



GEOTECNIA JUNIN
MEJORAMIENTO DE SUELOS Y MUROS ANCLADOS

10 JUNIO

Lunes, miércoles y
viernes

Hora: 19:00



Curso Básico de Muros Anclados para Edificaciones



Evelyn Cerrón



Manuel Pachas



Diana Camayo



Dayssi Álvarez

Contenido:

- ✓ Introducción
- ✓ Proceso constructivo
- ✓ Diseño
- ✓ Slide



www.anclajesjunin.com



CURSO Y CONSTANCIA DE PARTICIPACIÓN GRATUITO

comercial@anclajesjunin.com



CONTENIDO

1. Introducción

- 1.1. Presentación de la empresa
- 1.2. Soluciones para excavación
- 1.3. Descripción de anclajes postensados
- 1.4. Normas aplicadas en Perú

2. Proceso Constructivo

- 2.1. Maquinarias
- 2.2. Herramientas
- 2.3. Materiales
- 2.4. Proceso constructivo
- 2.5. Tolerancias en obra
- 2.6. Incidentes en obra

► CLASE COVID

3. Diseño

- 3.1. Caracterización del terreno
 - 3.1.1. Clasificación de suelos
 - 3.1.2. Interpretación de EMS
- 3.2. Desarrollo de la envolvente de Mohr
 - 3.2.1. Parámetros de resistencia al corte
 - 3.2.2. Circulo de Mohr
 - 3.2.3. Envolvente de Mohr
 - 3.2.4. Tipos de empuje
- 3.3. Empuje de tierras
 - 3.3.1. Calculo de tensiones verticales
 - 3.3.2. Calculo de tensiones horizontales
- 3.4. Muros de contención
 - 3.4.1. Panelado
 - 3.4.2. Análisis por deslizamiento
 - 3.4.2.1. Problemas de aplicación

- 3.4.3. Análisis por volcadura
 - 3.5.3.1. Problemas de aplicación
- 3.4.4. Calculo de longitud libre y longitud de bulbo
- 3.4.5. Aplicación para 2 anillos

4. Slide

- 4.1. Factor de Seguridad
- 4.2. Métodos de análisis de estabilidad
 - 4.2.1. Método de las dovelas
 - 4.2.1.1. Fellenius
 - 4.2.1.2. Problemas de aplicación
- 4.3. Aplicación en el programa
 - 4.3.1. Manejo de la interfase
 - 4.3.2. Problemas de aplicación en el slide

Curso básico de Anclajes para Edificaciones



Clase 3

3.1. Clasificación de Suelos





BATALLA DE JUNÍN
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES

3. DISEÑO



BATALLA DE JUNÍN
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES

3.1. Clasificación de Suelos

Clasificación de suelos

Existen dos maneras de poder clasificar a los suelos

AASHTO -> Usado para construcción de carreteras

SUCS -> Usado para ingeniería geotécnica

Ambos sistemas utilizan los resultados del análisis granulométrico y la determinación de los límites de Atterberg(LL,LP,IP)

Pueden definirse como los límites de los contenidos de humedad que caracterizan los cuatro estados de consistencia de un suelo de grano fino: estado sólido, estado semisólido, estado plástico y estado semilíquido o viscoso.



TABLA N° 5 ENSAYOS DE LABORATORIO	
ENSAYO	NORMA APLICABLE
Contenido de Humedad	NTP 339.127 (ASTM D2216)
Análisis Granulométrico	NTP 339.128 (ASTM D422)
Límite Líquido y Límite Plástico	NTP 339.129 (ASTM D4318)
Peso Específico Relativo de Sólidos	NTP 339.131 (ASTM D854)
Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)	NTP 339.134 (ASTM D2487)
Densidad Relativa *	NTP 339.137 (ASTM D4253) NTP 339.138 (ASTM D4254)
Peso volumétrico de suelo cohesivo	NTP 339.139 (BS 1377)
Límite de Contracción	NTP 339.140 (ASTM D427)
Ensayo de Compactación Proctor Modificado	NTP 339.141 (ASTM D1557)
Descripción Visual-Manual	NTP 339.150 (ASTM D2488)
Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.152 (BS 1377)
Consolidación Unidimensional	NTP 339.154 (ASTM D2435)
Colapsibilidad Potencial	NTP 339.163 (ASTM D5333)
Compresión Triaxial no Consolidado no Drenado	NTP 339.164 (ASTM D2850)
Compresión Triaxial Consolidado no Drenado	NTP 339.166 (ASTM D4767)
Compresión no Confinada	NTP 339.167 (ASTM D2166)
Expansión o Asentamiento Potencial Unidimensional de Suelos Cohesivos	NTP 339.170 (ASTM D4546)
Corte Directo	NTP 339.171 (ASTM D3080)
Contenido de Cloruros Solubles en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.177 (AASHTO T291)
Contenido de Sulfatos Solubles en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.178 (AASHTO T290)

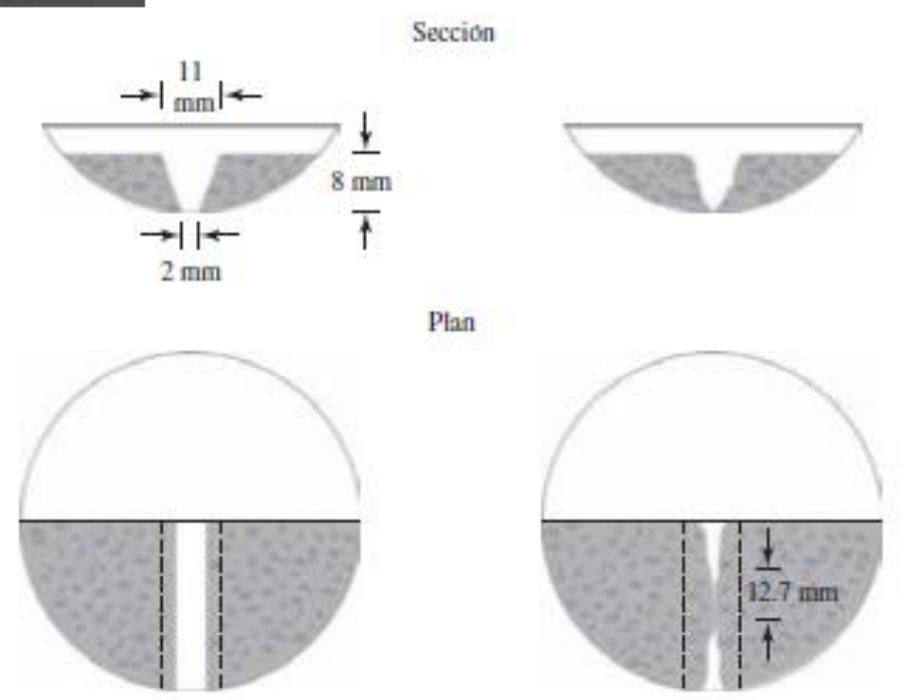
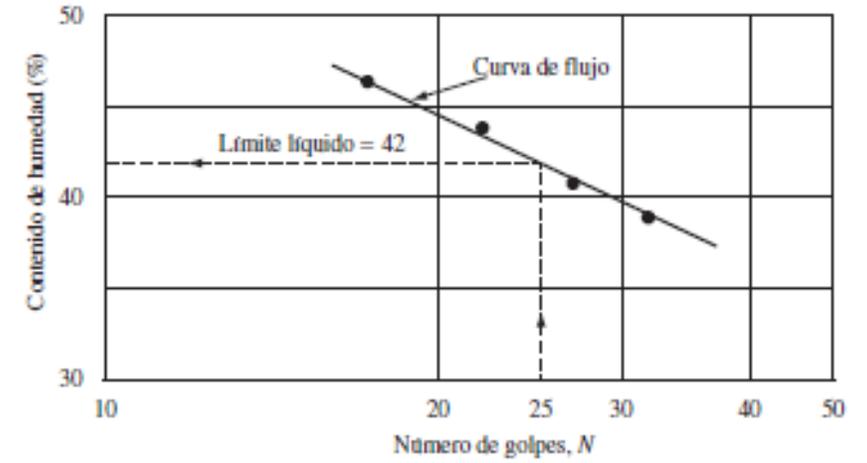
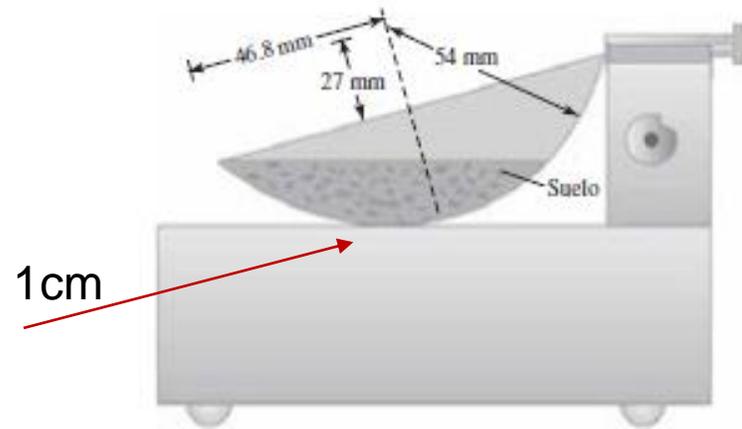
* Debe ser usada únicamente para el control de rellenos granulares.



Limite liquido (LL)



Figura 3.10 Dispositivo de límite líquido (derson, Nevada)



Capsula N°	#01	#02	#03	#04
Peso de Cápsula, g	30.46	24.33	25.91	24.05
P.Cap+suelo humedo, g	48.12	41.17	34.32	40.71
P.Cap+suelo seco, g	44.06	37.42	32.52	37.14
Número de golpes, N	15	19	26	30

Suelo Humedo, g	17.66	16.84	8.41	16.66
Suelo Seco, g	13.6	13.09	6.61	13.09
Peso de agua, g	4.06	3.75	1.8	3.57
Humedad, ω %	29.853	28.648	27.231	27.273



Limite plástico (LP)



3.2 mm



Figura 3.14 Prueba de límite plástico (Cortesía de Braja M. Das, Henderson, Nevada)

Capsula N°	#05	#06
Peso de Cápsula, g	13.1	12.78
P.Cap+suelo humedo, g	19.06	19.57
P.Cap+suelo seco, g	18.26	18.66

Suelo Humedo, g	5.96	6.79
Suelo Seco, g	5.16	5.88
Peso de agua, g	0.8	0.91
Humedad, ω %	15.5	15.48

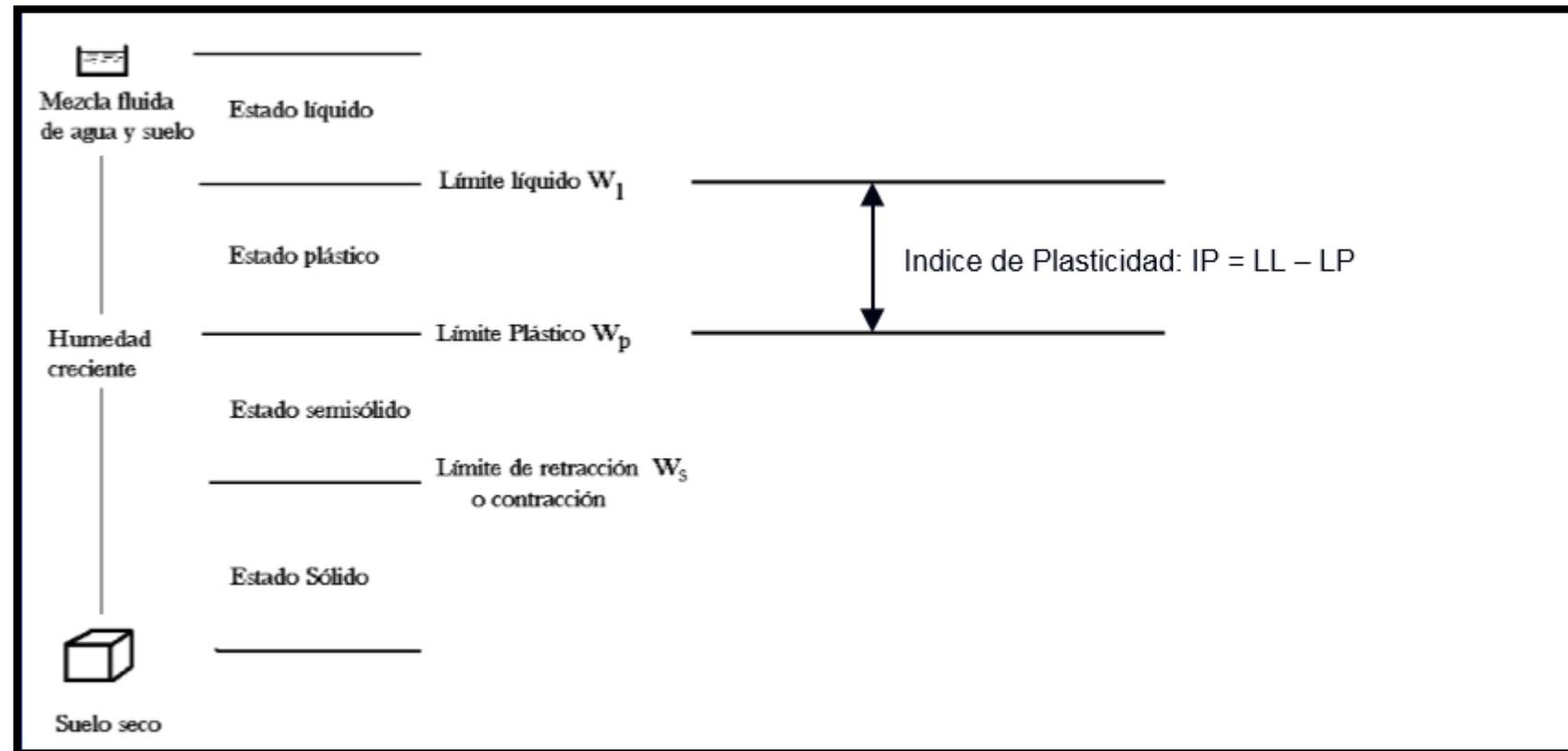
El LP viene a ser el promedio de los resultados



Determinación del índice de plasticidad

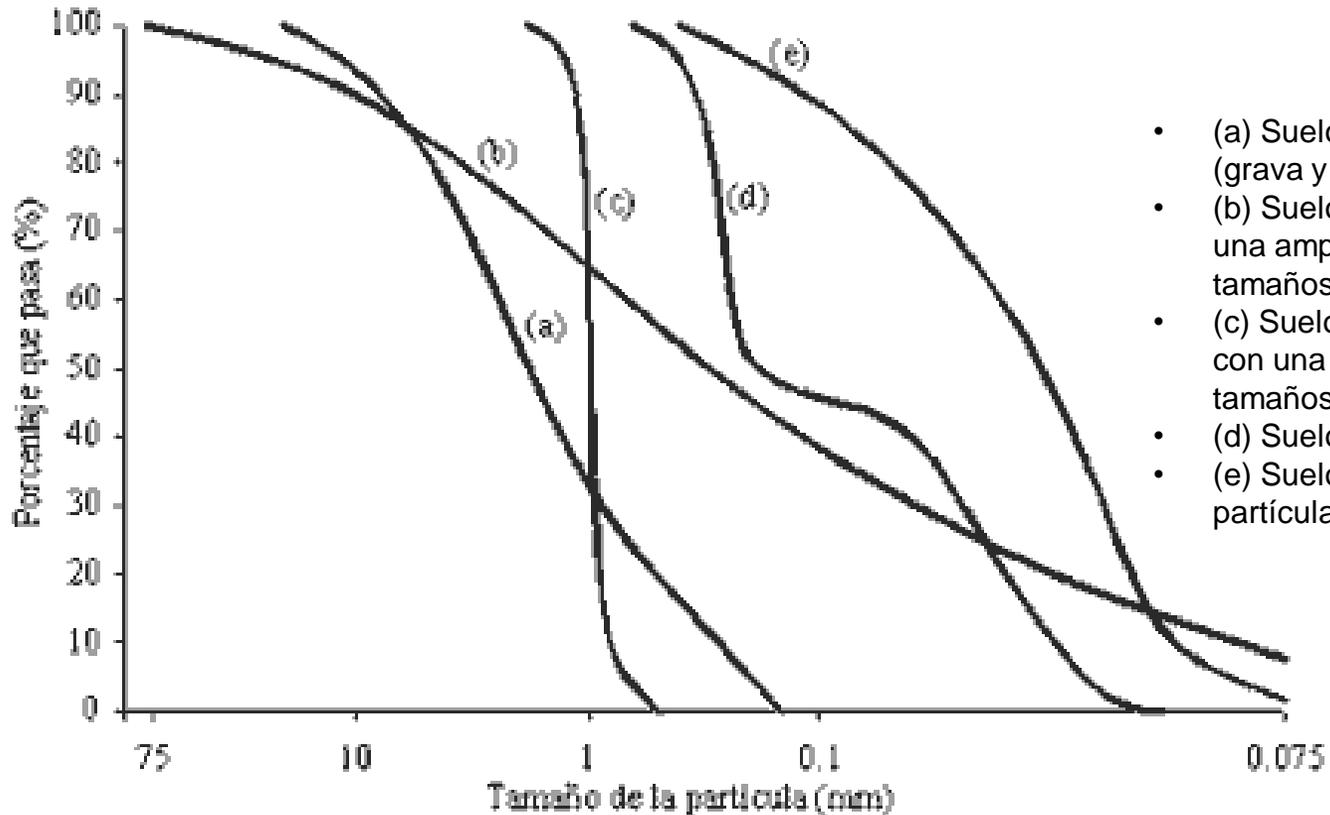
Una vez definidos el **límite líquido** y **límite plástico** puede determinarse el **índice de plasticidad** puesto que es la diferencia entre ambos. Se representa con las siglas IP y la fórmula del índice de plasticidad se muestra a continuación:

$$IP = LL - LP$$

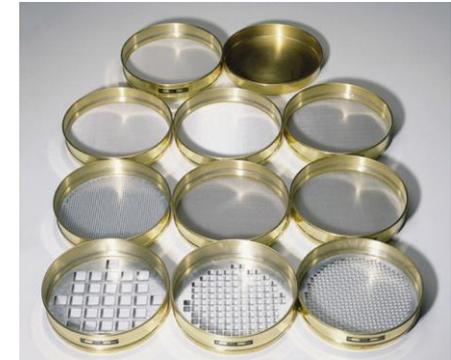


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

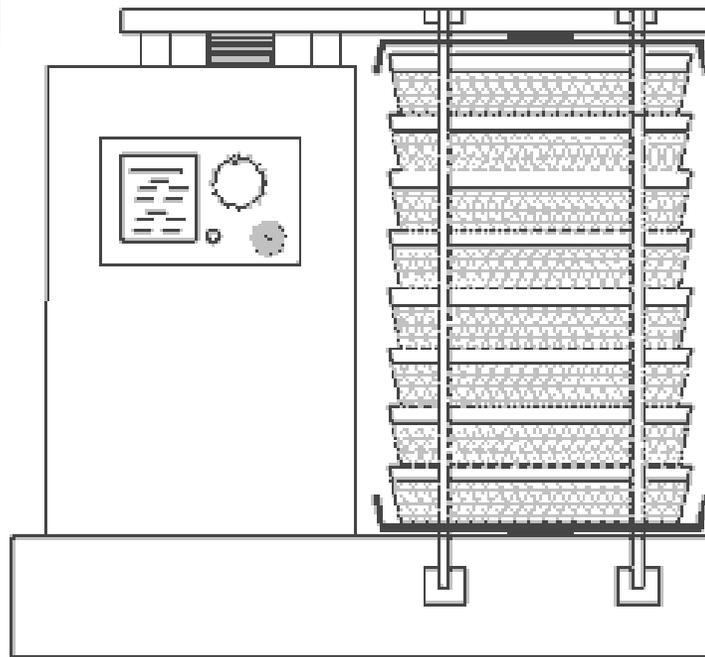
Consiste en clasificar por tamaños los granos que componen el suelo mediante una serie de mallas que definen el tamaño de las partículas



- (a) Suelo de grano grueso (grava y arena)
- (b) Suelo bien gradado con una amplia variedad de tamaños de partículas
- (c) Suelos de grano grueso con una reducida variedad de tamaños de partículas
- (d) Suelo con gradación hueca
- (e) Suelo compuesto de partículas finas (limo y arcilla)

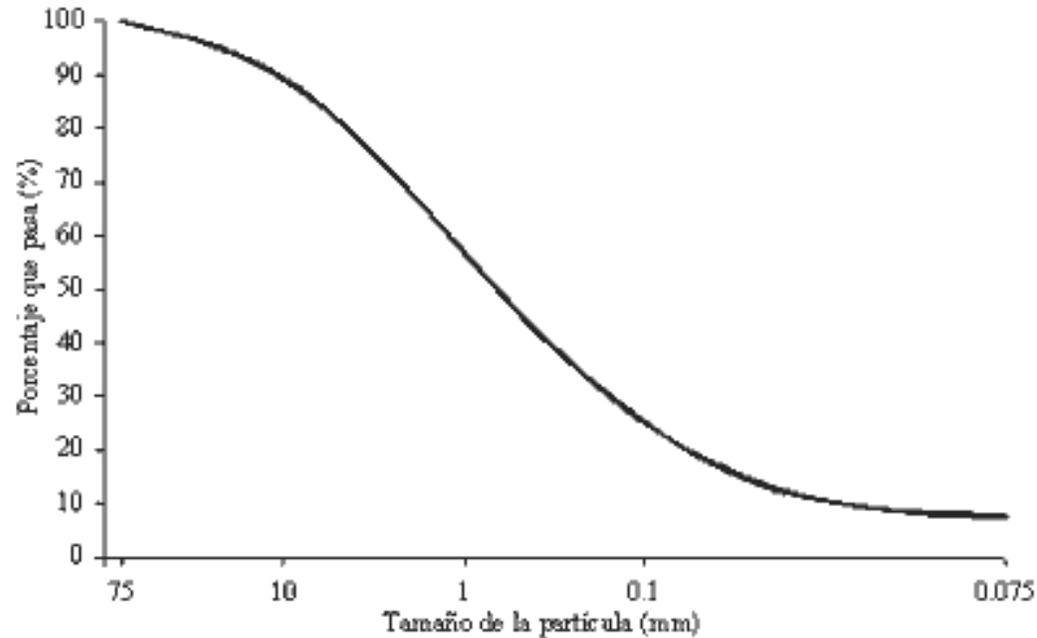


Los resultados se presenta en forma de curva semilogarítmica en la que el “porcentaje que pasa” representa las ordenadas y las mallas son las abscisas.



Se tamiza por 15 min en un tamizador de laboratorio, lo que queda retenido en la malla #200, se usa para otros fines.

Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D6913)		
Nro. Malla	Abertura (mm)	% Acum. que pasa
3"	76.200	
2"	50.800	
1 1/2"	38.100	
1"	25.400	
3/4"	19.100	
3/8"	9.520	
Nº 4	4.760	
Nº 10	2.000	
Nº 20	0.840	
Nº 40	0.425	
Nº 60	0.250	
Nº 140	0.106	
Nº 200	0.075	



Si $1 < C_c < 3$ Bien gradado
 Si $C_u > 4$ Grava bien grada
 Si $C_u > 6$ Arena Bien grada

A partir de la curva granulométrica se pueden obtener diámetros característicos tales como ***D10***, ***D30***, ***D60***, etc; donde “***D***” se refiere al tamaño del grano y el subíndice denota el porcentaje de material más fino (porcentaje que pasaría una malla ficticia con diámetro “***D***”).

Coeficiente de uniformidad

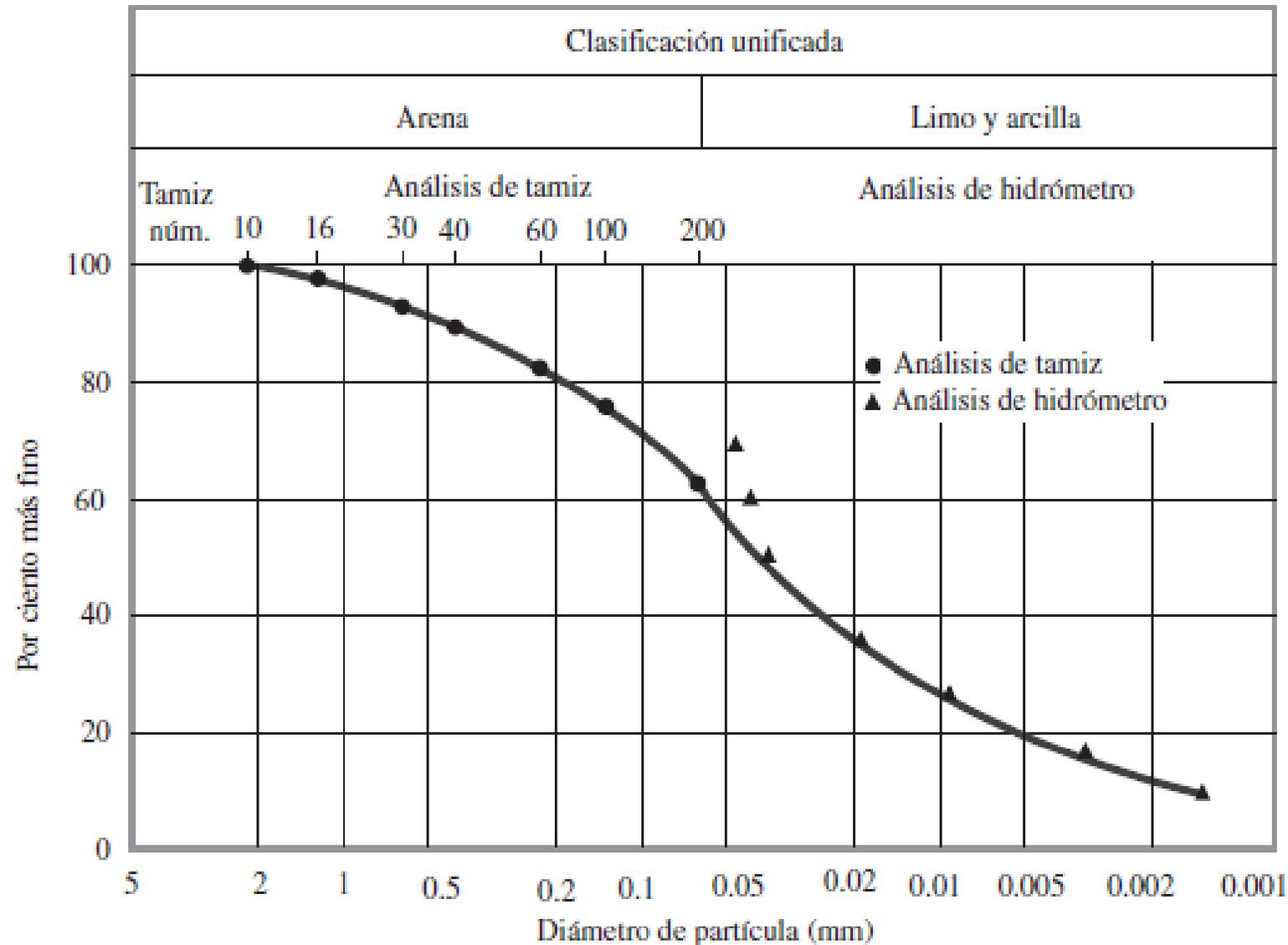
$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Este parámetro indica que los diámetros ***D60*** y ***D10*** difieren en tamaño apreciablemente, el ***Cu*** representa la amplitud de la curva granulométrica. Cuanto más uniforme es el suelo, más uniforme es el tamaño de sus huecos y más difícil es su compactación

Coeficiente de Curvatura

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \cdot D_{60}}$$

Valores de ***Cc*** estima si existe presencia de distintos tamaños o ausencia de algún rango de tamaño de partículas.



Los porcentajes de grava, arena, limo, arcilla y partículas de tamaño de arcilla presentes en un suelo pueden obtenerse a partir de la curva de distribución de tamaño de partícula.

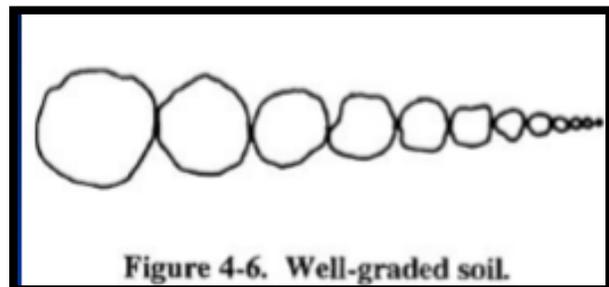
Tiene los siguientes porcentajes:

Grava (límites de mayor tamaño a 4.75 mm) = 0%

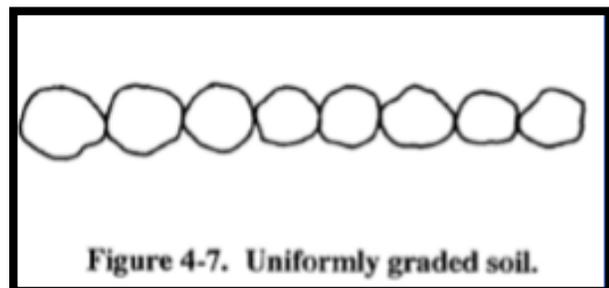
Arena (límites de 4.75 a 0.075 mm de tamaño) = por ciento más fino que 4.75 mm de diámetro - por ciento más fino que 0.075 mm de diámetro $100 - 38 = 62\%$

Limo y arcilla (límites de tamaño menor de 0.075 mm) = 38%

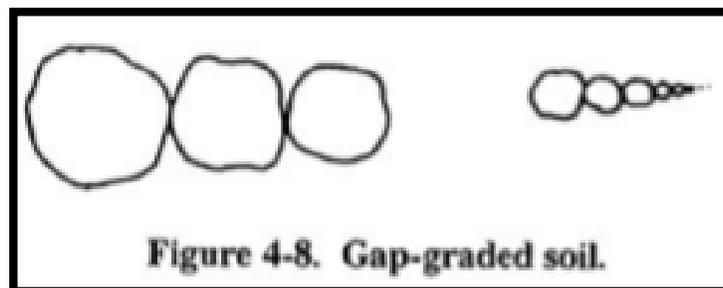
Tipos de Graduación



SUELO BIEN GRADUADO:
Existe una graduación continua de tamaños.



SUELO MAL GRADUADO:
Existe una graduación uniforme de tamaños.



SUELO CON GRADUACIÓN DISCONTINUA:
Existe una graduación discontinua de tamaños.



El sistema Unificado de clasificación de suelos, utiliza como identificación los siguientes símbolos:

Símbolo	G	S	M	C	O	Pt	H	L	W	P
Descripción	Grava	Arena	Limo	Arcilla	Limos o arcillas orgánicas	Turba y suelos altamente orgánicos	Alta plasticidad	Baja plasticidad	Bien graduado	Mal graduado

Primera letra
Segunda letra

Otros símbolos que también se utilizan para la clasificación son:

- W: bien clasificado
- P: mal clasificado
- L: baja plasticidad (límite líquido menor de 50)
- H: alta plasticidad (límite líquido mayor de 50)



Suelos de grano fino

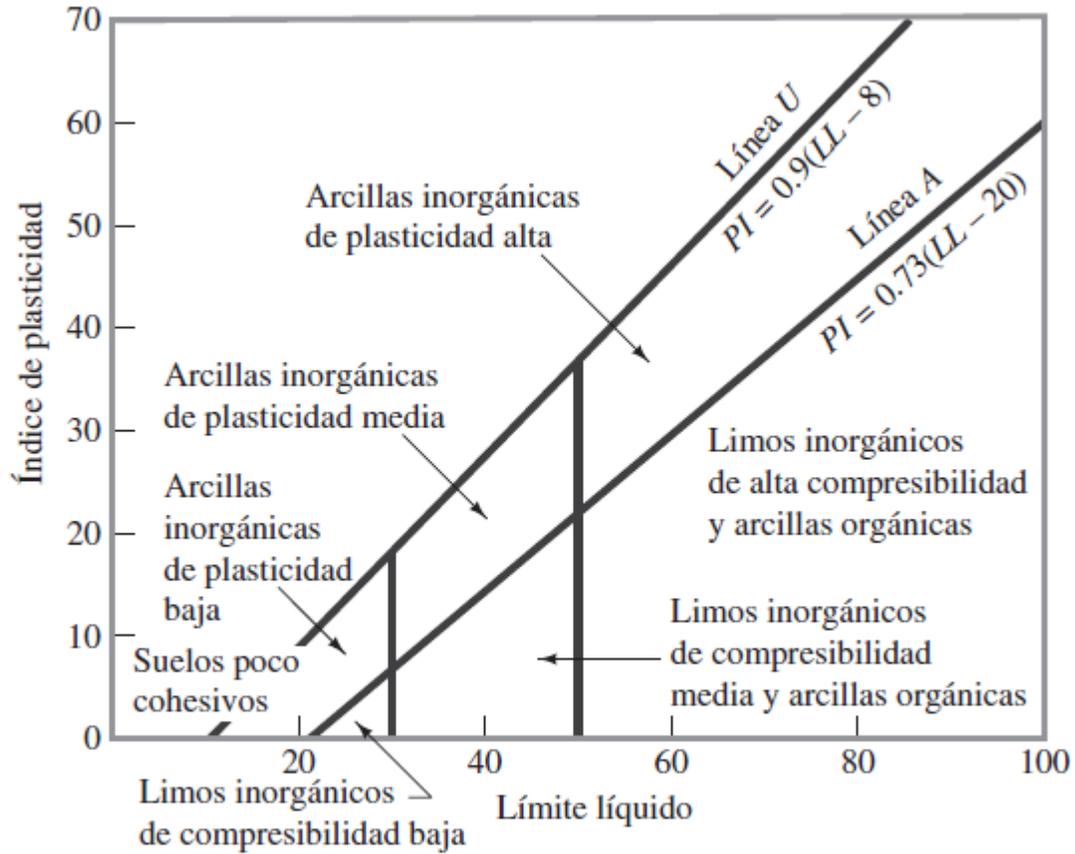


Figura 3.19 Carta de plasticidad

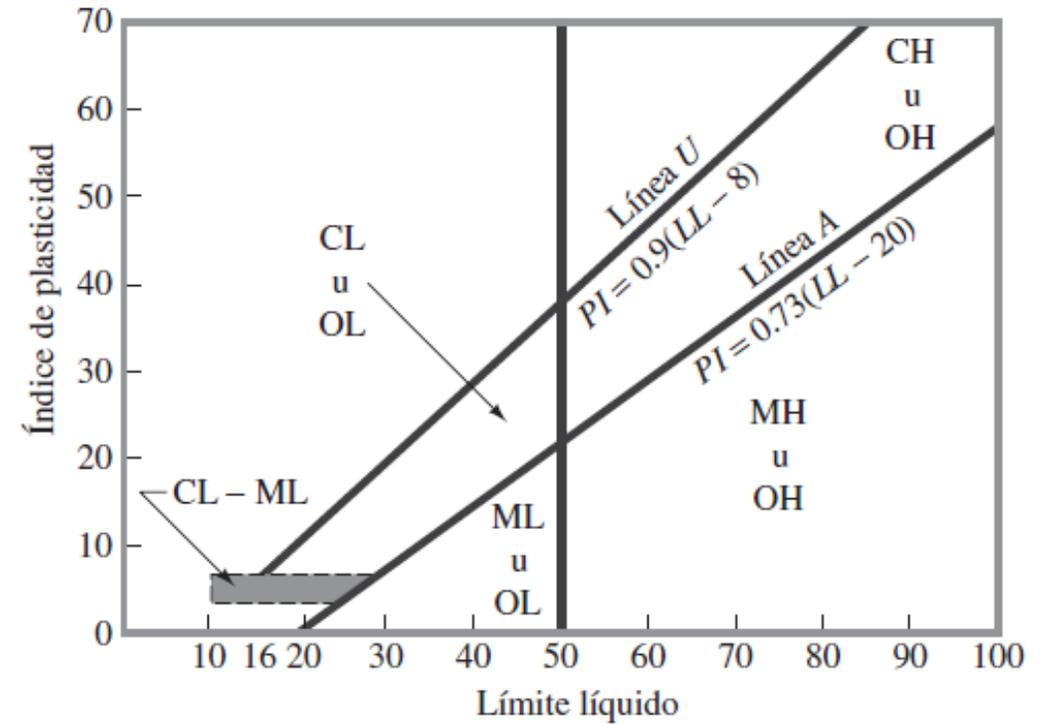


Figura 4.2 Gráfica de plasticidad

Tabla 4.2 Sistema unificado de clasificación de suelo (basado en el material que pasa por el tamiz núm. 75)

Criterio para la asignación de símbolos de grupo				Símbolos de grupo	
Suelos de grano grueso Más de 50% retenido en el tamiz núm. 200	Gravas Más de 50% de fracción gruesa retenida en el tamiz núm. 4	Gravas limpias	$C_u \geq 4$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	GW	
		Menos de 5% finos ^a	$C_u < 4$ y/o $1 > C_c > 3^c$	GP	
	Arenas 50% o más de la fracción gruesa pasa tamiz núm. 4	Gravas con finos	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	GM	
		Más de 12% finos ^{a,d}	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	GC	
	Suelos de grano fino 50% o más pasa a través del tamiz núm. 200	Limos y arcillas Límite líquido menor que 50	Arenas limpias	$C_u \geq 6$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	SW
			Menos de 5% finos ^b	$C_u < 6$ y/o $1 > C_c > 3^c$	SP
Limos y arcillas Límite líquido 50 o más		Arenas con finos	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	SM	
		Más de 12% finos ^{b,d}	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	SC	
Suelos altamente orgánicos		Inorgánico	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2) ^e	CL	
		Orgánico	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2) ^e	ML	
		Materia orgánica principalmente, color oscuro y orgánico	Límite líquido: secado	$\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$; vea la figura 4.2; zona OL	OL
			Límite líquido: no secado	Gráficos PI en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	CH
Suelos altamente orgánicos		Materia orgánica principalmente, color oscuro y orgánico	Gráficos PI por debajo de "A" línea (figura 4.2)	MH	
			Límite líquido: secado	$\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$; vea la figura 4.2; zona OH	OH
Suelos altamente orgánicos				Pt	

^aGravas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: GW-GM, GW-GC, GP-GM, GP-GC.

^bArenas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: SW-SM, SW-SC, SP-SM, SP-SC.

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

^dSi $4 \leq PI \leq 7$ y gráficos en la zona rayada en la figura 4.2, se usa doble símbolo GC-GM o SC-SM.

^eSi $4 \leq PI \leq 7$ y gráficos en la zona rayada en la figura 4.2, se usa doble símbolo CL-ML.

Suelos gruesos.

Para que el suelo sea una grava debe cumplirse lo siguiente: retiene el tamiz N° 4 $> 1/2$ FG, retiene el tamiz N° 4: 100 menos lo que pasa el tamiz N°. 4

Para que el suelo sea una arena debe cumplirse lo siguiente: retiene el tamiz N° 4 $< 1/2$ FG

Las gravas con 5 a 12% de finos requieren el uso de símbolos dobles:

GW -GM grava bien gradada con limo;
GW-GC grava bien gradada con arcilla;
GP-GM grava mal gradada con limo;
GP-GC grava mal gradada con arcilla.

Las arenas con 5 a 12% de finos requieren el uso de símbolos dobles:

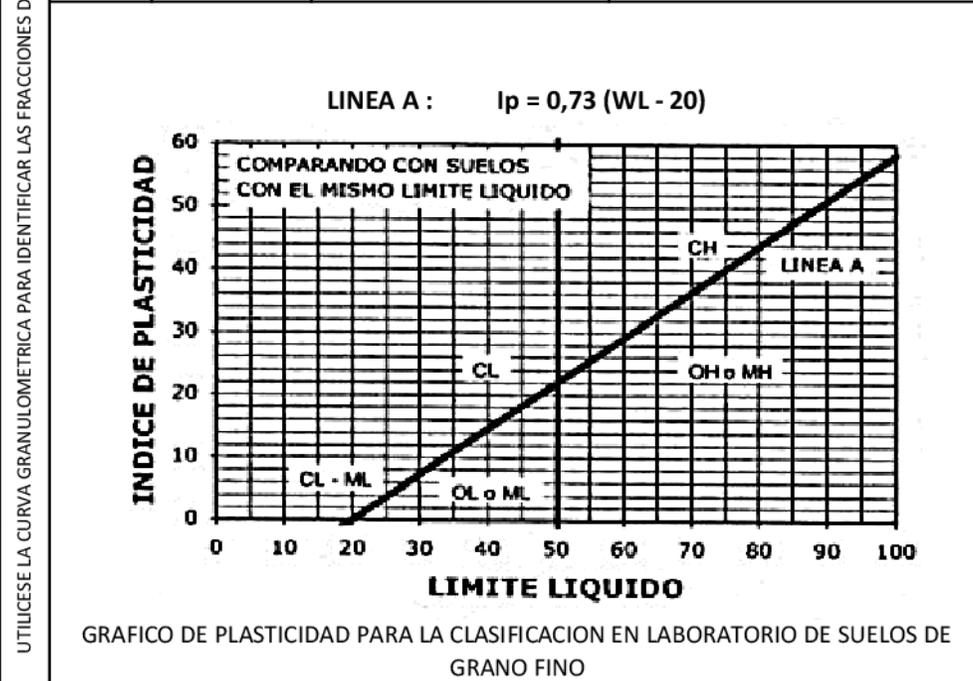
SW -SM arenas bien gradada con limo;
SW -SC arenas bien gradada con arcilla;
SP-SM arena mal gradada con limo;
SP-SC arena mal gradada con arcilla.



IDENTIFICACION EN EL CAMPO			SIMBOLO DEL GRUPO	% PASA 0.008MM	NOMBRES TÍPICOS			
SUELO DE GRANO GRUESO < 50% PASA 0.08MM (TAMIZ # 200)	GRAVAS < 50% PASA 0.05MM (TAMIZ # 4)	GRAVAS LIMPIAS (CON POCOS FINOS O SIN ELLOS)	AMPLIA GAMA DE TAMAÑOS Y CANTIDADES APRECIABLES DE TODOS LOS TAMAÑOS INTERMEDIOS	GW	< 5	GRAVA BIEN GRADUADA, MEZCLA DE GRAVA Y ARENA CON POCOS FINOS O SIN ELLOS		
			PREDOMINIO DE UN TAMAÑO O UN TIPO DE TAMAÑO, CON AUSENCIA DE ALGUNOS TAMAÑOS INTERMEDIOS	GP		GRAVA MAL GRADUADA, MEZCLA DE ARENA Y GRAVA CON POCOS FINOS O SIN ELLOS		
		GRAVAS CON FINOS (CANTIDAD APRECIABLE DE FINOS)	FRACCION FINA NO PLASTICA (PARA LA IDENTIFICACION VER EL GRUPO ML, MAS ABAJO)	GM		> 12	GRAVAS LIMOSAS, MEZCLA MAL GRADUADAS DE GRAVA ARENA Y LIMO	
			FINOS PLASTICOS (PARA IDENTIFICARLOS VER EL GRUPO CL MAS ABAJO)	GC			GRAVAS ARCILLOSAS, MEZCLA MAL GRADUADAS DE GRAVA, ARENA Y ARCILLA	
		ARENAS > 50% PASA 0.05MM (TAMIZ # 4)	ARENAS LIMPIAS (CON POCOS FINOS O SIN ELLOS)	AMPLIA GAMA DE TAMAÑOS Y CANTIDADES APRECIABLES DE TODOS LOS TAMAÑOS INTERMEDIOS		SW	< 5	ARENAS BIEN GRADUADA, ARENA CON GRAVA, CON POCOS FINOS O SIN ELLOS
				PREDOMINIO DE UN TAMAÑO O UN TIPO DE TAMAÑO, CON AUSENCIA DE ALGUNOS TAMAÑOS INTERMEDIOS		SP		ARENA MAL GRADUADAS, ARENA CON GRAVA, CON POCOS FINOS O SIN ELLOS
	ARENAS CON FINO (CANTIDAD APRECIABLE DE FINOS)		FINOS NO PLASTICOS (PARA IDENTIFICARLOS VER EL GRUPO ML MAS ABAJO)	SM	> 12	ARENAS LIMOSAS, MEZCLAS DE ARENA Y LIMO MAS GRADUADA		
			FINOS PLASTICOS (PARA IDENTIFICARLOS VER EL GRUPO CL MAS ABAJO)	SC		ARENAS ARCILLOSAS, MESZLAS MAL GRADUADAS DE ARENAS O ARCILLAS		

CRITERIOS DE CLASIFICACION EN EL LABORATORIO				
UTILICESE LA CURVA GRANULOMETRICA PARA IDENTIFICAR LAS FRACCIONES DE SUELO INDICADAS EN LA COLUMNA DE IDENTIFICACION EN EL CAMPO DETERMINESE LOS PORCENTAJES DE GRAVA Y ARENA A PARTIR DE LA CURVA GRANULOMETRICA SEGUN EL PORCENTAJE DE FINOS (FRACCION QUE PASA POR EL TAMIZ # 200) LOS SUELOS GRUESOS SE CLASIFICAN COMO SIGUE: MENOS DEL 5% MAS DEL 12% 5% AL 12% CASOS LIMITES QUE REQUIERE EN EL EMPLEO DE SIMBOLOS DOBLES (GW-GC, GP-GM, SW-SW, SP-SC) = TAMIZ #200	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ MAYOR QUE 4	$Cc = \frac{D_{30}^2}{D_{60} * D_{10}}$ ENTRE 1 Y 3	NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS GRANULOMETRICOS DE LAS GW (GP = Cu ≤ 6 y Cc < 1 o Cc > 3) - (GW = Cu > 4 y Cc = 1 a 3)	
	LIMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O Ip MENOR QUE 4 (Ip = 0.73 (Wl - 20) < 4)	POR ENCIMA DE LA LINEA A CON Ip ENTRE 4 Y 7; CASOS LIMITES QUE REQUIEREN EL USO DE SIMBOLOS DOBLES		
	LIMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O Ip MAYOR QUE 7 (Ip = 0.73 (Wl - 20) > 7)	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ MAYOR QUE 6	$Cc = \frac{D_{30}^2}{D_{60} * D_{10}}$ ENTRE 1 Y 3	NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS GRANULOMETRICOS DE LAS SW (SW = Cu > 6 y Cc = 1 a 3) - (SP = Cu ≤ 6 y Cc < 1 o Cc > 3)
	LIMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O Ip MENOR QUE 4	POR ENCIMA DE LA LINEA A CON Ip ENTRE 4 Y 7; CASOS LIMITES QUE REQUIEREN EL USO DE SIMBOLOS DOBLES		
	LIMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA A O Ip MAYOR QUE 7	POR ENCIMA DE LA LINEA A CON Ip ENTRE 4 Y 7; CASOS LIMITES QUE REQUIEREN EL USO DE SIMBOLOS DOBLES		

METODOS DE IDENTIFICACION PARA LA FRACCION QUE PASA POR EL TAMIZ # 40						
SUELO DE GRANO FINO > 50% PASA 0.08MM (TAMIZ #200)	LIMOS Y ARCILLAS CON LIMITE LIQUIDO MENOR DE 50	RESISTENCIA EN ESTADO SECO (A LA DISGREGACION)	DILATACION (REACCION A LA AGITACION)	TENACIDAD (CONSISTENCIA CERCA DEL LIMITE PLASTICO)		
		NULA A LIGERA	RAPIDA A LENTA	NULA		ML
	MEDIA A ALTA	NULA A MUY LENTA	MEDIA	CL	ARCILLAS INORGANICAS DE PLASTICIDAD BAJA A MEDIA, ARCILLAS CON GRAVA, ARCILLAS ARENOSA, ARCILLAS LIMOSAS, ARCILLAS MAGRAS	
	LIGERA A MEDIA	LENTA	LIGERA	OL	LIMOS ORGANICOS Y ARCILLAS LIMOSAS ORGANICAS DE BAJA PLASTICIDAD	
	LIMOS Y ARCILLAS CON LIMITE LIQUIDO MAYOR DE 50	LIGERA A MEDIA	LENTA A NULA	LIGERA A MEDIA	MH	LIMOS INORGANICAS, SUELOS LIMOSOS O ARENOSOS FINOS MICACEOS O CON DIATOMEAS, LIMOS ELASTICOS
		ALTA A MUY ALTA	NULA	ALTA	CH	ARCILLAS ORGANICAS DE PLASTICIDAD MEDIA A ALTA
		MEDIA A ALTA	NULA A MUY LENTA	LIGERA A MEDIA	OH	ARCILLAS ORGANICAS DE PLASTICIDAD MEDIA A ALTA
SUELOS ALTAMENTE ORGANICAS		FACILMENTE IDENTIFICABLES POR SU COLOR, OLOR, SENSACION ESPONJOSA Y FRECUENTEMENTE POR SU TEXTURA FIBROSA		Pt	TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS	



AASHTO M145

Según norma ASTM D -3282

- Se clasifica en siete grupos principales: A-1 a A-7.
- En los grupos A-1, A-2 y A-3 son materiales granulares: el 35% o menos de las partículas pasan a través del tamiz núm. 200
- En los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7 son limo y material tipo arcilla: donde más de 35% pasa a través del tamiz núm. 200



Para clasificar un suelo de acuerdo con la tabla 4.1, los datos de prueba se aplican de izquierda a derecha. Por proceso de eliminación, el primer grupo de la izquierda en la que quepan los datos de prueba es la clasificación correcta.

Tabla 4.1 Clasificación de materiales de carreteras subrasantes

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos del total de la muestra pasada por el núm. 200)						
	A-1			A-2			
Grupo de clasificación	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Análisis de tamiz (porcentaje de paso)							
Núm. 10	50 máx.						
Núm. 40	30 máx.	50 máx.	51 mín.				
Núm. 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.
Características de la fracción de paso núm. 40							
Límite líquido				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.		NP	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Tipos comunes de materiales significativos constituyentes	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Limo o grava arcillosa y arena			
Clasificación general de la subrasante	Excelente a bueno						

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos del total de la muestra pasada por el núm. 200)				A-7 A-7-5* A-7-6†
	A-4	A-5	A-6		
Grupo de clasificación					
Análisis de tamiz (porcentaje de paso)					
Núm. 10					
Núm. 40					
Núm. 200	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características de la fracción de paso núm. 40					
Límite líquido	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	41 mín.
Índice de plasticidad	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	11 mín.
Tipos comunes de materiales significativos constituyentes	Suelos limosos			Suelos arcillosos	
Clasificación general de la subrasante	Regular a malo				

*Para A-7-5, $PI \leq LL - 30$

†Para A-7-6, $PI > LL - 30$



El sistema de clasificación se basa en los siguientes criterios

- Tamaño de grano:

Grava : Fracción que pasa el tamiz de 75mm y es retenida en el tamiz N°10(2mm)

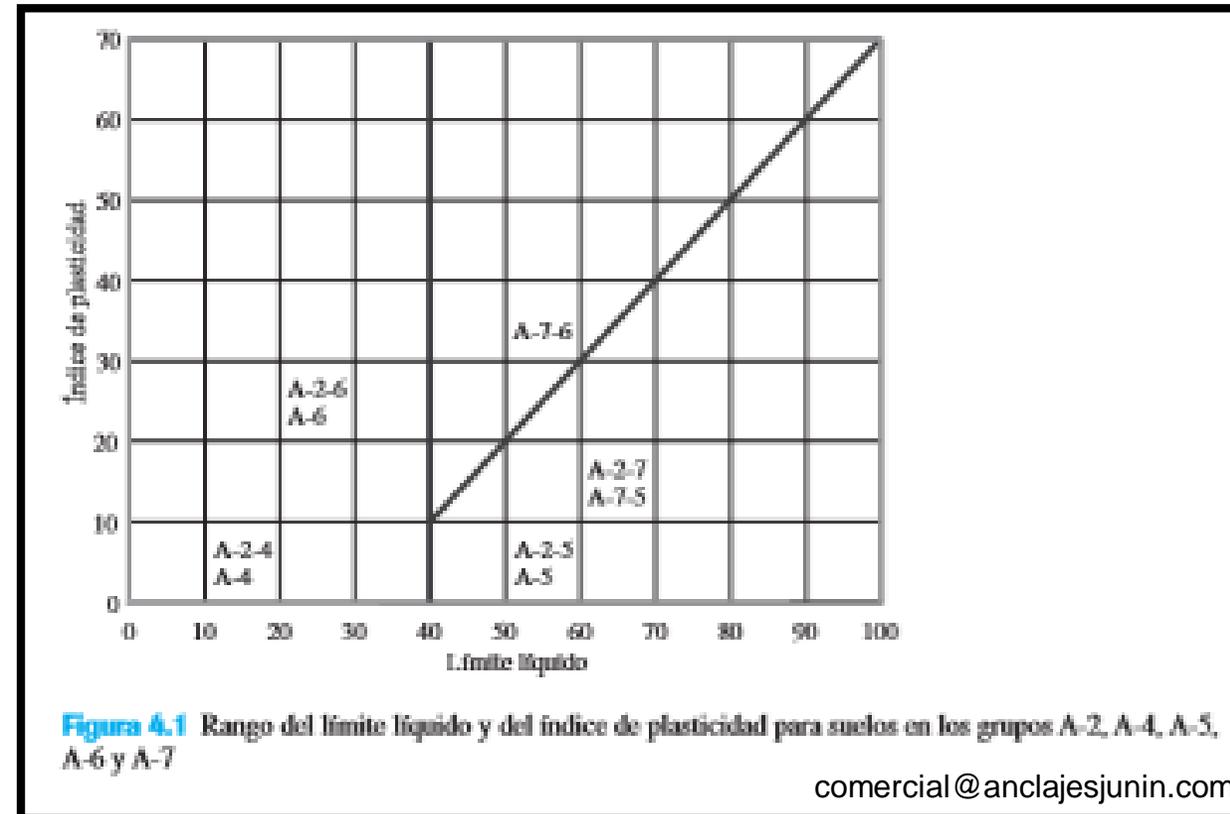
Arena: Fracción que pasa el tamiz N°10 (2mm) y es retenida en el tamiz N°200(0.075mm)

- Plasticidad:

El termino limoso se aplica cuando las fracciones finas del suelo tienen un índice de plasticidad de 10 o menos

El termino arcilloso se aplica cuando las fracciones finas del suelo tienen un índice de plasticidad de 11 o mas.

La figura 4.1 muestra un gráfico del rango del límite líquido y el índice de plasticidad de los suelos que se dividen en los grupos A-2, A-4, A-5, A-6 y A-7.





BATALLA DE JUNÍN
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES

3.1.1. Caracterización del terreno

Caracterización de suelos

Características:

1. Gravas : Partículas visibles y gruesas $> 2\text{mm}$
2. Arenas: Partículas visibles y finas $< 2\text{ mm}$
3. Limos: Partículas no visibles y tacto áspero
4. Arcilla: Partículas no visibles y tacto suave



Grava



ARENOSO

LIMOSO

ARCILLOSO



Diferencia entre grava y arenas

Gravas (>2 mm) Arenas (entre 0,006 y 2 mm)

Los granos no se apelmazan aunque estén húmedos, debido a la pequeñez de las tensiones capilares.

Cuando el gradiente hidráulico es mayor que 1, se produce en ellas flujo turbulento.

Los granos se apelmazan si están húmedos, debido a la importancia de las tensiones capilares.

No se suele producir en ellas flujo turbulento aunque el gradiente hidráulico sea mayor que 1.



Diferencia entre arena y limo

Arenas (entre 0,06 y 2 mm)

Limos (entre 0,002 y 0,06 mm)

Partículas visibles.

En general no plásticas.

Los terrenos secos tienen una ligera cohesión, pero se reducen a polvo fácilmente entre los dedos.

Fácilmente erosionadas por el viento.

Fácilmente arenadas mediante bombeo.

Los asentamientos de las construcciones realizadas sobre ellas suelen estar terminados al acabar la construcción.

Partículas invisibles.

En general, algo plásticos.

Los terrenos secos tienen una cohesión apreciable, pero se pueden reducir a polvo con los dedos.

Difícilmente erosionados por el viento.

Casi imposible de drenar mediante bombeo.

Los asentamientos suelen continuar después de acabada la construcción.



Diferencia entre limo y arcilla

Limos (entre 0,002 y 0,06 mm)

Arcillas (< 0,002 mm)

No suelen tener propiedades coloidales.

Suelen tener propiedades coloidales.

A partir de 0,002 mm, y a medida que aumenta el tamaño de las partículas, se va haciendo cada vez mayor la proporción de minerales no arcillosos.

Consisten en su mayor parte en minerales arcillosos.

Tacto áspero.

Tacto suave.

Se secan con relativa rapidez y no se pegan a los dedos.

Se secan lentamente y se pegan a los dedos.

Los terrones secos tienen una cohesión apreciable, pero se pueden reducir a polvo con los dedos.

Los terrones secos se pueden partir, pero no reducir a polvo con los dedos.



Definición de los perfiles de suelos

- Las expresiones de este numeral se aplican a los 30m superiores del perfil de suelo, medidos desde el nivel de fondo de cimentación. El subíndice i se refiere a uno cualquiera de los n estratos con distintas características, m se refiere al número de suelos granulares y k al número de estratos de suelos cohesivos:

Velocidad promedio de las ondas de corte (V_s)

$$V_s = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{d_i}{V_{si}} \right)}$$

Donde d_i es el espesor de cada uno de los n estratos y V_{si} es la correspondiente velocidad de ondas de corte (m/s)

Promedio Ponderado del SPT, N_{60}

$$\bar{N}_{60} = \frac{\sum_{i=1}^m d_i}{\sum_{i=1}^m \left(\frac{d_i}{N_{60i}} \right)}$$

Donde d_i es el espesor de cada uno de los m estratos con suelo granular y N_{60i} es el correspondiente valor corregido del SPT

Promedio Ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada (S_u)

$$\bar{s}_u = \frac{\sum_{i=1}^k d_i}{\sum_{i=1}^k \left(\frac{d_i}{s_{ui}} \right)}$$

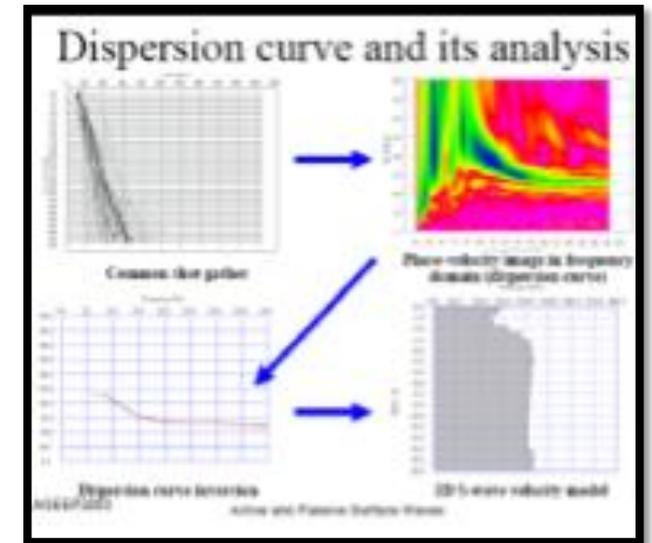
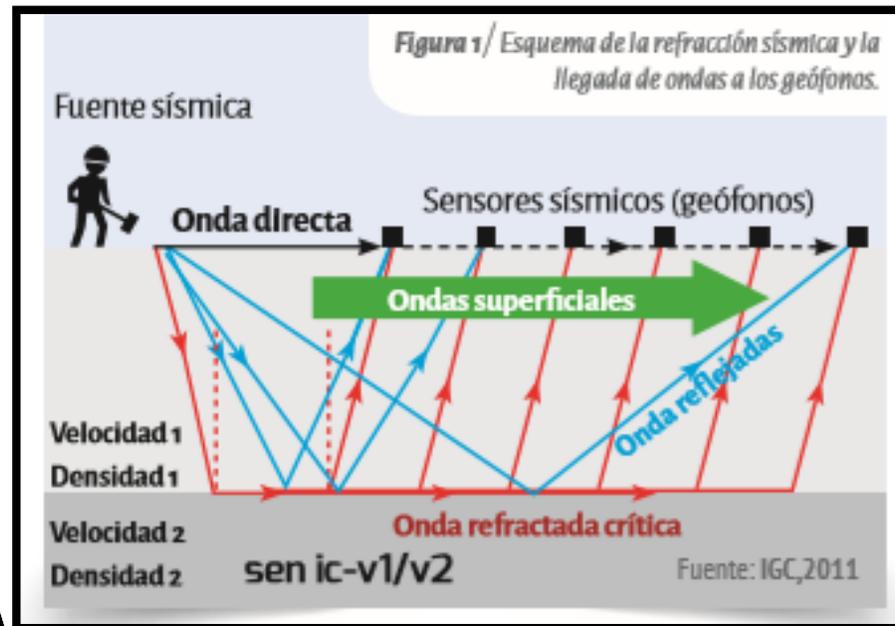
Donde d_i es el espesor de cada uno de los k estratos con suelo cohesivo y s_{ui} es la correspondencia resistencia al corte en condición no drenada (kPa)



MASW

Este método consiste en la interpretación de las ondas superficiales (Ondas Rayleigh) generadas por una fuente de energía impulsiva a unos puntos localizados a distancias predeterminadas a lo largo de un eje sobre la superficie del terreno, obteniéndose el perfil de velocidades de ondas de corte (V_s)

Permite obtener perfiles de ondas S hasta profundidades promedio de 25 m a 30m.



software SeisImager/SW-1D, para la obtención de perfiles sísmicos unidimensionales

► <https://www.youtube.com/watch?v=-gJ2mkX1GJQ>



Equipo utilizado

SISMÓGRAFO:



Fig. 02: Sismografo modelo GEODE

Un adquisidor digital multicanal de 12 a 24 canales de entrada, existen diferentes marcas ABEM Terraloc Pro, BISON, Pasi, Gisco, Geometrics, etc. La marca más utilizada, Geometrics, tiene los siguientes modelos: Geode, ES-3000, StrataVisor NZ XP o SmartSeis SE, entre otros.

SENSORES/GEÓFONOS:



Fig. 03: Geófonos de 4.5 Hz

Se recomienda geófonos verticales con una frecuencia natural de 4.5 Hz, porque las ondas superficiales tienen una banda ancha global relativamente más baja en comparación con las refracciones y reflexiones que normalmente requieren frecuencias más altas, tales como 28 Hz.



Fig. 04: Geófono de 28 Hz

CABLE DE REFRACCIÓN:



Fig. 05: Cable de Refracción Sísmica

También conocido como cable conector de geófonos, la regla general es que la longitud extendida del cable conector de geófonos sea 1.5 a 2.5 veces la profundidad de investigación. Por ejemplo, si la profundidad de investigación es de 25m a 30 m, con un sismógrafo de 24 canales, la separación entre los geófonos deberá de ser de 1.5 m aproximadamente.

FUENTE:



Fig. 06: Comba y plato metálico

Para el ensayo MASW, un martillo de 10 a 20 libras es conveniente para la mayoría de los estudios. El martillo se utiliza junto con un plato metálico de impacto y un cable de especial interruptor o trigger, que permite obtener el tiempo cero.



Fig. 07: Cable de Trigger

BATERIA DE 12 VOLTIOS

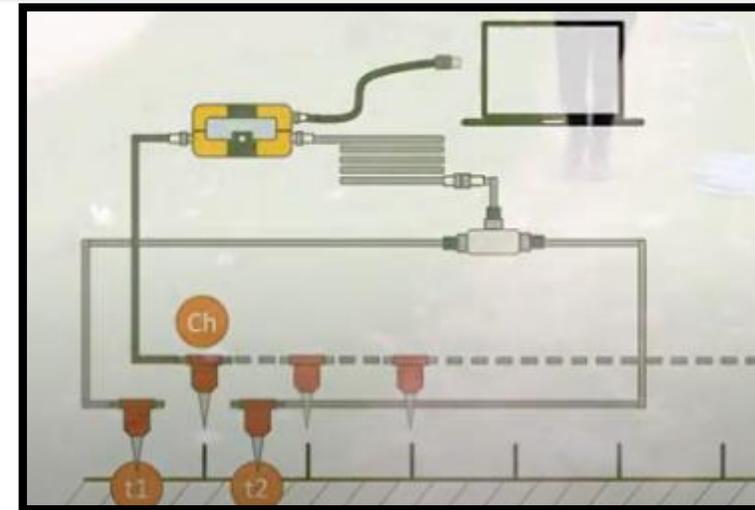


Fig. 08: Batería 12 voltios (Marca Bosh)

GEORYS Ingenieros S.A.C. cuenta con 3 Baterías para respaldar un buen trabajo en campo, son baterías de alta densidad de energía, excelente rendimiento y completamente selladas a prueba de fugas, con un voltaje de entrada de corriente continua de 12 Voltios, con la magnitud y frecuencia deseada



Fig. 09: Baterías 12 voltios



Aplicaciones de estudio Masw

1. Se aplica el análisis multicanal de ondas superficiales para hallar las ondas de corte (V_s) y poder clasificar la zona de estudio de acuerdo a los diferentes códigos sísmicos existentes (IBC 2012, Norma Peruana E.030 Diseño Sismoresistente), para ello se va a tener que calcular el valor de V_{s30} , que es el valor promedio de ondas de corte de los primeros 30 metros.
2. Medición de otros parámetros para la ingeniería y geotecnia, como el módulo de corte.
3. Permiten detectar estratos de suelos más blandos entre estratos más rígidos
4. Determinación de morfologías y espesores de las capas del subsuelo (suelos, roca).
5. Estimación de módulos elásticos de deformación.
6. Determinación de la compacidad de los estratos para definir la profundidad de cimentación.



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Consiste en someter una muestra de suelo confinada en una caja metálica a una carga normal y a un esfuerzo tangencial que se irán incrementando hasta producir la falla en la muestra.

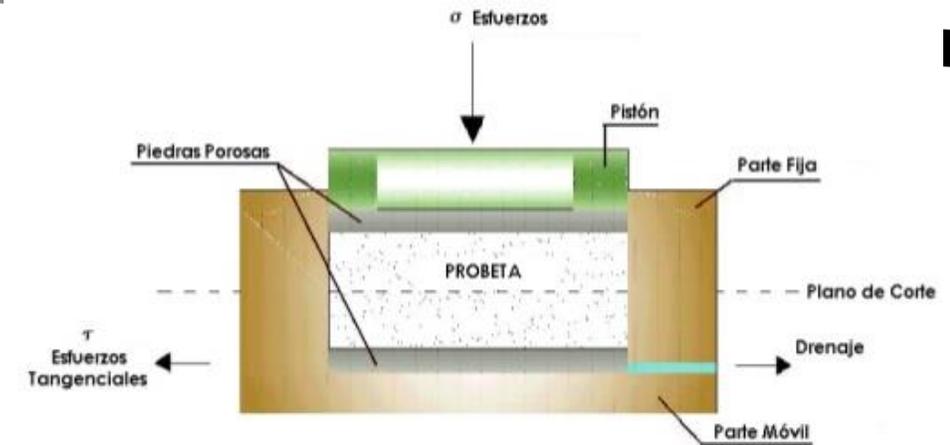
La caja metálica consta de dos secciones, una de las cuales es móvil y se desliza respecto a la otra produciendo una falla inducida.

TIPOS DE ENSAYO

Ensayos no consolidados no drenados.

Ensayos consolidados no drenados.

Ensayos consolidados drenados.



Esquema de Corte Directo



Equipos de corte directo

Sobre este plano de falla actúan dos esfuerzos

$$\sigma_n = \frac{P_v}{A}$$

Un esfuerzo normal debido a una carga vertical P_v aplicada externamente .

$$\tau = \frac{P_h}{A}$$

Un esfuerzo cortante debido a la aplicación de una carga horizontal P_h .

Donde A es el área del plano de falla del suelo; es decir, el área de la sección transversal de la caja de corte.

MUESTRAS EN LAS QUE SE PUEDE REALIZAR ESTE ENSAYO

El ensayo se puede realizar tanto a muestras inalteradas como a muestras remoldeadas:

Mib: Muestra inalterada en bloque.

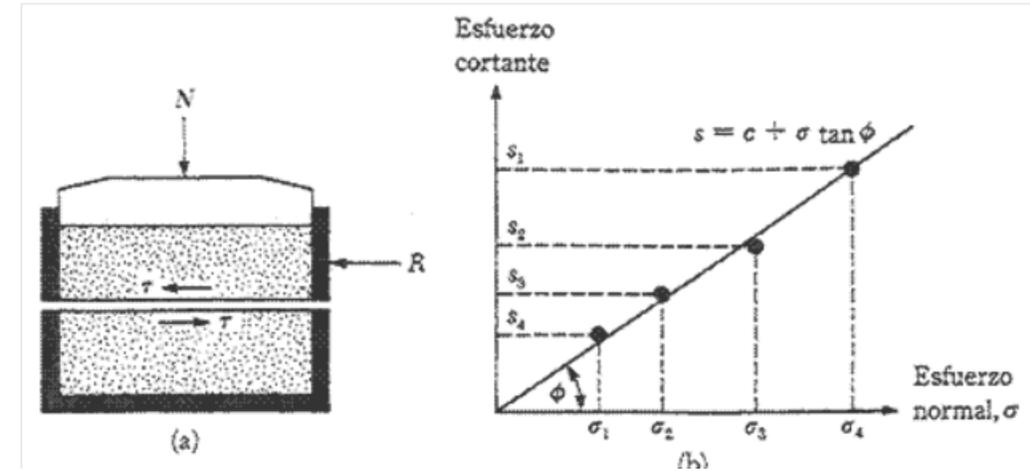
Mit: Muestra inalterada en tubo.

Mab: Muestra alterada en bolsa

NORMA: ASTM D 3080 – 04

Estos esfuerzos deberían satisfacer la ecuación de Coulomb:

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

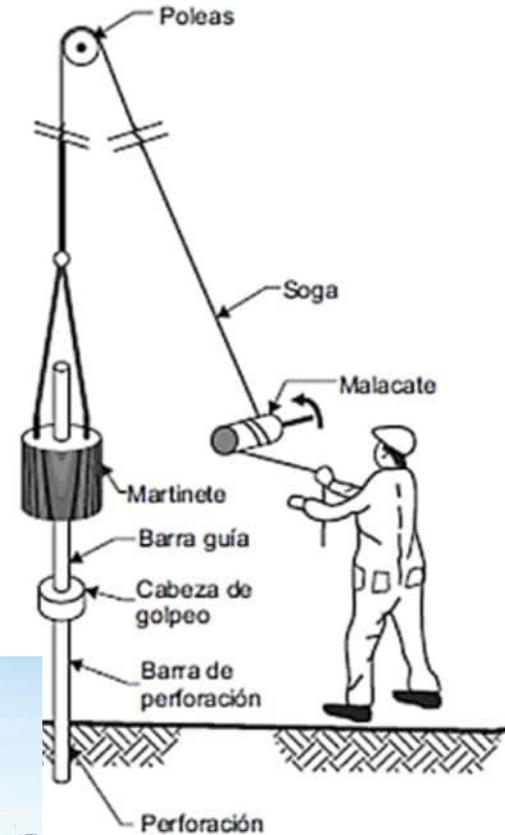


ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)

Es el ensayo in situ más recurrente para la obtención de información geotécnica del subsuelo. Una vez alcanzada la profundidad de ensayo, se procede a hincar el muestreador SPT. Se da golpes con un martillo (140 lb, 30 pul) en la cabeza de las barras.

Durante la hincada se cuentan los números de golpes necesarios para avanzar tres tramos de 15 cm. El valor de N es la suma de los dos últimos tramos de 15 cm.

Si el número de golpes necesario para profundizar en cualquiera de estos intervalos de 15 centímetros, es superior a 50, el resultado del ensayo deja de ser la suma anteriormente indicada, para convertirse en rechazo (R)



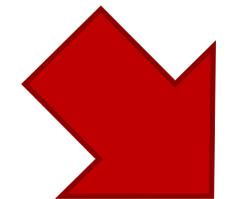
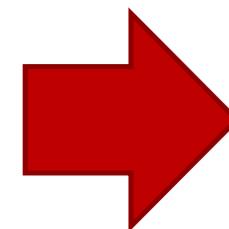
El ensayo está normalizado (Norma ASTM D-1586) y su ejecución debe ser cuidadosa.

SPT y Densidad Relativa (suelos granulares)

	N (SPT)
Muy suelto	0 - 4
Suelto	4 - 10
Medianamente denso	10 - 30
Denso	30 - 50
Muy denso	> 50

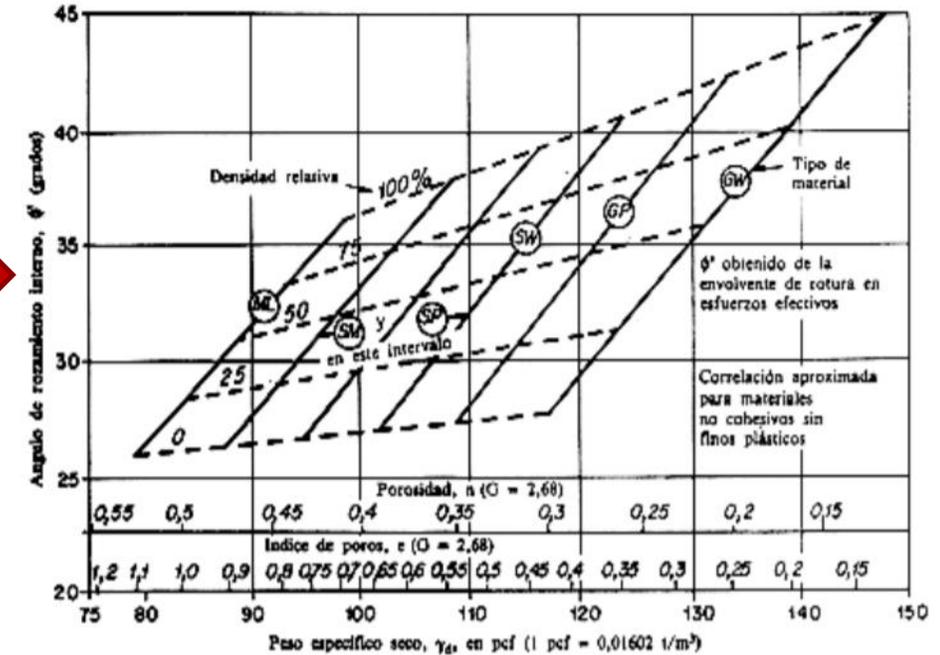
SPT y Consistencia (suelos cohesivos)

	N (SPT)
Muy blando	< 2
Blando	2 - 4
Medianamente compacto	4 - 8
Compacto	8 - 15
Muy compacto	15 - 30
Duro	> 30



Angulo de Fricción Interna

El siguiente gráfico obtenido del Manual de Diseño de la Marina Estadounidense (NAVFAC) nos muestra la relación entre densidad relativa, peso específico seco y ángulo de fricción interna para los distintos tipos de suelo.



Compresibilidad de Arenas

$$\delta = \frac{q_a B^{0.75}}{0.006 N^{1.4}}$$

δ en mm
 q_a en kg/cm²
 B en m

Densidad Relativa

La siguiente ecuación, planteada por Skempton, nos da la densidad relativa en función del valor de N_{60} y el esfuerzo efectivo en el terreno

$$D_r = \frac{0.92}{\sqrt[4]{\sigma'_v}} \sqrt{\frac{N_{60}}{32 + 28.24 \sigma'_v}} \quad (\%)$$

1. Código IBC 2012

Cuadro 1: Clasificación del Sitio (Fuente IBC, 2012)

TIPO DE SUELO	NOMBRE DE SUELO	PROPIEDADES PROMEDIO EN LOS 30 PRIMEROS METROS, VER SECCIÓN 1613.5.5		
		Velocidad de onda de corte, \bar{V}_s (m/s)	Resistencia a la penetración standar, \bar{N}	Resistencia al corte no drenada, \bar{S}_u (psf)
A	Roca muy dura	$\bar{V}_s > 1,500$	N/A	N/A
B	Roca	$760 < \bar{V}_s < 1,500$	N/A	N/A
C	Suelo muy denso o roca blanda	$360 < \bar{V}_s < 760$	$\bar{N} > 50$	$\bar{S}_u \geq 2,000$
D	suelo rígido	$180 < \bar{V}_s < 360$	$15 \leq \bar{N} \leq 50$	$1,000 \leq \bar{S}_u \leq 2,000$
E	Suelo blanco	$\bar{V}_s < 180$	$\bar{N} < 15$	$\bar{S}_u \leq 1,000$
F	-	Cualquier perfil de suelo de 3m de espesor que tenga las siguientes características: 1. Índice de plasticidad (IP) > 2. Contenido de humedad (w) $\geq 40\%$ y 3. Resistencia al corte no drenada $\bar{S}_u < 500$ psf		
G	-	Cualquier perfil de suelo que contenga una o más de las siguientes características 1. Suelos vulnerables a una posible fractura o colapso bajo efecto sísmico, por ejemplo: suelos licuables, arcillas altamente sensibles y suelos débilmente cementados. 2. Turbas y/o arcillas altamente orgánicas (H > 3 m de turba y/o arcillas altamente orgánicas, donde H = espesor del suelo). 3. Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.6 m con índice de plasticidad IP > 75) 4. Arcillas gruesas suaves a medias (H > 36m)		

2. Norma E 0.30 de Diseño sismoresistente- Artículo 12. Condiciones Geotécnicas-perfiles de suelos.

Perfiles de suelos

- ▶ Se puede clasificar tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte (V_s). , se utiliza métodos geofísicos y de medición de ondas de corte MASW O MAM
- ▶ También:
- ▶ Para suelos granulares: El promedio ponderado de los N60 obtenidos en un ensayo de penetración estándar (SPT)
- ▶ Para suelos cohesivos : El promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada (S_u)



► **Tipos de suelos:**

- a) Perfil tipo **S₀: Roca dura.**- Velocidad de ondas de corte (V_s) mayor a 1500 m/s
- b) Perfil tipo **S₁ : Roca o Suelos muy rígidos.**- Velocidades entre 500m/S y 1500 m/s; incluyendo:
Roca fracturada: resistencia a la compresión no confinada mayor o igual que 500kPa
Arena muy densa o grava arenosa densa: N60 mayor que 50
Arcilla muy compactada : resistencia al corte en condición no drenada S_u mayor que 100kPa
- c) Perfil Tipo **S₂: Suelos Intermedios.**- Velocidades entre 180m/s y 500 m/S
 - a) Arena densa o grava arenosa medianamente densa: Valores de N60 entre 15 y 50
 - b) Suelo cohesivo compactado : resistencia al corte en condición no drenada entre 50kPa y 100kPa
- d) Perfil Tipo **S₃:Suelos Blandos.**- Velocidades menores de 180 m/s
 - a) Arena media fina o grava arenosa: valores N60 menores que 15
 - b) Suelos Cohesivo blanco con una resistencia al corte no drenada entre 25 kPa y 50kPa
- e) Perfil Tipo **S₄: Condiciones Excepcionales.**- Suelos excepcionales flexibles y los sitios donde las condiciones geológicas y/o topográficas son particularmente desfavorables.

La Tabla N° 2 resume valores típicos para los distintos tipos de perfiles de suelo.

Tabla N° 2 CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	V_s	\bar{N}_{60}	\bar{S}_u
S ₀	> 1500 m/s	-	-
S ₁	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S ₂	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S ₃	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S ₄	Clasificación basada en el EMS		

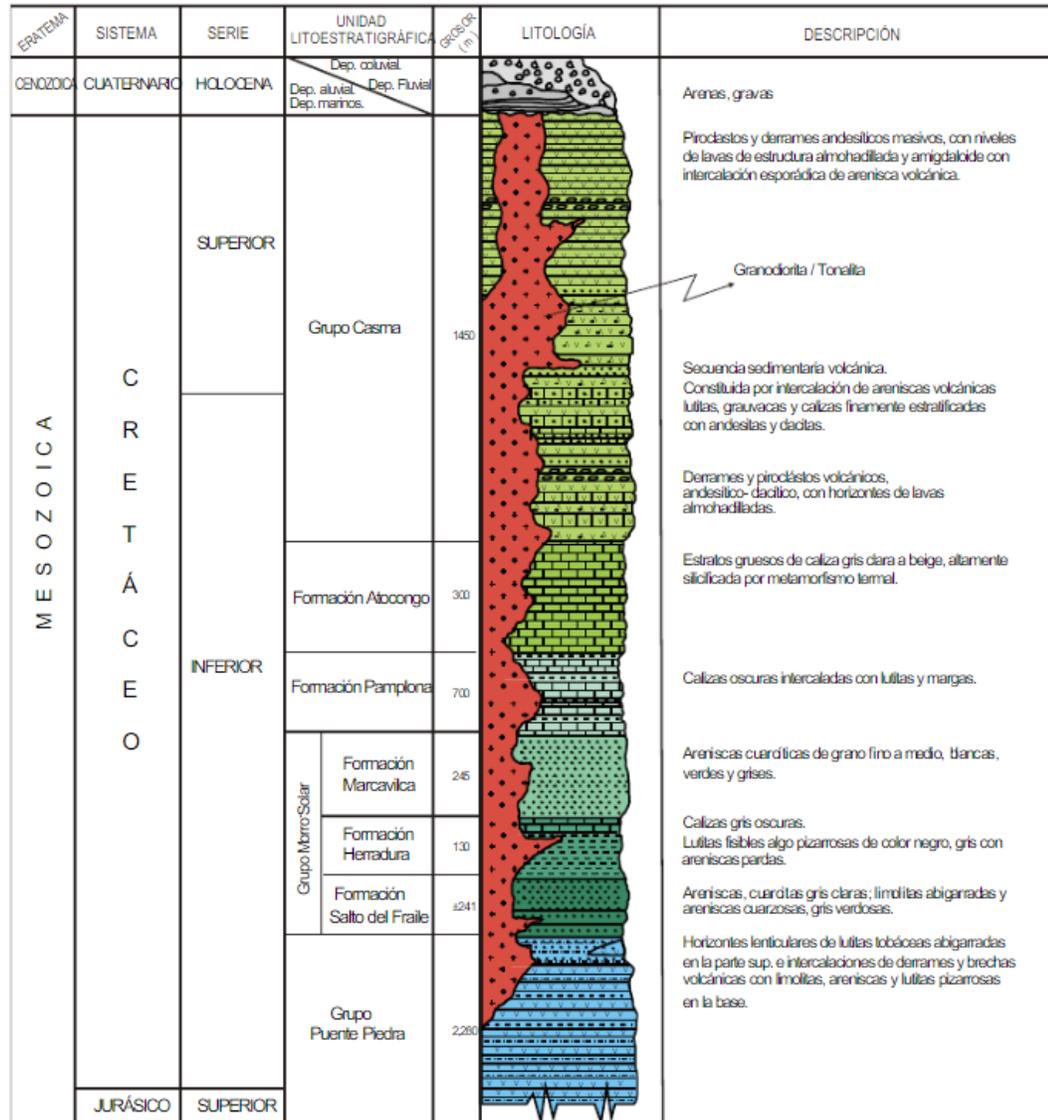


BATALLA DE JUNÍN
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES

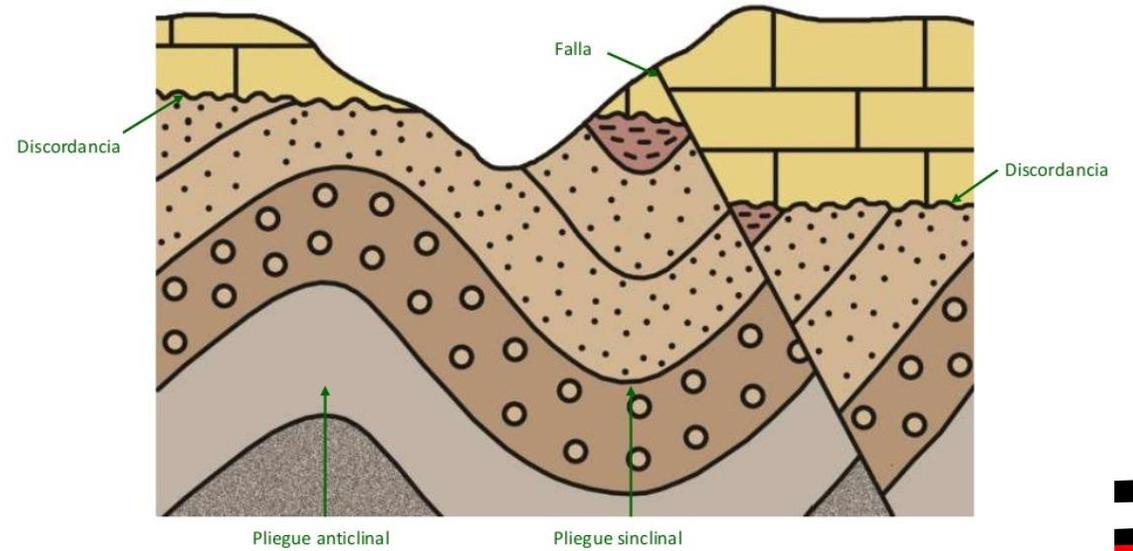
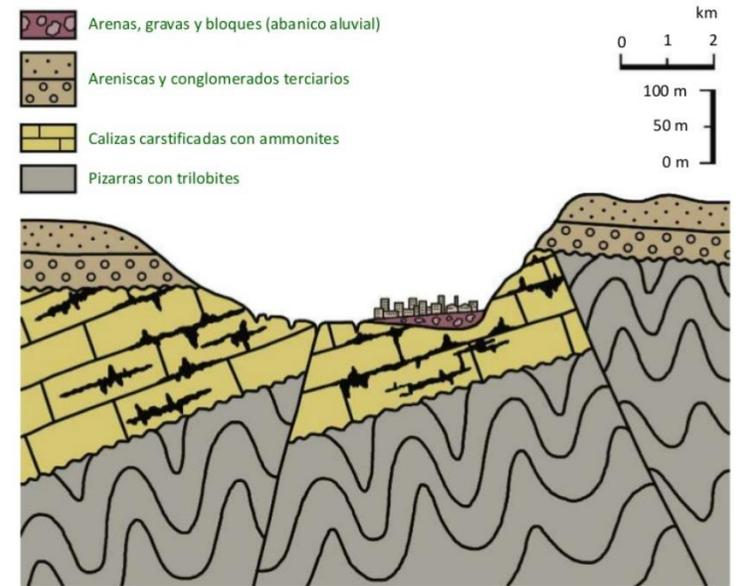
3.1.2. Interpretación del Estudio de Mecánica de suelos

Formación del suelo de Lima

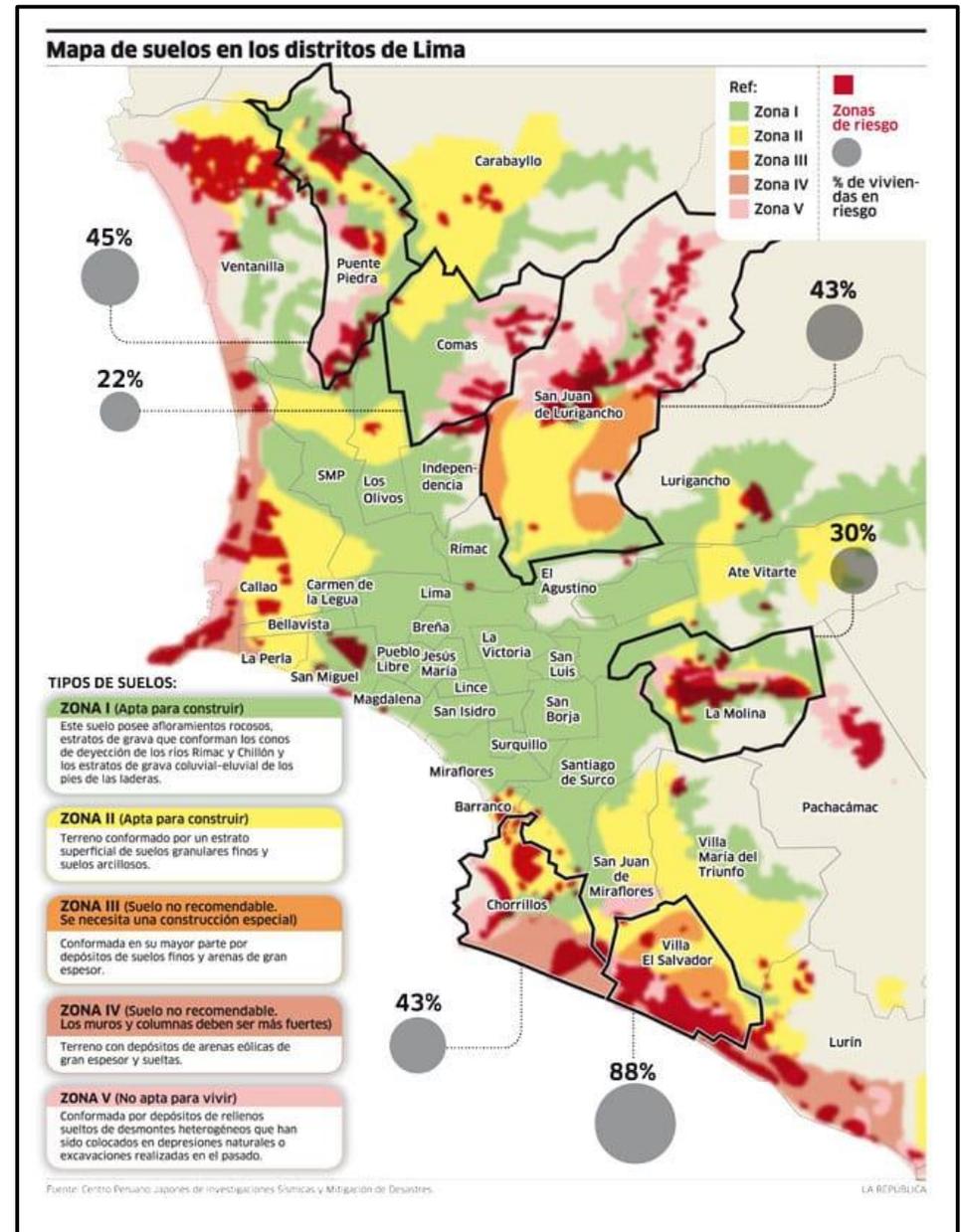
Columna Estratigráfica de la Región Chancay - Lima - Mala (4)



- Inicialmente (Casi todo el Mesozoico), la región de Lima se encontraba en el fondo marino donde se acumularon gruesas capas de sedimentos alternados con emisiones volcánicas submarinas.
- Luego (A finales del Cretácico), estas capas sedimentarias se elevan hasta el nivel de los continentes y de manera paralela ocurre la intrusión del batolito de la costa.
- Posteriormente (Durante el Cretáceo superior), se inicia el levantamiento de la Cordillera Occidental de los Andes, acompañado de intensa actividad magmática y volcánica, formando la estructura conocida como el **"anticlinal de Lima"**.
- Finalmente (A fines del Terciario), al retirarse los mares, emergen las áreas continentales y con el aporte de sedimentos por los principales ríos, se favoreció a la formación de las **terrazas aluviales** sobre la cual se funda la ciudad de Lima.
- Actualmente, el suelo de Lima se encuentra una etapa de aparente equilibrio entre los procesos erosivos y acumulativos.



En el suelo de Lima se encuentra



MIRAFLORES									
PROYECTO 1		PROYECTO 2		PROYECTO 3		PROYECTO 4			
Prof.	ESTRATO	Prof.	ESTRATO	Prof.	ESTRATO	Prof.	ESTRATO		
0.00	RELLENO HETEROGÉNEO	0.00	LC	0.00	Relleno superficial limo arenoso	0.00	RELLENO LIMPIO		
1.30	GM	0.30	ML	1.20	GP	0.18	SM		
2.30	GP	1.50	GP	13.00	FIN	0.85	GP		
6.00	FIN	13.00	FIN			23.00			

SAN ISIDRO			
PROYECTO 1		PROYECTO 2	
Prof.	ESTRATO	Prof.	ESTRATO
0.00	ML	0.30	ML
0.70	GP	1.50	GP
30.00	FIN	13.00	FIN

CALLAO			
PROYECTO 1		PROYECTO 2	
Prof.	ESTRATO	Prof.	ESTRATO
0.00	SM	0.00	RELLENO NO CONTROLADO
1.00	ML	1.00	CL-ML
2.00	CL	2.00	SM
3.45	SC	5.00	CL
4.00	CL	6.00	SM/GP
4.25	SM	7.00	GP
6.00	ML	8.45	GP
7.00	SP		
8.45	ML		
9.40	SP		



Interpretación del EMS

- ▶ Resumen de las colindancias de cimentación
- ▶ Información previa
- ▶ Exploración de campo
- ▶ Ensayo de Laboratorio
- ▶ Perfil de Suelo
- ▶ Nivel de Napa Freática
- ▶ Análisis de la cimentación
- ▶ Plano de Ubicación
- ▶ Perfiles de suelo



ÍNDICE

RESUMEN Y CONCLUSIONES

INFORME

1. Alcances del estudio
2. Características estructurales del proyecto
3. Ubicación
4. Trabajos efectuados
 - 4.1. Trabajos de campo
 - 4.2. Ensayos de laboratorio
5. Perfil del suelo
6. Nivel de la napa freática
7. Análisis de la cimentación
 - 7.1. Profundidad de cimentación
 - 7.2. Presión admisible
8. Sismicidad
9. Parámetros para diseño de las obras de sostenimiento
10. Agresividad del suelo
11. Recomendaciones adicionales

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

Breve descripción del proyecto y los involucrados, ubicación y referencias

Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los diferentes estratos y recomendar el diseño para la cimentación

- Excavación manual de calicatas.
- Ejecución de ensayos SPT.
- Ejecución de ensayos geofísicos.
- Análisis de resultados de laboratorio.
- Procesamiento y análisis de la exploración geotécnica.
- Elaboración de perfiles estratigráficos.
- Análisis y diseño geotécnico de la cimentación.
- Elaboración del Informe Final.

Perfil de suelo

ALTURA	SIMBOLO	ESTRATO	DESCRIPCIÓN
- 1.60 m		Relleno	Por desmonte de arcilla, grava arena y raíces con restos de concreto y ladrillos
- 2.00 m	GM	Grava limosa	Grava limosa medianamente densa a densa ligeramente húmeda, color gris claro, con partículas sub redondeadas y bolones TM 17cm
- 18.00 m	GP	Grava pobremente graduada	Grava arenosa mal graduada medianamente densa a densa, ligeramente húmeda, color gris, con partículas sub redondeadas y bolones TM 24cm

- La ubicación de la napa freática en la zona comprendida en el estudio NO HA SIDO DETECTADA, a una profundidad investigada de 18m en la fecha que se realizó la investigación.



Análisis de la cimentación



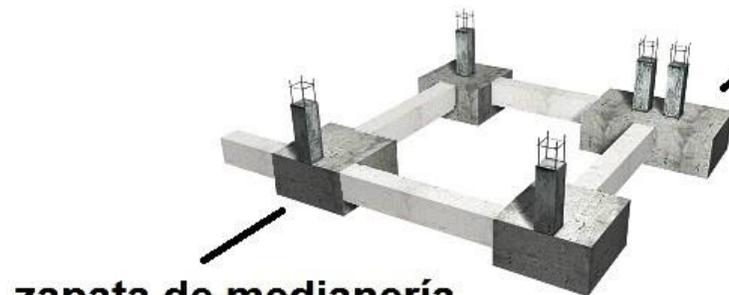
viga de cimentación



losa de cimentación



zapata aislada



zapata de medianería

zapata en diapasón

- ▶ Cimentaciones corridas
- ▶ Cimentación por zapatas
- ▶ Cimentaciones profundas



Sismicidad



**Tabla N° 1
FACTORES DE ZONA "Z"**

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

**Tabla N° 3
FACTOR DE SUELO "S"**

ZONA \ SUELO	SUELO			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

**Tabla N° 2
CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO**

Perfil	\bar{V}_s	\bar{N}_{60}	\bar{S}_u
S ₀	> 1500 m/s	-	-
S ₁	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S ₂	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S ₃	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S ₄	Clasificación basada en el EMS		

**Tabla N° 4
PERÍODOS "T_p" Y "T_L"**

	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _p (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T _L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

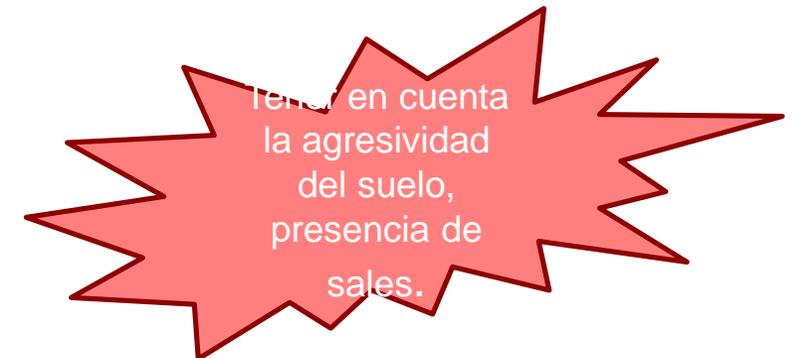
Parámetro	Valor
Zona Sísmica	4
Tipo de perfil del suelo	S ₁
Factor del suelo (S)	1,0
Período T _p , s	0,4
Período T _L , s	2,5

Parámetros de diseño para las obras de sostenimiento

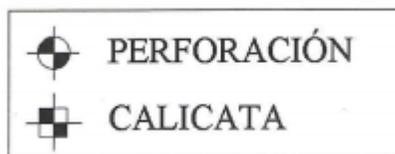
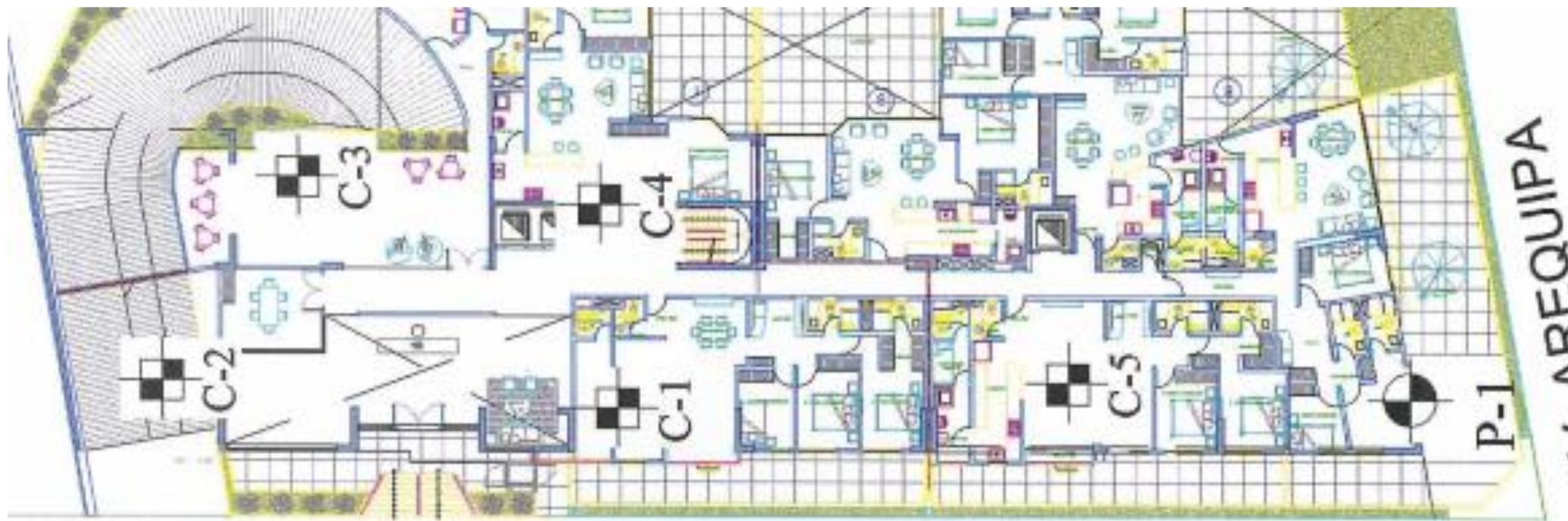
En el proceso de perforación de las calicatas no se observaron problemas de estabilidad en las paredes por el efecto de arco que se produce en este tipo de excavación. Tampoco se observaron filtraciones ni zonas con suelo saturado. Sin embargo, en la obra deberá tomarse las precauciones debidas para proteger las paredes de las excavaciones, cimentaciones en general y en especial las cimentaciones de las edificaciones y vías colindantes con el proyecto, mediante el uso de muros anclados al terreno con la finalidad de proteger a los operarios y evitar daños a terceros conforme lo indica la N.T. E.050.

ϕ	C	γ	Ka
30°	0.20 kg/cm ²	2.18 tn/m ³	0.32

Parámetro	Símbolo	De 0,0 a 5,0 m	> 5,0 m
Peso unitario	γ	2,18 ton/m ³	2,18 ton/m ³
Cohesión	c	0,00 kg/cm ²	0,20 kg/cm ²
Angulo de fricción	ϕ	25°	30°
Coefficiente Activo Estático	K _a	0,37	0,32
Coefficiente en Reposo Estático	K ₀	0,58	0,50
Coefficiente Pasivo Estático	K _p	4,75	6,65
Factor de Reducción del Emp. Pasivo para $\delta/\phi=0$	R	0,57	0,47
Coefficiente Activo Dinámico	K _{as}	0,56	0,51
Coefficiente en Reposo Dinámico	K _{0s}	0,77	0,70
Coefficiente Pasivo Dinámico	K _{ps}	4,04	5,65
Coefficiente de fricción bajo la cimentación.	tan δ	0,55	0,55



Anexos



Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D6913)		
Nro. Malla	Abertura (mm)	% Acum. que pasa
3"	76.200	100.0
2"	50.800	77.3
1 1/2"	38.100	61.9
1"	25.400	46.2
3/4"	19.100	38.2
3/8"	9.520	30.9
Nº 4	4.760	28.4
Nº 10	2.000	26.7
Nº 20	0.840	25.7
Nº 40	0.425	22.6
Nº 60	0.250	14.0
Nº 140	0.106	4.3
Nº 200	0.075	3.2

Grava %	71.6
Arena %	25.2
Finos %	3.2

D10 mm	0.176
D30 mm	7.407
D60 mm	36.246
Cu	206.5
Cc	8.6

Contenido de humedad (ASTM D2216)		Método utilizado
Humedad	2.2 %	Secado al horno

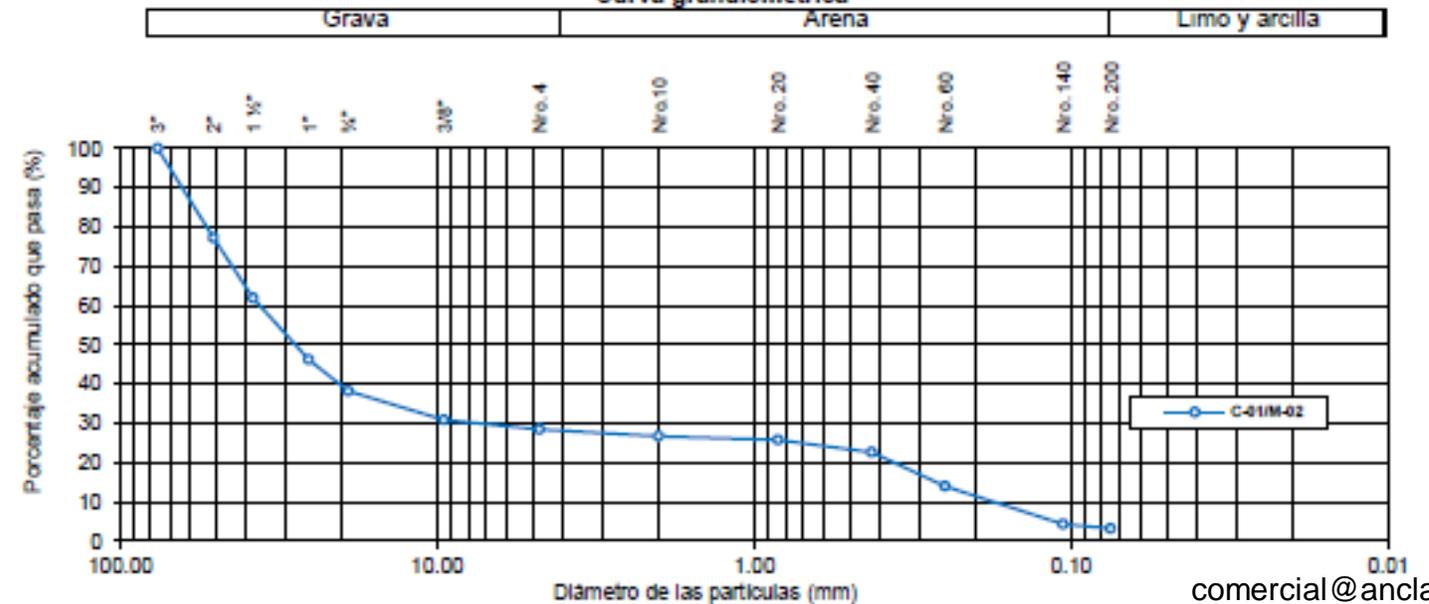
Límites de consistencia (ASTM D4318)		Equipo de ensayo utilizado
Límite líquido (LL)	-	Límite plástico -
Límite plástico (LP)	NP	Límite líquido -
Índice plástico (IP)	NP	Espátula Casagrande -

NP: no plástico



Clasificación AASHTO (ASTM D3282)	
Grupo de clasificación	A-1-a
Índice de grupo	0
Clasificación SUCS (ASTM D2487)	
Símbolo de grupo	GP
Nombre de grupo	Grava pobremente gradada con arena

Curva granulométrica



Identificación de La Muestra			Ensayos de Laboratorio		Humedad, Límites			Descripción del estrato	Ensayo de Penetración				
Prof. (m)	Espesor (m)	Nombre Muestra	Clasif. SUCS	Simb. Gráfl.	W %	LP %	IP %		N SPT	Número de Golpes / 30 cm			
									10	20	30	40	50
0.00	1.00	S/M	SM										
	0.25	M-1	ML		23.8	29	18	Limo de baja plasticidad de consistencia firme. (N=7,4,8). Presenta la siguiente granulometría: Gravas: 1.1%, Arenas: 2.7% y Finos: 96.3%.	10				
	0.2	S/M	CL					Arcilla de baja plasticidad húmeda, de color marrón y consistencia firme. (N=7,4,8)					
	0.55	S/M	CL					Arcilla de baja plasticidad húmeda, de color marrón y consistencia firme.					
2.00	0.45	M-2	CL		20.8	30	18	Arcilla arenosa de baja plasticidad, de color beige y de consistencia muy firme. (N=8,8,10). Presenta la siguiente granulometría: Gravas: 0.0%, Arenas: 34.7% y Finos: 65.3%.	15				
	0.55	S/M	SC					Arena arcillosa húmeda, de color beige y de compacidad medianamente densa.					
	0.45	S/M	SC					Arena arcillosa húmeda, de color beige y de compacidad medianamente densa. (N=7,8,15).					
	0.55	S/M	SC					Arena arcillosa húmeda, de color beige y de compacidad medianamente densa.					
4.00	0.25	M-3	CL		23.8	31	21	Arcilla arenosa de consistencia muy firme. Presenta la siguiente granulometría: Gravas: 0.0%, Arenas: 13.5% y Finos: 86.5%.	22				
	0.75	M-4	SM		24.0	-	NP	De 4.25 m a 4.45 m: arena limosa, de color beige y de compacidad medianamente densa. (N=8,12,10). Presenta la siguiente granulometría: Gravas: 0.0%, Arenas: 61.8% y Finos: 38.4%. De 4.45 m a 5.00 m: arena limosa, de color beige y de compacidad medianamente densa.	22				
5.00	0.45	M-5	ML		29.2	31	25	Limo con arena, de color beige y de consistencia muy firme. (N=10,8,11). Presenta la siguiente granulometría: Gravas: 0.0%, Arenas: 28.8% y Finos: 73.2%.	19				
	0.55	S/M	ML					Limo arenoso húmedo, de color marrón y compacidad medianamente densa.					
6.00									28				





Ejecución de la Perforación P-1





BATALLA DE JUNÍN
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES

3.2. Desarrollo de la envolvente de Mohr

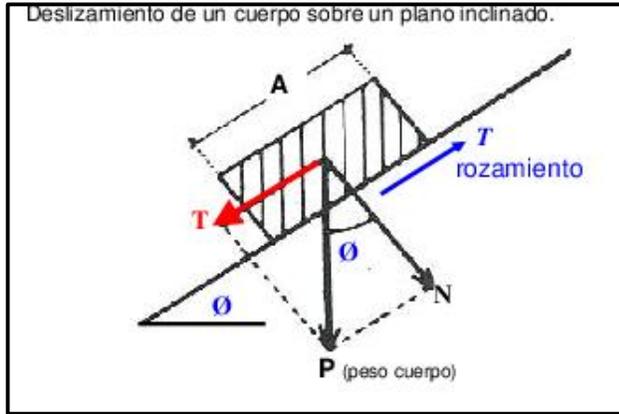


BATALLA DE JUNÍN
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES

Introducción a la próxima clase...

CONCEPTOS BASICOS – Propiedades físico - mecánicas

ANGULO DE FRICCION INTERNA (ϕ): Ángulo máximo de reposo que puede adoptar un material granular. Propiedad del suelo (gravas y arenas).



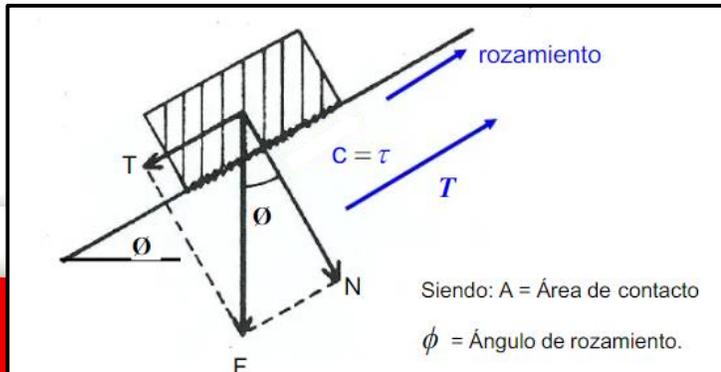
De la geometría del esquema:
$$\tan \phi = \frac{T}{N} = \frac{\tau * A}{\sigma * A} = \frac{\tau}{\sigma}$$

Siendo: A = Superficie contacto ϕ = Ángulo de deslizamiento o de rozamiento.

Estudiando el equilibrio en la dirección del plano de deslizamiento: $T \geq T = N * \tan \phi$

Que expresado en tensiones: $\tau \geq \sigma * \tan \phi$

COHESIÓN (C): Es una fuerza interna que actúa sobre las partículas de los suelos que crea adherencia entre ellas



Siendo: A = Área de contacto

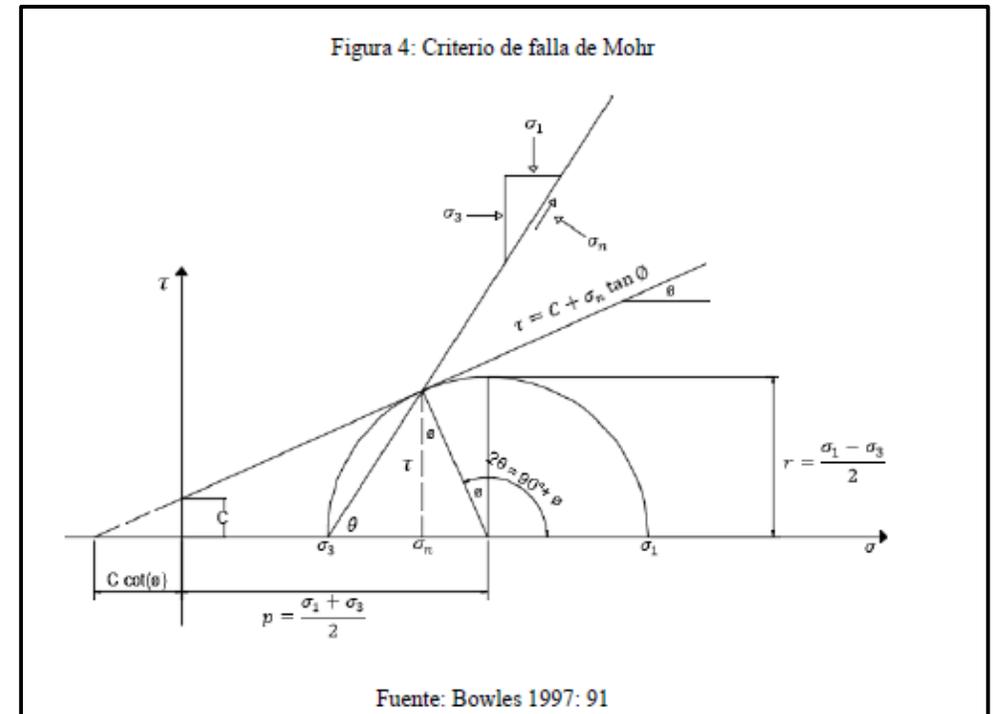
ϕ = Ángulo de rozamiento.

Que expresado en tensiones: $\tau \geq \sigma * \tan \phi + c$



PESO ESPECIFICO (γ): Valor que influye en el empuje de los suelos, se encuentra en función del peso y volumen.

TIPO DE SUELO	γ (Kg/m ³)	ϕ (grados)
Arcilla Sueave	1440 - 1920	0° - 15°
Arcilla Media	1600 - 1920	15° - 30°
Limo seco y suelto	1600 - 1920	27° - 30°
Limo Denso	1760 - 1920	30° - 35°
Arena Suelta y Grava	1600 - 2100	30° - 40°
Arena Densa y Grava	1920 - 2100	25° - 35°
Arena Suelta, Seca y Bien Graduada	1840 - 2100	33° - 35°
Arena Densa, Seca y Bien Graduada	1920 - 2100	42° - 46°



GRACIAS



www.anclajesjunin.com

comercial@anclajesjunin.com

GEOTECNIA JUNIN
MEJORAMIENTO DE SUELOS Y MUROS ANCLADOS