

EJERCICIO 1

Se ha extraído una muestra inalterada de un terreno para realizar una serie de ensayos. Al llegar al laboratorio, la masa de la muestra era 2.117'0 g y tras secarla en estufa completamente su masa se redujo hasta 1.837'7 g.

A continuación se ha llevado a cabo un análisis granulométrico por tamizado cuyos resultados se indican en la tabla.

Tamiz ASTM	Φ tamiz (mm)	Retenido (g)
3"	75	0
¾"	19'0	248'56
Nº 4	4'75	311'58
Nº 10	2'00	345'21
Nº 40	0'425	524'14
Nº 200	0'075	324'87
Fondo		83'34

Se pide:

1. Determinar la humedad inicial de la muestra.
2. Dibujar la curva granulométrica del suelo.
3. Estimar el coeficiente de uniformidad, C_U , y el coeficiente de curvatura, C_C .
4. Indicar si es un suelo uniforme.

Soluciones: $w = 15'2 \%$; $C_U = 23'90$; $C_C = 1'07$; No es uniforme

EJERCICIO 2

De una parcela destinada a edificación se ha extraído una muestra de suelo para su análisis en laboratorio, cuya masa inicial eran 2.028'0 g.

En primer lugar se llevó a cabo su secado en estufa, tras lo que se obtuvo una humedad natural para la muestra $w = 18'4 \%$. Se pide:

1. Determinar la masa de la muestra desecada.

En segundo lugar se realizó un análisis granulométrico por tamizado, reteniéndose en cada tamiz las masas que se indican en la tabla.

Tamiz ASTM	Φ tamiz	Retenido (g)
3/4"	19'0	70'25
Nº 4	4'75	82'68
Nº 10	2'00	733'4
Nº 20	0'850	421'48
Nº 40	0'425	189'46
Nº 200	0'075	139'13
Fondo		76'40

Se pide:

2. Dibujar la curva granulométrica del suelo.
3. Determinar el valor del diámetro eficaz.
4. Calcular los coeficientes de curvatura y uniformidad.
5. Indicar si es un suelo uniforme.

Soluciones: $M_S = 1.712'8$ g; $D_{10} = 0'245$ mm; $C_U = 10'35$; $C_C = 1'81$; No es uniforme

EJERCICIO 3

La humedad natural de una muestra de suelo de partículas finas es $w = 10'3 \%$.

Sobre este suelo se ha conseguido realizar el ensayo para la determinación del límite plástico con una masa de 8'67 g. Tras secarla completamente se redujo a 7'94 g.

Además, también se llevaron a cabo distintos ensayos en cuchara de Casagrande para la obtención del límite líquido, cuyos resultados se indican en la tabla.

Nº golpes	Masa inicial (g)	Masa seca final (g)
27	12'94	10'11
23	13'39	10'38
16	13'65	10'49

Se pide:

1. Calcular el límite plástico, w_P .
2. Calcular el límite líquido, w_L .
3. Obtener el índice de plasticidad, I_P .
4. Determinar los índices de fluidez y de consistencia. A partir de este último, indicar cuál es el estado de consistencia del suelo.
5. Utilizando la carta de plasticidad de Casagrande, ¿cuál sería la simbología internacionalmente aceptada para este suelo?

Soluciones: $w_P = 9'2 \%$; $w_L = 28'5 \%$; $I_P = 19'3$; $I_F = 0'06$; $I_C = 0'94$; OL ó CL

EJERCICIO 4

Se ha extraído una muestra inalterada de un terreno para llevar a cabo una serie de ensayos. Al llegar al laboratorio, la masa de la muestra era 2.986'1 g, y tras secarla completamente en estufa, su masa se redujo hasta 2.178'1 g.

Realizado un análisis granulométrico por tamizado, pasaron a través del tamiz nº 200 un total de 1.764'0 g, por lo que se concluyó que se trataba de un suelo de partículas finas.

A continuación, con una pequeña cantidad de suelo seco mezclado con agua hasta 8'35 g, se consiguió finalizar el ensayo de límite plástico. Una vez desecados se redujeron hasta 6'25 g.

Posteriormente, sobre otra muestra de esa misma fracción se realizó el ensayo en cuchara de Casagrande. Para el primer ensayo se necesitaron 26 golpes, por lo que una vez extraída una pequeña muestra para determinar su humedad (ver tabla), se procedió a repetir el ensayo, consiguiéndose esta vez con 27 golpes. En este caso también se midió la humedad.

Nº de golpes	Masa inicial (g)	Masa seca final (g)
26	14'84	10'35
27	14'65	10'18

Tabla. Ensayos para determinar el límite líquido.

Se pide:

1. Determinar la humedad natural del terreno.
2. Calcular el límite plástico y el límite líquido.
3. Obtener el índice de plasticidad y los índices de fluidez y consistencia. A partir de este último, indicar cuál es el estado del suelo.
4. Utilizando la carta de plasticidad de Casagrande, ¿cuál sería la simbología internacionalmente aceptada para este suelo?

Soluciones:

w = 37'1 %; w_P = 33'6 %; w_L = 44'0 %; I_P = 10'4; I_F = 0'34; I_C = 0'66; OL ó ML

EJERCICIO 5

De un suelo de partículas finas se conocen los siguientes datos:

$$w_L = 70 \%, w_P = 10 \%, I_C = 0'75$$

Considerando que la densidad relativa de las partículas sólidas de ese suelo toma el valor de 2'7, calcular el peso específico aparente del suelo.

Solución:

$$\gamma = 19'75 \text{ kN/m}^3$$

EJERCICIO 6

1 kg de suelo arcilloso saturado en el que el valor del peso específico de las partículas sólidas es 27 kN/m^3 y cuya humedad inicial es del 30 % pierde por evaporación 100 g. Si el límite de retracción del suelo es del 10 %, ¿cuál será el grado de saturación y su nuevo volumen?

Soluciones:

$$S_r = 100 \%; V = 409'97 \text{ cm}^3$$

EJERCICIO 7

Clasificar los suelos que se indican a continuación mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.)

Suelo	Pasa nº 200	Pasa nº 4	C _U	C _C	w _L ⁺	w _L ⁻	w _P
1	3 %	75 %	7'5	0'5	-	-	-
2	15 %	95 %	-	-	80	-	60
3	10 %	50 %	5	2	60	-	28
4	65 %	90 %	-	-	45	50	23
5	65 %	90 %	-	-	32	45	23
6	82 %	95 %	-	-	35	40	28
7	55 %	70 %	-	-	82	90	58
8	55 %	70 %	-	-	60	82	58

Soluciones:

Suelo 1: SP, Arena mal graduada con grava.

Suelo 2: SM, Arena limosa.

Suelo 3: GW-GC, Grava bien graduada con arcilla y arena.

Suelo 4: CL, Arcilla ligera arenosa.

Suelo 5: OL, Arcilla orgánica arenosa.

Suelo 6: ML, Limo con arena.

Suelo 7: MH, Limo elástico gravoso con arena.

Suelo 8: OH, Limo orgánico gravoso con arena.

EJERCICIO 8

Se ha extraído una muestra inalterada de un terreno para realizar una serie de ensayos. Al llegar al laboratorio, la muestra presentaba una masa de 4.628'6 g y tras desecarla en estufa completamente su masa se redujo hasta 3.757'0 g.

A continuación se ha llevado a cabo un análisis granulométrico por tamizado cuyos resultados se indican en la tabla 1.

Tamiz ASTM	Φ tamiz (mm)	Retenido (g)
1'5''	37'5	0
¾''	19'0	71'41
Nº 4	4'75	161'52
Nº 10	2'00	604,9
Nº 40	0'425	368'19
Nº 200	0'075	139'08
Fondo		2.411'9

Tabla 1. Resultados del análisis granulométrico por tamizado.

Debido a que este análisis confirmó que se trataba de un suelo de partículas finas, fue necesario determinar el límite plástico, mediante el ensayo correspondiente, y resulto ser el valor $w_p = 19'2 \%$.

El límite líquido se obtuvo en cuchara de Casagrande, tras la realización de los ensayos que se indican en la tabla 2.

Nº golpes	Masa inicial (g)	Masa seca final (g)
34	14'82	10'90
24	14'56	10'36

Tabla 2. Ensayos para determinar el límite líquido.

Se pide:

1. Determinar la humedad natural de la muestra.
2. Dibujar la curva granulométrica.
3. Calcular el límite líquido, w_L .
4. Obtener el índice de plasticidad y los índices de fluidez y consistencia. A partir de este último, indicar cuál es el estado del suelo.
5. Clasificar el suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.) y según la clasificación A.A.S.H.T.O.

Soluciones: $w = 23'2 \%$; $w_L = 38'5 \%$; $I_p = 19'3$; $I_F = 0'21$; $I_C = 0'79$; **CL; A-6(10)**

EJERCICIO 9

Se ha extraído una muestra inalterada de un terreno para realizar una serie de ensayos. Al llegar al laboratorio, la masa de la muestra era 2.317'2 g y tras secarla completamente en estufa su masa se redujo hasta 1.823'1 g.

A continuación se ha llevado a cabo un análisis granulométrico por tamizado cuyos resultados se indican en la tabla 1.

Tamiz ASTM	Φ tamiz (mm)	Retenido (g)
¾"	19'0	225'13
Nº 4	4'75	408'56
Nº 10	2'00	335'45
Nº 20	0'850	298'12
Nº 40	0'425	215'87
Nº 200	0'075	80'04
Fondo		259'93

Tabla 1. Resultados del análisis granulométrico por tamizado.

Debido a la cantidad de suelo que pasa por el tamiz nº 200, se observa la necesidad de determinar sus límites líquido y plástico. El límite plástico se obtuvo con 9'24 g de muestra, que desecados después arrojaron una masa de 8'57 g.

El límite líquido se obtuvo en cuchara de Casagrande, tras la realización de los ensayos que se indican en la tabla 2.

Nº golpes	Masa inicial (g)	Masa seca final (g)
32	12'15	9'29
18	12'46	9'23

Tabla 2. Ensayos para determinar el límite líquido.

Se pide:

1. Determinar la humedad natural del terreno.
2. Dibujar la curva granulométrica.
3. Calcular el límite líquido, w_L , y el límite plástico, w_P .
4. Obtener los índices de plasticidad, fluidez y consistencia. A partir de este último, indicar cuál es el estado del suelo.
5. Clasificar el suelo según el S.U.C.S. y según la clasificación A.A.S.H.T.O.

Solución:

$w = 27'1 \%$; $w_L = 32'7 \%$; $w_P = 7'8 \%$; $I_P = 24'9$; $I_F = 0'78$; $I_C = 0'22$; **SC; A-2-6(0)**

EJERCICIO 10

Se ha extraído una muestra inalterada de un terreno para realizar una serie de ensayos. Al llegar al laboratorio, la masa de la muestra era 2.244'1 g y tras secarla en estufa completamente su masa se redujo hasta 1.941'3 g.

A continuación se ha llevado a cabo un análisis granulométrico por tamizado cuyos resultados se indican en la tabla 1.

Tamiz ASTM	Φ tamiz (mm)	Retenido (g)
1'5''	37'5	0
¾''	19'0	107'01
Nº 4	4'75	225'48
Nº 10	2'00	511'69
Nº 40	0'425	689'15
Nº 200	0'075	230'56
Fondo		177'41

Tabla 1. Resultados del análisis granulométrico por tamizado.

Debido a la cantidad de suelo que pasa por el tamiz nº 200, se observa la necesidad de determinar sus límites líquido y plástico. El límite plástico se obtuvo con 7'50 g de muestra, que desecados después arrojaron una masa de 6'75 g.

El límite líquido se obtuvo en cuchara de Casagrande, tras la realización de los ensayos que se indican en la tabla 2.

Nº golpes	Masa inicial (g)	Masa seca final (g)
33	14'11	10'84
26	14'88	11'18
20	12'04	8'86

Tabla 2. Ensayos para determinar el límite líquido.

Se pide:

1. Determinar la humedad natural del terreno.
2. Dibujar la curva granulométrica y estimar C_U y C_C .
3. Calcular el límite líquido, w_L , y el límite plástico, w_P .
4. Obtener los índices de plasticidad, fluidez y consistencia.
5. Clasificar el suelo según el S.U.C.S. y según la clasificación A.A.S.H.T.O.

Soluciones:

$w = 15'6 \%$; $w_L = 33'1 \%$; $w_P = 11'1 \%$; $I_P = 22'0$; $I_F = 0'20$; $I_C = 0'80$; SW-SC; A-2-6(0)

EJERCICIO 11

Se ha extraído una muestra inalterada de un terreno con el fin de identificarla y clasificarla. Tras su separación y secado se ha tomado una masa seca de 3.545'2 g para realizar un análisis granulométrico por tamizado, que se ha llevado a cabo en dos partes, puesto que se dispone de una tamizadora con capacidad para 6 tamices. Las tablas 1 y 2 muestran el resultado de este ensayo.

Tamiz	Φ tamiz (mm)	Retenido (g)
1'5"	37'5	0
¾"	19'0	105'81
3/8"	9'5	184'92
Nº 4	4'75	216'33
Nº 10	2'00	616'8
Fondo		2.421'4

Tabla 1. Primera fase del tamizado

Tamiz	Φ tamiz (mm)	Retenido (g)
Nº 20	0'850	985'6
Nº 40	0'425	400'57
Nº 70	0'212	354'48
Nº 100	0'150	177'29
Nº 200	0'075	140'20
Fondo		363'20

Tabla 2. Segunda fase del tamizado

Debido a la cantidad de suelo que pasa por el tamiz nº 200, se observa la necesidad de determinar sus límites líquido y plástico.

El límite plástico se obtuvo con una mezcla de 8'39 g de suelo seco que pasó el tamiz nº 40 y agua, que desecada completamente su masa se redujo a 7'90 g.

Para obtener el límite líquido fue necesario realizar varios ensayos en la cuchara de Casagrande, cuyos resultados se indican en la tabla 3.

Nº golpes	Masa inicial (g)	Masa seca final (g)
32	12'72	7'43
18	14'23	7'92

Tabla 3. Ensayos para determinar el límite líquido.

Se pide:

1. Dibujar la curva granulométrica del suelo.
2. Estimar el coeficiente de uniformidad, C_U , y el coeficiente de curvatura, C_C .
3. Determinar el límite líquido, w_L , el límite plástico, w_P , y el índice de plasticidad, I_P .
4. Clasificar el suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.) y según la clasificación A.A.S.H.T.O.

Soluciones:

$C_U = 21'56$; $C_C = 1'79$; $w_L = 75'0 \%$; $w_P = 6'2 \%$; $I_P = 68'8$; SW-SC; A-2-7(0)

EJERCICIO 12

Se ha extraído una muestra de un terreno con el fin de identificarla y clasificarla. Dicha muestra se dividió a su vez en muestras más pequeñas.

Una primera muestra se secó completamente en estufa y a continuación se introdujo en una columna de tamices obteniéndose % grava = 10 % y % arena = 35 %.

Posteriormente, se llevó a cabo el ensayo de límite plástico, consiguiéndose para una humedad del 10 %. También fue necesario realizar el ensayo de límite líquido (ver tabla).

Además, debido al olor a materia orgánica que desprendía el suelo se decidió llevar a cabo otro ensayo en cuchara de Casagrande con una segunda muestra sin pasarla previamente por secado alguno. En este caso se obtuvo un límite líquido de valor 91 %.

Con estos datos, clasificar el suelo según el S.U.C.S.

Golpes	Masa	Masa seca
40		
30	10'55 g	6'39 g
26	10'49 g	6'31 g
20	11'11 g	6'65 g

Solución: OH, Arcilla orgánica arenosa

EJERCICIO 13

El análisis granulométrico de un suelo realizado con los tamices de la serie ASTM ha proporcionado los datos indicados en la tabla 1.

Partículas	Tamaño (ϕ)	Proporción
Arena gruesa	N° 4 (4'75 mm) > ϕ > N° 10 (2 mm)	5 %
Arena media	N° 10 (2 mm) > ϕ > N° 40 (0'425 mm)	15 %
Arena fina	N° 40 (0'425 mm) > ϕ > N° 200 (0'075 mm)	25 %
Limos y arcillas	ϕ < N° 200 (0'075 mm)	55 %

Tabla 1. Proporciones de las distintas partículas denominadas según el S.U.C.S.

1. Con estos datos, ¿se podría dibujar la curva granulométrica de forma exacta?. ¿Y de forma aproximada?. Razonar las respuestas y dibujar la curva.

Debido a la cantidad de fracción fina de este suelo se pasó a realizar los ensayos de límite plástico y de límite líquido. El primero se consiguió con 8'32 g de suelo que una vez desecados completamente se convirtieron en 7'56 g.

Los ensayos en cuchara de Casagrande arrojaron los siguientes resultados:

Golpes	Masa	Masa seca
32	12'23 g	10'58 g
27	12'89 g	10'93 g
20	13'15 g	10'91 g

2. Calcular el límite plástico y el límite líquido del suelo.

Además, también se determinó el límite líquido antes del secado completo, puesto que había un ligero olor a materia orgánica, resultando un valor del 21 %.

3. Clasificar el suelo según el S.U.C.S.

Soluciones:

$w_P = 10'1 \%$; $w_L = 18 \%$; CL, Arcilla ligera arenosa