

## **Parámetros Analizados para Zonificación Geotécnica para Elaborar Mapas Geotécnicos Regionales**

Con el objeto de suministrar la información básica para el diseño y construcción de las obra civiles, se sintetizará en este Anexo los rasgos litológicos, hidrogeólogos, geomorfológicos y geotécnicos, estimando los factores problemáticos de cada uno de estos aspectos y de esta marea se puede cartografiar Mapas geotécnicos Regionales, adaptadas de la Commision on Geological Maps of the International Association of Engineering Geology. (1976), para elaborar el mapa geotécnico regional.

A continuación se hace una descripción de cada uno de los parámetros analizados para la zonificación geotécnica:

### **A 1- Litología**

El aspecto litológico se lo hace mediante tres factores: Clasificación de materiales pétreos y suelos, consistencia y/o capacidad y estructura.

#### Clasificación de materiales pétreos y suelos.

Describe para materiales de cobertura, suelos residuales y transportados y materiales alterados de masa rocosa, en base al sistema de clasificación de materiales pétreos y suelos SOP (Secretaría de Obras Públicas de México) y al sistema unificado de clasificación de los suelos SUCUS (ver cuadros A1 y A2

#### Consistencia y/o compacidad

Describe sobre la base del Cuadro A3 el grado de consistencia o compacidad de los materiales superficiales.

#### Estructuras

Este factor hace relación a la discontinuidad del macizo, así establece los siguiente escala de valores:

Masivo: Rocas levemente o no fracturadas o estratificadas

Medianamente fracturado o estratificado: Rocas con fracturamiento y/o estratificación poco densa que genera bloques de al menos 6 decímetros.

Fracturado o estratificado: Roca con fracturamiento y/o estratificación muy densa que genere cantos angulares centimétricas y decimétricos.

### **A 2. Geomorfología**

El aspecto geomorfológicos se lo ha caracterizado mediante 5 factores: morfología, pendiente, alteración erosión y drenaje.

#### Morfología:

En general se ha diferenciado cuatro tipos de pasajes morfológicos: Explanada, colinas, laderas y montaña.

#### Pendientes:

Describe el relieve transversal sobre la base a las pendientes naturales porcentuales estimadas para el tramo, tal como se indica en el Cuadro A.4

### Meteorización:

Describe mediante una clasificación de factores al grado de meteorización sufrida por la roca, completándose con una breve descripción del material generado.

Muy fuerte: A suelos que han perdido totalmente la mineralogía y estructura de la roca original lateritas y muestran parcialmente la textura original (saprolito), el comportamiento físico y mecánico es el suelos bando.

Fuerte: A los suelos que muestran la estructura y textura de la roca original, pero están muy descompuestos, originando un material desintegrable manualmente, contiene fragmentos rocosos diversos dentro de una matriz arcillosa arenosa (de mayor grado de meteorización). Las propiedades físicas y mecánicas no corresponden a un material rocoso sino a un suelos compacto.

Moderado: A la roca en las cuales la meteorización se extiende a través de gran parte de la masa rocosa, pero que conserva la suficiente resistencia para ser considerada como tal, no es posible desmenuzarse manualmente aunque ofrece alguna facilidad climáticas o estructural, no ha sufrido procesos de alteración y posen eventualmente estos efectos solo en juntas o superficialmente.

### Erosión :

Describe mediante el uso de una escala de valores (Inicial, Moderada, Antigua) a la facilidad con que los terrenos son enroscados por la acción de agentes naturales o procesos que involucran el tipo de suelo o su morfología.

Antigua.- Suelos sueltos, (arenas, gravas, limos) arcillas de consistencia blanda, suelos orgánicos, suelos residuales en zonas expuestas a alto régimen de circulación de agua (causes) con flujos superficiales de aguas o zonas lluviosas, y suelos ubicados en pendientes fuerte.

Moderada.- Suelos granulares compactos con matriz arcillosa, suelos arcillosos de consistencia dura, sedimentos cementados con cobertura vegetal densa y circulación de agua.

Inicial.- Suelos cohesivos consistente con drenajes naturales múltiples, depósitos compactos de conglomerados, roca sanas a medianamente alterada, cubiertos por mantos vegetales y boscosos muy enraizados.

### Drenaje:

El escurrimiento superficial está en función de la intensidad y frecuencia de la pluviosidad, del tipo de litología, cobertura vegetal y pendiente. Catalogamos el drenaje superficial en: bajo, medio y alto, anotando si hay predominio sobre la infiltración.

## **A3. Hidrogeología:**

La interacción hidrológica con la geología se estudia en este bajo este subtítulo, resultando de fundamental importancia en el comportamiento de las rocas y los suelos en obras de ingeniería. En este campo se considera la permeabilidad, la humedad y la escorrentía.

### Humedad:

Describe en forma general la condición de humedad de los terrenos en la siguiente escala de valores: secos, húmedos y saturado.

#### Escorrentía:

Describe con una escala simple (alta, media o Baja), la capacidad del terreno para dejar circular el agua con mayor o menor facilidad.

#### Permeabilidad:

Caracteriza la condición de permeabilidad del suelo o macizo en: permeable, semipermeable e impermeable.

Se hace referencia a la macropermeabilidad y a la determinación del nivel freático cuando existe un acuífero generalizado que tiene importancia en de la construcción de la obra.

### **A 4. Geotecnia**

Este aspecto es resultante de los otros parámetros analizados pues es el efecto de dichos factores; se han caracterizado en cuatro factores: fuentes de materiales, escarificación, estabilidad de los taludes y capacidad portante.

#### Fuente de materiales:

Corresponde a la posibilidades que tiene las diferente unidades geológicas como fuentes de materiales para la construcción de vías y obras civiles en general. El posible uso que pueden tener las formaciones geológicas ha sido referido a sub-base, base, áridos para concreto, mejoramiento de la subrasante y rellenos.

#### Escarificación:

Permite evaluar en forma inicial los volúmenes de excavación, considerando tres tipos de remoción en forma porcentual: suave, escarificable y con uso de explosivos.

Suave: Corresponde a suelos en general, de capacidad y consistencia media, suelos residuales y de alteración, suelos transportados no compactos que requieren el uso de equipo corriente para su excavación, tales como tractores, mototrailllas o por procesos manual utilizando herramientas simples.

Escarificables: Corresponde a roca de dureza mediana, roca alterada, suelos compactos, suelos que contienen bloques de diverso tamaño, y rocas sedimentarias con fracturamiento y estratos de 2 a 5 decímetros, que requieren el uso continuo e indispensable de ripper o escarificador, puedan ocasionalmente usarse explosivos o martillo neumático para remociones puntuales.

Con explosivos: Usado para remoción de materiales rocosos masivos de bancos métricos, poco fracturados, no escarificables que requieran el uso indispensable y continuo de explosivos para fracturar y posteriormente emocionar por otro de los sistemas antes descritos.

#### Estabilidad de taludes:

Describe en términos generales, pero notablemente diferenciables, la estabilidad del tramo en lo relacionado con los taludes naturales y de corte, sí: taludes estables, medianamente estables e inestables.

Además formula eventualmente descripciones sobre recurrencia de fenómenos geodinámicos en los tramos analizados.

Capacidad portante:

Bajo este concepto se analiza lo referente a las propiedades mecánicas y dinámicas de las rocas y suelos, considerando dos aspectos importantes: la capacidad de carga y la susceptibilidad a sufrir asentamiento por compactación natural a aplastamiento por licuefacción. La capacidad portante ha sido clasificada en : alta, media o baja.

**Cuadro A1 CLASIFICACIÓN DE MATERIALES PETREO Y SUELOS (Versión S.O.P Secretaría de Obras Públicas de México)**

DIVISIONES	SUB-DIVISIONES	GRUPO	SIMBOLO	DIMENCIONES DE LAS PARTÍCULAS
Suelos	Altamente orgánicos	Turba	Pt	-----
	Finos	Orgánicos	o	< Malla # 200
		Limos	M	< Malla # 200
		Arcillas	C	< Malla # 200
	Gruesos	Arena	S	>Malla # 200 y < #45
		Gravas	G	># 4 < #3''
Fragmentos de roca	-----	Chicos	Fc	>3'' y < 30cm
	-----	Medianos	Fm	>30 cm y <1 m
	-----	Grandes	Fg	>1 m
Rocas	Ígneas	Extrusivas	Ríe	-----
		Intrusivas	Riq	-----
	Sedimentarias	Clásticas	Rsc	-----
		Químicas	Rsq	-----
		Orgánicas	Rso	-----
	Metamórficas	No foliadas	Rmn	-----
		Foliadas	Rmf	-----

**Fuente:** Rico Rodriguez Alfonso. Mecánica de Suelos. México: Limusa, 2005

**Cuadro A2 CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)**

Clasificación SUCS								
Tipo	Sub-Tipos		Identificación			Símbolo de Grupo		
Suelos (partículas menores de 7.5 cm)	SUELOS GRUESOS Mas de la mitad del material se retiene en la malla N° 200 (0,075 m.m)	GRAVA Más de la mitad de la fracción gruesa se retiene en la malla N° 4	GRAVA LIMPIA (Poco o nada de partículas finas)	Grava bien graduada; mezcla de grava y arena con poco o nada de finos. Debe tener un coeficiente de uniformidad ( $C_u$ ) mayor de 4 y un coeficiente de curvatura ( $C_c$ ) entre 1 y 3 <sup>[1]</sup>	Menos del 5% en masa pasa la malla N° 200	GW		
				Grava mal graduada; mezcla de grava y arena con poco o nada de finos. No satisface los requisitos de graduación para GW.	Menos del 5% en masa pasa la malla N° 200	GP		
			GRAVA CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas)	Grava limosa; mezcla de grava, arena y limo.	Más de 12% en masa pasa la malla N° 200 y las pruebas de límites de consistencia clasifican a la fracción fina como ML o MH (véanse abajo los grupos ML y MH)	GM		
				Grava arcillosa; mezcla de grava, arena y arcilla	Más de 12% en masa pasa la malla N° 200 y las pruebas de límites de consistencia clasifican a la fracción fina como CL o CH (véanse abajo los grupos CL y CH)	GC		
		ARENA Más de la mitad de la fracción gruesa pasa la malla N° 4	ARENA LIMPIA (Poco o nada de partículas finas)	Arena bien graduada; mezcla de arena y grava con poco o nada de finos. Debe tener un coeficiente de uniformidad ( $C_u$ ) mayor de 6 y un coeficiente de curvatura ( $C_c$ ) entre 1 y 3 <sup>[1]</sup>	Menos del 5% en masa pasa la malla N° 200	SW		
				Arena mal graduada; mezcla de arena y grava con poco o nada de finos. No satisface los requisitos de graduación para SW.	Menos del 5% en masa pasa la malla N° 200	SP		
			ARENA CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas)	Arena limosa; mezcla de arena, grava y limo.	Más de 12% en masa pasa la malla N° 200 y las pruebas de límites de consistencia clasifican a la fracción fina como ML o MH (véanse abajo los grupos ML y MH)	SM		
				Arena arcillosa; mezclas de arena, grava y arcilla	Más de 12% en masa pasa la malla N° 200 y las pruebas de límites de consistencia clasifican a la fracción fina como CL o CH (véanse abajo los grupos CL y CH)	SC		
			SUELOS FINOS Más de la mitad del material pasa la	LIMO Y ARCILLA Límite líquido Menor de 50%	Limo de baja comprensibilidad; mezcla de limo de baja plasticidad, arena y grava; polvo de roca. Se localiza dentro de la zona I de la carta de plasticidad.			ML
					Arcilla de baja comprensibilidad; mezcla de arcilla de baja plasticidad, arena y grava. Se localiza dentro de la zona II de la carta de plasticidad.			CL
	Limo orgánico de baja comprensibilidad; mezcla de limo orgánico de baja plasticidad, arena y grava. Se localiza dentro de la zona I de la carta de plasticidad.				OL			

**Cuadro A3 Grados de Compacidad y Consistencia**

SUELOS FINOS ARCILLAS Y LIMOS	SUELOS GRANULARES GRAVAS, ARENAS Y LIMOS
CONSISTENCIA	COMPACIDAD
Muy blanda	Muy suelta
Blanda	Suelta
Media	Media
Semidura	Media
Dura	Compacta
Rígida	Muy compacta

Fuente: Rico Rodriguez Alfonso. Mecánica de Suelos. México: Limusa, 2005

**Cuadro A4 Rangos porcentuales de Pendientes**

RANGO DE INCLINACIÓN		PENDIENTE TRANSVERSAL
PORCENTAJE	GRADOS	
>45%	>24.2	Muy Abrupta
30 - 45 %	16.7 – 24.2	Abrupta
15 – 30 %	8.5 – 16.7	Poco Abrupta
5 – 15 %	4 – 8.5	Moderada
0 – 5%	0 - 4	Suave

FICHA GEOTÉCNICA No

Zonificación Geotécnica :		PROYECTO: TRAMO: Sobre					VALORACIÓN	
L I T O  L O  G I A	CLASIFICACIÓN DE MATERIAL PÉTREOS Y SUELOS (2)	Predominan suelos					2	
	COMPACIDAD O CONSISTENCIA	1	0,5	0	1	0,5	0	1
	ESTRUCTURA (1)	<b>1</b> Masivo	0,5 Medianamente fracturado y estratificado	0 Fracturado y estratificado				1
G E O M O R F O L O G I A	MORFOLOGÍA (1)	<b>1</b> Explanada	0,5 Colina	0,5 Ladera	0 Montaña			1
	PENDIENTE TRANSVERSAL (1)	<b>1</b> Suave	0,5 Moderada	0,5 Abrupta	0 Muy Abrupta			1
	METEORIZACION (1)	1 Moderado	<b>0,5</b> Fuerte	0 Muy fuerte			0,5	
	EROSIÓN (1)	<b>1</b> Inicial	0,5 Moderada	0 Antigua			0,5	
	DRENAJE (1)	1 Alto	0,5 Medio	<b>0</b> Bajo			1	
H I D R O G E O L O G I A	HUMEDAD (1)	1 Secos	<b>0,5</b> Húmedos	<b>0</b> Saturados			0	
	ESCORRENTIA (1)	1 Alta	<b>0,5</b> Media	0 Baja			1	
	PERMEABILIDAD (1)	<b>1</b> Permeable	0,5 Semipermeable	0 Impermeable			1	
G E O T E C N I A	CAPACIDAD PORTANTE (2)	<b>2</b> Alta	<b>1</b> Media	0 Baja			2	
	ESTABILIDAD DE TALUDES (2)	<b>2</b> Estable	1 Medianamente Estable	0 Inestable			1,5	
	ESCARIFICACIÓN (2)	<b>2</b> Suelos	<b>1</b> Suelos duros y rocas suaves	0 Roca			1	
	FUENTES DE MATERIALES (2)	Esta puntuación varía de 2 a 0 Base Sub-base Áridos Mejoramiento Subrasante Relleno Ninguno					1	
CLASIFICACIÓN GEOTECNICA (20)		20 - 16 Excelente I	<b>16 - 12</b> Buena II	12 - 8 Regular III	8 - 4 Mala IV	4 - 0 Muy Mala V	15,5	

**Fuente:** Adaptada de la Commission on Geological Maps of the International Association of Engineering Geology. (1976), para elaborar mapas geotécnicos regionales