



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

CURSO: MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE LÍMITE
LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

ASESOR

Villoslada Quevedo Carlos Alberto

INTEGRANTES

Alvarez Sifuentes Angelo Italo
Gaytan Elias Luis Anthony
Huanilo Gonzales Yasir
Mendoza Manrique Alondra Marilyn
Maguiña Sal y Rosas Guisseli

CHIMBOTE-PERU 2015



INTRODUCCIÓN

Si hablamos de Límites de Consistencia, se definen tres límites principales: líquidos y plásticos, que han sido ampliamente utilizados en todas las regiones del mundo, principalmente como objetivos de identificación y clasificación de suelos; y límites de contracción. Relacionados con estos límites, se definen los siguientes índices: Índice de plasticidad, Índice de fluidez, Índice de tenacidad, Índice de liquidez, también conocida como Relación humedad-plasticidad. Son definiciones que serán desarrolladas en el desarrollo de la monografía. Dichos límites dependen exclusivamente del contenido de agua.

Límite líquido “es el contenido de agua tal que para un material dado, fija la división entre el estado casi líquido y plástico de un suelo”

Para determinar el límite líquido se emplea el aparato estandarizado de Casa grande. Para poder establecer valores definidos, reproducibles, de los límites, se propuso que el límite líquido se definiera arbitrariamente como el contenido de humedad al cuál una masa de suelo húmeda colocada en un recipiente en forma de cápsula de bronce, separada en dos por la acción de una herramienta para hacer una ranura-patrón, y dejada caer desde una altura de un centímetro, sufra después de dejarla caer 25 veces una falla o cierre de la ranura en una longitud de 12.7 mm. Velocidad a la cual se le dan los golpes (debería ser 120 rpm.). Tipo de herramienta utilizada para hacer la ranura (bien la recomendada por la ASTM o bien la llamada tipo Casa grande). Condición general del aparato del límite líquido (pasadores desgastados, conexiones que no estén firmemente apretadas)

Las variables anteriores pueden ser todas controladas por el operador. El límite líquido es también afectado marcadamente por el tipo de suelo y otros factores adicionales. Para intentar reducir éstas variables en el ensayo, se han desarrollado y se utilizan aparatos patrón, así como herramientas patrón para hacer la ranura.

Así un suelo se puede encontrar en un estado sólido, semisólido, plástico, semilíquido y líquido. El contenido de agua con que se produce el cambio de estado varía de un suelo a otro y en Mecánica de Suelos interesa fundamentalmente conocer el rango de humedades, para el cual el suelo presenta un comportamiento plástico, es decir, acepta deformaciones sin romperse (plasticidad). Así se presenta nuestro interés sobre los Límites de Consistencia y la realización del trabajo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	2
OBJETIVOS	4
OBJETIVOS GENERALES:.....	4
OBJETIVOS ESPECIFICOS:	4
UBICACIÓN.....	5
1 CAPITULO	6
1.1 DEFINICIONES DE LÍMITES DE CONSISTENCIA.....	6
1.1.1 Definición de Limite Líquido.....	6
1.1.2 Definición de Limite Plástico	7
1.1.3 Plasticidad.....	8
1.1.4 Porosidad.....	9
1.1.5 Contenido de Humedad.....	9
2 CAPITULO	10
2.1 PROCEDIMIENTO DE LIMITES DE CONSISTENCIA.....	10
2.1.1 Equipos a emplear.....	10
2.1.2 Preparación de la Muestra.....	11
2.1.3 Procedimiento del Ensayo.....	11
3 CAPITULO	13
3.1 Análisis e interpretación de datos	13
3.1.1 Análisis Granulométrico	13
3.1.2 Contenido de Humedad.....	18
3.1.3 Determinación de Limite Líquido.....	18
3.1.4 Índice de plasticidad	20
CONCLUSIONES.....	21
RECOMENDACIONES.....	22
LINKOGRAFIA.....	23
ANEXOS	24

OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES:

- Determinar el límite líquido, plástico e índice plástico de una muestra de suelo, así como el respectivo análisis granulométrico por tamizado.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Estar en condiciones de explicar el ensayo, así como la ejecución del mismo.
- Concientizarnos sobre la importancia de estos ensayos en una futura clasificación de un suelo.
- Determinar el tipo de suelo al que pertenece, es decir, si es limoso, grueso, fino, etc.
- Conocer el procedimiento adecuado para realizar este tipo de ensayo, así como las dificultades que se pueden presentar al realizarlo.
- Determinar si el tipo de suelo es el adecuado para poder construir en él.
- Determinar el contenido de agua del material.
- Determinar la curva de fluencia de las muestras de suelo

UBICACIÓN



Zona de estudio

1 CAPITULO I

1.1 DEFINICIONES DE LÍMITES DE CONSISTENCIA

Generalidades

Los límites de Atterberg o límites de consistencia se basan en el concepto de que los suelos finos, presentes en la naturaleza, pueden encontrarse en diferentes estados, dependiendo del contenido de agua. Así un suelo se puede encontrar en un estado sólido, semisólido, plástico, semilíquido y líquido. La arcilla, por ejemplo al agregarle agua, pasa gradualmente del estado sólido al estado plástico y finalmente al estado líquido.

El contenido de agua con que se produce el cambio de estado varía de un suelo a otro y en mecánica de suelos interesa fundamentalmente conocer el rango de humedades, para el cual el suelo presenta un comportamiento plástico, es decir, acepta deformaciones sin romperse (plasticidad), es decir, la propiedad que presenta los suelos hasta cierto límite sin romperse.

El método usado para medir estos límites de humedad fue ideado por Atterberg a principios de siglo a través de dos ensayos que definen los límites del estado plástico.

Los límites de Atterberg son propiedades índices de los suelos, con que se definen la plasticidad y se utilizan en la identificación y clasificación de un suelo.

1.1.1 Definición de Limite 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.

Es el contenido de humedad, expresado en porciento del peso del suelo seco, existente en un suelo en el límite entre el estado plástico y el estado líquido del mismo. Este límite se define arbitrariamente como el contenido de humedad necesario para que las dos mitades de una pasta de suelo de 1 cm. de espesor fluyan y se unan en una longitud de 12 mm., aproximadamente, en el fondo de la muesca que separa las dos mitades, cuando la cápsula que la contiene golpea 25 veces desde una altura de 1 cm., a la velocidad de 2 golpes por segundo.

1.1.2 Definición de Limite Plástico

Cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe.

Es el contenido de humedad, expresado en porciento del peso del suelo seco, existente en un suelo en el límite entre el estado plástico y el estado semi-sólido del mismo.

Este límite se define arbitrariamente como el más bajo contenido de humedad con el cual el suelo, al ser moldeado en barritas cilíndricas de menor diámetro cada vez, comienza a agrietarse cuando las barritas alcanzan a tener 3 mm. De diámetro.

Las propiedades físicas de las partículas de un suelo, tales como el limo y arcilla, difieren grandemente de acuerdo a su contenido de agua. De esta forma un suelo se puede comportar entre ciertos límites como un sólido, en que el volumen del suelo no varía con el secado; entre otros límites, como un material plástico, en el que el suelo se comporta plásticamente y finalmente como un material semilíquido, con las propiedades de un suelo viscoso.

Estos límites son denominados límites de consistencia y se expresa en términos de humedad del suelo. También, estos límites son llamados límites de ATTERBERG, en honor al científico sueco que los estableció en 1911, los cuales han quedado normalizados como: límites líquidos, límites plásticos e índice de plasticidad.

Por consistencia se entiende el grado de cohesión de las partículas de un suelo y su resistencia a aquellas fuerzas exteriores que tienden a deformar o destruir su estructura. Luego se aplica la siguiente formula:

$$PW = \frac{P_{sh} - P_{ss}}{P_{ss}} \times 100$$

DONDE:

PW : Contenido de Humedad.
Psh : Peso de Suelo Húmedo.
Pss : Peso de Suelo Seco.

1.1.3 Plasticidad

La plasticidad es la propiedad que expresa la magnitud de las fuerzas de las películas de agua dentro del suelo ya que éstas permiten que el suelo sea moldeado sin romperse hasta un determinado punto. Es el efecto resultante de una presión y una deformación.

La magnitud de la deformación que puede soportar un suelo con un determinado contenido de humedad está dada por la distancia que las partículas pueden moverse sin perder su cohesión. La presión que se requiere para producir una deformación específica es un índice de la magnitud de las fuerzas de cohesión que mantienen las partículas juntas. Estas fuerzas varían con el espesor de las películas de agua entre partículas. Puesto que la deformación total que puede ser producida varía con el tamaño y forma de las partículas, es evidente que la superficie total presente determina el número de películas de agua contribuyentes a la cohesión.

La plasticidad de una arcilla es consecuencia de varios parámetros: la morfología; la cual es generalmente laminar, el tamaño extremadamente pequeño que aumenta el área superficial, la capacidad de hinchamiento que se asocia a la cantidad de deficiencia de carga de la estructura de la arcilla que controla la habilidad de ella de atraer iones y agua (también asociado a la capacidad de intercambio catiónico).

La plasticidad de un suelo es controlada por el contenido de minerales arcillosos: el tipo de mineral y la cantidad presente.

En mecánica de suelos se define la plasticidad como la propiedad de un material por la cual es capaz de soportar deformaciones rápidas, sin rebote elástico, sin variación volumétrica apreciable y sin desmoronarse ni agrietarse.

CARACTERÍSTICAS:

- a) Contenido en agua.
- b) Tamaño de las partículas.
- c) Forma y estructura de las partículas.
- d) Agregación de las partículas.
- e) Superficie específica de las partículas.
- f) Orientación de las partículas.
- g) Adición de electrolitos y floculantes.
- h) Presencia de materia orgánica.
- i) Influencia del aire ocluido.
- j) Tratamiento térmico.

1.1.4 Porosidad

El espacio poroso del suelo se refiere al porcentaje del volumen del suelo no ocupado por sólidos. En general el volumen del suelo está constituido por 50% materiales sólidos (45% minerales y 5% materia orgánica) y 50% de espacio poroso. Dentro del espacio poroso se pueden distinguir macro poros y micro poros donde agua, nutrientes, aire y gases pueden circular o retenerse. Los macro poros no retienen agua contra la fuerza de la gravedad, son responsables del drenaje, aireación del suelo y constituyen el espacio donde se forman las raíces. Los micro poros retienen agua y parte de la cual es disponible para las plantas.

Se define como el espacio de suelo que no está ocupado por sólidos y se expresa en porcentajes. Se define también como la porción de suelo que está ocupada por aire y/o por agua. En suelos secos los poros estarán ocupados por aire y en suelos inundados, por agua. Los factores que la determinan son principalmente la textura, estructura y la cantidad de materia orgánica.

1.1.5 Contenido de Humedad

El contenido de humedad es la relación que existe entre el peso de agua contenida en la muestra en estado natural y el peso de la muestra después de ser secada en el horno a una temperatura entre los 105°-110° C. Se expresa de forma de porcentaje, puede variar desde cero cuando está perfectamente seco hasta un máximo determinado que no necesariamente es el 100%. La importancia del contenido de agua que presenta un suelo representa, una de las características más importantes para explicar el comportamiento de este, por ejemplo cambios de volumen, cohesión, estabilidad mecánica.

El suelo se comporta como un depósito, al cual se le puede determinar la cantidad de agua almacenada en un cualquier momento.

El contenido de humedad de una muestra de suelo. El contenido de humedad de una masa de suelo, está formado por la suma de sus aguas libre, capilar. La importancia del contenido de agua que presenta un suelo representa junto con la cantidad de aire, una de las características más importantes para explicar el comportamiento de este (especialmente en aquellos de textura más fina), como por ejemplo cambios de volumen, cohesión, estabilidad mecánica.

2 CAPITULO II

2.1 PROCEDIMIENTO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

2.1.1 Equipos a emplear

Copa de Casagrande



Ranurador



Espátula



Muestra de Arcilla



Balanza Eléctrica



Tamices



2.1.2 Preparación de la Muestra

Lugar de la Muestra: Cabana, Pallasca, Ancash

Tipo de Material: Suelo Arcilla

- La muestra proveniente de un terreno (arcilloso) deberá secarse completamente al horno a una temperatura que no exceda los 100 grados Celsius durante 24 horas.
- Ya realizado esto procederemos a cuartear nuestra muestra, y después la homogeneizaremos y procedemos a pesar.
- Ya Pesado, a continuación se realizara el tamizado de la muestra de poco a poco y se guardara el material desde el tamiz numero 40 hacia abajo.
- Ya habiendo obtenido el material deseado, se procederá a realizar el ensayo de consistencia.

2.1.3 Procedimiento del Ensayo

2.1.3.1 Limite Líquido:

- Primero calibraremos la cuchara Casagrande hasta poner su contador a cero.
- En un recipiente a parte seleccionaremos un pedazo de la muestra y con un gotero o jeringa procederemos a humedecerla hasta lograr la consistencia deseada.
- Ya humedecida se mezclara constantemente hasta lograr que la muestra este planchada y la colocaremos en la cuchara Casagrande y este uniformemente.
- Luego con el acanalador, se pasara por medio de la muestra y se sacará una porción.
- Ahora se procederá a dar vuelta la manija y contaremos los golpes hasta lograr que se cierre a 12-13 mm.
- Ahora se procederá a sacar un pedazo de muestra que se encuentra dentro de la cuchara Casagrande de la parte derecha y procederemos a realizar los famosos churritos y luego se pesaran en la balanza eléctrica.
- Ya hecho esto estos churritos se pondrán en el horno por 24 horas.
- Ya pasado las 24 horas se sacaran los churritos del horno y se pesaran en la balanza.



2.1.3.2 Limite Plástico:

- Para obtener el limite plástico se sacara una porción del lado izquierdo y se procederemos a realizar los churritos y lo pesaremos en la balanza.
- Ya pesados se pondrán al horno por 24 horas.
- Ya pasado las 24 horas se sacara del horno y serán pesados nuevamente en la balanza.
- Finalmente se realiza todos los cálculos.



3 CAPITULO III

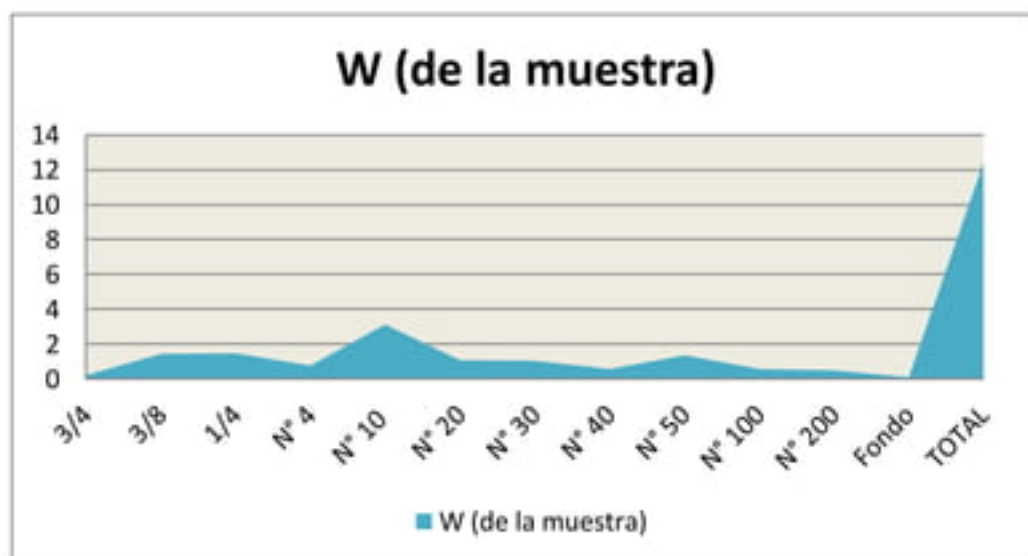
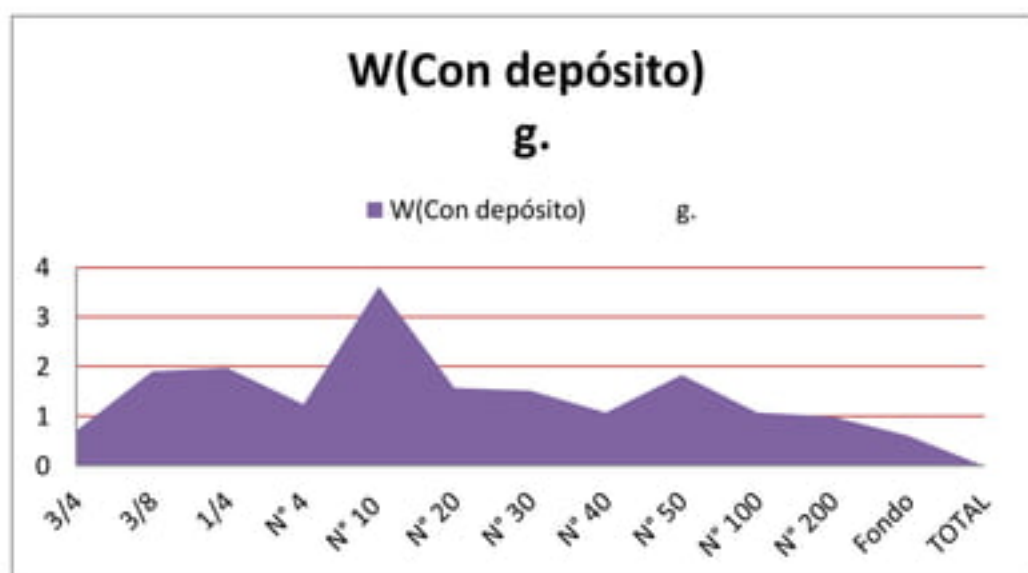
3.1 *Análisis e interpretación de datos*

3.1.1 Análisis Granulométrico

TABLA N° 01

Tamices	W(Con depósito) g.	Depósito g.	W (de la muestra)	% de las muestras
¼	0.714	0.475	0.239	1.923
3/8	1.905	0.475	1.43	11.54
½	1.973	0.47	1.498	12.09
N° 4	1.233	0.475	0.758	6.12
N° 10	3.622	0.475	3.147	25.39
N° 20	1.565	0.475	1.09	8.794
N° 30	1.517	0.475	1.042	8.41
N° 40	1.069	0.475	0.594	4.79
N° 50	1.832	0.475	1.357	10.95
N° 100	1.067	0.475	0.592	4.78
N° 200	0.994	0.475	0.519	4.19
Fondo	0.603	0.475	0.128	1.03
TOTAL	-		12.394	100

GRAFICOS N° 01



TABALA N°02

Tamices	Abertura(mm)	Peso Retenido (gr)	%Retenido	%Acumulado	
				Retenido	Pasa
3/4	19.05	0.239	1.93	1.93	98.07
3/8	9.5	1.43	11.54	13.47	86.53
1/4	6.35	1.498	12.09	25.55	74.45
N° 4	4.76	0.758	6.12	31.67	68.33
N° 10	2	3.147	25.39	57.06	42.94
N° 20	0.841	1.09	8.79	65.85	34.15
N° 30	0.59	1.042	8.41	74.26	25.74
N° 40	0.42	0.594	4.79	79.05	20.95
N° 50	0.34	1.357	10.95	90	10
N° 100	0.149	0.592	4.78	94.78	5.22
N° 200	0.074	0.519	4.19	98.97	1.03
Fondo		0.128	1.03	100	0

GRAFICO N°02



CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS – MÉTODO AASHTO

Clasificación general	Suelos granulosos 35% máximo que pasa por tamiz de 0.08 mm							Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0.08 mm				
Grupo Símbolo	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7	
	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6
Análisis granulométrico % que pasa por el tamiz de: 2 mm(N°10) 0.5 mm(N°40) 0.08 mm(N°200)	máx. 50 máx. 30 máx. 15	máx. 50 máx. 25	mín. 50 máx. 10	máx. 35	Máx. 35	máx. 35	máx. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35
Límites Atterberg límite de líquido de índice de plasticidad	máx. 6	máx. 6		máx. 40 máx. 10	mín. 40 máx. 10	máx. 40 mín. 10	mín. 40 mín. 10	máx. 40 máx. 10	máx. 40 máx. 10	máx. 40 mín. 10	mín. 40 IP<LL-30	mín. 40 IP<LL-30
Índice de grupo	0	0	0	0	0	máx. 4	máx. 4	máx. 8	máx. 12	máx. 16	máx. 20	máx. 20
Tipo de material	Piedras, gravas y arena		Arena Fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillos		
Estimación general del suelo como subrasante	De excedente a bueno						De pasable a malo					

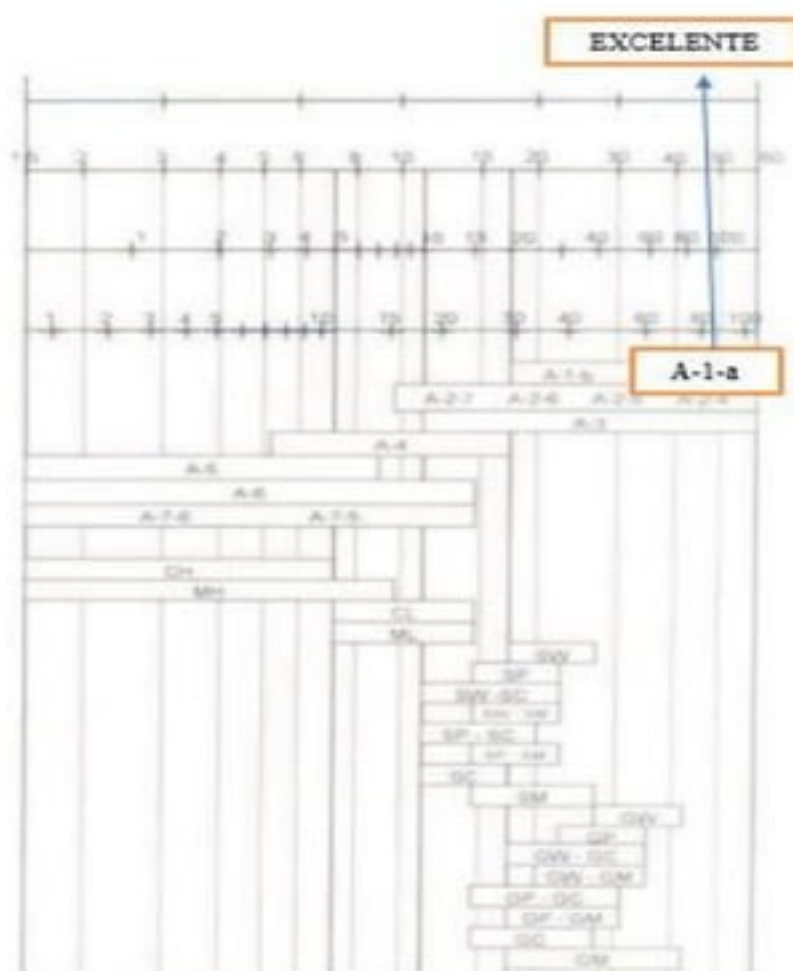
Requerimientos Granulométricos para Sub-Base y Bases Granular

Tamiz	Porcentaje que pasa	
	A-1	A-2
50 mm (2")	100	---
37.5 mm (1 1/2")	100	---
25 mm (1")	90 - 100	100
19 mm (3/4")	65 - 100	80 - 100
9.5 mm (3/8")	45 - 80	65 - 100
4.75 mm (N° 4)	30 - 65	50 - 85
2.0 mm (N° 10)	22 - 52	33 - 67
4.25 um (N° 40)	15 - 35	20 - 45
75 um (N° 200)	5 - 20	5 - 20

Requerimientos Granulométricos para Sub-Base Granular

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A (1)	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 - 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
4.75 mm (Nº 4)	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
2.0 mm (Nº 10)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
4.25 um (Nº 40)	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
75 um (Nº 200)	2 - 8	5 - 15	5 - 15	8 - 15

Correlaciones Típicas entre las Clasificaciones y Propiedades de los Suelos



3.1.2 Contenido de Humedad

$$\% h = \frac{Pa}{Ps} * 100$$

$\%h$ = Contenido de humedad

Pa = Peso del agua que contiene una muestra

Ps = Peso del suelo seco

Ph = Peso del suelo Humeda

$$\% h = \frac{P}{Ps} * 100$$

Peso del agua:

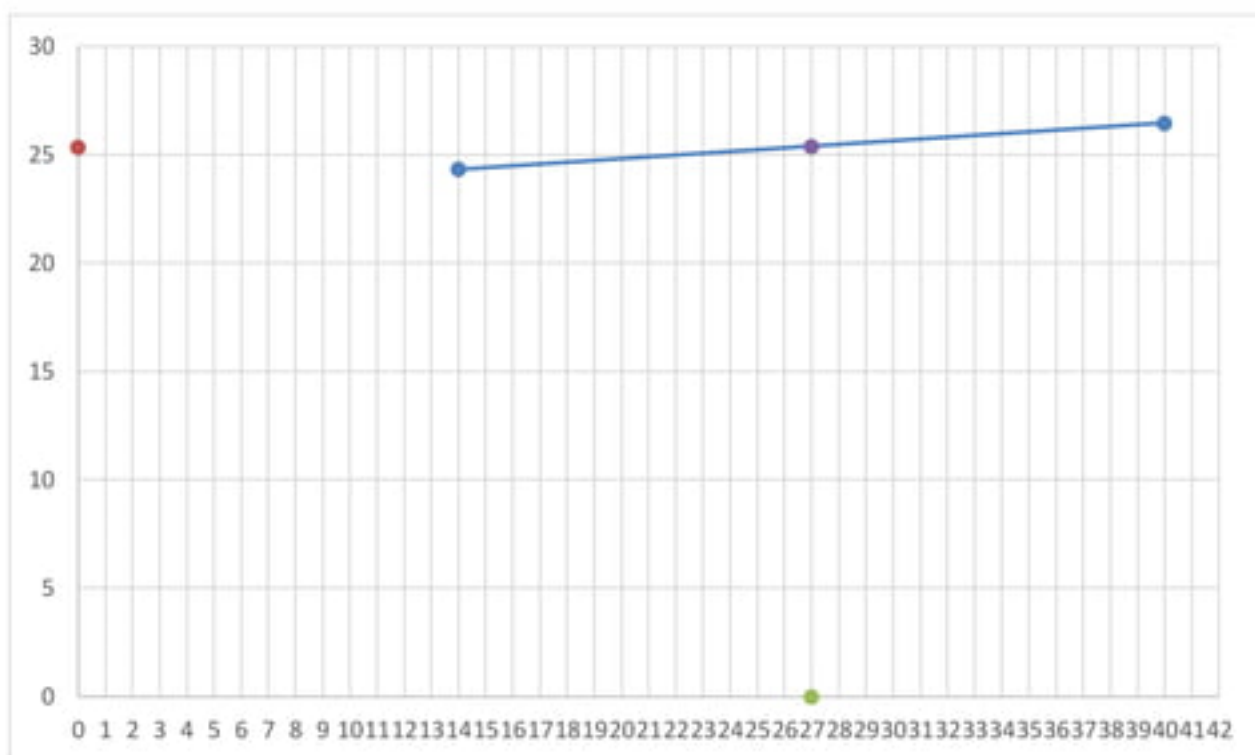
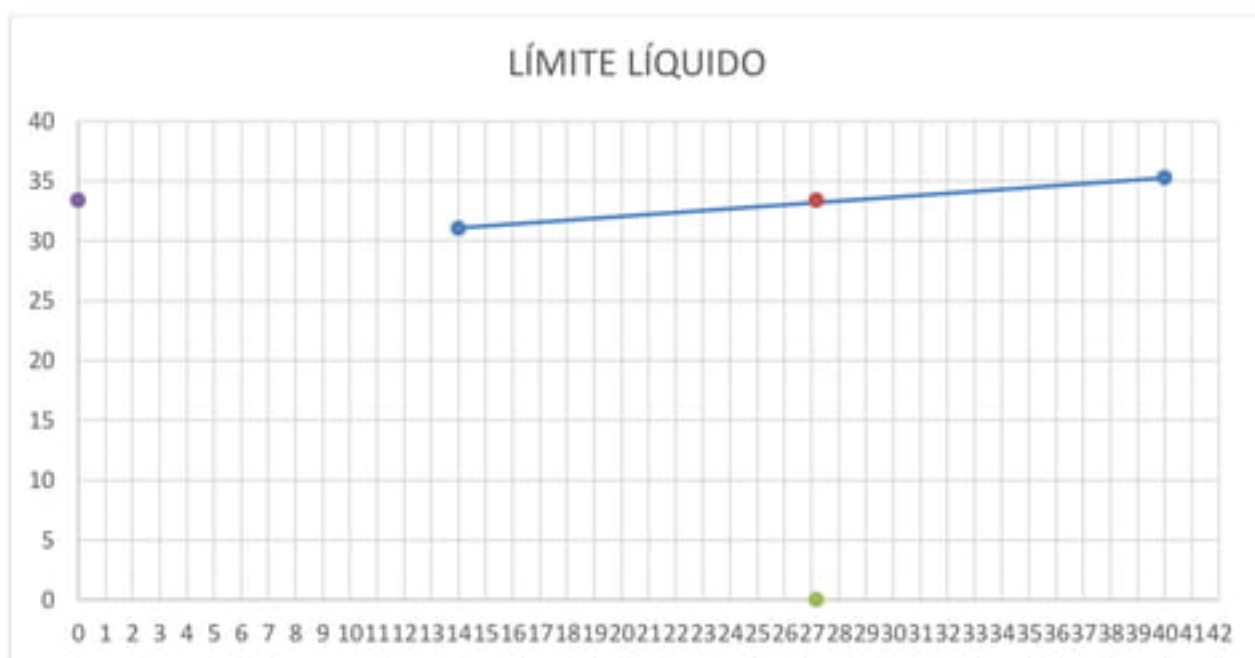
$$Pa = Ph - Ps$$

3.1.3 Determinación de Limite Líquido

TABLA N°3

Límites de consistencia					
N° DE ENSAYOS		Limite plástico		Limite liquido	
		1	2		
	N° de golpes	14	40	14	40
1	Peso del frasco más el suelo húmedo (gr)	0.045	0.046	0.02	0.02
2	Peso de frasco más suelo seco (gr)	0.039	0.04	0.019	0.019
3	Peso del agua (1-2) (gr)	0.006	0.006	0.001	0.001
4	Peso del frasco (gr)	0.016	0.016	0.016	0.016
5	Peso del suelo seco (2-4) (gr)	0.023	0.024	0.003	0.003
6	Contenido de Humedad $3/5 * 100$ (gr)	26.08695652	25	33.33333333	33.33333333

GRAFICOS N° 03



INTERPOLACION			
ENSAYO N° 1		ENSAYO N° 2	
33.4325	27.175	25.34	0
0	27.175	0	27
33.4325	0	25.39	27



3.1.4 Índice de plasticidad

$$IP = LL - LP$$

INDICE PLASTICO (MUESTRA 1)	INDICE PLASTICO(MUESTRA 2)
7.22 %	8.3 %



CONCLUSIONES

- ✓ Con los ensayos realizados en el laboratorio hemos podido aprender la manera adecuada de utilizar los materiales y los pasos a seguir para poder determinar el límite líquido, plástico e índice de plástico obteniendo un Índice de plasticidad para la muestra 1 (7.22 %) y la muestra 2 (8.3 %).
- ✓ De la muestra 1 el peso de agua es de 0.006 gramos y la muestra 2 es de 0.001.
- ✓ Tanto el límite líquido como plástico dependen del contenido de humedad que estos posean.
- ✓ La determinación del límite líquido y límite plástico de un suelo deben hacerse simultáneamente, para poder establecer correlaciones válidas entre los resultados obtenidos.
- ✓ El Porcentaje de contenido de humedad con que un suelo cambia al disminuir su humedad de la consistencia plástica a la semisólida, o, al aumentar su humedad, de la consistencia semisólida a la plástica.
- ✓ Porcentaje de contenido de humedad con que un suelo cambia, al disminuir su humedad, de la consistencia líquida a la plástica, o, al aumentar su humedad, de la consistencia plástica a la líquida.
- ✓ Después de realizar el análisis de granulometría se obtuvo un suelo de A-1-a, también se comparó para verificar si es apto para una base y una subbase y se obtuvo los siguientes resultados:
 - Para bases tiene una A-2
 - Para subbase tiene una gradación D



RECOMENDACIONES

- ✓ En el ensayo del límite plástico si la muestra no cierra a los 35 golpes entonces se le debe colocar más agua destilada.
- ✓ Es necesario realizar todos estos ensayos siguiendo el debido procedimiento, para no tener errores en los resultados





LINKOGRAFIA

- <https://es.scribd.com/doc/141685109/Definicion-de-contenido-de-humedad>
- https://es.wikipedia.org/wiki/Humedad_del_suelo
- https://es.wikipedia.org/wiki/Contenido_de_agua
- <http://www3.ucn.cl/FacultadesInstitutos/laboratorio/mecanica4.htm>
- http://html.rincondelvago.com/informes-practica_limite-liquido-y-limite-plastico-de-un-suelo.html
- https://www.academia.edu/7494134/3._TRABAJO_DE_SUELO_I_-_Limite_liquido_y_plastico
- <http://es.slideshare.net/DiegoDelgadoTorres/determinacin-del-limite-liquido-y-limite-plastico-ok>
- <https://es.scribd.com/doc/93846794/LIMITE-LIQUIDO-Y-LIMITE-PLASTICO>



ANEXOS



