26.3	13.6	21	24.1
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	2.6	4.3	5.9	2.2	3.9	4.4
PESO DE SUELO SECO	10.3	17.5	24.5	11.8	19.2	22.3
CONTENIDO DE AGUA %	25.24	24.57	24.08	18.64	20.31	19.73

LIMITES %		CLASIFICACION	CL
LIQUIDO	24.87		
PLÁSTICO	19.56		
INDICE DE PLASTICIDAD	5.31		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		

Curva de Fluidez



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.



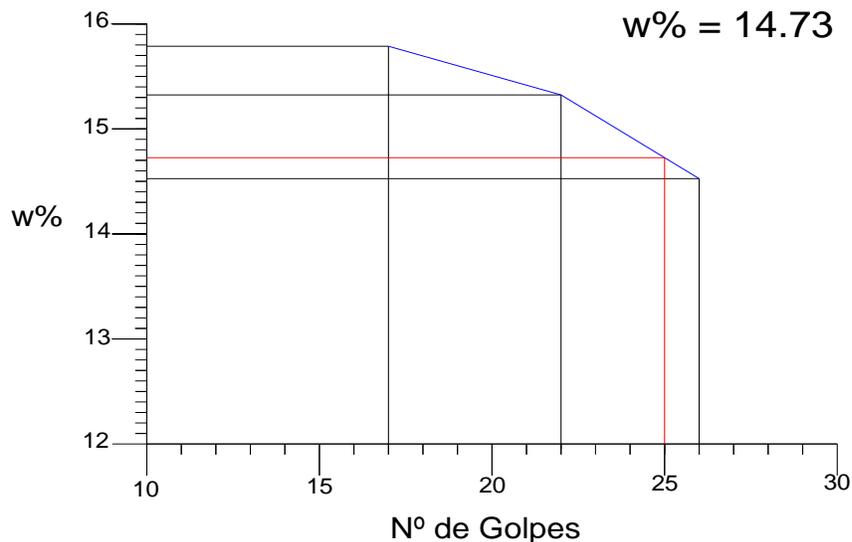
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: CASERIO LA CUESTA
COORDENADA Y 259112.28 COORDENADA X 586547.45
MUESTRA Nº 21
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	17	22	26			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	12.8	14.6	15.2	19.1	23.2	12.1
PESO DE SUELO SECO Y TARA	11.3	12.9	13.5	17.7	21.5	11.2
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	1.5	1.7	1.7	1.4	1.7	0.9
PESO DE SUELO SECO	9.5	11.1	11.7	15.9	19.7	9.4
CONTENIDO DE AGUA %	15.79	15.32	14.53	8.81	8.63	9.57

LIMITES %		CLASIFICACION	CL
LIQUIDO	14.73		
PLÁSTICO	9.00		
INDICE DE PLASTICIDAD	5.73		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		

Curva de Fluidez



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

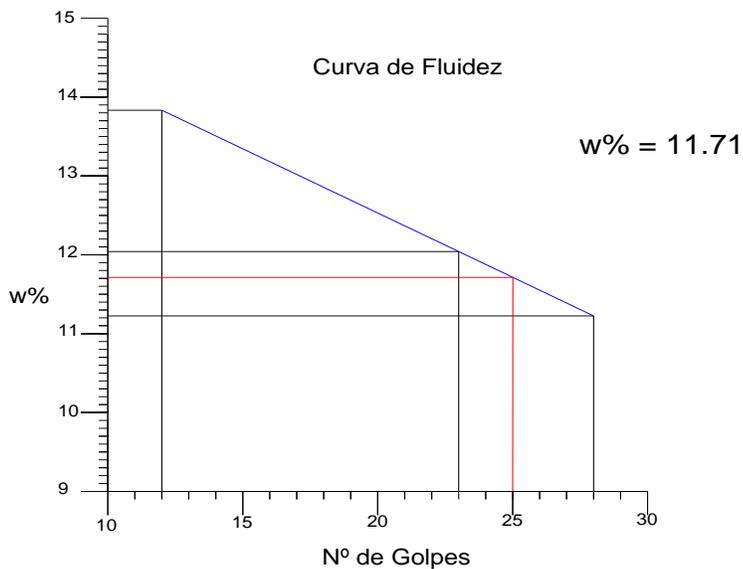


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
 CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: LOTIFICACION VILLAS DEL VOLCAN
 COORDENADA Y 260373.72 COORDENADA X 586278.29
 MUESTRA Nº 22
 PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	12	23	28			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	15.8	13.9	23.6	13.2	25.7	22.2
PESO DE SUELO SECO Y TARA	14.1	12.6	21.4	12.3	23.8	20.7
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	1.7	1.3	2.2	0.9	1.9	1.5
PESO DE SUELO SECO	12.3	10.8	19.6	10.5	22	18.9
CONTENIDO DE AGUA %	13.82	12.04	11.22	8.57	8.64	7.94

LIMITES %		CLASIFICACION	ML
LIQUIDO	11.71		
PLÁSTICO	8.38		
INDICE DE PLASTICIDAD	3.33		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

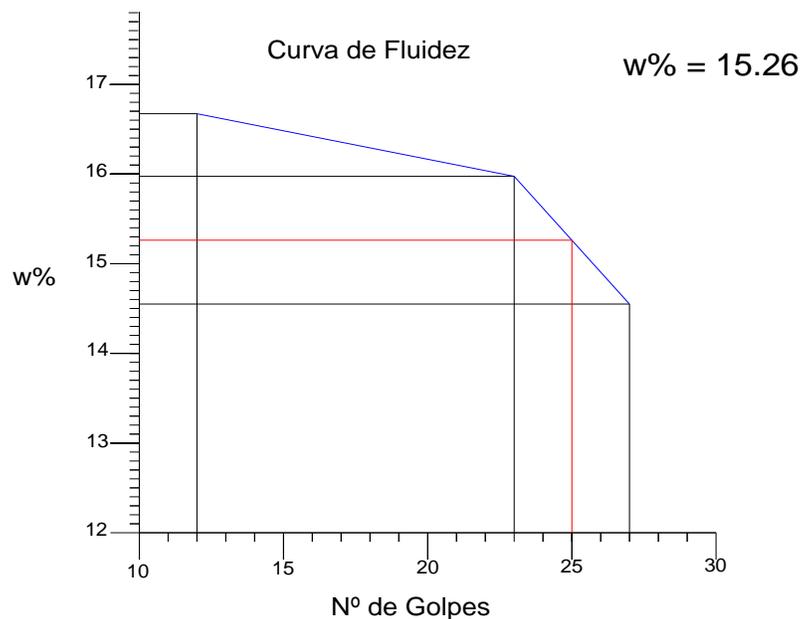


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: COL MILAGRO DE LA PAZ
COORDENADA Y 260820.75 COORDENADA X 587422.61
MUESTRA Nº 23
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	12	23	27			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	12.3	15.6	14.4	18	15.7	18.1
PESO DE SUELO SECO Y TARA	10.8	13.7	12.8	16.5	14.3	16.7
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	1.5	1.9	1.6	1.5	1.4	1.4
PESO DE SUELO SECO	9	11.9	11	14.7	12.5	14.9
CONTENIDO DE AGUA %	16.67	15.97	14.55	10.20	11.20	9.40

LIMITES %		CLASIFICACION	CL
LIQUIDO	15.26		
PLÁSTICO	10.27		
INDICE DE PLASTICIDAD	4.99		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

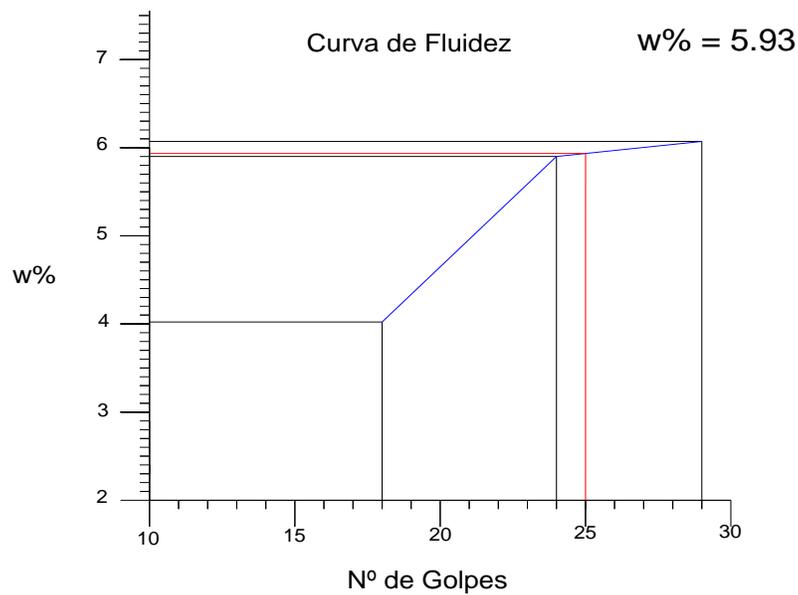


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: COL. VIA SATELITE
COORDENADA Y 261373.72 COORDENADA X 586548.06
MUESTRA Nº 24
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	18	24	29			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	30.2	35.9	28	18.6	28.4	23.8
PESO DE SUELO SECO Y TARA	29.1	34	26.5	17.4	26.5	22.1
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	1.1	1.9	1.5	1.2	1.9	1.7
PESO DE SUELO SECO	27.3	32.2	24.7	15.6	24.7	20.3
CONTENIDO DE AGUA %	4.03	5.90	6.07	7.69	7.69	8.37

LIMITES %		CLASIFICACION	NP
LIQUIDO	5.93		
PLÁSTICO	7.92		
INDICE DE PLASTICIDAD	-1.99		
DESCRIPCION	NO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

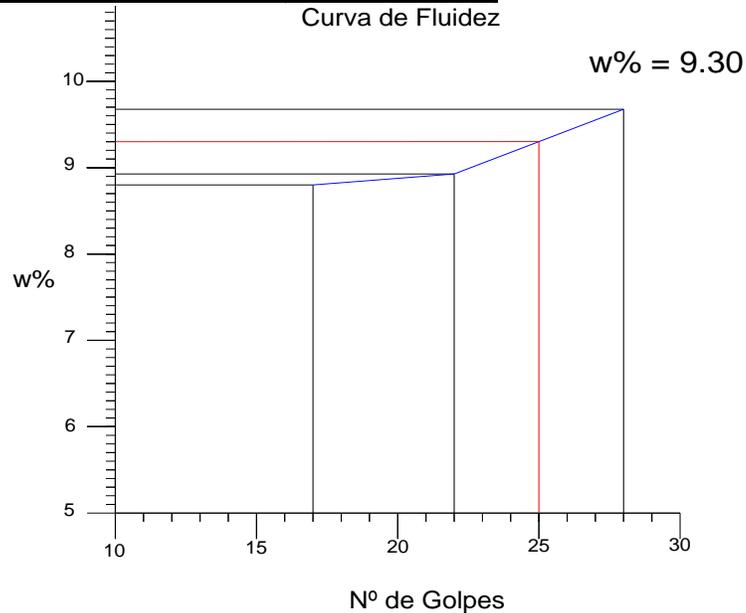


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
 CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: CASERIO LA CRUZ
 COORDENADA Y 261813.03 COORDENADA X 583991.37
 MUESTRA Nº 25
 PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	17	28	22			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	25.3	15.4	32.3	28.5	12.2	16.2
PESO DE SUELO SECO Y TARA	23.4	14.2	29.8	25.9	11.2	14.7
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	1.9	1.2	2.5	2.6	1	1.5
PESO DE SUELO SECO	21.6	12.4	28	24.1	9.4	12.9
CONTENIDO DE AGUA %	8.80	9.68	8.93	10.79	10.64	11.63

LIMITES %		CLASIFICACION	NP
LIQUIDO	9.30		
PLÁSTICO	11.02		
INDICE DE PLASTICIDAD	-1.72		
DESCRIPCION	NO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

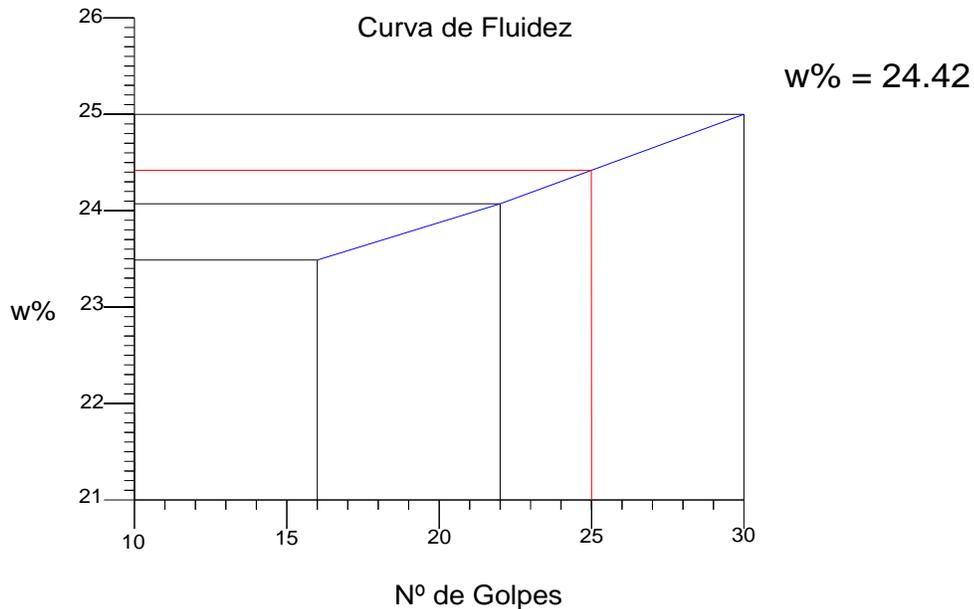


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: CASERIO EL AMATE
COORDENADA Y 261420.19 COORDENADA X 584463.65
MUESTRA Nº 26
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	30	16	22			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	24.8	22.3	15.2	12.2	13.8	23.8
PESO DE SUELO SECO Y TARA	20.2	18.4	12.6	9.8	10.9	18.6
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	4.6	3.9	2.6	2.4	2.9	5.2
PESO DE SUELO SECO	18.4	16.6	10.8	8	9.1	16.8
CONTENIDO DE AGUA %	25.00	23.49	24.07	30.00	31.87	30.95

LIMITES %		CLASIFICACION	NP
LIQUIDO	24.42		
PLÁSTICO	30.94		
INDICE DE PLASTICIDAD	-6.52		
DESCRIPCION	NO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

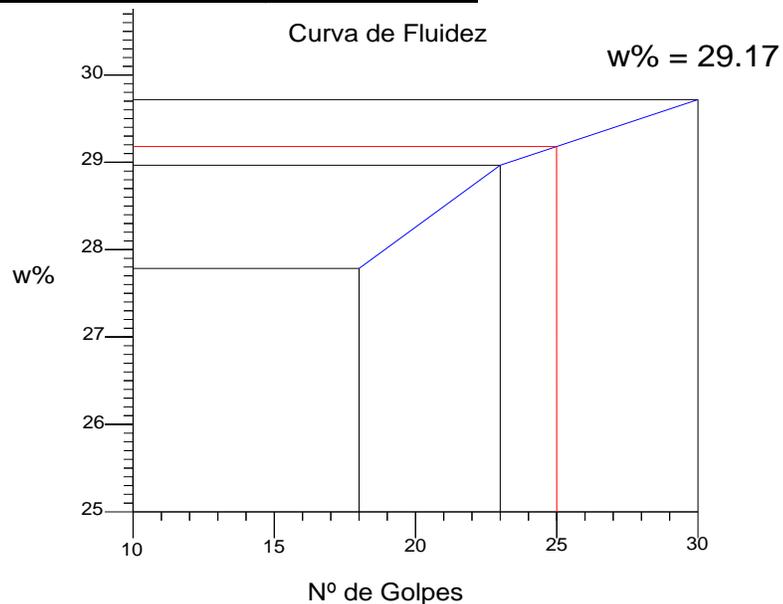


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
 CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: URB. CIUDAD PACIFICA
 COORDENADA Y 262624.06 COORDENADA X 585019.5
 MUESTRA Nº 27
 PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	30	18	23			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	24.5	20.2	30.3	25.8	13.5	18.2
PESO DE SUELO SECO Y TARA	19.3	16.2	23.9	19.8	10.4	14
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	5.2	4	6.4	6	3.1	4.2
PESO DE SUELO SECO	17.5	14.4	22.1	18	8.6	12.2
CONTENIDO DE AGUA %	29.71	27.78	28.96	33.33	36.05	34.43

LIMITES %		CLASIFICACION	NP
LIQUIDO	29.17		
PLÁSTICO	34.60		
INDICE DE PLASTICIDAD	-5.43		
DESCRIPCION	NO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

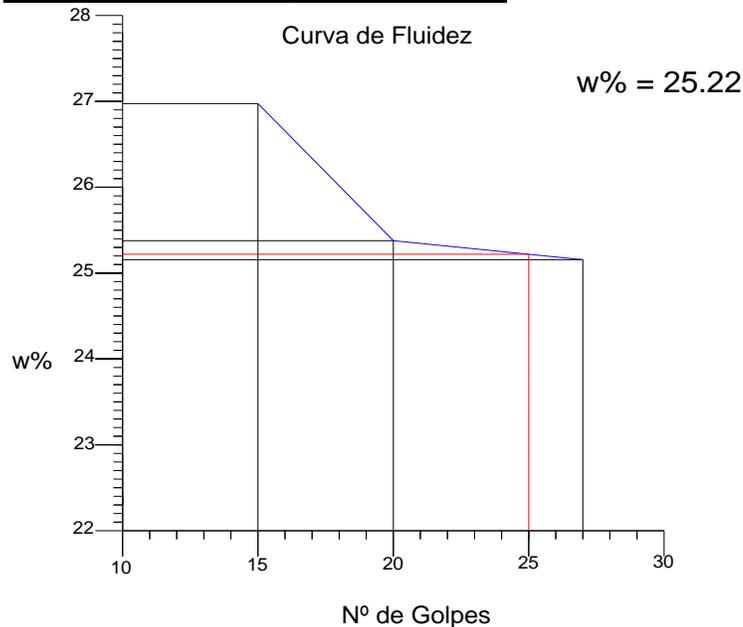


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
 CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: LOTIFICACION SANTA CRISTINA
 COORDENADA Y 262715.36 COORDENADA X 585293.89
 MUESTRA Nº 28
 PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	27	15	20			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	21.2	13.1	18.6	20.9	24.1	12.5
PESO DE SUELO SECO Y TARA	17.3	10.7	15.2	16	18.4	9.8
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	3.9	2.4	3.4	4.9	5.7	2.7
PESO DE SUELO SECO	15.5	8.9	13.4	14.2	16.6	8
CONTENIDO DE AGUA %	25.16	26.97	25.37	34.51	34.34	33.75

LIMITES %		CLASIFICACION	NP
LIQUIDO	25.22		
PLÁSTICO	34.20		
INDICE DE PLASTICIDAD	-8.98		
DESCRIPCION	NO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

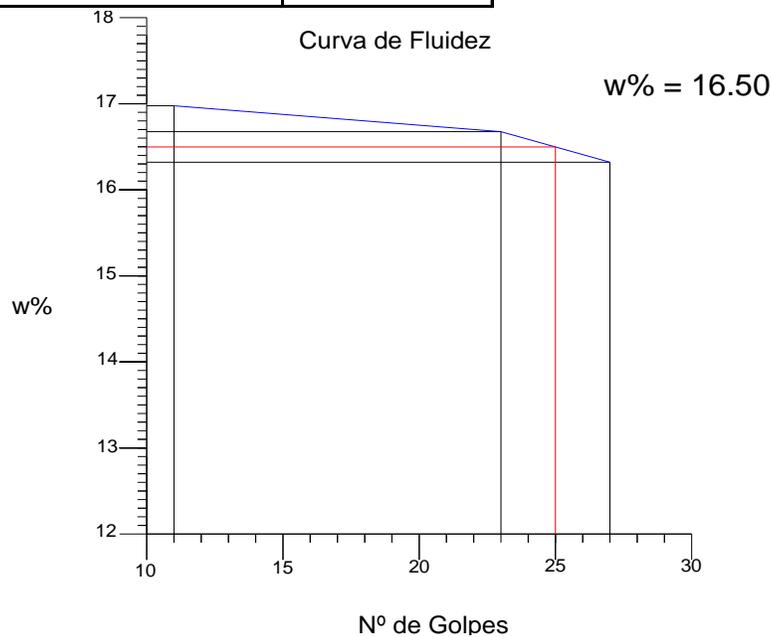


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: CIUDAD PACIFICA
COORDENADA Y 263028.82 COORDENADA X 584425.08
MUESTRA Nº 29
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	23	11	27			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	18.6	14.2	23.9	12.6	17.3	10.1
PESO DE SUELO SECO Y TARA	16.2	12.4	20.8	10.9	14.8	8.8
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	2.4	1.8	3.1	1.7	2.5	1.3
PESO DE SUELO SECO	14.4	10.6	19	9.1	13	7
CONTENIDO DE AGUA %	16.67	16.98	16.32	18.68	19.23	18.57

LIMITES %		CLASIFICACION	NP
LIQUIDO	16.50		
PLÁSTICO	18.83		
INDICE DE PLASTICIDAD	-2.33		
DESCRIPCION	NO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
 CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

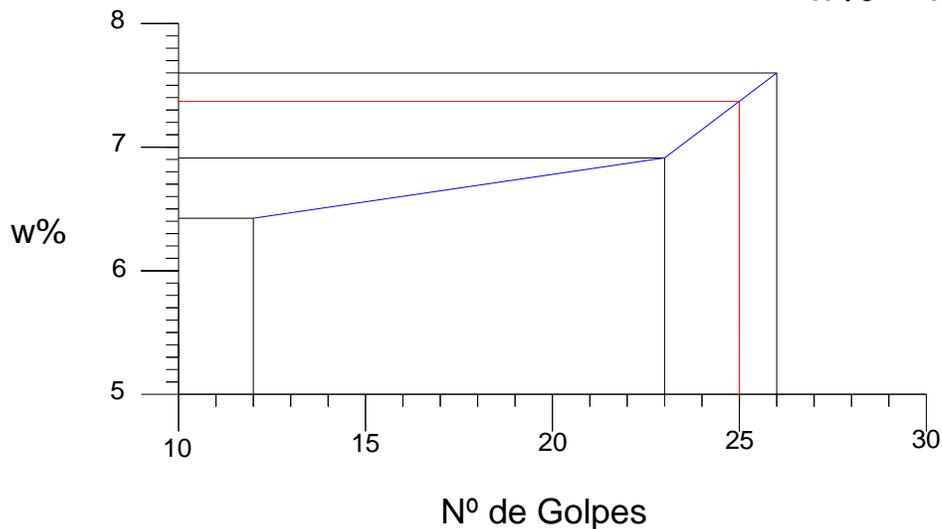
UBICACIÓN: CASERIO EL AMATE
 COORDENADA Y 261828.41 COORDENADA X 584545.75
 MUESTRA Nº 30
 PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	26	23	12			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	30.1	28.1	20	11.3	22.7	18.9
PESO DE SUELO SECO Y TARA	28.1	26.4	18.9	10.9	21.6	18.1
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	2	1.7	1.1	0.4	1.1	0.8
PESO DE SUELO SECO	26.3	24.6	17.1	9.1	19.8	16.3
CONTENIDO DE AGUA %	7.60	6.91	6.43	4.40	5.56	4.91

LIMITES %		CLASIFICACION	ML
LIQUIDO	7.37		
PLÁSTICO	4.95		
INDICE DE PLASTICIDAD	2.42		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		

Curva de Fluidez

w% = 7.37



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.



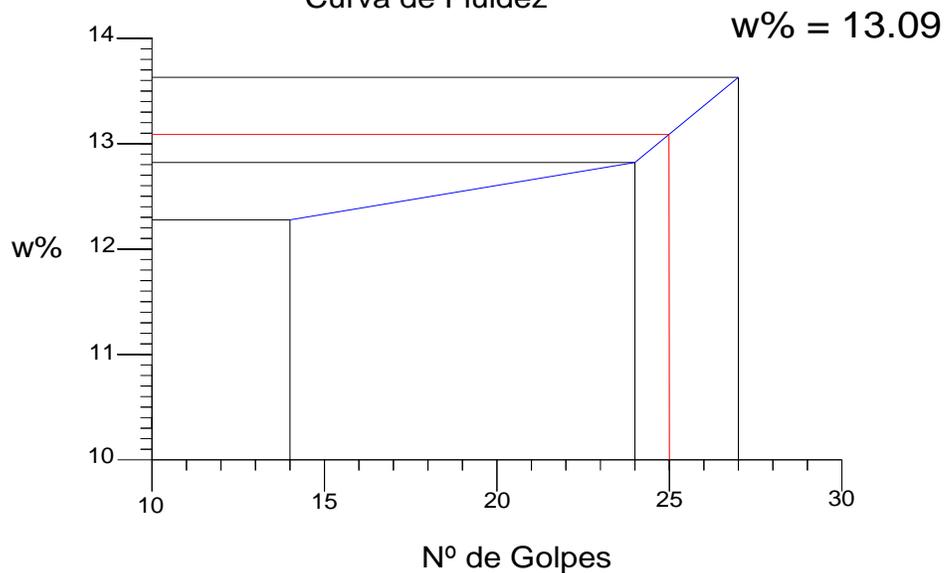
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
 CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: CASERIO EL AMATE
 COORDENADA Y 261460.37 COORDENADA X 585055.75
 MUESTRA Nº 31
 PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	27	14	24			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	14.3	8.2	23.8	27.5	13.7	17.1
PESO DE SUELO SECO Y TARA	12.8	7.5	21.3	25.9	12.9	16
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	1.5	0.7	2.5	1.6	0.8	1.1
PESO DE SUELO SECO	11	5.7	19.5	24.1	11.1	14.2
CONTENIDO DE AGUA %	13.64	12.28	12.82	6.64	7.21	7.75

LIMITES %		CLASIFICACION	CL
LIQUIDO	13.09		
PLÁSTICO	7.20		
INDICE DE PLASTICIDAD	5.89		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		

Curva de Fluidez



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.



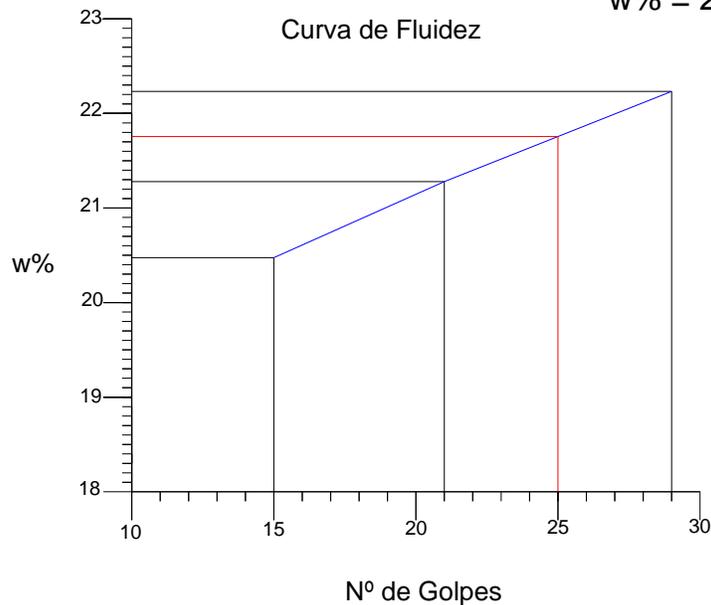
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: CASERIO EL AMATE
COORDENADA Y 261813.03 COORDENADA X 583991.37
MUESTRA Nº 32
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	15	29	21			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	11.8	13.3	13.2	28.7	10.8	13.9
PESO DE SUELO SECO Y TARA	10.1	11.2	11.2	25.3	9.7	12.5
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	1.7	2.1	2	3.4	1.1	1.4
PESO DE SUELO SECO	8.3	9.4	9.4	23.5	7.9	10.7
CONTENIDO DE AGUA %	20.48	22.34	21.28	14.47	13.92	13.08

LIMITES %		CLASIFICACION	CL
LIQUIDO	21.78		
PLÁSTICO	13.83		
INDICE DE PLASTICIDAD	7.95		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		

w% = 21.78



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

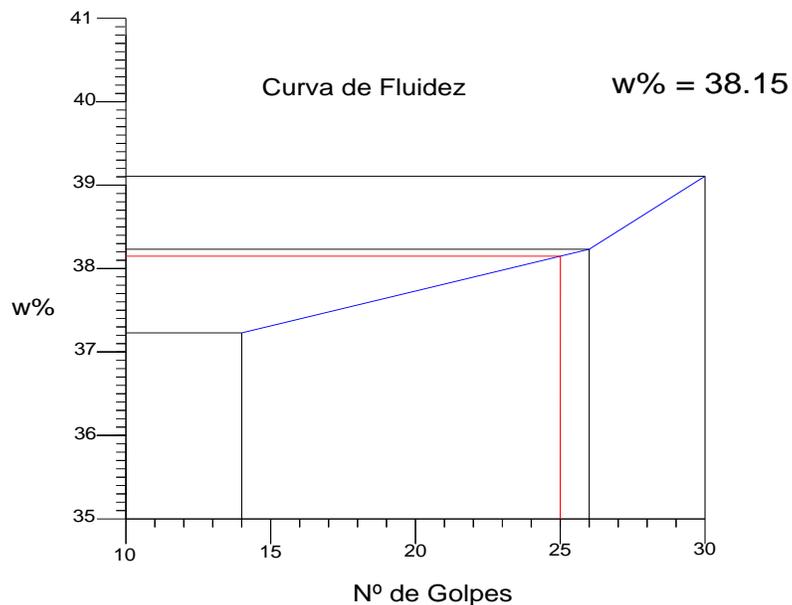


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: CASERIO EL AMATE
COORDENADA Y 261409.38 COORDENADA X 583354.75
MUESTRA Nº 33
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	30	14	26			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	33.1	14.7	20.6	13.6	27.6	20.2
PESO DE SUELO SECO Y TARA	24.3	11.2	15.4	10.8	21.6	15.8
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	8.8	3.5	5.2	2.8	6	4.4
PESO DE SUELO SECO	22.5	9.4	13.6	9	19.8	14
CONTENIDO DE AGUA %	39.11	37.23	38.24	31.11	30.30	31.43

LIMITES %		CLASIFICACION	CL
LIQUIDO	38.15		
PLÁSTICO	30.95		
INDICE DE PLASTICIDAD	7.20		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

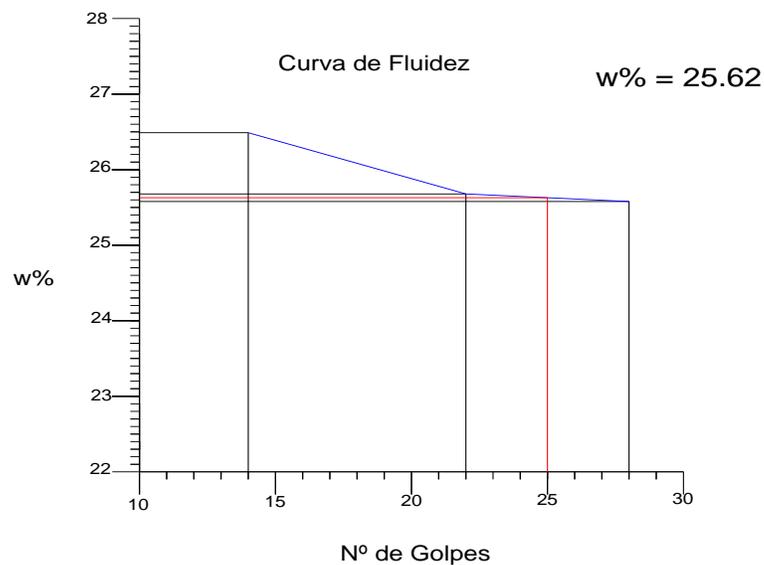


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: COL JERUSALEM
COORDENADA Y 264025.96 COORDENADA X 585765.63
MUESTRA Nº 34
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	28	22	14			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	12.6	16	20.9	28.4	7.3	28.9
PESO DE SUELO SECO Y TARA	10.4	13.1	16.9	23.9	6.4	24.2
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	2.2	2.9	4	4.5	0.9	4.7
PESO DE SUELO SECO	8.6	11.3	15.1	22.1	4.6	22.4
CONTENIDO DE AGUA %	25.58	25.66	26.49	20.36	19.57	20.98

LIMITES %		CLASIFICACION	CL
LIQUIDO	25.62		
PLÁSTICO	20.30		
INDICE DE PLASTICIDAD	5.32		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

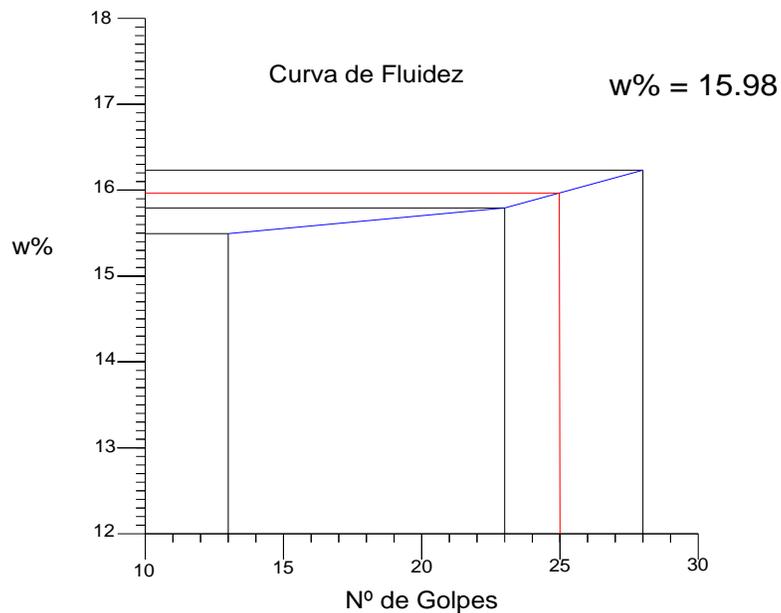


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: COL CHAVEZ
COORDENADA Y 264159.95 COORDENADA X 586470.08
MUESTRA Nº 35
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	13	28	23			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	26.4	32.6	17.2	23.2	18.3	14.3
PESO DE SUELO SECO Y TARA	23.1	28.3	15.1	21.1	16.6	13.1
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	3.3	4.3	2.1	2.1	1.7	1.2
PESO DE SUELO SECO	21.3	26.5	13.3	19.3	14.8	11.3
CONTENIDO DE AGUA %	15.49	16.23	15.79	10.88	11.49	10.62

LIMITES %		CLASIFICACION	CL
LIQUIDO	15.98		
PLÁSTICO	11.00		
INDICE DE PLASTICIDAD	4.98		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.



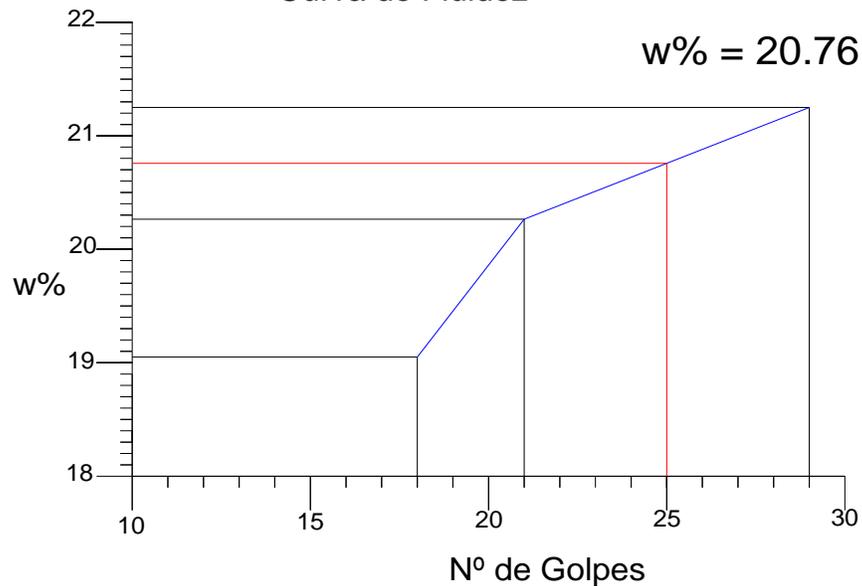
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: LOTIF. MONTE HOREB
COORDENADA Y 265213.71 COORDENADA X 586592.13
MUESTRA Nº 36
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	18	21	29			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	14.3	20.2	21.2	14.1	23.2	8.1
PESO DE SUELO SECO Y TARA	12.3	17.1	17.8	12.2	20.1	7.2
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	2	3.1	3.4	1.9	3.1	0.9
PESO DE SUELO SECO	10.5	15.3	16	10.4	18.3	5.4
CONTENIDO DE AGUA %	19.05	20.26	21.25	18.27	16.94	16.67

LIMITES %		CLASIFICACION	ML
LIQUIDO	20.76		
PLÁSTICO	17.29		
INDICE DE PLASTICIDAD	3.47		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		

Curva de Fluidez



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

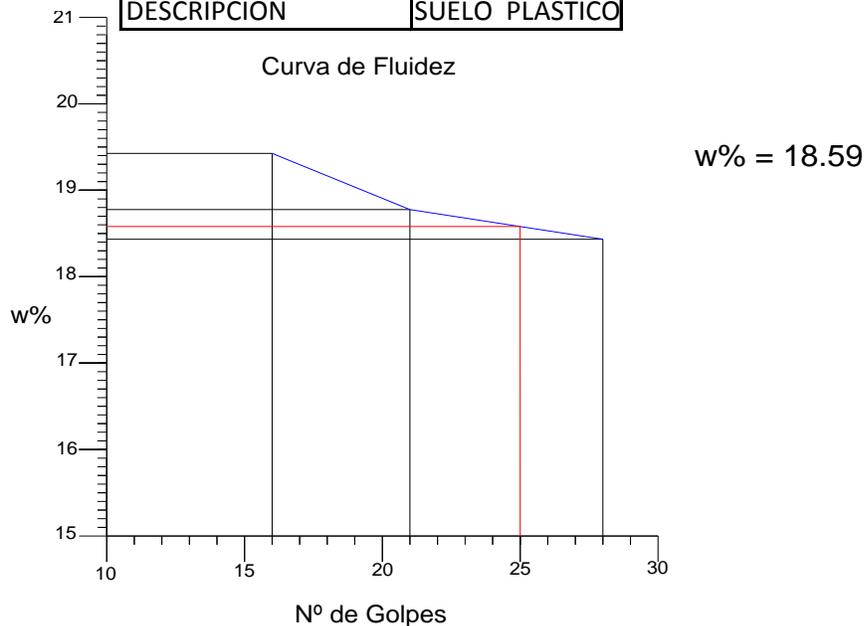


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
 CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: LOT. VALLE NUEVO
 COORDENADA Y 265033.55 COORDENADA X 587320.95
 MUESTRA Nº 37
 PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	16	21	28			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	18.4	23.3	23	18.3	25.9	10.2
PESO DE SUELO SECO Y TARA	15.7	19.9	19.7	16.9	24.1	9.5
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	2.7	3.4	3.3	1.4	1.8	0.7
PESO DE SUELO SECO	13.9	18.1	17.9	15.1	22.3	7.7
CONTENIDO DE AGUA %	19.42	18.78	18.44	9.27	8.07	9.09

LIMITES %		CLASIFICACION	CL
LIQUIDO	18.59		
PLÁSTICO	8.81		
INDICE DE PLASTICIDAD	9.78		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

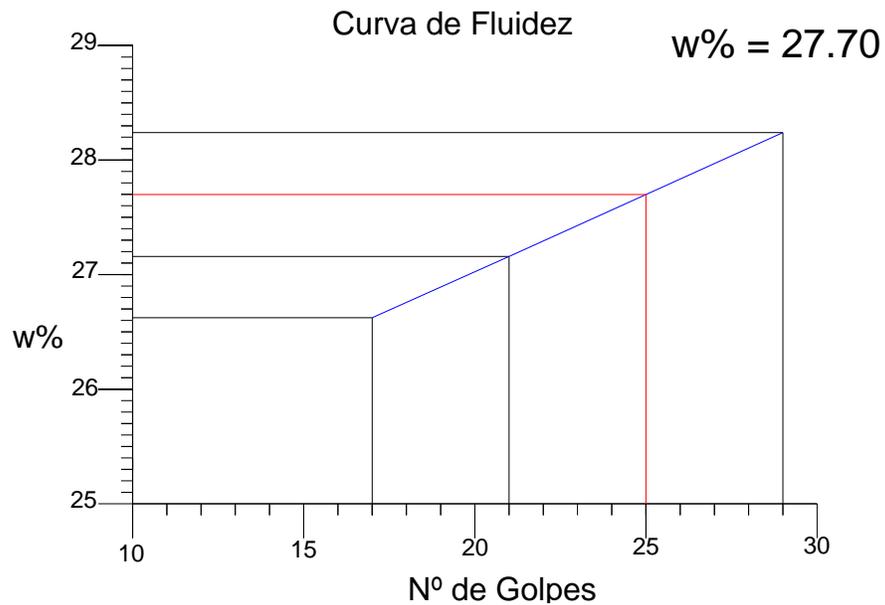


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
 CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: LOT. EL SITIO
 COORDENADA Y 264453.72 COORDENADA X 587936.68
 MUESTRA Nº 38
 PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	29	21	17			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	29.5	22.4	21.3	28.9	21.9	20.8
PESO DE SUELO SECO Y TARA	23.4	18	17.2	24.7	18.8	17.7
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	6.1	4.4	4.1	4.2	3.1	3.1
PESO DE SUELO SECO	21.6	16.2	15.4	22.9	17	15.9
CONTENIDO DE AGUA %	28.24	27.16	26.62	18.34	18.24	19.50

LIMITES %		CLASIFICACION	CL
LIQUIDO	27.70		
PLÁSTICO	18.69		
INDICE DE PLASTICIDAD	9.01		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

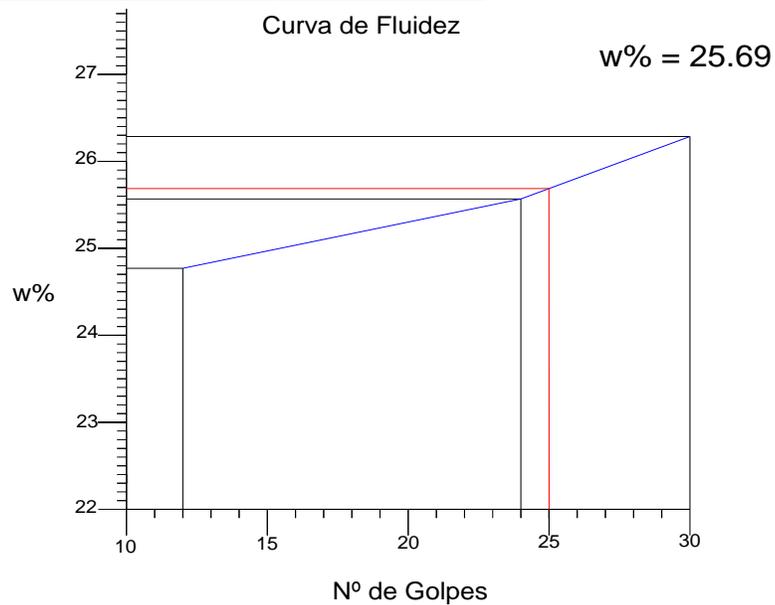


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
 CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: COL LA FLORESTA
 COORDENADA Y 264056.03 COORDENADA X 587478.89
 MUESTRA Nº 39
 PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	30	24	12			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	26.3	18.5	22.8	22.1	19.1	20.1
PESO DE SUELO SECO Y TARA	21.2	15.1	18.6	18.8	16.2	17.1
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	5.1	3.4	4.17	3.3	2.9	3
PESO DE SUELO SECO	19.4	13.3	16.83	17	14.4	15.3
CONTENIDO DE AGUA %	26.29	25.56	24.78	19.41	20.14	19.61

LIMITES %		CLASIFICACION	CL
LIQUIDO	25.69		
PLÁSTICO	19.72		
INDICE DE PLASTICIDAD	5.97		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



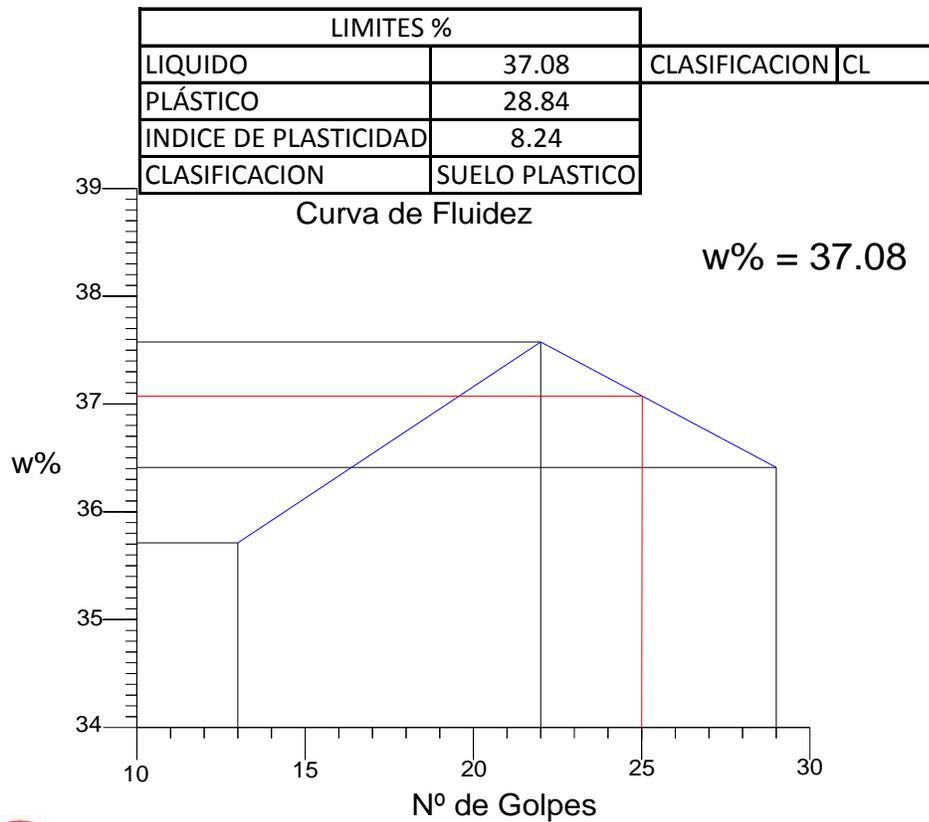
PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
 CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: LOOTIFICACION EL EDEN 1
 COORDENADA Y 265106.01 COORDENADA X 588738.84
 MUESTRA Nº 40
 PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	29	13	22			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	28.4	13.2	22.3	22.8	20.4	23.8
PESO DE SUELO SECO Y TARA	21.3	10.2	16.7	18.1	16.3	18.8
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	7.1	3	5.6	4.7	4.1	5
PESO DE SUELO SECO	19.5	8.4	14.9	16.3	14.5	17
CONTENIDO DE AGUA %	36.41	35.71	37.58	28.83	28.28	29.41



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

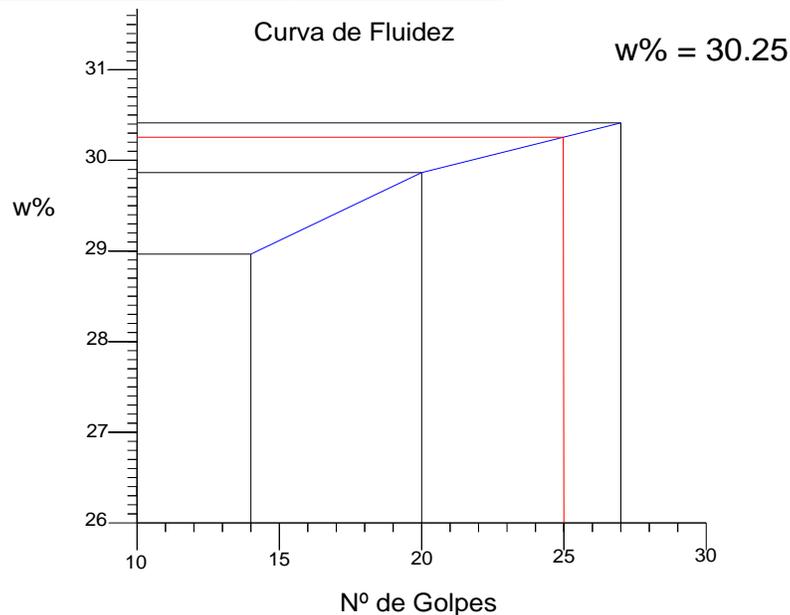


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: COL. LA CONFIANZA
COORDENADA Y 265836.2 COORDENADA X 588498.6
MUESTRA Nº 41
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	27	20	14			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	24.1	20.5	30.3	12.5	15.4	24.8
PESO DE SUELO SECO Y TARA	18.9	16.2	23.9	10.5	12.8	20.6
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	5.2	4.3	6.4	2	2.6	4.2
PESO DE SUELO SECO	17.1	14.4	22.1	8.7	11	18.8
CONTENIDO DE AGUA %	30.41	29.86	28.96	22.99	23.64	22.34

LIMITES %		CLASIFICACION	CL
LIQUIDO	30.25		
PLÁSTICO	22.99		
INDICE DE PLASTICIDAD	7.26		
CLASIFICACION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.



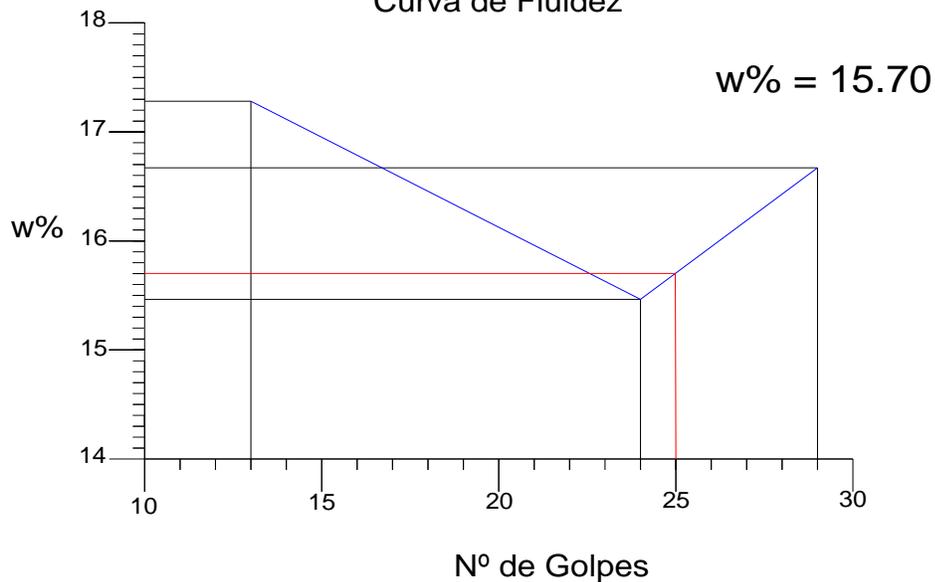
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
 CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: BO. SAN FRANCISCO
 COORDENADA Y 262677.23 COORDENADA X 588748.7
 MUESTRA Nº 42
 PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	29	24	13			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	22.1	24.2	30.3	13.1	15.1	10.3
PESO DE SUELO SECO Y TARA	19.2	21.2	26.1	11.8	13.5	9.2
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	2.9	3	4.2	1.3	1.6	1.1
PESO DE SUELO SECO	17.4	19.4	24.3	10	11.7	7.4
CONTENIDO DE AGUA %	16.67	15.46	17.28	13.00	13.68	14.86

LIMITES %		CLASIFICACION	ML
LIQUIDO	15.70		
PLÁSTICO	13.85		
INDICE DE PLASTICIDAD	1.85		
CLASIFICACION	SUELO PLASTICO		

Curva de Fluidez



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

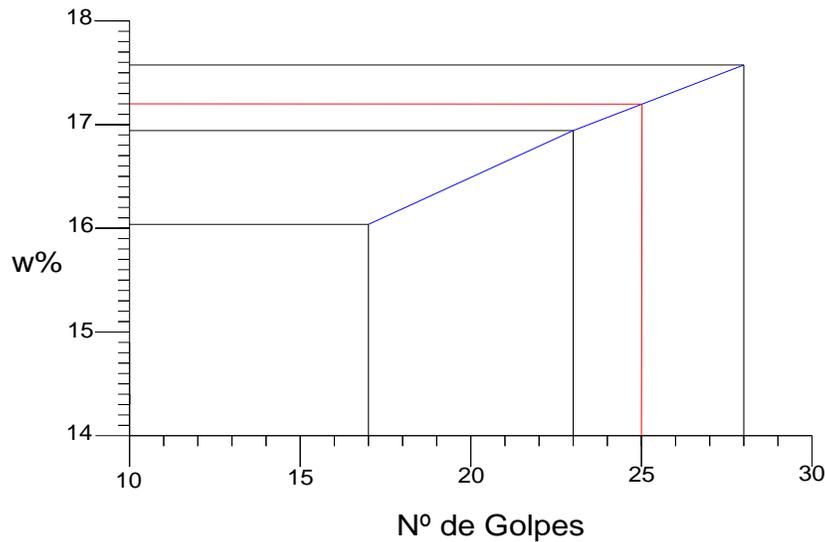
UBICACIÓN: COL. EL PALMAR
COORDENADA Y 263790.63 COORDENADA X 589036.63
MUESTRA Nº 43
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	28	17	23			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	10.5	14.1	23.2	15.3	12.1	28.9
PESO DE SUELO SECO Y TARA	9.2	12.4	20.1	13.5	10.8	25.6
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	1.3	1.7	3.1	1.8	1.3	3.3
PESO DE SUELO SECO	7.4	10.6	18.3	11.7	9	23.8
CONTENIDO DE AGUA %	17.57	16.04	16.94	15.38	14.44	13.87

LIMITES %		CLASIFICACION	ML
LIQUIDO	17.20		
PLÁSTICO	14.56		
INDICE DE PLASTICIDAD	2.64		

Curva de Fluidez

w% = 17.2



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

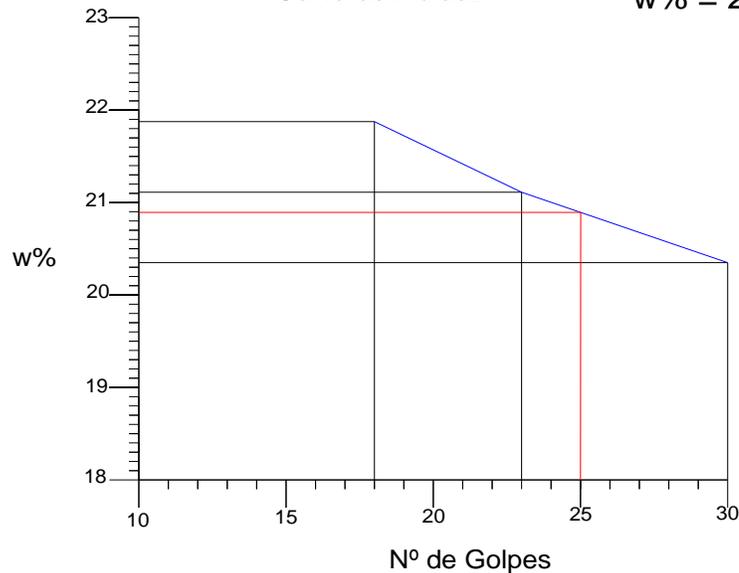
UBICACIÓN: URB. SATELITE DE OTE.
COORDENADA Y 262531.75 COORDENADA X 589714.19
MUESTRA Nº 44
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	18	23	30			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	13.5	12.7	15.4	18.2	13.9	16.8
PESO DE SUELO SECO Y TARA	11.4	10.8	13.1	15.4	11.9	14.2
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	2.1	1.9	2.3	2.8	2	2.6
PESO DE SUELO SECO	9.6	9	11.3	13.6	10.1	12.4
CONTENIDO DE AGUA %	21.88	21.11	20.35	20.59	19.80	20.97

LIMITES %		CLASIFICACION	ML
LIQUIDO	20.89		
PLÁSTICO	20.45		
INDICE DE PLASTICIDAD	0.44		
CLASIFICACION	SUELO PLASTICO		

Curva de Fluidez

w% = 20.89



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.



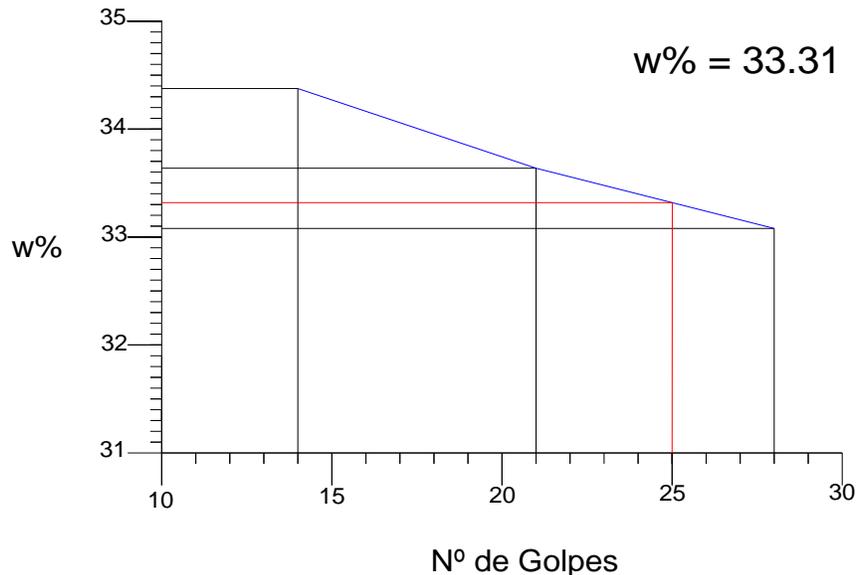
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
 CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: COL BETHANIA
 COORDENADA Y 264210.08 COORDENADA X 589483.29
 MUESTRA Nº 45
 PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	28	14	21			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	18.7	14.7	16.1	20.1	12.5	11.1
PESO DE SUELO SECO Y TARA	14.5	11.4	12.5	15.8	10	8.9
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	4.2	3.3	3.6	4.3	2.5	2.2
PESO DE SUELO SECO	12.7	9.6	10.7	14	8.2	7.1
CONTENIDO DE AGUA %	33.07	34.38	33.64	30.71	30.49	30.99

LIMITES %		CLASIFICACION	ML
LIQUIDO	33.31		
PLÁSTICO	30.73		
INDICE DE PLASTICIDAD	2.58		
CLASIFICACION	SUELO PLASTICO		

Curva de Fluidez



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.



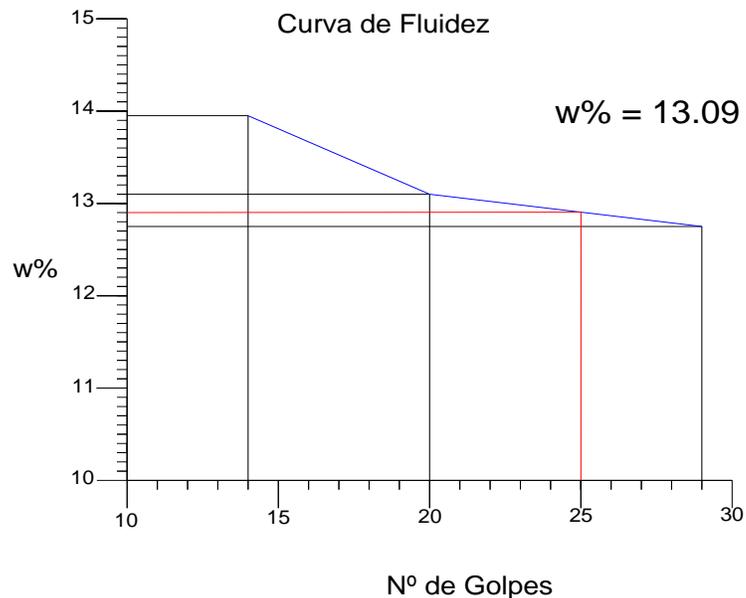
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: COL. URBINA 2
 COORDENADA Y 264167.81 COORDENADA X 590539.83
 MUESTRA Nº 46
 PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	29	20	14			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	13.3	20.8	16.5	18.1	14.3	14.9
PESO DE SUELO SECO Y TARA	12	18.6	14.7	16.5	12.9	13.5
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	1.3	2.2	1.8	1.6	1.4	1.4
PESO DE SUELO SECO	10.2	16.8	12.9	14.7	11.1	11.7
CONTENIDO DE AGUA %	12.75	13.10	13.95	10.88	12.61	11.97

LIMITES %		CLASIFICACION	ML
LIQUIDO	12.90		
PLÁSTICO	11.82		
INDICE DE PLASTICIDAD	1.08		
CLASIFICACION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

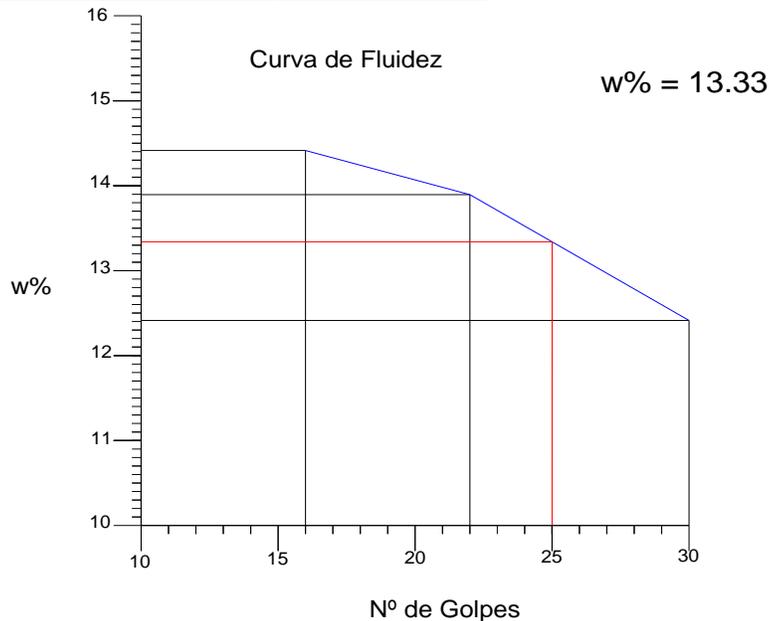


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: COL DOLORES
COORDENADA Y 264702.63 COORDENADA X 590600.05
MUESTRA Nº 47
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	30	16	22			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	18.1	28	14.1	19	20.1	14.1
PESO DE SUELO SECO Y TARA	16.3	24.7	12.6	17.4	18.2	12.9
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	1.8	3.3	1.5	1.6	1.9	1.2
PESO DE SUELO SECO	14.5	22.9	10.8	15.6	16.4	11.1
CONTENIDO DE AGUA %	12.41	14.41	13.89	10.26	11.59	10.81

LIMITES %		CLASIFICACION	ML
LIQUIDO	13.33		
PLÁSTICO	10.88		
INDICE DE PLASTICIDAD	2.45		
CLASIFICACION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.



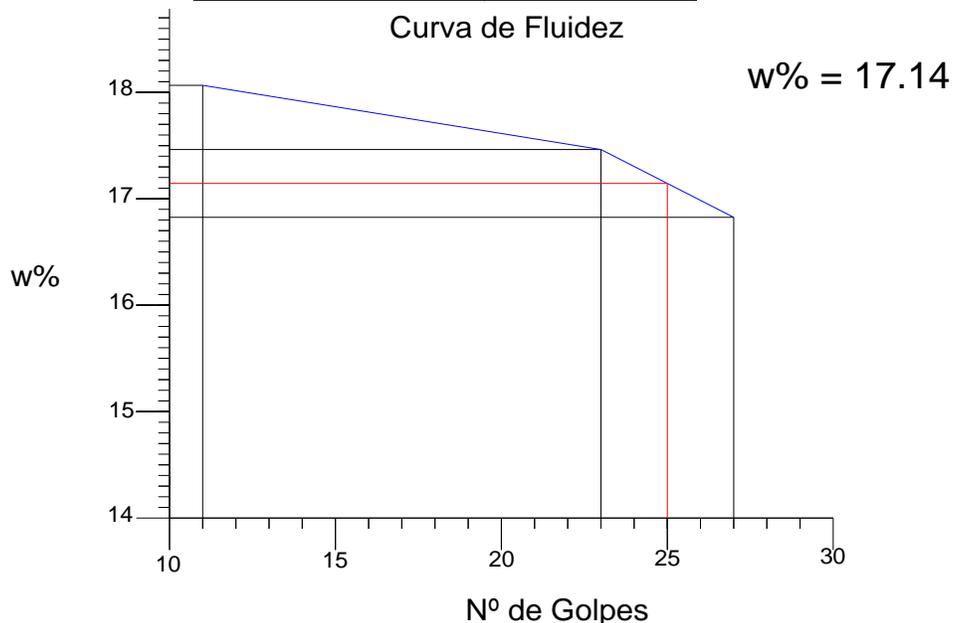
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: COL LA CARMENZA
COORDENADA Y 264198.68 COORDENADA X 591718.78
MUESTRA Nº 48
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	11	27	23			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	18.8	14.3	24	8.6	13.8	10.4
PESO DE SUELO SECO Y TARA	16.2	12.5	20.7	7.7	12.2	9.3
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	2.6	1.8	3.3	0.9	1.6	1.1
PESO DE SUELO SECO	14.4	10.7	18.9	5.9	10.4	7.5
CONTENIDO DE AGUA %	18.06	16.82	17.46	15.25	15.38	14.67

LIMITES %		CLASIFICACION	ML
LIQUIDO	17.14		
PLÁSTICO	15.10		
INDICE DE PLASTICIDAD	2.04		
CLASIFICACION	SUELO PLASTICO		

Curva de Fluidez



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

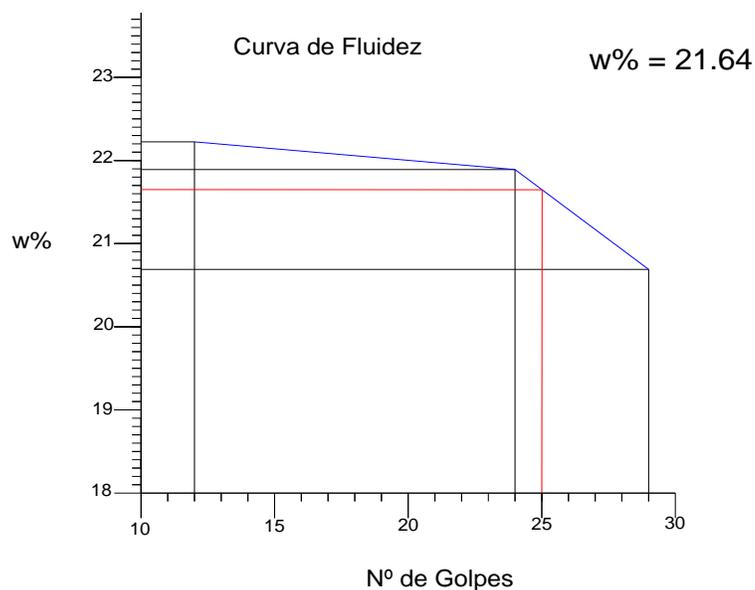


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: LOT. MUNIC. DE HATO NUEVO
COORDENADA Y 264949.11 COORDENADA X 591500.89
MUESTRA Nº 49
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	29	24	12			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	12.3	13.5	23.4	14.6	15.1	15.9
PESO DE SUELO SECO Y TARA	10.5	11.4	19.5	12.4	12.9	13.6
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	1.8	2.1	3.9	2.2	2.2	2.3
PESO DE SUELO SECO	8.7	9.6	17.7	10.6	11.1	11.8
CONTENIDO DE AGUA %	20.69	21.88	22.03	20.75	19.82	19.49

LIMITES %		CLASIFICACION	ML
LIQUIDO	21.64		
PLÁSTICO	20.02		
INDICE DE PLASTICIDAD	1.62		
CLASIFICACION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

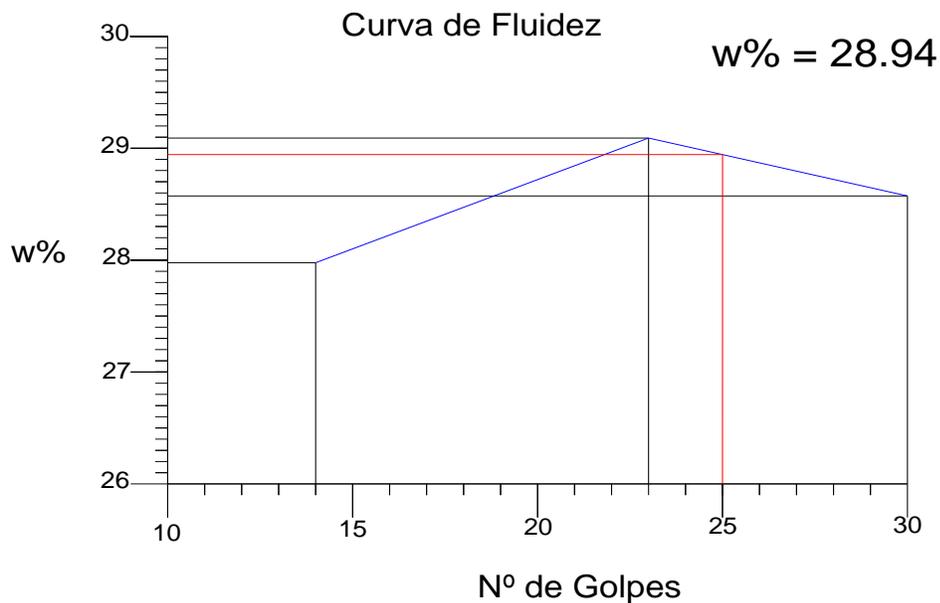


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: LOT. ALAS CAMPOS
COORDENADA Y 265569.78 COORDENADA X 592443.5
MUESTRA Nº 50
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	30	14	23			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	24.3	20.1	30.2	24.9	13.8	20.2
PESO DE SUELO SECO Y TARA	19.3	16.1	23.8	20.3	11.5	16.7
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	5	4	6.4	4.6	2.3	3.5
PESO DE SUELO SECO	17.5	14.3	22	18.5	9.7	14.9
CONTENIDO DE AGUA %	28.57	27.97	29.09	24.86	23.71	23.49

LIMITES %		CLASIFICACION	CL
LIQUIDO	28.94		
PLÁSTICO	24.02		
INDICE DE PLASTICIDAD	4.92		
CLASIFICACION	Suelo Plastico		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

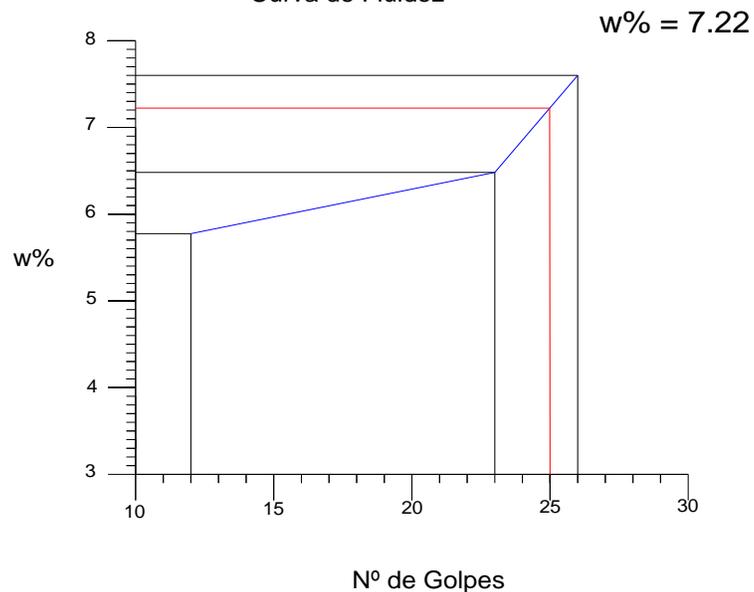
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: COL AGROPECUARIA
 COORDENADA Y 266167.14 COORDENADA X 593080.2
 MUESTRA Nº 51
 PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	26	23	12			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	30.1	28.1	20.1	11.3	22.5	18.6
PESO DE SUELO SECO Y TARA	28.1	26.5	19.1	10.8	21.6	17.8
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	2	1.6	1	0.5	0.9	0.8
PESO DE SUELO SECO	26.3	24.7	17.3	9	19.8	16
CONTENIDO DE AGUA %	7.60	6.48	5.78	5.56	4.55	5.00

LIMITES %		CLASIFICACION	ML
LIQUIDO	7.22		
PLÁSTICO	5.03		
INDICE DE PLASTICIDAD	2.19		
CLASIFICACION	SUELO PLASTICO		

Curva de Fluidez



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

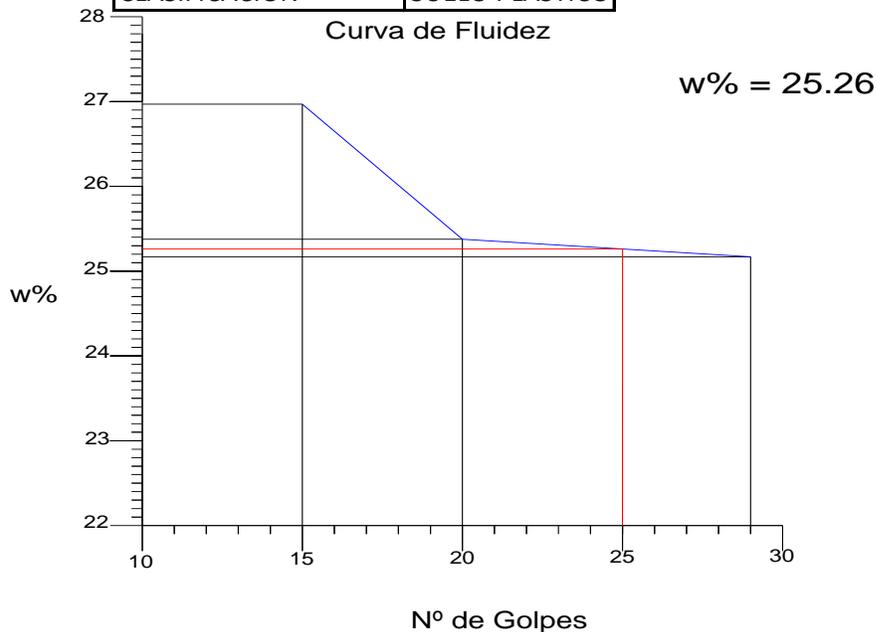


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
 CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: LOT. CUMBRES DE HATO NUEVO
 COORDENADA Y 266465.69 COORDENADA X 592648.34
 MUESTRA Nº 52
 PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	29	15	20			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	21.2	13.1	18.6	20.2	23.5	12.1
PESO DE SUELO SECO Y TARA	17.3	10.7	15.2	17.1	19.7	10.3
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	3.9	2.4	3.4	3.1	3.8	1.8
PESO DE SUELO SECO	15.5	8.9	13.4	15.3	17.9	8.5
CONTENIDO DE AGUA %	25.16	26.97	25.37	20.26	21.23	21.18

LIMITES %		CLASIFICACION	CL
LIQUIDO	25.26		
PLÁSTICO	20.89		
INDICE DE PLASTICIDAD	4.37		
CLASIFICACION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.



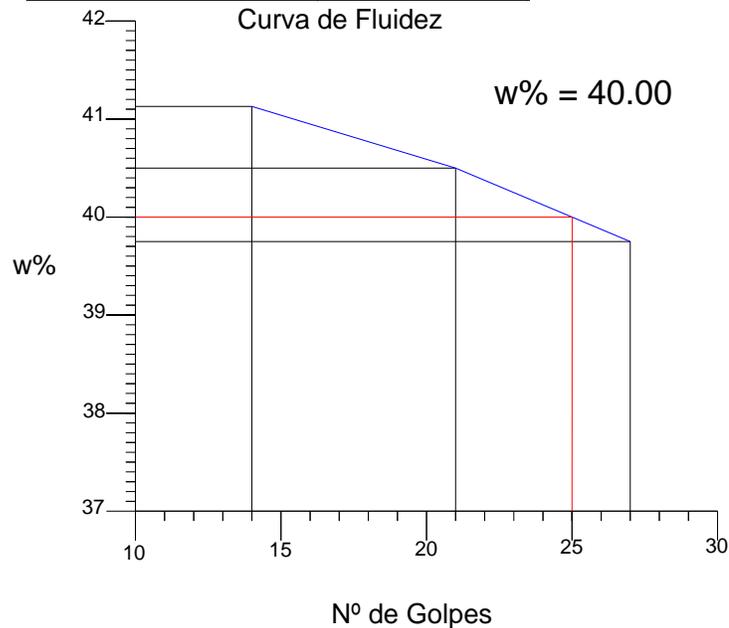
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: LOT. BRISAS DE HATO NUEVO
 COORDENADA Y 266024.88 COORDENADA X 591738.65
 MUESTRA Nº 53
 PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	27	14	21			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	24.3	8.3	18.8	21.4	22.1	8.3
PESO DE SUELO SECO Y TARA	17.9	6.4	13.9	16.4	16.9	6.6
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	6.4	1.9	4.9	5	5.2	1.7
PESO DE SUELO SECO	16.1	4.6	12.1	14.6	15.1	4.8
CONTENIDO DE AGUA %	39.75	41.30	40.50	34.25	34.44	35.42

LIMITES %		CLASIFICACION	CL
LIQUIDO	40.00		
PLÁSTICO	34.70		
INDICE DE PLASTICIDAD	5.30		
CLASIFICACION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.



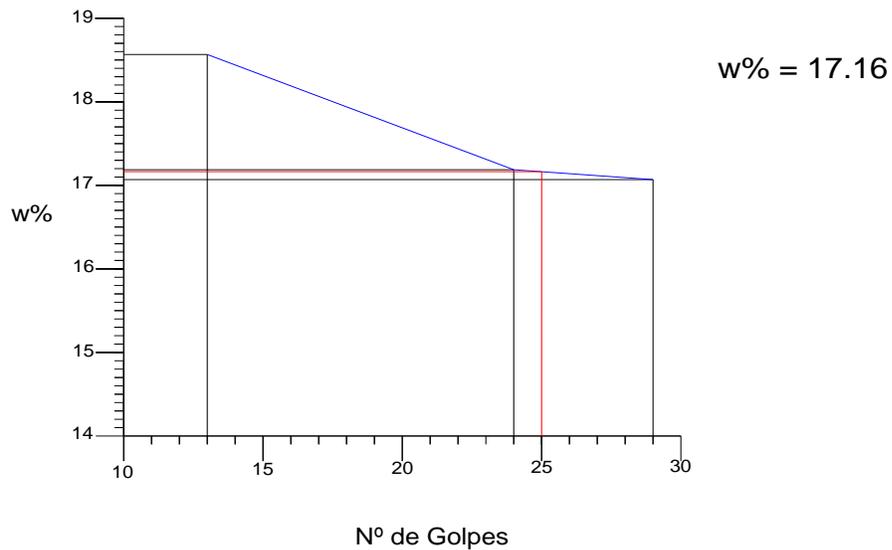
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: COL. URBINA 1
COORDENADA Y 265217.24 COORDENADA X 589979.32
MUESTRA Nº 54
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	24	13	29			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	9.3	15.2	23.8	12.4	17.1	9.8
PESO DE SUELO SECO Y TARA	8.2	13.1	20.6	11.2	15.3	8.8
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	1.1	2.1	3.2	1.2	1.8	1
PESO DE SUELO SECO	6.4	11.3	18.8	9.4	13.5	7
CONTENIDO DE AGUA %	17.19	18.58	17.02	12.77	13.33	14.29

LIMITES %		CLASIFICACION	ML
LIQUIDO	17.16		
PLÁSTICO	13.46		
INDICE DE PLASTICIDAD	3.70		
CLASIFICACION	SUELO PLASTICO		

Curva de Fluidez



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.



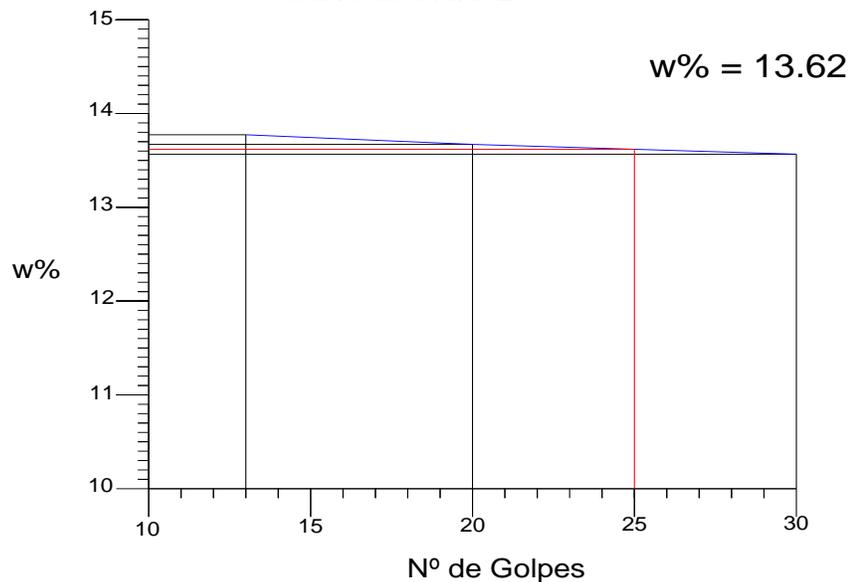
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: LOT. EL REFUGIO
COORDENADA Y 266027.07 COORDENADA X 589348.89
MUESTRA Nº 55
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	20	13	30			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	20.1	14.2	13.6	18	19.6	13.1
PESO DE SUELO SECO Y TARA	17.9	12.7	12.2	16.3	18	12.1
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	2.2	1.5	1.4	1.7	1.6	1
PESO DE SUELO SECO	16.1	10.9	10.4	14.5	16.2	10.3
CONTENIDO DE AGUA %	13.66	13.76	13.46	11.72	9.88	9.71

LIMITES %		CLASIFICACION	ML
LIQUIDO	13.62		
PLÁSTICO	10.44		
INDICE DE PLASTICIDAD	3.18		
CLASIFICACION	SUELO PLASTICO		

Curva de Fluidez



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

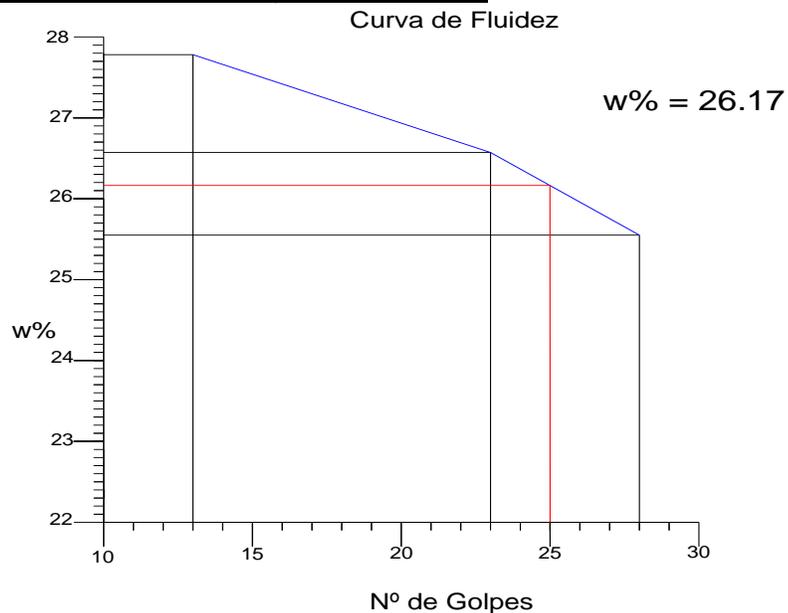


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: LOTIFICACION SANTA FE
COORDENADA Y 262714.53 COORDENADA X 585673.58
MUESTRA Nº 56
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	23	13	28			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	21.1	14	18.5	20.6	23.5	11.3
PESO DE SUELO SECO Y TARA	17	11.4	15.1	15.8	18	8.8
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	4.1	2.6	3.4	4.8	5.5	2.5
PESO DE SUELO SECO	15.2	9.6	13.3	14	16.2	7
CONTENIDO DE AGUA %	26.97	27.08	25.56	34.29	33.95	35.71

LIMITES %		CLASIFICACION	NP
LIQUIDO	26.17		
PLÁSTICO	34.65		
INDICE DE PLASTICIDAD	-8.48		
DESCRIPCION	JELO NO PLASTIC		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

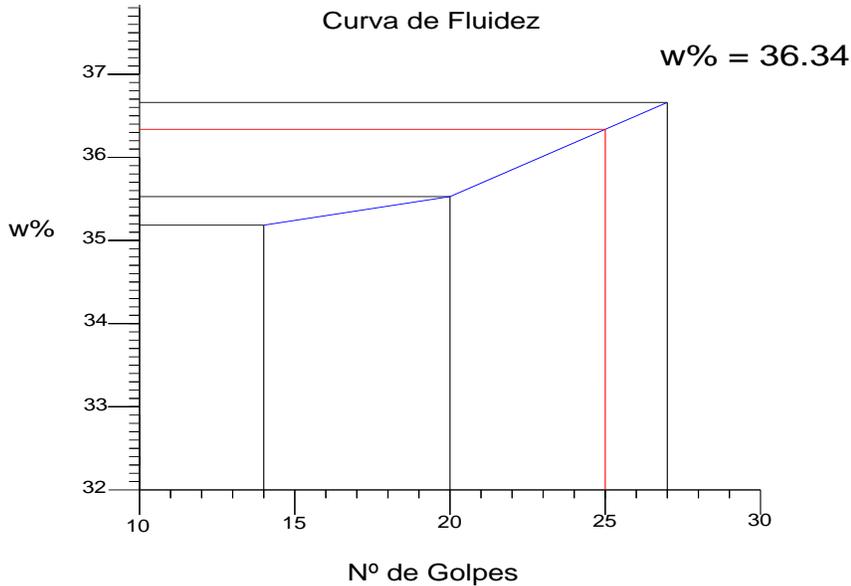


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
 CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: COL BELLA VISTA
 COORDENADA Y 263138.04 COORDENADA X 586651.11
 MUESTRA Nº 57
 PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	20	27	14			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	22.4	17.1	16.4	19.4	14.3	15.6
PESO DE SUELO SECO Y TARA	17	13	12.6	15.3	11.3	12.4
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	5.4	4.1	3.8	4.1	3	3.2
PESO DE SUELO SECO	15.2	11.2	10.8	13.5	9.5	10.6
CONTENIDO DE AGUA %	35.53	36.61	35.19	30.37	31.58	30.19

LIMITES %		CLASIFICACION	CL
LIQUIDO	36.34		
PLÁSTICO	30.71		
INDICE DE PLASTICIDAD	5.63		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.



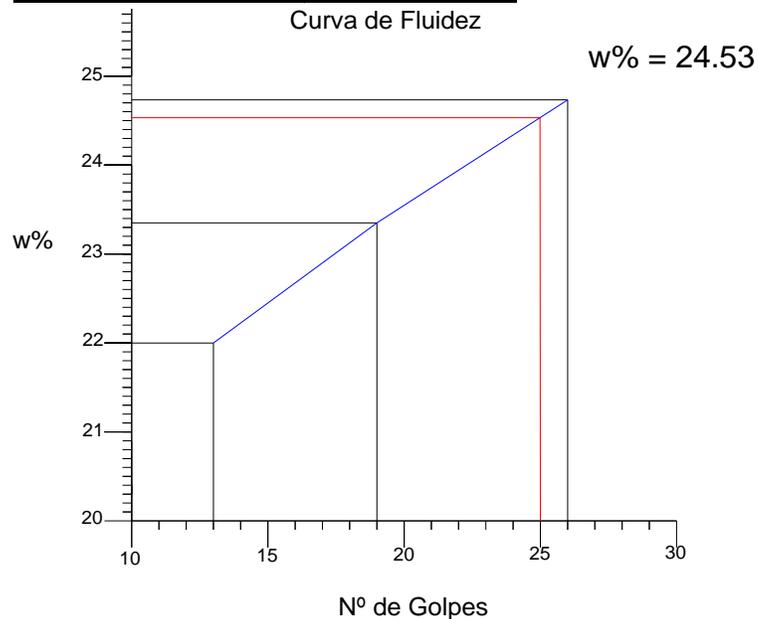
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: LOT. MEDINA
 COORDENADA Y 262364.85 COORDENADA X 586439.05
 MUESTRA Nº 58
 PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	13	19	26			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	20.1	22.4	13.4	19.8	12.2	20.2
PESO DE SUELO SECO Y TARA	16.8	18.5	11.1	15.8	9.9	16.3
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	3.3	3.9	2.3	4	2.3	3.9
PESO DE SUELO SECO	15	16.7	9.3	14	8.1	14.5
CONTENIDO DE AGUA %	22.00	23.35	24.73	28.57	28.40	26.90

LIMITES %		CLASIFICACION	NP
LIQUIDO	24.53		
PLÁSTICO	27.95		
INDICE DE PLASTICIDAD	-3.42		
DESCRIPCION	SUELO NO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

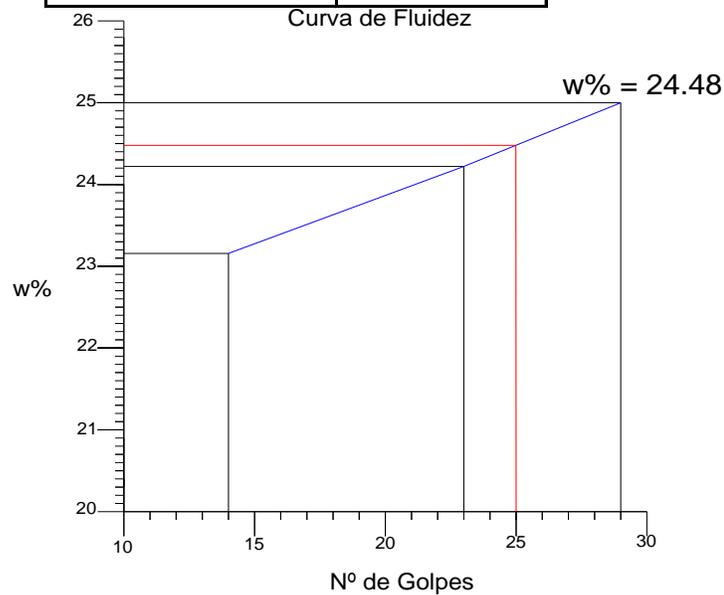


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
 CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: COL CHAPARRASTIQUE 1
 COORDENADA Y 263545 COORDENADA X 587439.69
 MUESTRA Nº 59
 PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	14	23	29			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	13.5	17.7	12.3	11.1	12.4	14.6
PESO DE SUELO SECO Y TARA	11.3	14.6	10.2	9.4	10.5	12.3
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	2.2	3.1	2.1	1.7	1.9	2.3
PESO DE SUELO SECO	9.5	12.8	8.4	7.6	8.7	10.5
CONTENIDO DE AGUA %	23.16	24.22	25.00	22.37	21.84	21.90

LIMITES %		CLASIFICACION	ML
LIQUIDO	24.48		
PLÁSTICO	22.04		
INDICE DE PLASTICIDAD	2.44		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

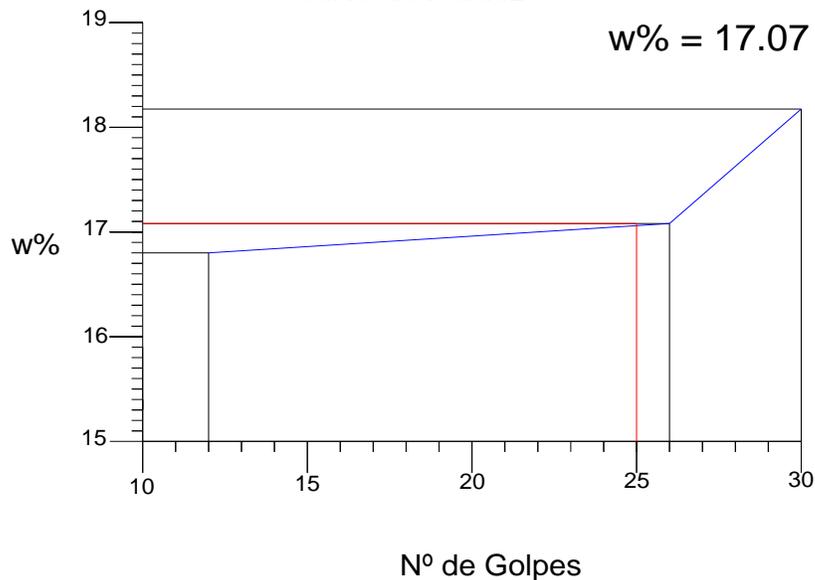
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: COL SAN CARLOS
 COORDENADA Y 263567.26 COORDENADA X 588279.46
 MUESTRA Nº 60
 PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	12	30	26			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	16.4	16.1	11.4	14.4	11.1	14.5
PESO DE SUELO SECO Y TARA	14.3	13.9	10	12.8	9.9	12.9
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	2.1	2.2	1.4	1.6	1.2	1.6
PESO DE SUELO SECO	12.5	12.1	8.2	11	8.1	11.1
CONTENIDO DE AGUA %	16.80	18.18	17.07	14.55	14.81	14.41

LIMITES %		CLASIFICACION	ML
LIQUIDO	17.07		
PLÁSTICO	14.59		
INDICE DE PLASTICIDAD	2.48		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		

Curva de Fluidez



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

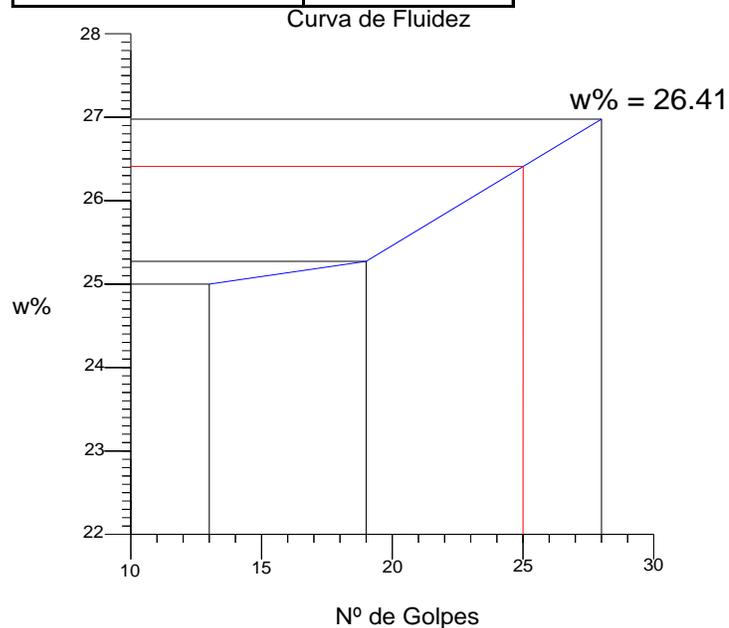


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: COL VISTA HERMOSA
COORDENADA Y 264120.53 COORDENADA X 588725.54
MUESTRA Nº 61
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	28	19	13			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	21.1	18.6	19.3	12.1	14.6	19.8
PESO DE SUELO SECO Y TARA	17	15.2	15.8	10.4	12.3	16.7
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	4.1	3.4	3.5	1.7	2.3	3.1
PESO DE SUELO SECO	15.2	13.4	14	8.6	10.5	14.9
CONTENIDO DE AGUA %	26.97	25.37	25.00	19.77	21.90	20.81

LIMITES %		CLASIFICACION	CL
LIQUIDO	26.41		
PLÁSTICO	20.83		
INDICE DE PLASTICIDAD	5.58		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.



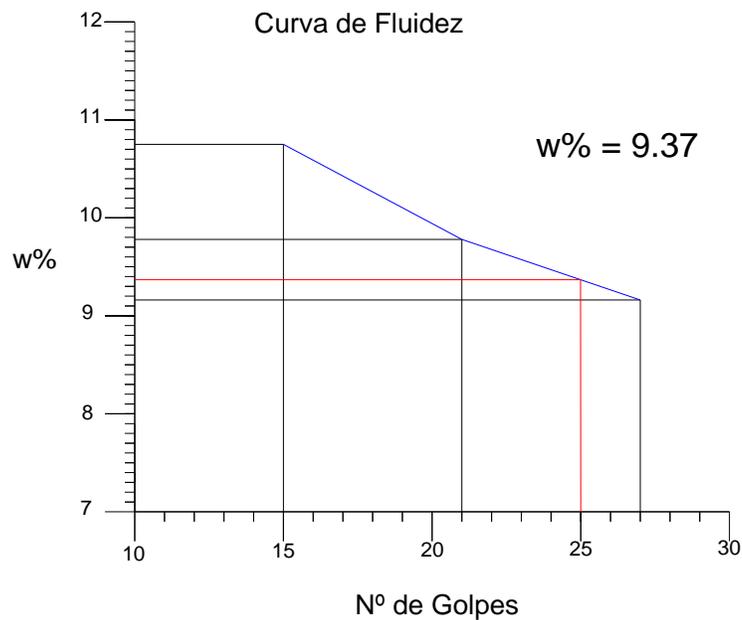
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: COL CIUDAD JARDIN
 COORDENADA Y 262040.27 COORDENADA X 587538.29
 MUESTRA Nº 62
 PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	15	21	27			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	12.1	16.4	16.1	13.1	15.8	14.3
PESO DE SUELO SECO Y TARA	11.1	15.1	14.9	11.9	14.2	12.9
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	1	1.3	1.2	1.2	1.6	1.4
PESO DE SUELO SECO	9.3	13.3	13.1	10.1	12.4	11.1
CONTENIDO DE AGUA %	10.75	9.77	9.16	11.88	12.90	12.61

LIMITES %		CLASIFICACION
LIQUIDO	9.37	
PLÁSTICO	12.47	
INDICE DE PLASTICIDAD	-3.10	
DESCRIPCION	NO PLASTICO	



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

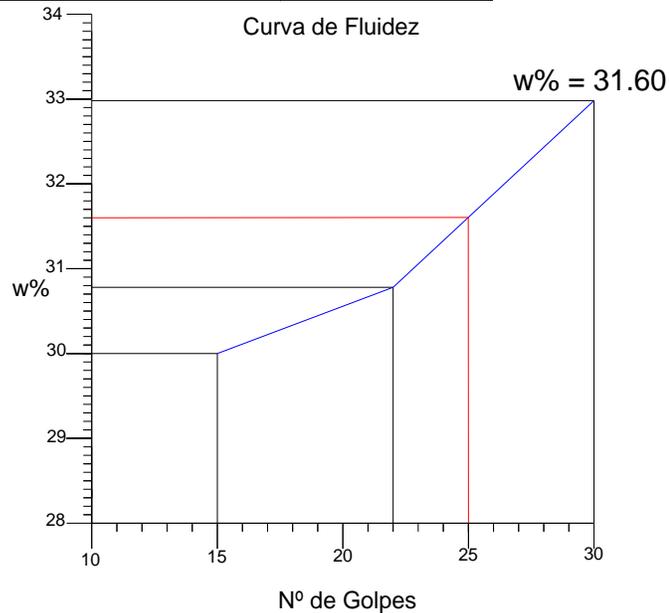


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: URB LOS PINOS
COORDENADA Y 261315.61 COORDENADA X 588582.48
MUESTRA Nº 63
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	30	15	22			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	14.3	13.5	18.8	11.1	23.7	23.5
PESO DE SUELO SECO Y TARA	11.2	10.8	14.8	8.9	18.7	18.5
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	3.1	2.7	4	2.2	5	5
PESO DE SUELO SECO	9.4	9	13	7.1	16.9	16.7
CONTENIDO DE AGUA %	32.98	30.00	30.77	30.99	29.59	29.94

LIMITES %		CLASIFICACION	ML
LIQUIDO	31.60		
PLÁSTICO	30.17		
INDICE DE PLASTICIDAD	1.43		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

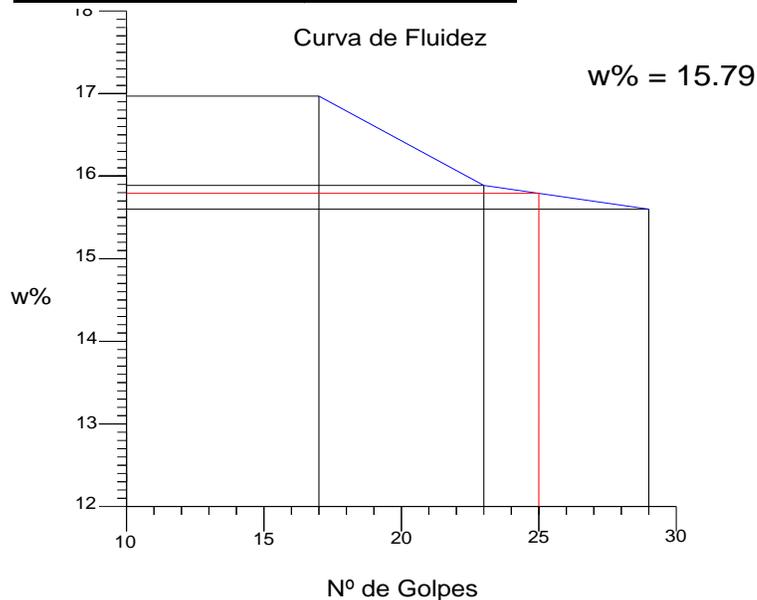


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: COL PANAMERICANA
COORDENADA Y 260701.36 COORDENADA X 589338.5
MUESTRA Nº 64
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	29	17	23			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	18.1	14.9	28.8	19.9	28.8	29.3
PESO DE SUELO SECO Y TARA	15.9	13	25.1	17.8	25.9	26.4
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	2.2	1.9	3.7	2.1	2.9	2.9
PESO DE SUELO SECO	14.1	11.2	23.3	16	24.1	24.6
CONTENIDO DE AGUA %	15.60	16.96	15.88	13.13	12.03	11.79

LIMITES %		CLASIFICACION	ML
LIQUIDO	15.79		
PLÁSTICO	12.32		
INDICE DE PLASTICIDAD	3.47		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

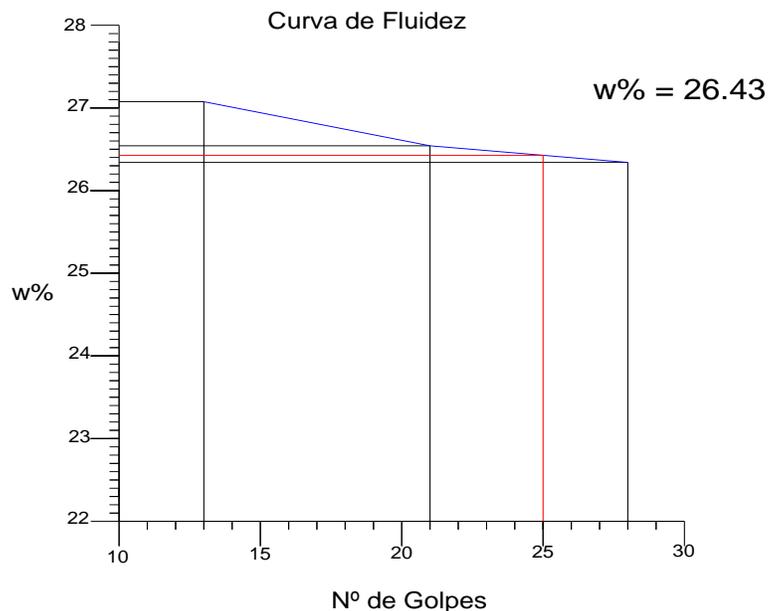


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: URB UNIVERSITARIA
COORDENADA Y 261537.86 COORDENADA X 589849.06
MUESTRA Nº 67
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	14	23	28			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	13.3	11.1	34.2	24.6	23.3	28.9
PESO DE SUELO SECO Y TARA	9.3	7.9	23.2	17.6	16.9	20.6
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	4	3.2	11	7	6.4	8.3
PESO DE SUELO SECO	7.5	6.1	21.4	15.8	15.1	18.8
CONTENIDO DE AGUA %	53.33	52.46	51.40	44.30	42.38	44.15

LIMITES %		CLASIFICACION	CH
LIQUIDO	52.11		
PLÁSTICO	43.61		
INDICE DE PLASTICIDAD	8.50		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

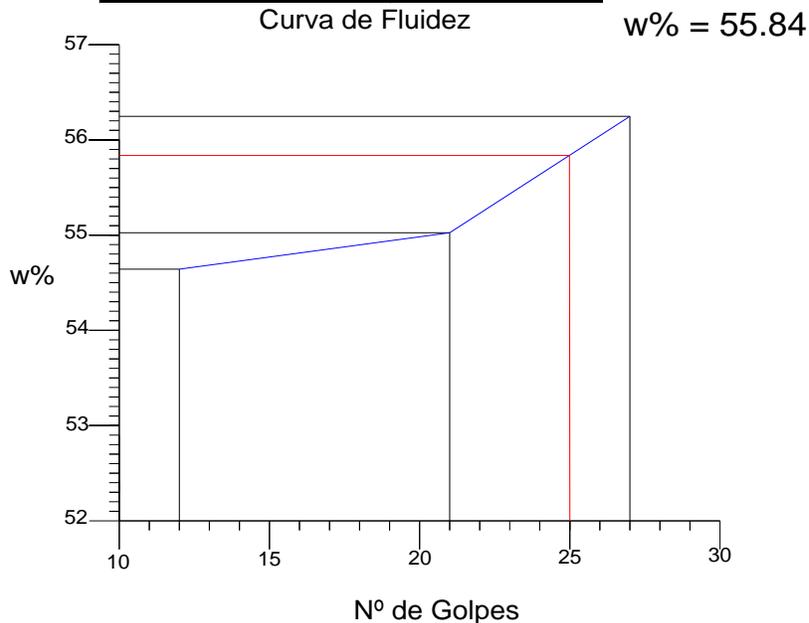


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: URB MARIA JULIA
COORDENADA Y 259488.52 COORDENADA X 590844.13
MUESTRA Nº 66
PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	12	27	21			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	30.1	14.3	23.8	23.1	28.9	20.9
PESO DE SUELO SECO Y TARA	20.1	9.8	15.9	16.3	20.2	14.7
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	10	4.5	7.9	6.8	8.7	6.2
PESO DE SUELO SECO	18.3	8	14.1	14.5	18.4	12.9
CONTENIDO DE AGUA %	54.64	56.25	56.03	46.90	47.28	48.06

LIMITES %		CLASIFICACION	CH
LIQUIDO	55.84		
PLÁSTICO	47.41		
INDICE DE PLASTICIDAD	8.43		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

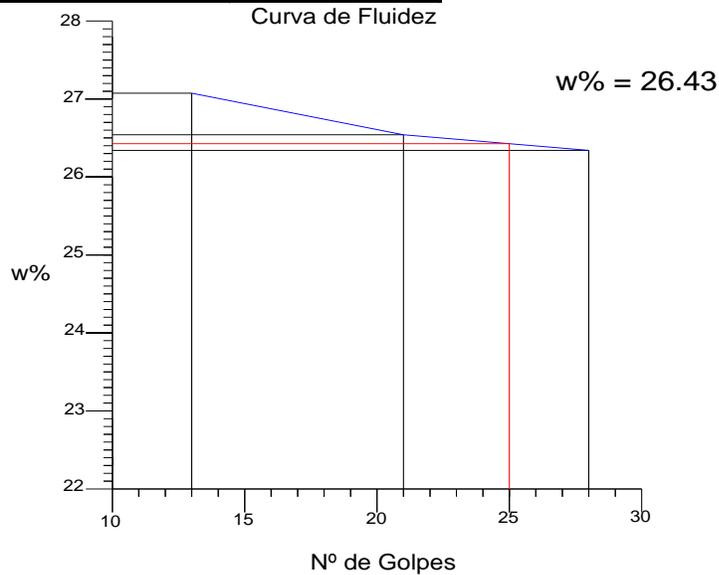


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
 CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: LOT GUZMAN
 COORDENADA Y 261537.86 COORDENADA X 589849.06
 MUESTRA Nº 65
 PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	13	21	28			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	13.3	18.9	30.1	20.2	13.2	28.98
PESO DE SUELO SECO Y TARA	10.8	15.3	24.2	16.6	10.9	23.5
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	2.5	3.6	5.9	3.6	2.3	5.48
PESO DE SUELO SECO	9	13.5	22.4	14.8	9.1	21.7
CONTENIDO DE AGUA %	27.78	26.67	26.34	24.32	25.27	25.25

LIMITES %		CLASIFICACION	ML
LIQUIDO	26.43		
PLÁSTICO	24.95		
INDICE DE PLASTICIDAD	1.48		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.



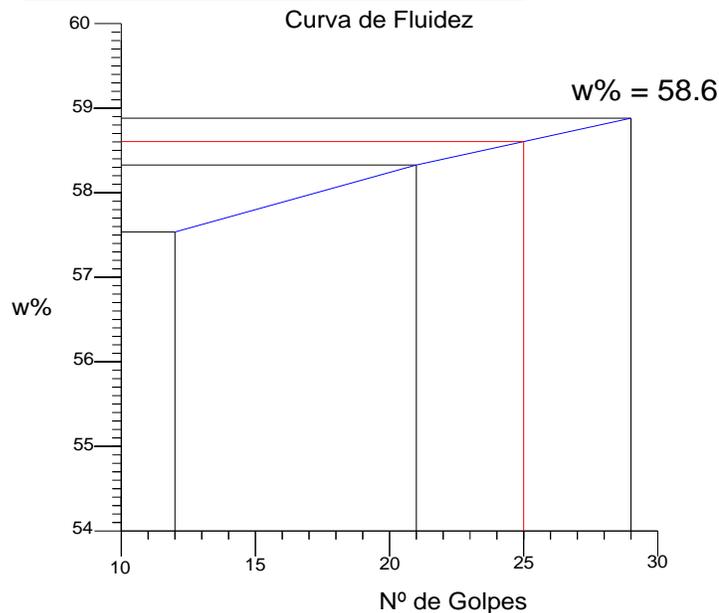
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: URB MARIA JULIA
 COORDENADA Y 258766.92 COORDENADA X 591426.53
 MUESTRA Nº 68
 PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	12	21	29			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	30	15.1	24.2	21.1	13.2	18.8
PESO DE SUELO SECO Y TARA	19.7	10.2	15.9	14.7	9.5	13.2
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	10.3	4.9	8.3	6.4	3.7	5.6
PESO DE SUELO SECO	17.9	8.4	14.1	12.9	7.7	11.4
CONTENIDO DE AGUA %	57.54	58.33	58.87	49.61	48.05	49.12

LIMITES %		CLASIFICACION	CH
LIQUIDO	58.60		
PLÁSTICO	48.93		
INDICE DE PLASTICIDAD	9.67		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.



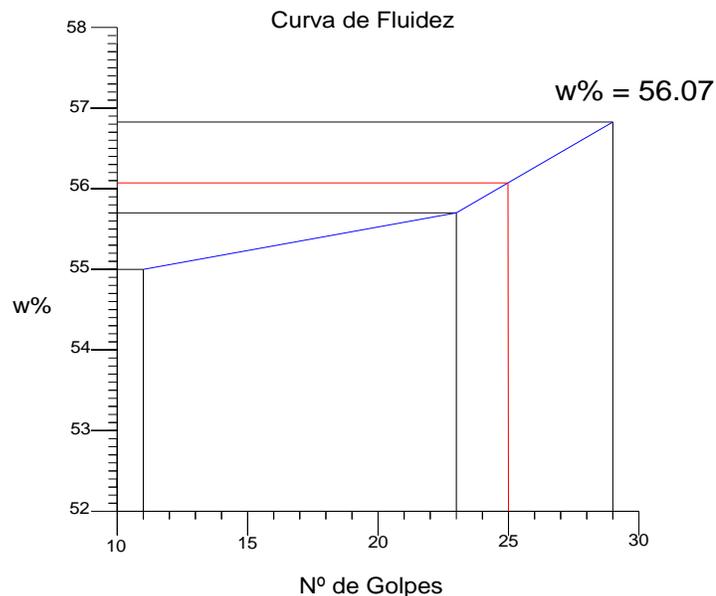
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: COL SILOE
 COORDENADA Y 258766.92 COORDENADA X 591426.53
 MUESTRA Nº 69
 PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	11	23	29			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	11.1	14.1	23.6	20.1	13.1	15.4
PESO DE SUELO SECO Y TARA	7.8	9.7	15.7	14.2	9.4	11
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	3.3	4.4	7.9	5.9	3.7	4.4
PESO DE SUELO SECO	6	7.9	13.9	12.4	7.6	9.2
CONTENIDO DE AGUA %	55.00	55.70	56.83	47.58	48.68	47.83

LIMITES %		CLASIFICACION	CH
LIQUIDO	56.07		
PLÁSTICO	48.03		
INDICE DE PLASTICIDAD	8.04		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

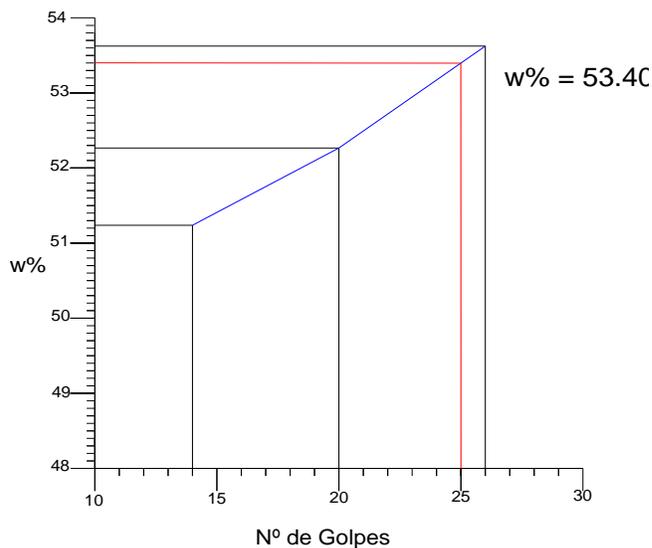
CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: LOT GENESIS
 COORDENADA Y 258226.11 COORDENADA X 591718.57
 MUESTRA Nº 70
 PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	14	20	26			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	20.1	28.6	23	13.9	25	12.1
PESO DE SUELO SECO Y TARA	13.9	19.4	15.6	10.2	18.1	9
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	6.2	9.2	7.4	3.7	6.9	3.1
PESO DE SUELO SECO	12.1	17.6	13.8	8.4	16.3	7.2
CONTENIDO DE AGUA %	51.24	52.27	53.62	44.05	42.33	43.06

LIMITES %		CLASIFICACION	CH
LIQUIDO	53.40		
PLÁSTICO	43.14		
INDICE DE PLASTICIDAD	10.26		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		

Curva de Fluidez



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.

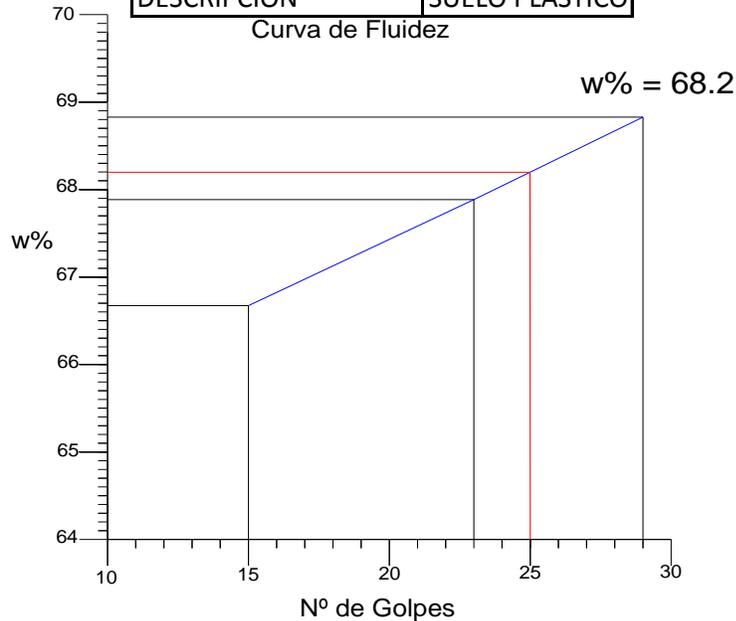


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
 CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: LOT GENESIS
 COORDENADA Y 258120.61 COORDENADA X 590932.83
 MUESTRA Nº 71
 PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	15	29	23			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	32.3	14.8	20.1	23.7	12.3	21.6
PESO DE SUELO SECO Y TARA	20.1	9.5	12.7	15.5	8.4	14.3
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	12.2	5.3	7.4	8.2	3.9	7.3
PESO DE SUELO SECO	18.3	7.7	10.9	13.7	6.6	12.5
CONTENIDO DE AGUA %	66.67	68.83	67.89	59.85	59.09	58.40

LIMITES %		CLASIFICACION	CH
LIQUIDO	68.20		
PLÁSTICO	59.11		
INDICE DE PLASTICIDAD	9.09		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



PROPUESTA PARA LA MACRO - ZONIFICACION DE SUELOS EN LAS URBANIZACIONES DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL MEDIANTE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA EN ESTRATOS DE PROFUNDIDAD DE 80 CM SEGÚN NORMA ASTM D 4318.



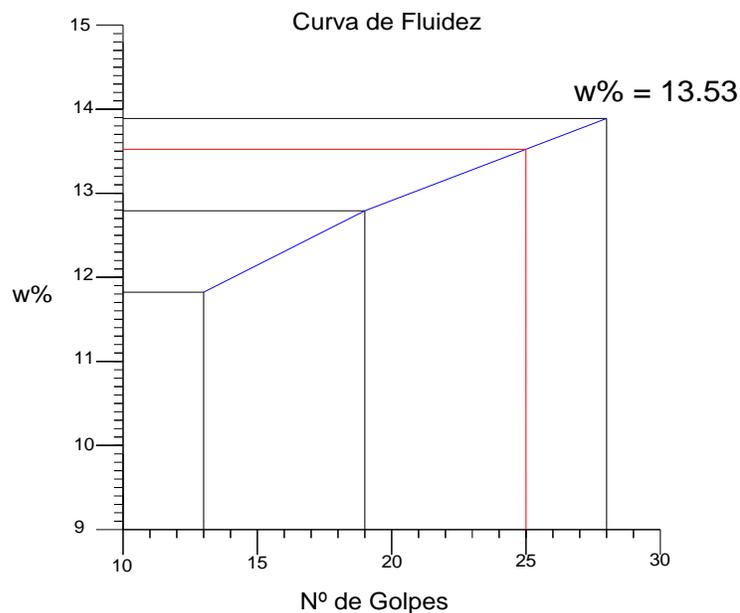
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
CULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA E INDICES NORMA ASTM D-4318

UBICACIÓN: URB ESPAÑA
 COORDENADA Y 261145.24 COORDENADA X 590616.48
 MUESTRA Nº 72
 PROFUNDIDAD 80 CMS

ENSAYO Nº	LIMITE LIQUIDO (kg)			LIMITE PLASTICO (kg)		
	1	2	3	1	2	3
Nº DE GOLPES	13	19	28			
PESO DE SUELO HUMEDO Y TARA	14.1	11.5	14.1	20	22.2	24.8
PESO DE SUELO SECO Y TARA	12.8	10.4	12.6	18.3	20.1	22.4
TARA	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PESO DE AGUA	1.3	1.1	1.5	1.7	2.1	2.4
PESO DE SUELO SECO	11	8.6	10.8	16.5	18.3	20.6
CONTENIDO DE AGUA %	11.82	12.79	13.89	10.30	11.48	11.65

LIMITES %		CLASIFICACION	ML
LIQUIDO	13.53		
PLÁSTICO	11.14		
INDICE DE PLASTICIDAD	2.39		
DESCRIPCION	SUELO PLASTICO		



TRADUCCIÓN LIBRE DE NORMA TÉCNICA ASTM D- 4318



Designación 4318-00

Método estándar de la prueba para

Límite Líquido, Límite plástico e Índice de Plasticidad de los Suelos¹

Este estándar se publica bajo la designación fija D 4318; El número inmediatamente después de la designación, indica el año de adopción original, o en el caso de la revisión, el año de la última revisión. Un número entre paréntesis indica el año de su última re aprobación. Una potencia epsilon (ϵ) indica un cambio redaccional desde la última revisión o re aprobación.

1. Alcance^{*}

- 1.1 Estos métodos de la prueba cubren la determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos definiendo su terminología en la sección 3.
- 1.2 Se proporcionan dos métodos para preparar especímenes de la siguiente manera: Método de preparación mojado, Según lo descrito en 10.1. Método de preparación seco, según lo descrito en 10.2. El método que se utilizará será especificado por la autoridad solicitante. Si no se especifica ningún método utilice el método de preparación mojado.
- 1.2.1 Los límites líquidos y plásticos de muchos suelos a los cuales se les permite sacar antes de la prueba sus valores obtenidos pueden estar

considerablemente diferente que en muestras no-secadas. Sí los límites líquidos y plásticos de suelos se utilizan para correlacionar o para estimar el comportamiento de la ingeniería de suelos en su estado húmedo natural, no se debe permitir secar antes la muestra antes de la prueba a menos que los datos de las muestras secadas se deseen específicamente.

1.3 Se proporcionan dos métodos para determinar el límite líquido de la siguiente manera: Método A, prueba de múltiples puntos según lo descrito en las secciones 11 y 12. Método B, prueba de punto único según lo descrito en las secciones 13 y 14. El método que se utilizará será especificado por la autoridad solicitante. Sí no se especifica ningún método utilice el método A.

1.3.1 El método de múltiples puntos para el límite líquido es más preciso que el de punto único. Se recomienda que el método de múltiples puntos sea utilizado en caso que los resultados de la prueba puedan estar conforme a conflictos, ó donde se requiera la mayor precisión.

1.3.2 No se recomienda el método del punto único para uso de operadores inexpertos porque el método del punto único requiere al operador que esté pendiente cuando el espécimen de la prueba este aproximadamente en su límite líquido.

1.3.3 La correlación en la que se basan los cálculos del método del punto único puede no ser válido para ciertos suelos, tales como suelos orgánicos o suelos de un ambiente marino. Se recomienda fuertemente que el límite líquido de estos suelos sea determinado por el método de múltiples puntos.

1.4 La prueba de límite plástico se realiza en el material preparado para la prueba de límite líquido.

1.5 El límite líquido y el límite plástico de suelos (junto con el límite de contracción) a menudo se refieren colectivamente como los límites de Atterberg. Estos límites distinguieron los límites de los varios estados de consistencia de los suelos plásticos.

1.6 La composición y concentración de sales solubles en un suelo afectan a los valores de los límites líquido y plástico, así como los valores de contenido de agua de los suelos (véase el método D 2216). Se deben

tener consideraciones especiales para suelos de ambientes marinos o de otras fuentes donde las altas concentraciones de sales solubles pueden estar presentes. El grado en que las sales presentes en estos suelos se diluyen o concentrada se le debe dar un cuidadoso examen.

1.7 Los métodos descritos en este documento se llevan a cabo sólo en la parte de un suelo que pase las 425 μm (núm.40) tamiz. Por lo tanto, la contribución relativa de esta parte del suelo para las propiedades de la muestra en su conjunto debe ser considerado cuando se utilizan estas pruebas para evaluar las propiedades de un suelo.

1.8 Los valores indicados en unidades métricas aceptables se consideran como estándar, con las siguientes excepciones. Los valores entre paréntesis son sólo a título informativo.

1.8.1 Las unidades estándar para el probador de resistencia de cubiertas en

Anexo A1 son en pulgadas-libras, no métricas. Los valores métricos dados son sólo a título informativo.

1.9 Esta norma no pretende dirigir todas las problemas de seguridad, si las hay, asociadas con su uso. Es la responsabilidad del usuario de esta norma establecer adecuadas prácticas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reguladoras antes de su uso.

2. Documentos de Referencia

2.1 Normas ASTM:

C 702 Práctica para la Reducción de muestras de campo del tamaño total de Pruebas²

D 75 Práctica para el muestreo de Agregados³

D 420 Guía para la caracterización del sitio de Ingeniería, diseño, y Construcción⁴.

D 653 Terminología relacionada con el suelo, rocas y Contenido de Fluidos⁴

D 1241 Especificaciones para materiales de Sub base suelo-agregado, Base y los cursos de la superficie.

D 2216 Método de prueba para la determinación de laboratorio del agua (Humedad) del suelo y el contenido de de rocas de la masa⁴

D 2487 Práctica para la Clasificación de Suelo con fines de ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)⁴

D 3282 Práctica para la Clasificación de Suelos y del suelo-Total de mezclas para la construcción de carreteras

D 3740 Práctica de los requisitos mínimos para las agencias Dedicada a la prueba y / o inspección de los suelos y rocas como se utiliza en Ingeniería de Diseño y Construcción.

D 4753 Especificaciones para la Evaluación, Selección y Especificación Balanzas y básculas para uso en tierra, las rocas, y Pruebas Relacionadas a Materiales de Construcción

D 6026 Práctica para el uso de dígitos significativos en Datos de Geotécnica

E 11 Especificaciones para tamices de tela de alambre para realizar pruebas

E 177 Práctica para el uso de la precisión de los Términos en Métodos de prueba ASTM

E 691 Práctica para la realización de un estudio en laboratorios para determinar la precisión de un método de prueba

3. Terminología

3.1 Definiciones:

3.1.1 Las definiciones de los términos en esta norma están en acuerdo con la terminología D 653.

3.2 Descripción de términos específicos para esta Norma:

3.2.1 Límites de Atterberg-En un principio, seis "los límites de la coherencia" de los suelos de grano fino se definieron por Albert Atterberg: el límite superior de flujo viscoso, el límite líquido, el límite pegajoso, el límite de la cohesión, el límite plástico, y el límite de la contracción. En el uso de la ingeniería actual, el término se refiere sólo al límite líquido, límite plástico, y en algunas referencias, al límite de contracción.

3.2.2 coherencia- La relativa facilidad con que un suelo puede ser deformada.

3.2.3 límite líquido (LL, WL) el contenido de agua, en porcentaje, de un terreno en el límite definido arbitrariamente entre los semilíquido y los estados plásticos.

3.2.3.1 resistencia al corte sin drenaje Discusión-El de suelo en el límite líquido es considerado como unos 2 kPa (0.28 psi).

3.2.4 límite plástico (PL, wp)-el contenido de agua, en porcentaje, de un suelo en el límite entre el plástico y estados semisólidos.

3.2.5 suelo plástico: un suelo que tiene un rango de contenido de agua y se expone su plasticidad mantendrá su forma en la sequedad.

3.2.6 índice de plasticidad (IP), es el rango de contenido de agua en que un suelo se comporta plásticamente. Numéricamente, es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

3.2.7 índice de liquidez- es la relación, expresada como porcentaje de (1) el contenido de agua de un suelo menos su límite plástico, a (2) su índice de plasticidad.

3.2.8 número de actividad (A), el cociente de (1) índice de la plasticidad para un suelo (2) el porcentaje en masa de las partículas que tienen un diámetro equivalente de menos de 2 μm .

4. Resumen del método de prueba

4.1 El modelo se procesa para eliminar cualquier material retenido sobre 425 μm tamiz (núm. 40). El límite líquido es determinado por los ensayos del espécimen en el que una parte de la muestra se extiende en una taza de latón, dividido en dos por una herramienta ranura dora, y luego se deja fluir a partir de los golpes causados en varias ocasiones dejando caer la copa en un nivel q posee el dispositivo mecánico. El límite líquido multipunto, Método A, requiere tres o más ensayos en un rango de contenido de agua a realizar y los datos de los ensayos de trazado o calculados para hacer una relación de la que el límite líquido se determina. El límite líquido de un punto, Método B, utiliza los datos de dos ensayos en el contenido de agua multiplicado por un factor de corrección para determinar el límite líquido.

4.2 El límite plástico se determina pulsando alternativamente juntos y rodar en un hilo de 3,2 mm (1/8-in.) diámetro de una pequeña porción de suelo plástico

hasta que su contenido de agua se reduce a

un punto en el que el hilo se desmorona y no puede tener más partículas apretadas y rodar de nuevo. El contenido de agua del suelo en este punto se presenta como el límite plástico.

4.3 El índice de plasticidad se calcula como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

5. Significado y Uso

5.1 Estos métodos de ensayo se utilizan como parte integrante de varios sistemas de ingeniería para clasificación y caracterizar el grano fino fracciones de los suelos (véase Prácticas D 2487 y D 3282) y para especificar la fracción de grano fino de materiales de construcción (Véase la especificación D 1241). El límite líquido, límite plástico, y el índice de plasticidad de los suelos también se utilizan ampliamente, ya sea individualmente o en conjunto, con otras propiedades del suelo para correlacionar con el comportamiento de ingeniería tales como compresión, hidráulica conductividad (permeabilidad), compactibilidad, de contracción, y resistencia al corte.

5.2 El límite líquido y plástico de un suelo y el contenido de agua puede ser utilizado para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez. Además, el índice de plasticidad y el porcentaje más fino que el tamaño de las partículas de 2 μm se pueden utilizar para determinar su número de actividad.

5.3 Estos métodos se utilizan a veces para evaluar las características de desgaste de los materiales de rocas arcillosas. Al ser sometido a repetidos ciclos de humedecimiento y secado, los límites líquidos de estos materiales

tienden a aumentar. La cantidad de aumento se considera una medida de la susceptibilidad a la erosión.

5.4 El límite líquido de un suelo que contiene cantidades sustanciales de materia orgánica disminuye drásticamente cuando el suelo está secado al horno antes de la prueba. Comparación del límite líquido de una muestra antes y después del horno de secado por lo tanto puede ser utilizado como una medida cualitativa del contenido de materia orgánica de un suelo (véase Práctica D 2487).

NOTA 1-La calidad de los resultados producidos por esta norma depende de la competencia del personal que lo realiza y la idoneidad de los equipos e instalaciones. Agencias que cumplen con los criterios de la Práctica D 3740, por lo general, se consideran capaces, competentes

y objetivos de prueba / muestreo / inspección / etc. Se advirtió a los usuarios de esta norma que el cumplimiento de la Práctica D 3740 no es en sí seguro y sus resultados no son fiables. Los resultados fiables dependen de muchos factores; Práctica D 3740 proporciona un medio de evaluar algunos de esos factores.

6. Aparatos

6.1 Dispositivo para medir el límite líquido-un dispositivo mecánico que consiste en una taza de latón suspendido de un carro diseñado para el control de su caída sobre una base de goma dura. Fig. La figura 1 muestra las características esenciales y las dimensiones críticas del dispositivo. El dispositivo puede ser operado por cualquiera con una manivela o un motor eléctrico.

6.1.1 Base - Una base de goma dura que tiene un tipo D durómetro dureza de 80 a 90, y la resistencia del rebote de por lo menos 77% pero no más del 90%. Realice pruebas de resistencia en el acabado

base con los pies unidos. Detalles de la base para la medición de la resistencia figuran en el anexo A1.

6.1.2 pies de goma, el apoyo a la base, diseñado para proporcionar aislamiento de la base de la superficie de trabajo, y tener un tipo de Una dureza de durómetro no mayor de 60, medida en el termino de los pies unidos a la base.

6.1.3 Copa, latón, con una masa, incluyendo la suspensión de taza, de 185 a 215 g.

6.1.4 Cam-Diseñado para alzar la copa suave y continuamente a su altura máxima, a una distancia de por lo menos 180 ° de rotación de la leva, sin el desarrollo de un alza o la velocidad a la baja de la copa cuando el seguidor de leva hojas la leva. (El movimiento de la leva preferido es un uniformemente acelerado elevación de la curva.)

NOTA 2-El diseño de la leva y seguidor de la figura. 1 es para la aceleración uniforme

(parabólica) de movimiento después del contacto y asegura que la copa no pierda velocidad. Otros diseños también ofrecen esta función y puede ser utilizado. Sin embargo, si el patrón de elevación de la leva-seguidor no se sabe, cero

velocidad en caída libre puede ser asegurada por cuidado de presentación o el mecanizado de la leva y seguidor de modo que la altura de la taza se mantiene constante durante los últimos 20 a 45 ° de rotación de la leva.

6.1.5 Transporte, construido de una manera que permite conveniente el ajuste seguro de la altura de caída de la copa a 10mm (0,394 pulgadas), y diseñado de tal forma que la suspensión de la taza y taza de asamblea es sólo adjunta al transporte por medio de un pasador desmontable. Véase la figura. 2 para la definición y determinación de la altura de caída de la taza.

6.1.6 Motor Drive (Opcional)-Como una alternativa a la manivela se muestra en la figura. 1, el dispositivo puede estar equipado con un motor para encender la cámara. Este motor tiene que girar la cámara en 2 ± 0.1 revoluciones por segundo y deben ser aislados del resto de dispositivos de soportes de caucho o de alguna otra manera que evita las vibraciones del motor se transmite al

resto

del aparato. Debe estar equipado con un interruptor ON / OFF y un medio de posicionamiento convenientemente la cámara en altura - ajustes de la gota. Los resultados obtenidos con un motor impulsado por dispositivo no deben diferir de los obtenidos mediante un Dispositivo de operación manual.

6.2 Aparato Ranurador: Una herramienta de plástico o metal no corrosivo que tiene las dimensiones indicadas en la figura. 3. El diseño de la herramienta puede variar, siempre y cuando lo esencial las dimensiones se mantienen. La herramienta se puede, pero no es necesario, incorporar el medidor para el ajuste de la altura de caída del dispositivo de límite líquido.

DIMENSIONES

LETRA	A [^]	B [^]	C [^]	E [^]	F	G	H	J [^]	K [^]	L [^]	M [^]
MM	54 ± 0.5	2 ± 0.1	27 ± 0.5	56 ± 2.0	32	10	16	60 ± 1.0	50 ± 2.0	150 ± 2.0	125 ± 2.0
LETRA	N	P	R	T	U [^]	V	W	Z			
MM	24	28	24	45	47 ± 1.0	3.8	13	6.5			

^ DIMENSIONES ESCENCIALES

FIGURA 1 . DISPOSITIVO PARA CALCULAR LIMITE LÍQUIDO

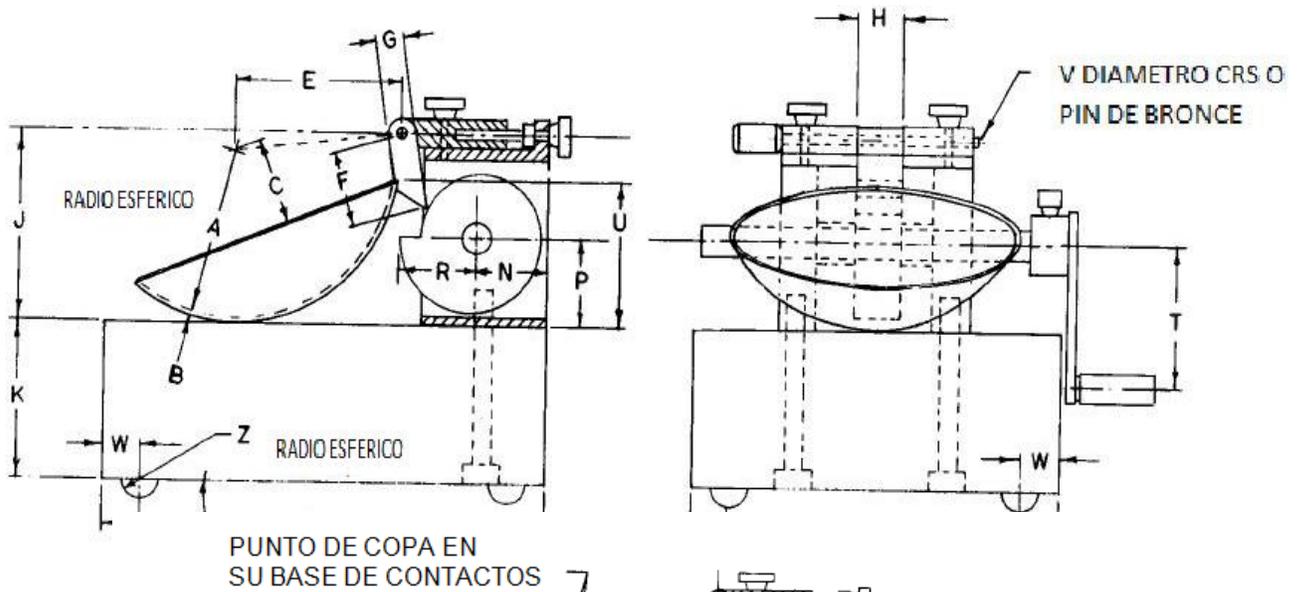


FIGURA 2 CALIBRACION DE LA ALTURA DE CAIDA



DIMENSIONES

LETRA	A [^]	B [^]	C [^]	D [^]	E [^]	F [^]	
MM	2 ± 0.1	11 ± 0.2	40 ± 0.5	8 ± 0.1	50 ± 0.5	2 ± 0.1	
LETRA	G	H	J	K [^]	L [^]	N	
MM	10	MINIMO	13	60	10 ± 0.05	60 DEG ± 0.01 DEG	20

UTO

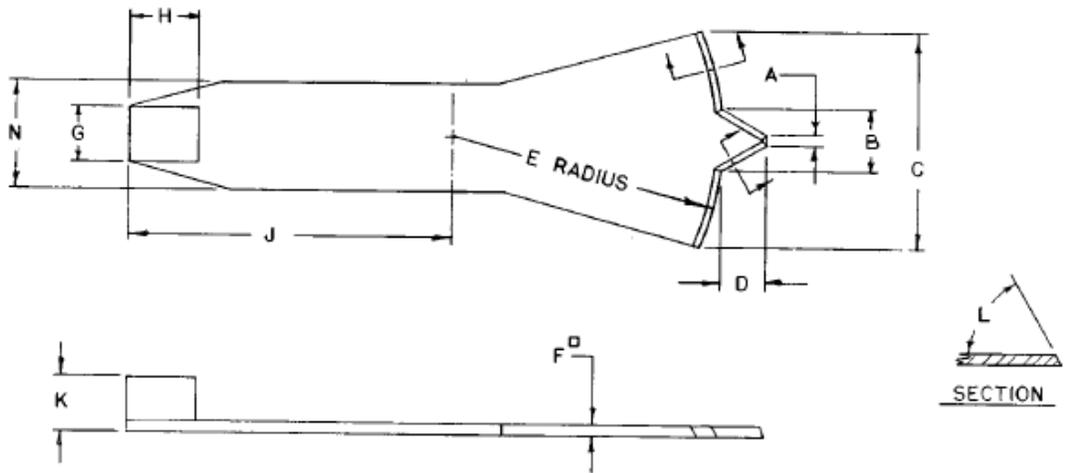
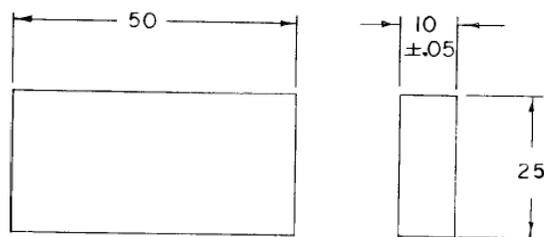


FIGURA 3. HERRAMIENTA RANURADORA (ALTURA DE CAIDA OPCIONAL).



DIMENSION Y MILIMETRO
FIGURA 4. ALTURA DE CAIDA DEL CALIBRADOR

6.3-Calibrador, un metal del bloque calibrador para ajustar la altura de caída de la copa, que tiene las dimensiones indicadas en la figura. 4. El diseño de la herramienta puede variar siempre y cuando el medidor quede firmemente en la base sin ser sensibles al movimiento de balanceo, y el borde

que está en contacto con la taza durante el ajuste es recto, por lo menos 10 mm (8.3 pulgadas) de ancho, y sin bisel o el radio. 6.4 Contenido de agua: contenedores pequeños resistentes a la corrosión recipientes con tapa bien ajustada para los especímenes con contenido de agua. Latas de aluminio o de acero inoxidable de 2,5 cm (1 pulgada) de alto por 5 cm (2 pulgadas) de diámetro son las adecuadas.

6.5 Equilibrio, conforme a la Especificación D 4753, Clase GP1 (legibilidad de 0,01 g). 6.6 Mezcla y almacenamiento de contenedores: contenedores a mezclar la muestra de suelo (material) y almacenar el material preparado. Durante el almacenamiento y mezcla, el depósito no

se contamine el material de cualquier manera, y evitar la pérdida de humedad durante almacenamiento. Una porcelana, vidrio, o un plato de plástico alrededor de 11,4 cm (4 1/2 pulgadas) de diámetro y una bolsa de plástico lo suficientemente grande como para incluir el plato y se pliega es el adecuado.

6.7 Límite plástico:

6.7.1 Colocar la tierra en una placa de vidrio, placa de cristal por lo menos 30 cm (12 pulgadas) cuadrados de 1 cm (3/8 de pulgada) de espesor para las discusiones del límite plástico.

6.7.2 Límite de plástico - Dispositivo de balanceo (opcional) - Un dispositivo acrílico se ajusta a las dimensiones indicadas en la figura. 5^{7,8}. El tipo de papel sin esmaltar adjunta a la parte superior e inferior de la placa de fijación (ver 16.2.2) deberá ser tal que no agrega agentes externos de materia (fibras, fragmentos de papel, etc.) al suelo durante el proceso de laminación.

6.8 Espátula - una espátula o un cuchillo la pílora tiene una lámina de 2 cm (3/4 pulgadas) de ancho, y alrededor de 10 a 13 cm (3-4 pulgadas) de largo.

6.9 Tamiz (s) – Un tamiz de 200 mm (8 pulg.) de diámetro, de 425 µm (núm. 40) tamiz de conformidad con los requisitos de la especificación E 11 y que tiene un borde de al menos 5 cm (2 pulgadas) por encima de la malla. Una de 2.00 mm (N ° 10) se hará una reunión con los mismos requisitos también puede ser que sea necesario.

6.10 lavado de botellas, o un recipiente similar para agregar cantidades controladas de agua en el suelo y las multas de lavado de partículas gruesas.

6.11 Horno de secado, con termostato, de preferencia de el tipo de tiro forzado, capaz de mantener una continua temperatura de 110 ± 5 ° C (230 ± 9 ° F) durante el secado en la cámara.

6.12 Lavado de Pan, redondo, de fondo plano, por lo menos 7,6 cm (3 pulgadas) de profundidad, y un poco más grande en la parte inferior de un 20.3 cm (8 pulg.) de diámetro.

7. Reactivos y materiales

7.1 La pureza del agua El agua destilada-Cuando se hace referencia en este método de ensayo, ya sea agua destilada o desmineralizada se puede utilizar. Ver Nota 7 sobre el uso de agua del grifo.

8. Toma de muestras y muestras

8.1 Las muestras pueden ser tomadas desde cualquier ubicación que satisfice pruebas de necesidades. Sin embargo, las prácticas C 702, D 75 y D 420 deben ser utilizados como guías para la selección y preservación de muestras de varios tipos de operaciones de muestreo. Las muestras en las que muestras se prepararán utilizando el método húmedo de preparación (10.1) se mantendrán a su contenido en agua como en la muestra antes de de preparación.

8.1.1 Cuando las operaciones de muestreo han preservado los recursos naturales

estratificación de la muestra, los diferentes estratos se debe mantener separados y las pruebas realizadas en el estrato de particular interés como la

contaminación con la menor cantidad posible de otros estratos. Cuando una mezcla de materiales se utilizará en la construcción,

combinar los diversos componentes en proporciones tales que la muestra resultante representa el caso de la construcción actual.

DIMENSIONES

IW=100 mm (4 pulg.) más o menos

L=200 (8 pulg.) más o menos

T-arriba-de 10 a 15 mm (3/8 a 1/2 pulg.) o más grueso ver la nota B

T-parte inferior-5mm (1/4 pulg.) o mas grueso

H-Is la altura de los rieles deslizantes que será igual 3.2 mm (1/8 pulg.) más el espesor total del papel sin esmaltar que no está en contacto con la superficie superior o inferior de las guías. La tolerancia en esta altura es $\pm 1/4$ mm ($\pm 1/100$ pulg.) ver la nota C.

W-ver nota A.

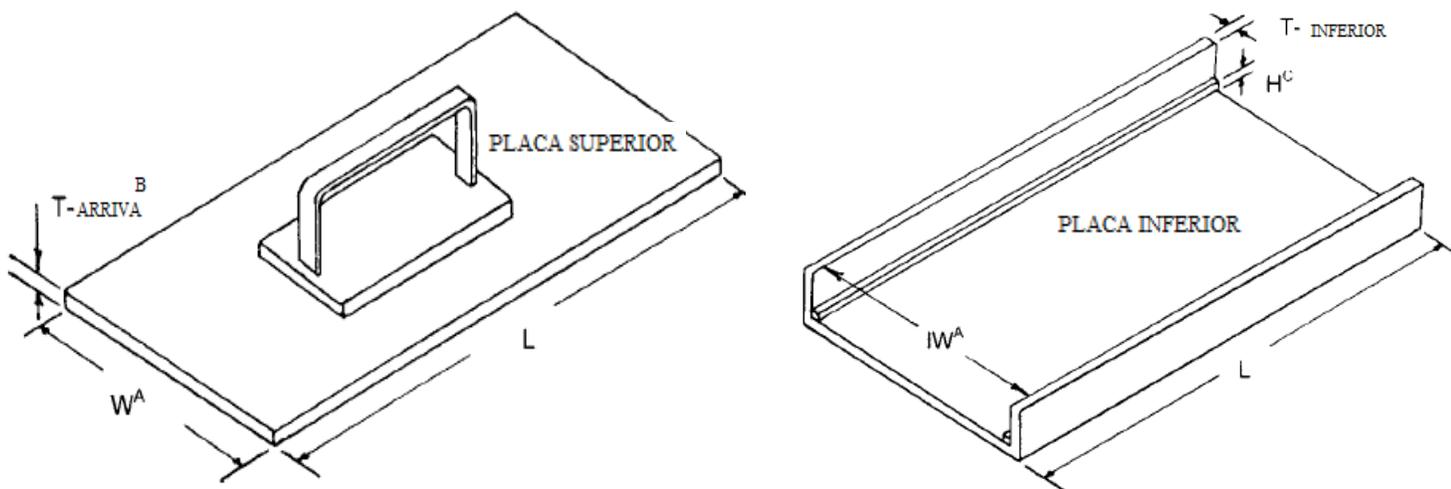


FIG.5 LIMITE LIQUIDO-DISPOSITIVO MOVIL

NOTAS FIG. 5

(A). La tolerancia entre la anchura de la placa superior (W) y la anchura interior de la placa inferior (IW) deberá ser tal que la placa superior se desliza libremente sobre los rieles, sin temblores.

(B). La placa superior deberá ser lo suficientemente rígido para que el grosor de los hilos laminado se encuentra dentro de las tolerancias dadas para la altura del piso del riel (H).

(C). La anchura del carril de las guías se situará entre 3 y 6 mm (1/8 y ¼ pulg.).

8.1.2 Cuando los datos de estos métodos de prueba se utiliza para correlación con otro laboratorio o campo de datos de prueba, utilice el mismo material utilizado para las pruebas que sea posible.

8.2 Modelo-Obtener una porción representativa de la total de la muestra suficiente para proporcionar 150 a 200 g de material pasando el 425 µm (núm. 40) tamiz. Muestras de flujo libre (Materiales) pueden ser reducidas por los métodos de despiece o división. Materiales de flujo o cohesivos no forma gratuita a mezcla bien en una sartén con una espátula o cuchara y una parte representativa de recogidas de la masa total, haciendo uno o varios barridos con una bola a través de la masa mezclada.

9. Calibración de los aparatos

9.1 Inspección del desgaste:

9.1.1 Dispositivo de Límite Líquido-Determinar que el límite líquido dispositivo esté limpio y en buen estado de funcionamiento. Verifica en los siguientes puntos específicos.

9.1.1.1 El desgaste de la Base-La mancha en la base, donde la copa entra en contacto se debe usar no más de 10 mm (8.3 pulgadas) de diámetro. Si el punto de desgaste es mayor que esta, la base puede removerse siempre que el rejuvenecimiento no tiene la base más

delgada de lo especificado en el punto 6.1 y otras distancias relativas se mantienen.

9.1.1.2 El desgaste de la Copa: Vuelva a colocar la taza cuando la herramienta ranuradora ha usado una depresión en la tasa de 0,1 mm (0,004 pulgadas) de profundidad o cuando el borde de la copa se ha reducido a la mitad de su original

de espesor. Verifique que la copa esté bien conectado a la taza suspensión.

9.1.1.3 El desgaste de la Copa de suspensión-Verificar que la suspensión de la taza el pivote no es vinculante y no está desgastado hasta el punto de que permite

más de 3 mm (1/8 de pulgada) el movimiento de lado a lado de los puntos más bajos en el borde.

9.1.1.4 Desgaste de Cámara -La cámara no se debe usar para una medida en que la taza de gotas antes de la suspensión de taza (seguidor de leva) pierde el contacto con la leva.

9.1.2 Herramientas de ranuración - Inspeccione el desgaste de las herramientas de ranurado con frecuencia y regularidad. La rapidez de desgaste depende del material con el que se hace la herramienta, y los tipos de suelos poniendo a prueba. Los suelos que contienen una gran proporción de arena fina las partículas pueden provocar un

rápido desgaste de las herramientas de ranurado, por lo tanto, cuando los estudios con estos materiales, las herramientas deben ser inspeccionados con

más frecuencia que los de otros suelos. NOTA 4 La anchura de la punta de las herramientas de ranurado es conveniente comprobar utilizando una lupa de medición de bolsillo equipado con un milímetro

escala. Lentes de aumento de este tipo están disponibles en la mayoría de la oferta de laboratorio de las empresas. La profundidad de la punta de las herramientas de ranurado se puede comprobar mediante la función de la profundidad de medición de calibradores Vernier.

9.2 Ajuste de la altura de caída-Ajuste de la altura de caída de la copa para que el punto de la copa que viene en contacto con la base se eleva a una altura de $10 \pm 0,2$ mm. Véase la figura.

2 para la ubicación correcta de la goma en relación con la copa en ajuste.

NOTA 5: Un procedimiento conveniente para ajustar la altura de caída es el siguiente: coloque un pedazo de cinta adhesiva en la parte inferior de fuera por vaso paralelo con el eje del pivote de suspensión de la taza. El borde de la cinta debe tener una distancia tal que la suspensión de la taza debe dividir en dos el terreno de la copa y los contactos de la

base. Para tazas nuevas, colocando un pedazo de papel carbón en la base y

permitiendo la copa a caer varias veces marcará el punto de contacto. Adjunte la copa en el dispositivo y vuelta a la manivela hasta que la taza se ha levantado a su altura máxima. Deslice la galga de altura bajo la copa de la parte delantera,

y observar si los contactos de la galga de la taza o la cinta. (Ver fig. 2.) Si la cinta y la copa entran al mismo tiempo en contacto, la altura de caída está lista para ser revisada. Si no es así, modifica la copa hasta que el contacto simultáneo se realice. Revise el ajuste girando la manivela a 2 revoluciones por segundo mientras se mantiene el medidor en la posición en contra de la cinta y la copa. Si un desmayo sonido del timbre o haciendo clic se escucha sin la copa el aumento del calibre, el ajuste es correcto. Si no suena se escucha o si la copa se eleva desde el calibre, reajustar la altura de caída. Tasa en el medidor durante este control del funcionamiento, el eje del seguidor de leva es un desgaste excesivo y las piezas desgastadas deben ser reemplazadas. Siempre quite la cinta después de la finalización de ajuste de la operación.

10. Preparación de muestras de ensayo

10.1 Método de preparación mojado-Salvo que el método seco de preparación de la muestra se especifica (10,2), preparar la muestra para la prueba como se describe en las secciones siguientes.

10.1.1 Material Pasa el tamiz núm.40 (425µm):

10.1.1.1 Determinar por métodos visuales y manuales que la muestra de 8,2 tiene material poco o nada retenido en un tamiz de 425 µm (núm. 40). Si este es el caso, preparar 150-200 g de material mediante la mezcla a fondo con agua destilada o desmineralizada agua en la placa de cristal o un plato de mezcla con la espátula.

Si lo desea, tomar el material en un disco de mezcla y almacenamiento con una pequeña cantidad de agua para ablandar el material antes del comienzo de la mezcla. Si se utiliza el método A, modifique el contenido de agua del material para llevarlo a una consistencia que requerirían cerca de 25 a 35 golpes del dispositivo de límite líquido para cerrar la ranura

(Nota 6). Para el método B, el número de golpes debe estar entre 20 y 30 golpes.

10.1.1.2 Si, durante la mezcla, un pequeño porcentaje de material encontrados que se mantendría en el tamiz 425 µm (núm. 40) , eliminar estas partículas con la mano (si es posible). Si es muy difícil de quitar el material más grueso con la mano, quite un pequeño porcentaje (menos del 15%) de material más grueso el material de trabajo (con la consistencia más arriba) a través de un tamiz de 425- µm. Durante este procedimiento, utilice un pedazo de

caucho láminas, tapón de goma u otro dispositivo conveniente siempre el procedimiento no perjudique el material del tamiz o degradación del mismo que se mantendría si el método de lavado se describe en 10.1.2 fueron utilizados. Si los porcentajes de material grueso se encuentran durante la mezcla, o se considera no factible para eliminar el material más grueso por los procedimientos que acabamos de describir, lave la muestra como se describe en 10.1.2. Cuando las partículas gruesas que se encuentran durante la mezcla son concreciones, conchas, u otras partículas frágiles, no aplastar a estas partículas para hacerlas pasar por un tamiz de 425 µm, pero quitar a mano o mediante un lavado.

10.1.1.3 Coloque el material preparado en la mezcla y almacenamiento en un plato, comprobar su coherencia (ajustar si es necesario), una cubierta para evitar la pérdida de humedad, y dejar reposar (cura) durante al menos 16 horas (Noche). Después del período de pie y antes de que inmediatamente de iniciar la prueba, bien remix del suelo.

NOTA 6-El tiempo necesario para mezclar adecuadamente el suelo puede variar en gran medida, dependiendo de la plasticidad y el contenido inicial de agua. Inicio de los tiempos de mezcla de más de 30 minutos pueden ser necesarios para arcillas rígidas, la grasa.

10.1.2 Material que contiene partículas

retenidas en un tamiz de 425 μm (Núm. 40)

10.1.2.1 Colocar la muestra (ver 8.2) en una bandeja o plato y agregar el agua suficiente para cubrir el material. Deje que el material remojo hasta que todos los bultos se han suavizado y las multas ya no se adhieren a las superficies de las partículas gruesas (Nota 7).

NOTA 7-En algunos casos, los cationes de las sales presentes en el agua del grifo intercambio con los cationes naturales en el suelo y altera significativamente los resultados de la prueba si el agua del grifo se utiliza en las operaciones de remojo y lavado. A menos que se sabe que estos cationes no están presentes en el agua del grifo, destilada o agua desmineralizada debe ser utilizado. Como regla general, el agua que contiene más de 100 mg / L de sólidos disueltos no debe utilizarse ni para operaciones de lavado o prelavado.

10.1.2.2 Cuando el material contiene un gran porcentaje de partículas retenidas en el tamiz de 425 μm (N ° 40) se deberá, realizar la siguiente operación de lavado en incrementos, lavado de no más de 0,5 kg (1 libra) de material a la vez. Coloque en el tamiz de 425 μm una criba en el fondo de la cacerola limpia. Transferencia, sin pérdida de material, la mezcla de suelo-agua sobre el tamiz. Si hay grava o partículas de arena gruesa presentes, enjuague ya que muchos de estos posibles con pequeñas cantidades

de agua se lavan y descartan. Por otra parte, la transferencia de la mezcla de agua del suelo en uno De 2.00 mm (No. 10) se hará una anidado sobre el tamiz de 425 μm , enjuague a través de material fino y retire el tamiz de 2.00 mm. Después de lavado y la eliminación de la mayor cantidad de material más grueso como posible, añadir agua suficiente a la sartén para que el nivel de alrededor de 13 mm (1 / 2 pulgadas) quede por encima de la superficie del tamiz de 425 μm . Agite la mezcla por agitación con los dedos al subir y reducción de la criba en la sartén y remolinos de la suspensión para material fino que se lava de las partículas más gruesas. Desglosar los bultos de tierra fina que no han saciado frotando ligeramente sobre el tamiz con punta de los dedos. Completar la operación de lavado al aumentar el tamiz por encima de la superficie del agua y enjuagar el material retenido con una pequeña cantidad de agua limpia . Deseche el material retenido en el tamiz de 425 μm .

10.1.2.3 Reducir el contenido de agua del material que pasa por el tamiz de 425 μm (N ° 40) se hará hasta que se acerca al límite líquido. La reducción del contenido de agua se puede lograr por una combinación de los métodos siguientes: (a) la exposición al aire corrientes a temperatura ambiente, (b) exponer a corrientes de aire caliente de una fuente, como un secador de pelo eléctrico, (c) decantación clara de agua

en la superficie de suspensión, (d) de filtrado en un Büchner embudo o el uso de velas de filtro, o (e) que drenan en un colador o un plato de yeso de París forrado con alta retentividad⁹, papel de alto filtro. Si un plato de yeso de París es usado, tenga cuidado que el plato no llega a ser excesivamente saturado ya que no absorbe el agua en su superficie. Plato de fondo seco entre usos. Durante la evaporación y enfriamiento, remover el material a menudo es suficiente para evitar el exceso de secado de las franjas y pináculos del suelo en la superficie de la mezcla. Para los materiales que contengan sales solubles, utilice un método de reducción de agua (a o b) que no elimine las sales solubles de la muestra de ensayo.

10.1.2.4 Si es necesario, eliminar el material retenido en el papel de filtro. Mezclar bien este material o el material por encima de la placa de vidrio o en el disco de mezcla con la espátula. Modificando así el contenido de agua de la mezcla, si es necesario, mediante la adición de pequeños incrementos de agua destilada o desmineralizada o permitiendo que la mezcla se seque a temperatura ambiente mientras se mezcla en la placa de vidrio. Si se utiliza el Método A, el material debe estar en un contenido de agua que se requieren entre 25 y 35 golpes de la dispositivo de límite líquido para cerrar el surco. Para Método B, el número de golpes debe estar entre 20 y 30. Golpes, si es

necesario, hay que dejar reposar el material mezclado en el plato de almacenamiento, para cubrir y evitar la pérdida de humedad, por lo menos 16 horas. Después del período de pie e inmediatamente antes de comenzar la prueba, bien remix de la muestra.

10.2 Método de preparación en seco:

10.2.1 Secar la muestra de 8,2 a temperatura ambiente o en un horno a una temperatura no superior a 60 ° C hasta que el suelo o los terrones se pulvericen fácilmente. La Desagregación es acelerada si no se permite que el material se seque completamente. Sin embargo, el material debe tener un aspecto seco cuando este pulverizado.

10.2.2 pulverizar el material en un mortero con un mortero de mano o de alguna otra manera que no cause desglose de las partículas individuales. Cuando las partículas gruesas que se encuentran en la pulverización son, conchas, u otros partículas frágiles, no aplastar estas partículas para hacerlas pasar el tamiz de 425 µm (N ° 40), pero quitar con la mano o por otro medio adecuado, tales como el lavado. Si un procedimiento de lavado se utiliza, siga

10.1.2.1-10.1.2.4.

10.2.3 Separar el material en un tamiz de 425 µm (N ° 40) se hará, sacudiendo el tamiz con la mano para asegurar la separación completa de la fracción más fina. Vuelva a colocar el material

retenido en el tamiz de 425 μm . Al aparato de pulverización y repetir la pulverización y la operación de tamizado. Pare este procedimiento cuando la mayor parte de la muestra de materiales ha sido desglosada y los materiales conservados en el tamiz de 425 μm se componen de partículas individuales.

10.2.4 Coloque el material retenido en la malla de 425 μm (N ° 40) se hará después de las últimas operaciones de pulverización en un plato y disfrutar en un pequeña cantidad de agua. Revuelva la mezcla y la transferencia a un tamiz de 425 μm , cogiendo el agua y todas las partículas suspendidas en la bandeja de lavado. Vierta esta suspensión en un recipiente lleno del suelo seco previamente tamizados a través del tamiz de 425 μm . Deseche el material retenido en el tamiz de 425 micras.

10.2.5 Proceder como se describe en 10.1.2.3 y 10.1.2.4. Método MULTIPUNTO límite líquido-MÉTODO A

11. Procedimiento 11.1 a fondo remix la muestra (suelo) mezclándolo en la copa, y si es necesario, ajustar su contenido de agua hasta que la constante requiera alrededor de 25 a 35 golpes del límite líquido dispositivo para cerrar el surco. Usando una espátula, coloque una parte (s)

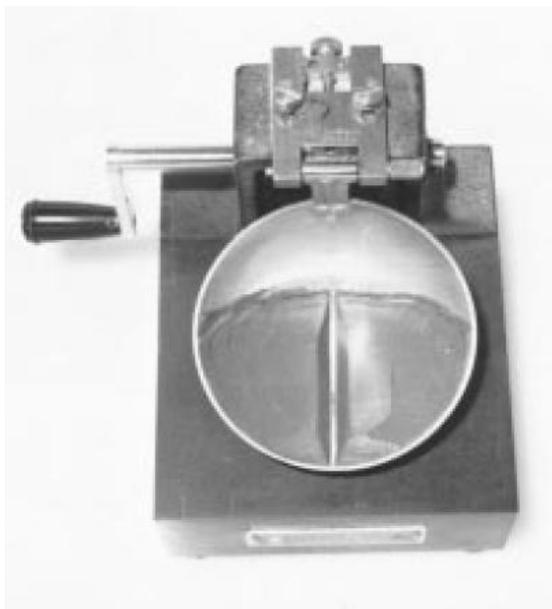
de la tierra preparada en la taza del dispositivo de límite líquido en el punto donde la copa se apoya en la base, apretar hacia abajo, y extender en la taza a una profundidad de unos 10 mm en su punto más profundo y va disminuyendo hasta formar una superficie aproximadamente horizontal.

Tenga cuidado de eliminar las burbujas de aire de la palmadita del suelo, sino que forman los patrones con los menos golpes posibles. Mantenga la tierra sin utilizar en el disco de mezcla y almacenamiento. Cubra el plato con una toalla húmeda (o recurrir a otros medios) para retener la humedad en el suelo.

11.2 Forma un surco en el suelo dibujando patrones de la herramienta, borde biselado hacia adelante, a través del suelo en una línea que une los punto más alto al punto más bajo en el borde de la taza. Cuando el corte de la ranura, mantenga la herramienta de ranurado contra la superficie de la copa y dibuje un arco, el mantenimiento de la herramienta es perpendicular a la superficie de la copa a través de su movimiento. Véase la figura. 6.

En los suelos donde un surco no se puede hacer de un solo golpe, sin romper el suelo, cortar la ranura con varios golpes de la herramienta ranuradora. Por otra parte, corte la ranura a poco menos de dimensiones requeridas con una espátula y el uso de la herramienta de

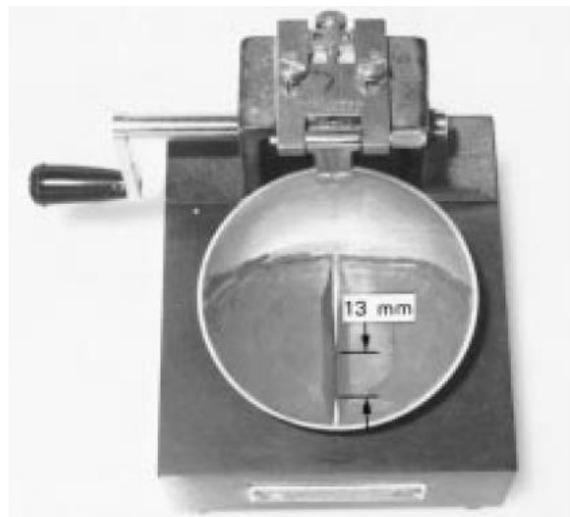
ranurado para traer la ranura a las dimensiones finales. Tenga mucho cuidado para evitar el deslizamiento de la palmadita del suelo en relación con la superficie de la copa. 11.3 Verificar que no haya migajas del suelo presentes en la base o la parte inferior de la copa. Levante y coloque la



11.4 Verificar que una burbuja de aire no ha causado un cierre prematuro de la ranura por la observación de que ambos lados de la ranura han confluido con aproximadamente la misma forma. Si un burbuja ha provocado el cierre prematuro de la ranura, la reforma del suelo en la copa se hace, añadiendo una pequeña cantidad de suelo para compensar lo que perdió en la operación de ranurado y repetir 11.1-11.3. Si el suelo en la superficie de la copa, repita 11,1-11,3 si hay un mayor contenido de agua. Si,

taza girando la manivela a un ritmo de 1,9 a 2,1 gotas por segundo hasta que los dos mitades de la palmadita del suelo entren en contacto en la parte inferior del surco a lo largo de una distancia de 13 mm (2.1 pulgadas). Véase la figura. 7.

después de varios ensayos es cada vez



más elevado el contenido de agua, los patrones del suelo continúa su caída en la taza o si el número de golpes necesarios para cerrar la ranura es siempre menor de 25, hacer la constancia de que el límite líquido no se pudo determinar, y el informe del suelo como no plástico sin realizar la prueba de límite plástico.

11.5 Registrar el número de golpes, N, necesario para cerrar la ranura. Quite un trozo de tierra de aproximadamente el ancho de la espátula, que se extiende de borde a borde de la torta del suelo a la derecha de los ángulos de la ranura e incluyendo la parte de la ranura de que la tierra fluían juntas, colóquelo en un

recipiente de masa conocida, y cubierta.

11.6 Retorno del suelo que queda en la taza al plato. Lavar y secar la herramienta taza y ranurado y vuelva a colocar la taza para la siguiente prueba.

11.7 remix la muestra del suelo en todo el plato añadiendo agua destilada para aumentar el contenido de agua del suelo y

disminuir el número de golpes necesarios para cerrar el surco. Repita 11.01 a 11.06 durante al menos dos ensayos adicionales produciendo números sucesivamente más bajo de golpes para cerrar el surco. Uno de los ensayos será de un cierre que requiere 25 a 35 golpes, uno para el cierre de entre 20 y 30 golpes, y un ensayo para un cierre que requiera 15 a 25 golpes.

11.8 Determinar el contenido de agua, W_n , de la muestra del suelo de cada ensayo, de conformidad con el Método de Ensayo D 2216.

11.8.1 Determinación de las masas iniciales (contenedor más peso húmedo del suelo) debe ser realizado inmediatamente después de la finalización de la prueba. Si la prueba se interrumpe por más de 15 minutos, determinar la masa de las muestras del contenido de agua ya obtenidos en el momento de la interrupción.

12. Cálculo

12.1 Representar la relación entre el contenido de agua, W_n , y el

correspondiente número de golpes, N , de la copa en un gráfico semi-logarítmico con el contenido de agua en ordenadas en

la escala aritmética, y el número de golpes en abscisas en una escala logarítmica. Dibuje la mejor línea recta a través de los tres o más puntos marcados.

12.2 Tomar el contenido de agua que corresponde a la intersección de la línea con el eje de abscisas 25 golpes como el límite de líquidos del suelo y vuelta al número entero más próximo. Computacional.

Los métodos pueden ser sustituidos por el método gráfico para el montaje una línea recta a los datos y la determinación del límite líquido.

LIMITE LIQUIDO-MÉTODO B UN PUNTO

13. Procedimiento

13.1 Proceder como se describe en 11,1 11,5 salvo que el número de golpes necesarios para cerrar el surco será de 20 a 30.

Si es menos de 20 o más de 30 golpes se requieren, ajustar el contenido de agua del suelo y repetir el procedimiento.

13.2 Inmediatamente después de retirar una muestra de contenido de agua como se describe en el 11,5, la reforma del suelo en la copa, se hace añadiendo una pequeña cantidad de suelo para compensar la que perdió en el ranurado y para orientar el contenido de agua del muestreo. Repita 11.02 a 11.05, y, si el segundo cierre de la ranura requiere el mismo número de golpes o no se

diferencia más de dos golpes, elegir otro contenido de agua para la muestra. De lo contrario, mezclar la muestra completa y repetir.

NOTA 9-secado excesivo o inadecuado de la mezcla hará que el número de golpes pueda variar.

13.3 Determinar el contenido de agua de las muestras de acuerdo con un 11,8.

14. Cálculo

14.1 Determinar el límite líquido para cada contenido de agua de las muestras utilizando una de las siguientes ecuaciones:

$$LL^n = W^n \cdot \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121} \quad \text{ó}$$

$$LL^n = k \cdot W^n$$

Donde:

LLn = es un porcentaje de un punto para determinar un juicio del límite líquido.
N = número de golpes que causa el cierre de la ranura para dicha prueba prueba,

Wn = porcentaje de contenido de agua para el juicio dado, y

k = factor en la Tabla 1.

14.1.1 El límite líquido, LL, es el promedio de la prueba de dos valores de límite líquido, a la número entero más próximo (sin la designación por ciento).

14.2 Si la diferencia entre los dos ensayos de límite líquido su valore es mayor que un punto porcentual, repita la prueba como

se describe en el 13,1 por 14.1.1.

LÍMITE PLÁSTICO

15. Preparación de muestras de ensayo
15.1 Seleccionar una porción de 20 gramos o más de suelo a partir del material

preparado para la prueba de límite líquido, ya sea, después de la segunda mezcla

antes de la prueba, o de la tierra que queda después de la finalización de la prueba de límite líquido. Reducir el contenido de agua del suelo a una coherencia en la que se puede rodar sin pegarse a las manos mediante la difusión o la mezcla continuamente en la placa de vidrio o en el disco de mezcla y almacenamiento. El proceso de secado puede ser acelerado por la exposición del suelo a la corriente de aire de un ventilador eléctrico, o con papel secante, que no añade fibra al suelo. De papel, como papel toalla o una superficie dura papel de alta resistencia a la humedad donde el filtro es el adecuado.

16. Procedimiento

16.1 A partir de este modelo de límite plástico, seleccionar de 1,5 a 2,0 g de las porciones. Forma la parte seleccionada en una masa elipsoidal.

16.2 Hacer la masa del suelo por uno de los métodos siguientes

(Mano o dispositivo móvil):

CUADRO 1 Factores para la obtención de Límite Líquido de Contenido de agua y número de gotas que causa el cierre de Groove

NUMERO DE GOLPES (Number of Drops)	FACTOR DE LIMITE LIQUIDO (Factor for Liquid Limit)
20	0.973
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

16.2.1 Método de mano-Roll la masa entre la palma o los dedos y la placa de vidrio esmerilado con presión apenas suficiente

para rodar la masa en un hilo de diámetro uniforme en toda su longitud (véase la Nota 10). El hilo conductor será más deformado por cada movimiento de manera que su diámetro llega a 3,2 mm (1 / 8 de pulgada), teniendo no más de 2 minutos (véase la Nota 11). La cantidad de mano o presión con los dedos requerida variará mucho de acuerdo al suelo puesto a prueba, es decir, la presión requerida normalmente aumenta con el aumento de la plasticidad. Los suelos frágiles de baja plasticidad se enrollan mejor debajo del borde exterior de la palma de la mano o en la base de la pulgar.

NOTA 10-Un tipo normal del material para la mayoría de los suelos debe ser 80-90

golpes por minuto, contando con un golpe como un movimiento completo de

la mano adelante y atrás a la posición inicial. Este tipo de material que tenga que se redujo de suelos muy frágiles. NOTA 11-A de 3.2 mm (1/8-in.) En diámetro o tubo es útil para frecuentes comparación con el hilo del suelo para determinar cuando el mensaje ha llegado a

el diámetro adecuado.

16.2.2 Método de dispositivos enrollables-Adjuntar suave sin esmaltar papel tanto de las placas superior e inferior del plástico dispositivo de límite de laminación. Coloque la masa del suelo en la placa inferior en el punto medio entre los carriles de deslizamiento. Coloque la placa superior en

contacto con la masa del suelo (es). Al mismo tiempo aplique una ligera fuerza hacia abajo y un movimiento de vaivén de la placa superior para que la placa superior entra en contacto con los carriles laterales en 2 minutos (véanse las notas 10 y 12). Durante este proceso de laminación, la extremo (s) de la rosca del suelo (s) no se en contacto con el riel lateral (s). Si este

se produce, rodar una masa más pequeña de suelo (incluso si es inferior a la menciona en la sección 16.1).

NOTA 12-En la mayoría de los casos, dos masas de tierra (hilos) se pueden rodar

simultáneamente en el dispositivo del límite plástico de laminación.

16.3 Cuando el diámetro de la rosca se convierte en 3,2 mm, romper el hilo en varios pedazos. Apriete las piezas juntas, amasar entre el pulgar y el dedo índice de cada lado, la reforma en una masa elipsoidal, y vuelva a enrollar. Continúe con este suplentes rodando a un hilo de 3,2 mm de diámetro, la recolección junto, amasar y enrollar de nuevo, hasta que el hilo se desmorona bajo la presión necesaria para el material y el suelo no puede ya no se pueda rodar en un hilo de diámetro de 3,2 mm (ver fig. 8). Esto no tiene importancia si se rompe el hilo en las discusiones de menor

longitud. Enrolle cada uno de estos más corto a 3,2 mm de diámetro. El único requisito para continuar la prueba es que estos hilos se puedan reformar en una masa elipsoidal y lanzar de nuevo. El operador no podrá en ningún intento de vez producir insuficiencia exactamente a 3,2 mm de diámetro, permitiendo que el hilo para llegar a 3,2 mm, a continuación, la reducción de la tasa de vuelco o de la presión de la mano, o ambos, mientras continúe la rueda sin deformación más hasta que el hilo se desmorona. Es admisible, Sin embargo, para reducir la cantidad total de deformación para suelos débilmente plástico por lo que el diámetro inicial de la masa elipsoidal más cerca de la requerida de 3.2 mm de

diámetro final. Si se desmorona cuando el hilo tiene un diámetro mayor de 3,2 mm, esto se considerará un punto final satisfactorio, siempre y cuando el suelo ha sido rodado en un hilo de 3,2 mm de diámetro. Desmoronamiento de la rosca se manifestará de manera diferente con los distintos tipos de suelo. Algunos suelos se desmoronan en numerosas pequeñas agrupaciones de partículas, otros pueden formar una capa exterior de tubo que comienza a dividir en los dos extremos. La división avanza hacia el centro, y finalmente, el hilo se deshace en muchas partículas laminares pequeñas. Suelos arcillosos requieren grasa mucha presión para deformar la rosca, en particular en lo que se aproximan al límite plástico. Con estos suelos, el hilo se rompe en una serie de segmentos en forma de barril alrededor de 3,2 a 9,5 mm (1 / 8 a 3 / 8 pulgadas)de longitud.

16.4 Recoger las porciones de la rosca se derrumbó junto y colóquelo en un recipiente de masa conocida. Cubrir inmediatamente el contenedor.

16.5 Seleccione otra porción de 1.5 a 2.0 g de suelo de la muestra de límite plástico y repita las operaciones descritas en

16.1 y 16.2 hasta que el recipiente tiene por lo menos 6 g de suelo.

16.6 Repita 16,1-16,5 hacer otro recipiente que contenga por lo menos 6 g de suelo. Determinar el contenido de

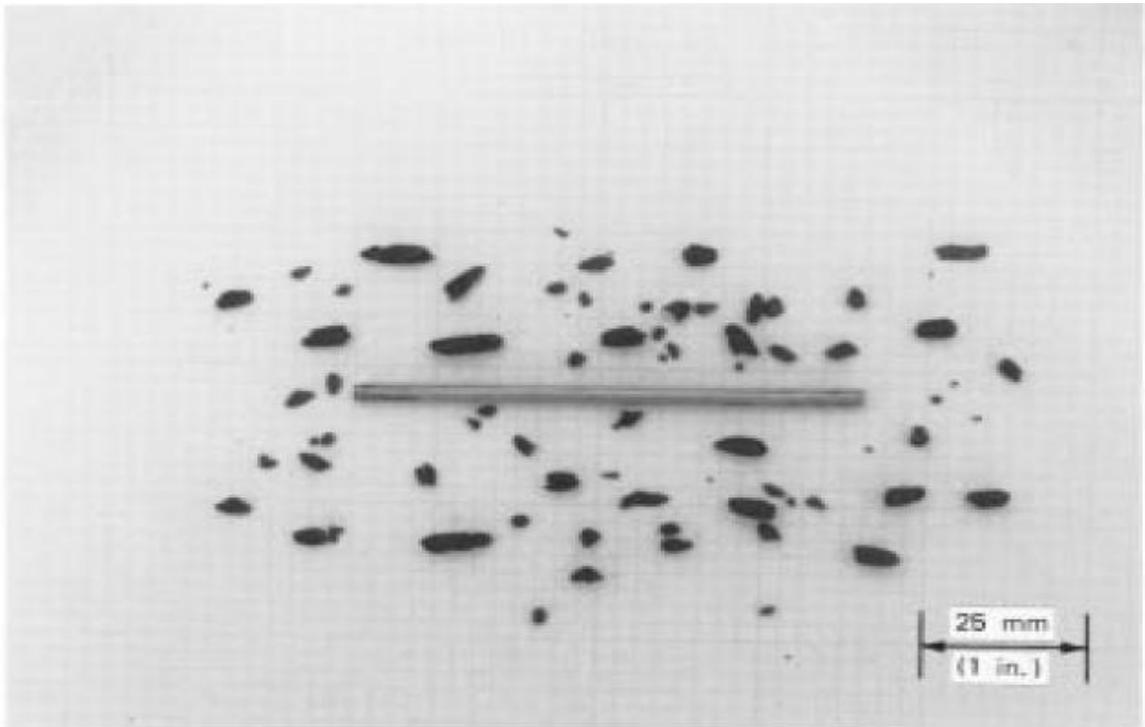
agua del suelo que figura en los envases, de conformidad con el Método de Ensayo D 2216. Ver 11.8.1.

17. Cálculo

17.1 Calcule el promedio de los dos contenidos de agua (prueba límites de plástico) y de vuelta al número entero más próximo. Este

valor es el límite plástico, PL. Repita la prueba si la diferencia

entre los dos límites de plástico de prueba es mayor que el aceptable rango de dos resultados que figuran en el cuadro 2 para un solo operador precisión, es decir, 1,4 puntos porcentuales, es decir, (2.8×0.5) .



Índice de Plasticidad

18. Cálculo

18.1 Calcular el índice de plasticidad de la siguiente manera:

$$PI = LL - PL$$

Donde:

LL = límite líquido (número entero), y
PL = límite plástico (número entero).

18.1.1 Tanto LL y PL son números enteros. Si bien el límite líquido o límite plástico no se pudo determinar, o si el límite plástico es igual o mayor que el límite líquido, el informe el suelo, como NP no plástico.

19. Informe

19.1 Informe de la siguiente información:

19.1.1 muestra la información de identificación,

19.1.2 Cualquier modelo especial proceso de selección utilizado, como eliminación de las lentes de arena de la muestra imperturbable.

19.1.3 Informe como muestra secada al aire, si la muestra fue secada al aire antes o durante la preparación,

19.1.4 líquido límite, límite plástico, y el índice de plasticidad a la número entero más cercano, omitiendo la designación por ciento. Si el límite líquido o pruebas de límite plástico límite pudieron realizar, o si el límite

plástico es igual o mayor que el límite líquido, informe de la tierra, como NP no plásticas,

19.1.5 Estimación del porcentaje de la muestra conservada en el Tamiz 425 micras (N ° 40) se hará, y

19.1.6 Procedimiento mediante el cual se llevó a cabo límite líquido, si difiere del método multipunto.

20. Precisión y sesgo

20.1 Precisión-Criterios para determinar la aceptabilidad de la prueba resultados obtenidos por estos métodos de ensayo en un rango de tipos de suelo se dan en los cuadros 2 y 3. En el desempeño de estos métodos de prueba, Un método y el método húmedo Preparación (excepto suelo fue secado al aire) fueron utilizados.

20.1.1 Estas estimaciones de precisión se basan en los resultados del programa entre laboratorios de referencia realizada por la ASTM Suelos y Pruebas programa.10 En este programa, algunos laboratorios realizaron tres pruebas de repetición por el tipo de suelo (Por triplicado, las pruebas de laboratorio), mientras que otros laboratorios a cabo un prueba única por el tipo de suelo (en un solo laboratorio de prueba). Una descripción de los suelos estudiados se da en 20.1.5. La precisión de las estimaciones varían con el tipo de suelo y el método utilizado (s). El juicio es necesario en la aplicación de estas estimaciones para otro suelo y el método utilizado

(Método A o B, o el método de preparación mojado o en seco).

20.1.2 Los datos en la Tabla 2 se basan en tres Repetición de las pruebas realizados por cada laboratorio de pruebas por triplicado en cada tipo de suelo.

El único titular y varios laboratorios desviación estándar se muestra en la Tabla 2, columna 4, se obtuvieron de acuerdo con Práctica E 691, que recomienda que cada laboratorio de pruebas

realizar un mínimo de tres pruebas de replicar. Los resultados de dos se realizan correctamente las pruebas realizadas por el mismo operador en el mismo material, utilizando el mismo equipo, y en el período más breve de tiempo práctica no debe diferir en más del 2% un solo operador los límites indicados en el cuadro 2, columna 5. Por definición de 2% véase la nota C en la Tabla 2. Los resultados de dos pruebas se realiza correctamente distintos operadores y en diferentes días no deben diferir en más de varios laboratorios de la

límites 2% se muestra en la Tabla 2, columna 5.

20.1.3 En los suelos ASTM Referencia y Programa de Pruebas, muchos de los laboratorios que realizan sólo una sola prueba en cada tipo de suelo. Esta es una práctica común en el diseño y construcción industria. Los datos para cada tipo de

suelo en la Tabla 3 se basan en los resultados de la primera prueba de los laboratorios de pruebas por triplicado y los resultados de un ensayo de los laboratorios de otros. Resultados de dos ensayos realizados adecuadamente realizadas por dos diferentes

laboratorios con los operadores de distintos equipos y en días diferentes no debe variar en más de la 2% los límites indicados en el cuadro 3, columna 5. Los resultados en la Tabla 2 y

Tabla 3 son diferentes porque los conjuntos de datos son diferentes.

20.1.4 Cuadro 2 se presenta una interpretación rigurosa de por triplicado datos de prueba de conformidad con la Práctica E 691 desde la pre-calificados laboratorios. Cuadro 3 se deriva de los datos de prueba que representa práctica común. 20.1.5 Tipos de suelo-

Con base en los resultados de varios laboratorios de ensayo, los suelos utilizados en el programa se describen a continuación en acuerdo con la Práctica D 2487. Además, los nombres locales de los suelos se dan. Arcilla CH-Fat, CH, las multas del 99%, LL = 60, PI = 39, suelo pardo grisáceo, había sido

aire seco y pulverizado. Nombre local-Vicksburg Buckshot arcilla CL-Lean arcilla, CL, las multas del 89%, LL = 33, PI = 13 el aire, el suelo gris, había sido secada y pulverizado. Local arcilla nombre de Annapolis ML-Limo, ML, el 99% de finos, LL = 27, PI = 4, la luz del suelo marrón, se había secado al aire y pulverizado. Local limo nombre Vicksburg

20.2 Blas-No hay ningún valor de referencia aceptable para estos métodos de prueba, por lo tanto, el sesgo no se puede determinar.

21. Palabras clave

21,1 actividades; límites de Atterberg, límite líquido, índice de plasticidad; límite plástico

ANEXO

(Información obligatoria) A1. Probador de la resistencia

A1.1 Un dispositivo para medir la resistencia de límite líquido bases de dispositivo se muestra en la figura. A1.1. El dispositivo consiste en un

tubo de plástico transparente de acrílico y la tapa, un 5/16-in. diámetro de la bola de acero, y un imán pequeño bar. El cilindro puede ser cementados a la tapa de rosca o como se muestra. El imán pequeño bar se lleva a cabo en el hueco de la tapa y la bola de acero se fija en el hueco en el parte inferior de la tapa con la barra magnética. El cilindro es entonces convirtió en posición vertical y se coloca en la superficie superior de la base de que se

Prueba. Sosteniendo el tubo ligeramente contra el dispositivo de límite líquido base con una mano, suelte el balón tirando el imán de la tapa. Utilice las marcas de escala en la parte exterior de los cilindros para determinar el punto más alto alcanzado por el fondo de la pelota. Repita la caída de al menos tres veces, colocando el tester en una ubicación diferente para

cada gota. Las pruebas deben ser llevó a cabo a temperatura ambiente.

