

Unidad de Aprendizaje N°2:

Propiedades Índices de los Suelos.

Aprendizajes Esperados

1. *Desarrolla ensayos de clasificación de suelos de acuerdo a normas nacionales.*

1. Objetivos.

El objetivo de este taller consiste en aplicar técnicas de clasificación de suelos.

Los suelos se caracterizan por poseer características y propiedades, las características de los suelos nos permiten determinar sus diferencias, identificar su estado y apariencia física.

Las propiedades nos permiten evaluar su comportamiento, como la estabilidad, fricción interna, compactación, resistencia, etc.

Dentro de las características de los suelos encontramos las Propiedades Índices que estudiamos en la unidad anterior.

Un suelo es un conjunto de partículas de diferentes tamaños, forma y composición, formados mediante meteorización de la roca basal de la corteza terrestre.

Forma

Es una característica de los suelos granulares, la cual influye en la compacidad y estabilidad de la masa de suelo. Las formas pueden ser:

- (a) **Angular:** de poca o nula abrasión. Poseen bordes afilados y caras planas (arena residual, arena volcánica, arena marina)
- (b) **Subangular:** de abrasión moderada, cuyos vértices y aristas están redondeadas por el rodado y la abrasión mecánica.
- (c) **Subredondeadas:** de abrasión moderada, y de forma redondeada.
- (d) **Redondeada:** de abrasión intensa, son prácticamente esféricas (arena de río, formación de playa y arena eólica).

Tamaño

Las partículas se dividen en:

- (a) **Gravas:** agregado sin cohesión, no retienen agua por la inactividad de su superficie y los grandes vacíos entre las partículas.
- (b) **Arenas:** cuando se mezclan con agua, no se forman agregados continuos, sino que se separan de ella con facilidad.
- (c) **Limos:** partículas no plásticas. Retienen el agua mejor que los anteriores, y si se forma una pasta limo-agua y se coloca sobre la palma de la mano, se observa como ella exuda con facilidad al darle golpes.
- (d) **Arcillas:** grano plástico, cohesivo y de menor tamaño que los limos. Se trata de partículas tamaño gel, y se necesita que haya habido una transformación química para llegar a estos tamaños. Están formadas por minerales silicatados, constituidos por cadenas unidas por enlaces covalentes débiles, pudiendo entrar las moléculas de agua entre ellas, produciendo aumentos de volúmenes recuperables cuando el agua se evapora. Todo ello, hace que la capacidad de retención del agua sea grande, por lo que son generalmente los materiales más problemáticos (tiempos muy elevados de consolidación o de expulsión de agua bajo esfuerzos).

Composición

De acuerdo a su composición mineralógica podemos encontrar diferentes tipos de partículas de acuerdo a su origen y composición:

Los minerales arcillosos se dividen en tres grupos principales:

1. **Caolinitas:** presentan baja absorción de agua, baja susceptibilidad a la retracción y a la expansividad al ser sometidas a variaciones de humedad.
2. **Ilitas:** presentan mayor susceptibilidad a la retracción y a la expansividad producto de su mayor poder de absorción de agua.
3. **Monmorilonitas:** al tener una alta absorción de agua, presentan altas características de expansividad y retracción.
4. **Caliza.**
5. **Cuarzo.**
6. **Hornablenda, etc.**

2. ANTECEDENTES GENERALES

Granulometría de los Suelos.

La granulometría de los suelos nos permite determinar la representación porcentual de los diferentes tamaños de las partículas que componen el suelo.

La **distribución granulométrica** es la propiedad más importante de los suelos granulares. Si el suelo contiene finos, la muestra se trata primero con un agente defloculante, se lava y se seca, para luego tamizarla.

Los resultados de los análisis mecánicos se presentan usualmente por una curva de distribución granulométrica. La forma de la curva es una indicación de la granulometría.

Un suelo **bien graduado** es aquel que contiene proporciones casi iguales de todos los tamaños de las partículas, y se caracteriza por tener una curva relativamente suave que cubre un amplio espectro de partículas.

Un suelo es **uniforme**, si una alta proporción de partículas está comprendida en una banda estrecha de tamaños.

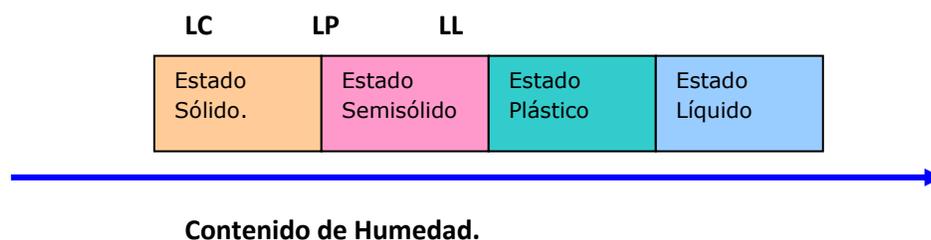
Un suelo de **graduación discontinua**, es aquel que contiene partículas pequeñas y grandes, pero presenta una ausencia notable de partículas intermedias.

Una indicación de la graduación puede expresarse a través de los coeficientes de **uniformidad** y de **curvatura**. En general, mientras mayor es el C_u , más amplio es el rango de tamaños de partículas en el suelo. Los suelos bien graduados tienen un $C_u > 4$ para gravas o $C_u > 6$ para arenas, mientras que C_c debe estar entre 1 y 3.

Para desarrollar el proceso de clasificación de suelos además necesitamos conocer los límites de Atterberg.

Para conocer el comportamiento de los finos de un suelo, se utilizan índices que definen la consistencia del suelo en función de su humedad.

La magnitud de la plasticidad que presenta una arcilla en estado natural, depende de su composición mineralógica y de su contenido de humedad. Así, la consistencia varía desde un **estado sólido** (seco), pasando por un **estado semisólido** (de baja humedad) en donde el suelo se desmorona y no hay plasticidad, siguiendo por el **estado plástico** para contenidos altos de humedad y llegando a un **estado líquido** para contenidos de humedad muy altos.



Límite de Contracción (LC)

Se define como el contenido de agua bajo el cual, el cambio de volumen de la masa de suelo es constante (El suelo cambia de un estado sólido a semisólido).

Límite Plástico (LP)

Se define como el contenido de agua con el cual, el suelo al ser enrollado en bastoncitos de 3,2 mm de diámetro, se desmorona, (El suelo cambia de un estado semisólido a un estado plástico).

Límite Líquido (LL)

Se define como el contenido de humedad con el cual, una muestra de suelo cohesivo, luego de aplicar 25 golpes en la Cuchara de Casagrande, con una frecuencia de 2 golpes por segundo y una altura de caída de 1 cm, produce el cierre en aproximadamente 1 cm de una ranura efectuada sobre la muestra de suelo instalada en dicho aparato, El suelo cambia de un estado plástico a un estado líquido).

Determinados LL y LP, se puede obtener el **IP (índice de plasticidad)**, el cual representa el rango de humedad en el cual el suelo se encuentra en estado plástico.

$$IP = LL - LP$$

3. SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Los sistemas de clasificación de suelos proporcionan un lenguaje común para expresar en forma concisa, las características generales de los suelos. Existen dos métodos, los cuales se basan en la granulometría y plasticidad de los suelos:

Sistema AASHTO

Fue desarrollado con el objeto de establecer la conveniencia de un material para su uso en la construcción de carreteras, y permite determinar la calidad relativa de suelos de terraplenes, subrasantes, subbases y bases.

Este sistema divide a los suelos inorgánicos en 7 grupos, designados del A-1 al grupo A-7, considerando que el grupo A-1 es el mejor suelo para ser usado en la subrasante, es decir, un material bien graduado compuesto de arena y grava, con pequeños contenidos de arcilla como agente cementante. Los suelos orgánicos se clasifican como A-8.

Cualquier suelo que contenga finos, se identifica además, por su **índice de grupo (IG)**: a mayor IG, de menor calidad es el suelo.

Este sistema de clasificación se basa en los siguientes criterios:

- (a) Tamaño del grano (% que pasan por las mallas N°10, N°40 y N°200)
- (b) Plasticidad (LL, IP)
- (c) Sobretamaños (no se consideran, pero se registran).

Sistema USCS

Fue desarrollado por Casagrande, con el objeto de utilizarlo en la construcción de aeropuertos, y es el método estándar para la clasificación de suelos en la construcción.

Este sistema clasifica a los suelos en dos amplias categorías. De acuerdo con la distribución granulométrica, el suelo es **granular** si más del 50% es retenido por el tamiz N°200, o bien es **fino**, si el 50% o más del material, pasa por dicho tamiz.

Este sistema de clasificación se basa en los siguientes criterios:

- (a) % de grava y % de arena
- (b) % de finos
- (c) LL e IP
- (d) C_c y C_u .

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

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

4. PROCEDIMIENTO.

SISTEMA AASHTO.

Este sistema fue creado en el año 1929 y modificado en el año 1945 por el Departamento público de caminos de los EUA.

Describe el procedimiento para clasificar los suelos en siete grupos, basado en la granulometría, límite líquido y límite plástico.

Este método determina un Índice de grupo que se determina:

$$IG = (F - 35) (0,2 + 0,005(WL - 40)) + 0,01(F - 15) (IP - 10)$$

FPorcentaje que pasa por el tamiz N° 200 (B/0,08)

WL.....Límite Líquido.(LL)

IP.....Índice de Plasticidad.

El resultado del grupo se informa en números enteros y si su valor es negativo se informa igual a cero.

El valor del índice de grupo se debe informar siempre entre paréntesis.

Este método define:

Grava: Material que pasa en el tamiz de 80 mm y es retenido en el tamiz de 2 mm.

Arena: Material que pasa por el tamiz de 2 mm y es retenido en el tamiz de 0,08 mm.

Limo y Arcilla: Material que pasa en el tamiz de 0,08 mm.

SISTEMA DE CLASIFICACION AASHTO											
Clasificación General	Suelos granulares ($\leq 35\%$ pasa 0,08 mm)						Suelos finos ($>35\%$ Bajo 0,08 mm)				
Grupo	A-1		A-3	A-2			A-4	A-5	A-6	A-7	
Sub-grupo	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6*	A-2-7*			A-7-5** A-7-6**	
2 mm	≤ 50										
0,5 mm	≤ 30	≤ 50	≥ 51								
0,08 mm	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35			≥ 36				
WL				≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41
IP	≤ 6		NP	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11
Descripción	Gravas y Arenas		Arena fina	Gravas y arenas Limosas o Arcillosas			Suelos Limosos		Suelos Arcillosos		
** A-7-5 : $IP \leq (WL-30)$						A-7-6 : $IP > (WL-30)$					
$IG = (F - 35)(0,2 + 0,005 (WL - 40)) + 0,01 (F - 15)(IP - 10)$ * Para A-2-6 y A-2-7 : $IG = 0,01 (F - 15)(IP - 10)$ Si el suelo es NP $\rightarrow IG = 0$; Si $IG < 0 \rightarrow IG = 0$											

MÉTODO USCS.

Considera que los suelos de acuerdo a su granulometría pueden ser:

- Granulares.
- Cohesivos.

Suelos Granulares: Si más del 50 % de las partículas son retenidas en el tamiz Nº 200.

Suelos Cohesivos: Si el 50 % o más de las partículas pasan por el tamiz Nº 200.

A su vez los suelos granulares se pueden clasificar en:

Grava: Se representan por la letra mayúscula (G), si más del 50 % de la fracción granular es retenida en el tamiz Nº 4.

Arena: Se representa por la letra mayúscula (S), si el 50 % o más de la fracción granular pasa por el tamiz Nº 4.

Tanto las arenas como las gravas se pueden clasificar como:

W Bien gradadas.
P Mal gradadas.
M..... Limosas.
C Arcillosas.

Según el siguiente criterio.

- Si menos del 5 % pasa por el tamiz Nº 200, los sufijos que se indican para la fracción granular son W ò P, y dependen del coeficiente de uniformidad y del coeficiente de curvatura.
- Si más del 12 % pasa por el tamiz Nº 200 los sufijos que se utilizan son M ò C, dependiendo de los valores de WL y de IP. Esta clasificación depende de la carta de plasticidad.
- Si el % que pasa por el tamiz Nº 200 está entre el 5 y el 12 % se emplea una clasificación intermedia de símbolos dobles, W ò P, y M ò C. Esta clasificación depende de la carta de plasticidad y del Coeficiente de uniformidad y de curvatura.

Los suelos cohesivos se clasifican según los sufijos

- M Limo
- C Arcilla.
- O... Suelo Orgánico.
- L Baja Plasticidad.
- H Alta Plasticidad.

Esta clasificación depende del límite líquido y del Índice de Plasticidad.

SISTEMA DE CLASIFICACION DE SUELOS USCS						
GRUESOS < 50% que pasa 0,08 mm						
Tipo de suelo	Símbolo	% Ret. en 5mm	% que pasa* 0,08mm	C_u	C_c	Índice de Plasticidad * IP
Gravas	GW	≥50% de lo retenido en 0.08 mm	< 5	> 4	1 a 3	
	GP			Si no Cumple requisitos de GW es GP		
	GM		> 12			< 0,73 (WL-20) o < 4
	GC					> 0,73 (WL-20) y > 7
Arenas	SW	<50% de lo retenido en 0.08 mm	< 5	> 6	1 a 3	
	SP			Si no Cumple requisitos de SW es SP		
	SM		> 12			< 0,73 (WL-20) o < 4
	SC					> 0,73 (WL-20) y > 7
*Entre 5 y 12 % usar símbolo doble como GW-GC, GP-GM, SW-SM,SP-SC						
**Si IP ≈0,73(WL-20) o si IP entre 4 y 7 e IP>0,73(WL-20), usar símbolo doble: GM-GC,SM-SC						
En casos dudosos favorecer clasificación menos plástica Ej.: GW-GM en vez de GW-GC						

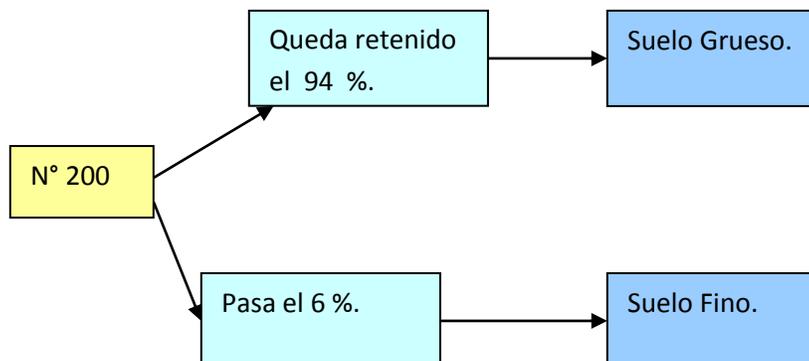
FINOS \geq 50 % PASA 0.08 mm			
Tipo de suelo	Símbolo	Lím. Líquido WL	Índice de Plasticidad * IP
Limos Inorgánicos	ML	< 50	< 0,73 (WL-20) o < 4
	MH	> 50	< 0,73 (WL-20)
Arcillas Inorgánicas	CL	< 50	> 0,73 (WL-20) $\gamma > 7$
	CH	> 50	> 0,73 (WL-20)
Limos o Arcillas Orgánicas	OL	< 50	**WL seco al horno \leq 75% del WL seco al aire
	OH	> 50	
Altamente Orgánicos	P ₁	Materia orgánica fibrosa se carboniza, se quema o se pone incandescente	
*Si IP \approx 0,73(WL-20) o si IP entre 4 y 7 e IP > 0,73(WL-20), usar símbolo doble: CL-ML, CH-OH.			
**Si tiene olor orgánico debe determinarse adicionalmente WL seco al Horno			
En casos dudosos favorecer clasificación más plástica Ej.: CH-MH en vez de CL-ML			
Si WL = 50; CL-CH ó ML-MH			

5. EJERCICIO RESUELTO.

Clasificar el Siguiete Suelo según AASHTO y USCS:

Tamiz.	Abertura. (mm)	% que Pasa.
2 ½"	63	--
2"	50	--
1 ½"	38,1	--
1"	25	--
¾"	19	100
½"	12,5	85
3/8"	9,5	67
¼"	6,3	49
Nº 4	4,75	34
Nº 10	2,00	25
Nº 30	0,60	18
Nº 40	0,42	12
Nº 50	0,30	10
Nº 200	0,075	6
LL(WL)		24
IP		6

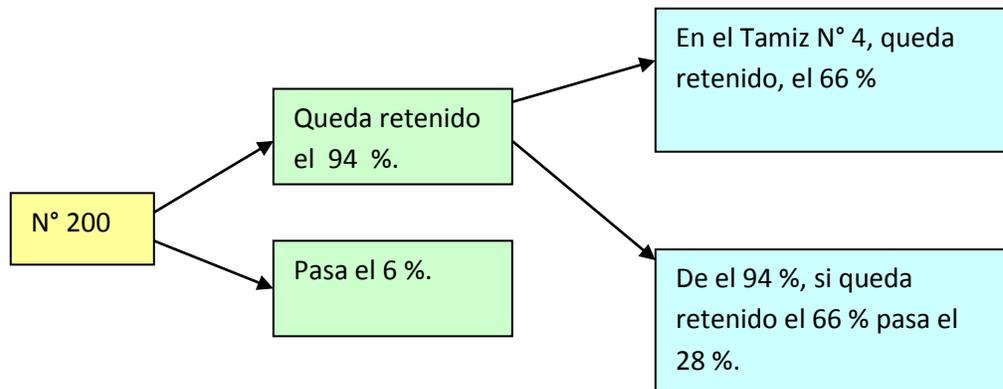
Para la resolución de este ejercicio analizamos cuál es el porcentaje que pasa por el tamiz Nº 200 de abertura nominal 0,075 mm.



Verificamos en la tabla del sistema USCS, y como en el tamiz N° 200, queda retenido más del 50 % de las partículas el suelo es un suelo grueso.

Ahora debemos verificar si el suelo es grava o arena.

Analizamos del 94 % que queda retenido en el tamiz N° 200, cuál es el porcentaje retenido en el tamiz N° 4, de abertura 4,75 mm.



Si sumamos el porcentaje total, tiene que ser 100 %.

$$66 \% + 28 \% + 6 \% = 100 \%$$

De acuerdo a la Tabla de Clasificación USCS, como en el tamiz N° 4, queda retenido más del 50 % de lo retenido en el Tamiz N° 200, el suelo es una grava.

Ahora para determinar que tipo de grava es debemos analizar cual es el porcentaje que para por el Tamiz N° 200. **Según el siguiente criterio.**

- Si menos del 5 % pasa por el tamiz N° 200, los sufijos que se indican para la fracción granular son W ò P, y dependen del coeficiente de uniformidad y del coeficiente de curvatura.
- Si más del 12 % pasa por el tamiz N° 200 los sufijos que se utilizan son M ò C, dependiendo de los valores de WL y de IP. Esta clasificación depende de la carta de plasticidad.
- Si el % que pasa por el tamiz N° 200 está entre el 5 y el 12 % se emplea una clasificación intermedia de símbolos dobles, W ò P, y M ò C. Esta clasificación depende de la carta de plasticidad y del Coeficiente de uniformidad y de curvatura.

Como por el Tamiz N° 200, para el 6 %, demos realizar una clasificación doble.

Si el % que pasa por el tamiz N° 200 está entre el 5 y el 12 % se emplea una clasificación intermedia de símbolos dobles, W ò P, y M ò C. Esta clasificación depende de la carta de plasticidad y del Coeficiente de uniformidad y de curvatura.

De acuerdo a la Tabla de clasificación USCS, debemos analizar.

Tipo de suelo	Símbolo	% Ret. en 5mm	% que pasa* 0,08mm	C _u	C _c	Índice de Plasticidad * IP
Gravas	GW	≥50% de lo retenido en 0.08 mm	< 5	> 4	1 a 3	
	GP					
	GM	> 12			< 0,73 (WL-20) o < 4	
	GC				> 0,73 (WL-20) y > 7	

El Coeficiente de Uniformidad (C_u) y el Coeficiente de Curvatura (C_c).

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

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

D₆₀ ---- Es la abertura nominal del Tamiz por el cual pasa el 60 % del suelo.

D₃₀ ---- Es la abertura nominal del Tamiz por el cual pasa el 30 % del suelo.

D₁₀ ---- Es la abertura nominal del Tamiz por el cual pasa el 10 % del suelo.

Vamos a la tabla de granulometría y vemos que no tenemos la abertura del tamiz por el cual pasa el 60 % del árido.

x	←	<table border="1"> <tr> <td>9,5</td> <td>67</td> </tr> <tr> <td>6,3</td> <td>49</td> </tr> </table>	9,5	67	6,3	49	→	60
9,5	67							
6,3	49							

Pero si interpolamos, lo podemos calcular:

Desarrollo de una interpolación logarítmica para el Coeficiente de Uniformidad (C_u) y el Coeficiente de Curvatura (C_c).

$$D_x = D_i * \left(\frac{X}{X_i}\right)^{\left(\frac{\log\left(\frac{D_s}{D_i}\right)}{\log\left(\frac{X_s}{X_i}\right)}\right)}$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

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

$$D_{60} = 6,3 \text{ mm} * \left(\frac{60}{49}\right)^{\left(\frac{\log\left(\frac{9,5}{6,3}\right)}{\log\left(\frac{67}{49}\right)}\right)} = 8,22 \text{ mm.}$$

$$D_{30} = 2,0 \text{ mm} * \left(\frac{30}{25}\right)^{\left(\frac{\log\left(\frac{4,75}{2,0}\right)}{\log\left(\frac{34}{25}\right)}\right)} = 3,34 \text{ mm.}$$

Por lo tanto $D_{60} = 8,22 \text{ mm.}$

$D_{30} = 3,34 \text{ mm}$

$D_{10} = 0,3 \text{ mm.}$

Por lo tanto:

$$C_u = 27,4$$

$$C_c = 4,52$$

El C_u cumple la condición, pero el C_c no está entre 1 y 3, entonces la grava es mal graduada, o sea GP.

Ahora debemos analizar si:

$IP < 0,73$ (WL-20) o $e < 4$

$6 < 0,73$ (24-20) o $e < 4$

$6 < 2,92$ o $e < 4$

El suelo no cumple con esta condición, por lo que debemos analizar si:

$IP > 0,73$ (WL-20) y $e > 7$

$6 > 0,73$ (24-20) y $e > 7$

$6 > 2,92$ y $e > 7$

IP es mayor a 0,73 (WL-20) pero no mayor a 7 por lo que de acuerdo a la Tabla del Sistema USCS,

Si $IP \approx 0,73$ (WL-20) o si IP está entre 4 y 7 e $IP > 0,73$ (WL-20), usar símbolo doble:
GM-GC, o SM-SC

Entonces como el suelo es una grava, su clasificación sería:

GP-GM-GC

O sea, una grava mal gradada, grava limosa y arcillosa.

Ahora Clasificamos el Suelos según el Sistema AASHTO.

Lo primero que debemos hacer, es preguntar en la parte superior de la tabla, si nuestro suelo es Granular o Cohesivo, o sea:

¿Por el Tamiz N° 200, de abertura 0,08 mm, pasa un porcentaje igual o menor a 35%?

Como en nuestro suelo para el 6 %, entonces el suelo es Granular.

SISTEMA DE CLASIFICACION AASHTO											
Clasificación General	Suelos granulares ($\leq 35\%$ pasa 0,08 mm)							Suelos finos ($>35\%$ Bajo 0,08 mm)			
Grupo	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Sub-grupo	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6*	A-2-7*				A-7-5** A-7-6**
2 mm	≤ 50										
0,5 mm	≤ 30	≤ 50	≥ 51								
0,08 mm	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35				≥ 36			
WL				≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41
IP	≤ 6		NP	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11
Descripción	Gravas y Arenas		Arena fina	Gravas y arenas Limosas o Arcillosas				Suelos Limosos		Suelos Arcillosos	
** A-7-5 : $IP \leq (WL-30)$							A-7-6 : $IP > (WL-30)$				
$IG = (F - 35)(0,2 + 0,005 (WL - 40)) + 0,01 (F - 15)(IP - 10)$ * Para A-2-6 y A-2-7 : $IG = 0,01 (F - 15)(IP - 10)$ Si el suelo es NP $\rightarrow IG = 0$: Si $IG < 0 \rightarrow IG = 0$											

Bajamos al Grupo A-1, sub grupo A-1^a, y preguntamos si:

¿Por el tamiz de abertura nominal 2 mm, pasa un porcentaje menor o igual a 50 %?

Si la respuesta es sí, bajamos a la fila inferior, y si la respuesta es no pasamos a la columna de la derecha y volvemos a preguntar.

Como por el tamiz de abertura 2 mm, pasa el 25 %, la respuesta es sí, pasa menos del 50 %, entonces bajamos a la fila inferior y preguntamos nuevamente:

¿Por el tamiz de abertura nominal 0,5 mm, pasa un porcentaje menor o igual a 30 %.

La respuesta es sí, bajamos al tamiz inferior.

¿Por el tamiz de abertura nominal 0,08 mm, pasa un porcentaje menor o igual a 15 %.

La respuesta es sí, pasa el 6%, bajamos a la fila inferior.

La casilla de WL, está vacía, preguntamos en la casilla inferior sí:

¿El valor del Índice de Plasticidad IP, es menor o igual a 6?

La respuesta es sí, el valor del IP, es 6.

Por lo tanto nuestro suelo es un suelo A-1ª.

Sólo nos faltaría determinar, el valor del índice de grupo.

Para determinar el índice de grupo empleamos la ecuación.

$$IG = (F - 35) (0,2 + 0,005(WL - 40)) + 0,01(F - 15) (IP - 10)$$

$$IG = (6 - 35) (0,2 + 0,005(24 - 40)) + 0,01(6 - 15) (6 - 10)$$

$$IG = (- 29) (0,2 + 0,005(- 16)) + 0,01(- 9) (- 4)$$

$$IG = (- 29) (0,12) + 0,036$$

$$IG = (- 3,48) + 0,036$$

$$IG = (- 3,44)$$

Como el valor del índice de grupo es negativo se asume como "0".

Nuestro suelo, se clasifica como:

A-1-a (0)

Suelo de Gravas y Arenas.

6. **EJERCICIOS PROPUESTOS.**

Tamiz.	Abertura (mm).	% que Pasa.	% que Pasa.	% que Pasa.	% que Pasa.
2 ½"	63				
2"	50	100			
1 ½"	38,1	90		100	
1"	25	85		85	
¾"	19	65		70	100
½"	12,5	46		64	90
3/8"	9,5	32		46	83
¼"	6,3	26		28	72
N° 4	4,76	21		20	56
N° 10	2,0	16	100	16	34
N° 40	0,42	8	67	12	22
N° 200	0,074	2	58	10	5
% WI		12	46	8	14
% IP		4	25	2	8

USCS	GP-GM	CL	GP-GM	SP-SM-SC
AASHTO	A-1-a (0)	A-7-6 (12)	A-1-a (0)	A-2-4 (0)

7. **INSUMOS.**

Materiales.	Unidad.	Cantidad.	# Alumnos.
Papel Carta.	resma	0,25	20

8. **EQUIPAMIENTO.**

Equipos.	CANTIDAD	N° MAX ALUMNOS
Data Show.	1	20
Computador	1	20

9. BIBLIOGRAFÍA.

- Guzmán Euclides Manual de edificación Santiago, Editorial Universitaria , 1995
- Berry, Peter. Y Reid, David Mecánica de Suelos. Colombia, Editorial Mc Graw-Hill, 1993.
- Terzaghi, Karl. Mecánica de suelos en la Ingeniería Práctica. Barcelona, Editorial “El Ateneo”, 1980.
- M.O.P. Especificaciones y métodos de muestreo y ensayo de la dirección de vialidad.