

TEMA 1. INTRODUCCIÓN.



Geotecnia: Tema 1 Introducción

AGENDA:

- Concepto de geotecnia.
- Clasificación geológica general de las rocas.
- Clasificación de las rocas con fines geotécnicos.
- Concepto de macizo rocoso.
- Clasificaciones geomecánicas utilizadas para la clasificación de macizos rocosos.
- Propiedades físicas y mecánicas de las rocas.
- Reconocimiento geotécnico.
- Roca como material de construcción



Geotecnia: Tema 1 Introducción

Es la rama de la Ing. Civil que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas e hidráulicas e ingenieriles de los materiales provenientes de la tierra.

Investiga los suelos y la rocas por debajo de la superficie para determinar sus propiedades y diseñar:

Cimentaciones, de edificios y puentes.

Presas, son estructuras que pueden ser construidas de suelo o roca y que para su estabilidad y estanqueidad depende de los materiales sobre el que está asentado o de los que lo rodean.

Túneles, son estructuras construidas a través del suelo o roca y dependen de las características de los materiales a través de los cuales son construidos para definir el sistema de construcción, la duración de la obra y los costos.



LA INGENIERÍA GEOLÓGICA: UNA VISIÓN DESDE LA GEOLOGÍA HACIA LA INGENIERÍA

GEOLOGÍA

INGENIERÍA
GEOLÓGICA

INGENIERÍA



Elevación de una playa por procesos tectónicos (sur de Grecia)



Desprendimientos en acantilados basálticos (Madeira) (cortesía de D. Rodrigues)

SOLUCIONES
GEOTÉCNICAS

MITIGACIÓN
DE RIESGOS
E IMPACTOS
AMBIENTALES



Construcción de un viaducto



Construcción de una presa

(Fotos L. G. de Vallejo)

MATERIALES Y PROCESOS

PROYECTOS Y OBRAS DE INGENIERÍA

Geotecnia: Tema 1 Introducción

Las rocas: son agregados naturales compuesto de partículas de uno o más minerales, con fuertes uniones cohesivas permanentes, que constituyen masas geológicamente independientes y cartografiables.

Los suelos: según su acepción geotécnica, son agregados naturales de partículas minerales granulares y cohesivas separables por medios mecánicos de poca energía.



Clasificación geológica general de las rocas.

Rocas sedimentarias.

Detríticas: Arenisca, lutita, limolita, conglomerado.

Químicas: evaporitas, caliza y dolomía.

Orgánica: caliza, carbón, coralíferas.

Rocas Ígneas.

Plutónicas: granito, gabro y diorita.

Volcánicas: basalto, andesita y riolita.

Rocas metamórfica.

Masivas: cuarcita y mármol.

Foliadas: pizarra, filita, esquisto, gneis.



Clasificación de las rocas con fines geotécnicos:

La clasificación de las rocas con fines ingenieriles es compleja, debido a que deben cuantificarse las propiedades para emplearlas en el cálculo del diseño.

- a) **La resistencia a la compresión simple**, en base a su valor se establecen clasificaciones en mecánica de rocas.
- b) **El módulo relativo**, relación entre el módulo de elasticidad (E) y su resistencia a la compresión simple (σ_c), relación que varía según la litología.
- c) **El grado de meteorización**, o alteración de la matriz rocosa permite clasificar las rocas cualitativamente. Aportando una idea sobre sus características mecánicas o geotécnicas. Aumenta la porosidad, permeabilidad y deformabilidad y disminuye su resistencia.

Geotecnia: Tema 1 Introducción

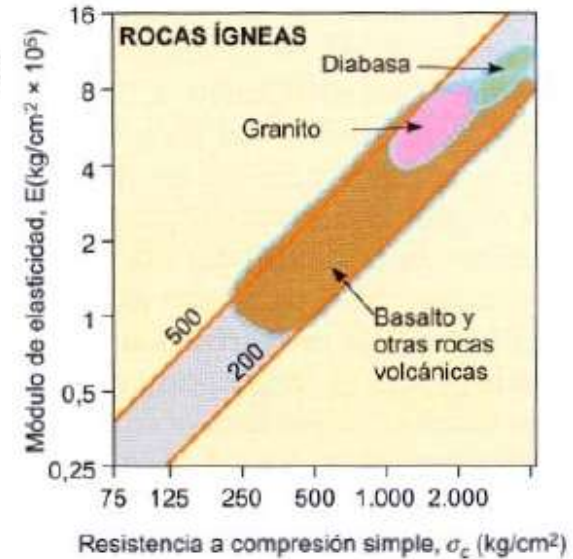
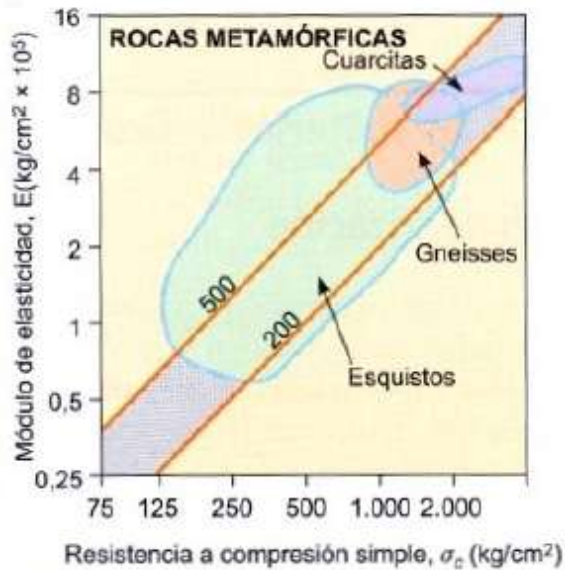
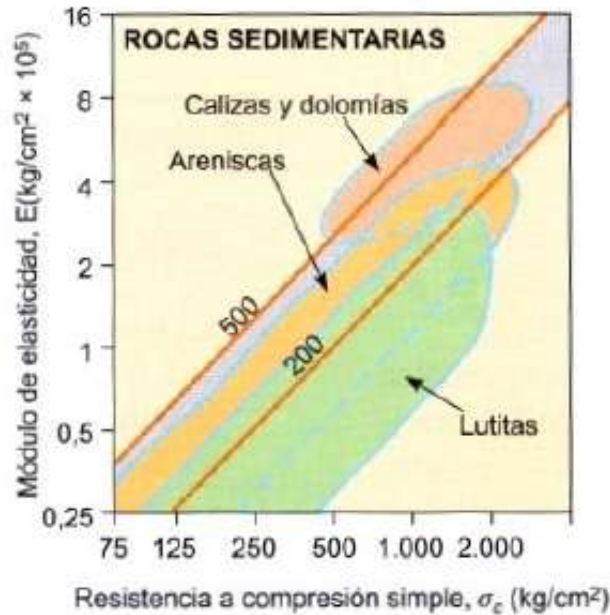
Clasificación de las rocas a partir de su resistencia a compresión simple

Resistencia a la compresión simple (MPa)	ISRM (1981)	<i>Geological Society of London</i> (1970)	Bieniawski (1973)	Ejemplos
< 1	Suelos			
1-5	Muy blanda	Blanda > 1,25	Muy baja	Sal, lutita, limolita, marga, toba, carbón.
5-12,5	Blanda	Moderadamente blanda		
12,5-25		Moderadamente dura		
25-50	Moderadamente dura		Baja	Esquisto, pizarra.
50-100	Dura	Dura	Media	Rocas metamórficas esquistosas, mármol, granito, gneiss, arenisca, caliza porosa.
100-200	Muy dura	Muy dura	Alta	Rocas ígneas y metamórficas duras, arenisca muy cementada, caliza, dolomía.
> 200		Extremadamente dura	Extremadamente dura	Muy alta
> 250				



Geotecnia: Tema 1 Introducción

Clasificación de las rocas en función de el módulo relativo (E/σ_c): categorías, elevado, medio y bajo. (entre 200 y 500)



Clasificaciones geomecánicas de los macizos rocosos:

Matriz Rocosa: es el material rocoso exento de discontinuidades, o los bloques de roca “intacta” que quedan entre ellas, se caracteriza por su peso específico, deformabilidad y resistencia.

Discontinuidad: es cualquier plano de origen mecánico o sedimentario en un macizo rocoso, generalmente con una resistencia a la tracción muy baja o nula. La presencia de discontinuidades implica un comportamiento no continuo del macizo rocoso.

Macizo Rocoso: es el conjunto de matriz rocosa y discontinuidades. La presencia de discontinuidades de diverso tipo le da al macizo rocoso un carácter heterogéneo y un comportamiento no continuo.

Clasificaciones geomecánicas de los macizos rocosos:

Clasificación de Bieniawski (RMR)

Clasificación de Barton (Q)

Clasificación de Romana (SMR)

Clasificación de Hoek y Brown (GSI)



Geotecnia: Tema 1 Introducción

PROPIEDADES FÍSICAS O ÍNDICE DE LAS ROCAS:

1) **La porosidad:** es la relación entre el volumen ocupado por los huecos o poros de la roca V_v y el volumen de la muestra V_m .

$$(\%)n = \frac{V_v}{V_m}$$

Varían entre valores normales 0% a 100%

2) **El peso específico o el peso unitario,** depende de las componentes, es el peso por unidad de volumen. Se determina con la balanza hidrostática.

Las rocas a diferencia de los suelos, presentan una gran variación del peso específico.



Geotecnia: Tema 1 Introducción

$$\gamma = \frac{W_m}{V_m}$$

Valores de variación
1,9 y 3,0 g/cm³, t/m³
(1900 – 3000) kg/m³.

3) Permeabilidad: Indica la mayor o menor facilidad con que el agua fluye a través de la roca. La mayoría de las rocas presentan permeabilidades bajas a muy bajas.

Valores de K comprendidos entre 10^{-5} y 10^{-13} m/s.

4) Durabilidad: (alterabilidad) es la resistencia que la roca presenta ante los procesos de alteración y desintegración. La durabilidad de la roca aumenta con la densidad y se reduce con el contenido de agua.



Propiedades mecánicas de las rocas:

- 1) Resistencia a la compresión simple.
- 2) Resistencia a la tracción.
- 3) Resistencia de la roca (triaxial)
- 4) Velocidad de ondas sónicas.
- 5) Deformabilidad.

Geotecnia: Tema 1 Introducción

1) **Resistencia a la compresión simple (σ_c):** (o resistencia uniaxial) es el máximo esfuerzo que soporta la roca sometida a compresión uniaxial. Se determina sobre una probeta cilíndrica sin confinar en el laboratorio:

$$\sigma_c = \frac{F_c}{A} = \frac{\text{Fuerza compresiva aplicada}}{\text{Area de aplicación}}$$

Métodos de determinación:

- Ensayo de compresión uniaxial (ensayo de compresión simple)
- Ensayo de carga puntual, PLT.
- Martillo de Schmidt (esclerómetro).
- Índices de campo



Geotecnia: Tema 1 Introducción

Roca sana	Resistencia a compresión simple (kp/cm ²)		Resistencia a la tracción (kp/cm ²)
	Valores medios	Rango de valores	
Andesita	2.100-3.200	1.000-5.000	70
Anfibolita	2.800	2.100-5.300	230
Anhidrita	900	800-1.300	60-120
Arenisca	550-1.400	300-2.350	50-200
Basalto	800-2.000	600-3.500	50-250
Caliza	600-1.400	500-2.000	40-300
Cuarcita	2.000-3.200	1.000-5.000	100-300
Diabasa	2.400-3.500	1.300-3.650	550
Diorita	1.800-2.450	1.200-3.350	80-300
Dolerita	2.000-3.000	1.000-3.500	150-350
Dolomía	600-2.000	500-3.500	50-250
Esquistos	300-600	200-1.600	20-55
Gabro	2.100-2.800	1.800-3.000	140-300
Gneiss	600-2.000	500-2.500	50-200
Granito	700-2.000	500-3.000	70-250
Grauvaca	1.000-1.500	800-2.200	55-150
Limolita		350-2.500	27
Lutita	200-400	100-900	15-100
			5-10*
Marga	300-700	200-900	
Mármol	1.200-2.000	600-2.500	65-200
Pizarra	400-1.500	300-2.000	70-200
Sal	120	50-300	
Toba		100-460	10-40
Yeso	250	100-400	10-25



Geotecnia: Tema 1 Introducción

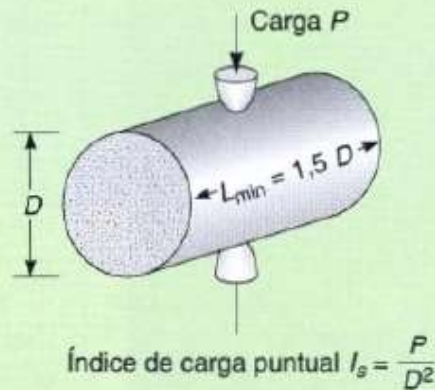
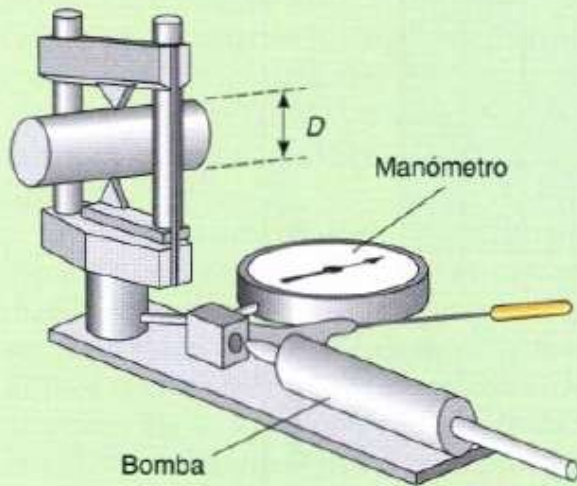
Clase	Descripción	Identificación de campo	Aproximación al rango de resistencia a compresión simple (MPa)
S_1	Arcilla muy blanda	El puño penetra fácilmente varios cm.	$< 0,025$
S_2	Arcilla débil	El dedo penetra fácilmente varios cm.	0,025-0,05
S_3	Arcilla firme	Se necesita una pequeña presión para hincar el dedo.	0,05-0,1
S_4	Arcilla rígida	Se necesita una fuerte presión para hincar el dedo.	0,1-0,25
S_5	Arcilla muy rígida	Con cierta presión puede marcarse con la uña.	0,25-0,5
S_6	Arcilla dura	Se marca con dificultad al presionar con la uña.	$> 0,5$
R_0	Roca extremadamente blanda	Se puede marcar con la uña.	0,25-1,0
R_1	Roca muy blanda	La roca se desmenuza al golpear con la punta del martillo. Con una navaja se talla fácilmente.	1,0-5,0
R_2	Roca blanda	Se talla con dificultad con una navaja. Al golpear con la punta del martillo se producen pequeñas marcas.	5,0-25
R_3	Roca moderadamente dura	No puede tallarse con la navaja. Puede fracturarse con un golpe fuerte del martillo.	25-50
R_4	Roca dura	Se requiere más de un golpe con el martillo para fracturarla.	50-100
R_5	Roca muy dura	Se requieren muchos golpes con el martillo para fracturarla.	100-250
R_6	Roca extremadamente dura	Al golpearlo con el martillo sólo saltan esquirlas.	> 250

Geotecnia: Tema 1 Introducción

Esclerómetro.



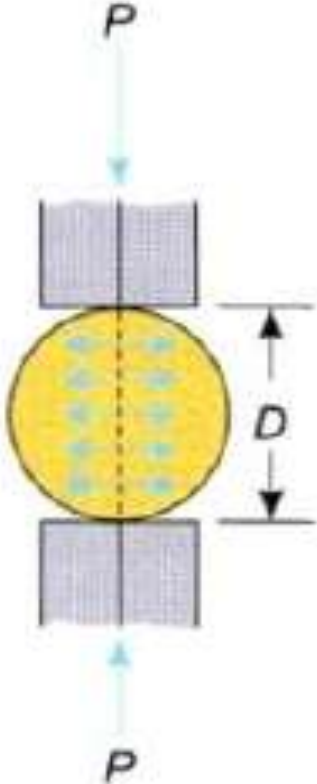
Ensayo de carga puntual.



Geotecnia: Tema 1 Introducción

2) Resistencia a la tracción (σ_t): es el máximo esfuerzo que soporta el material ante la rotura por tracción. Se obtiene aplicando fuerzas traccionales o distensivas a una probeta cilíndrica de roca en el laboratorio.

Ensayo de tracción indirecta o brasileño:



La resistencia se obtiene mediante la fórmula:

$$\sigma_t = \frac{2P}{\pi D L}$$

Donde:

P = carga que produce la rotura.

D = diámetro de la probeta.

L = Longitud de la probeta.

El valor de σ_t de la matriz rocosa suele variar entre el 5% y 10% del valor de su resistencia a la compresión simple.

Geotecnia: Tema 1 Introducción



Geotecnia: Tema 1 Introducción

Balanza hidrostática



Geotecnia: Tema 1 Introducción

3) Resistencia de la roca (parámetros C y ϕ): se utiliza para determinar dichos parámetros el ensayo de compresión triaxial.

Este ensayo representa las condiciones de las rocas in situ sometidas a esfuerzos confinantes, mediante la aplicación de presión hidráulica confinante uniforme alrededor de la probeta.

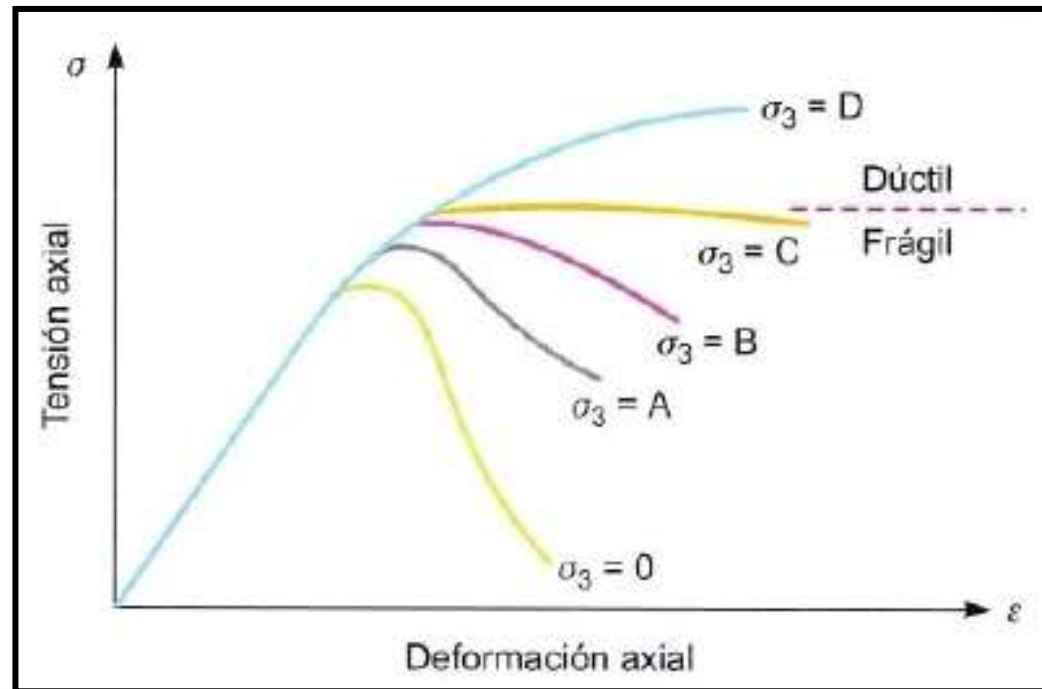
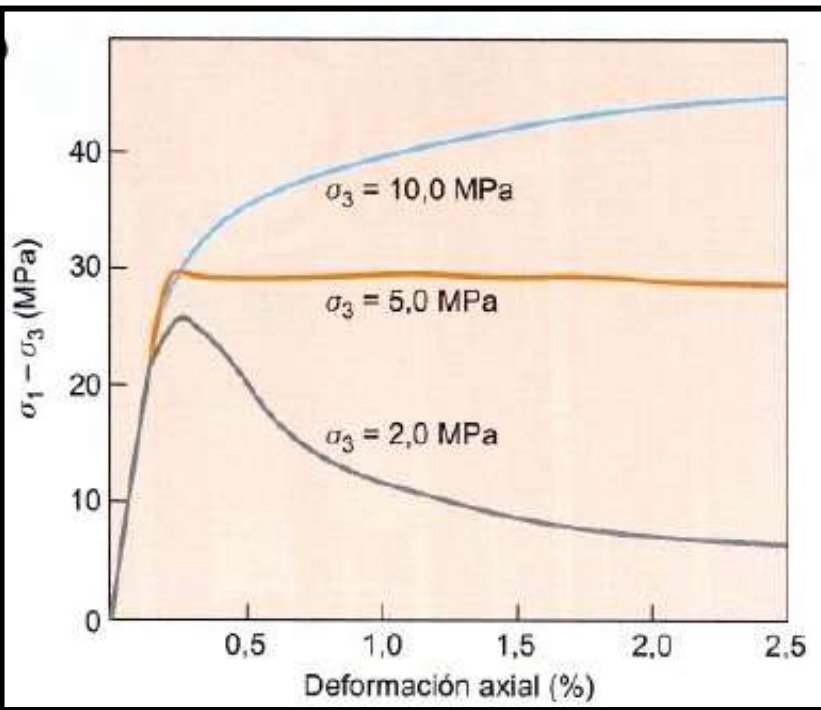
Permite determinar la envolvente o línea de resistencia del material rocoso ensayado, a partir de los cuales se obtienen los valores de sus parámetros resistentes cohesión (C) y ángulo de fricción interna (ϕ).

La cohesión varia entre valores de (3 – 100) MPa.

El ángulo de fricción interna varia entre valores de 15° a 55°

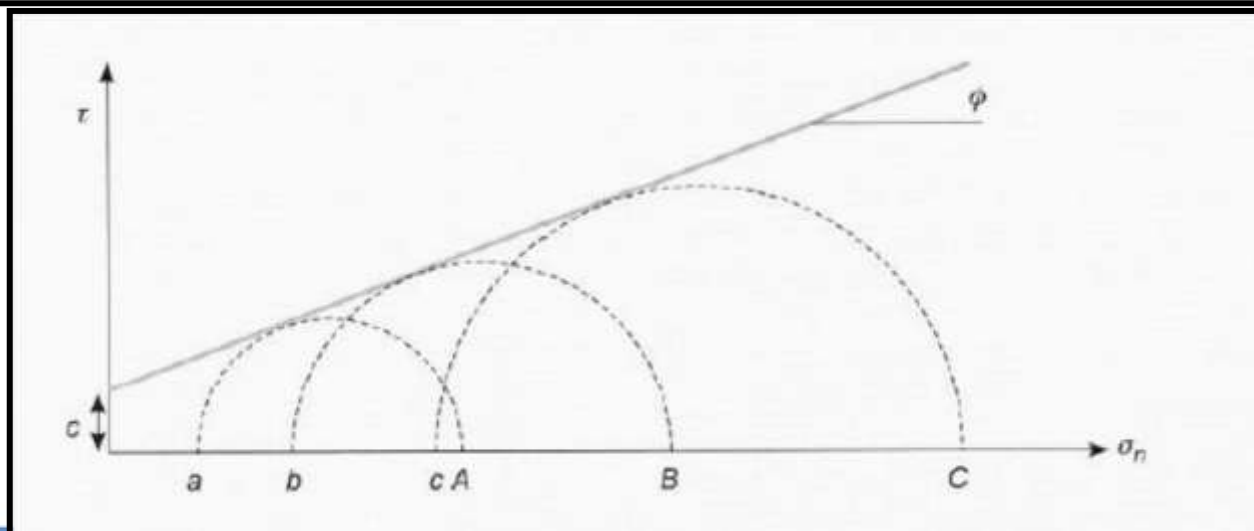
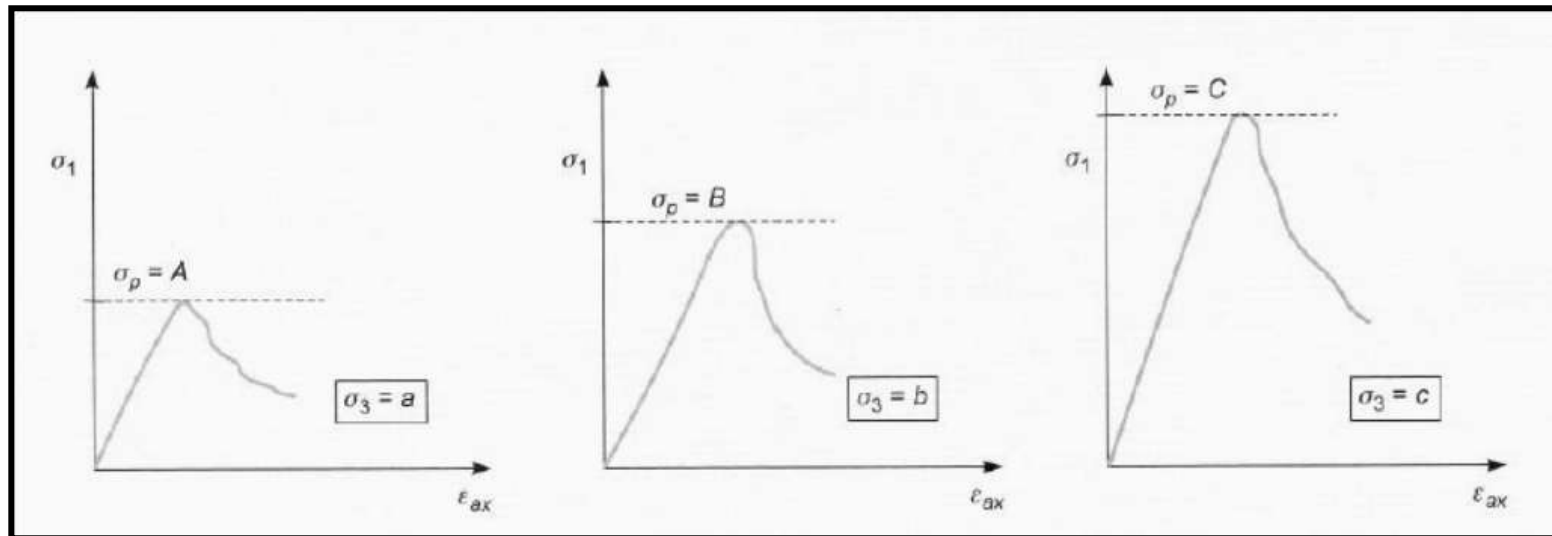


Geotecnia: Tema 1 Introducción



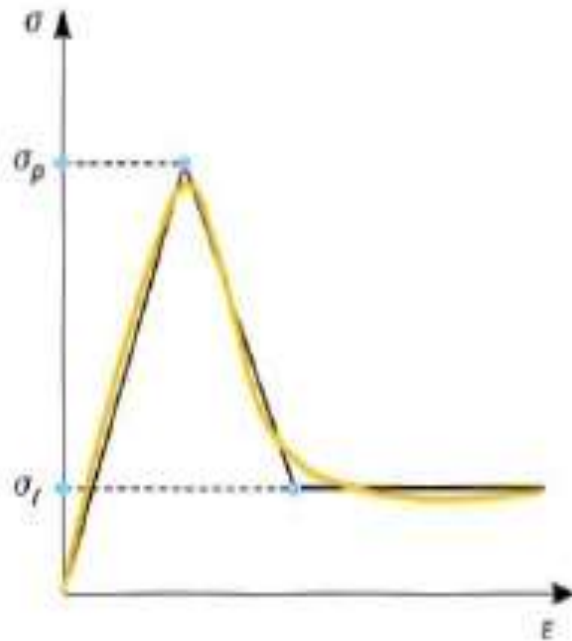
Geotecnia: Tema 1 Introducción

Cálculo de los parámetros resistentes a partir de ensayos triaxiales.

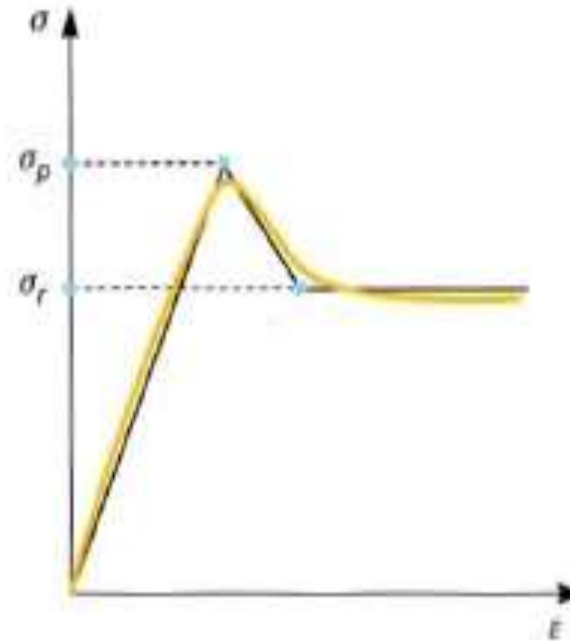


Geotecnia: Tema 1 Introducción

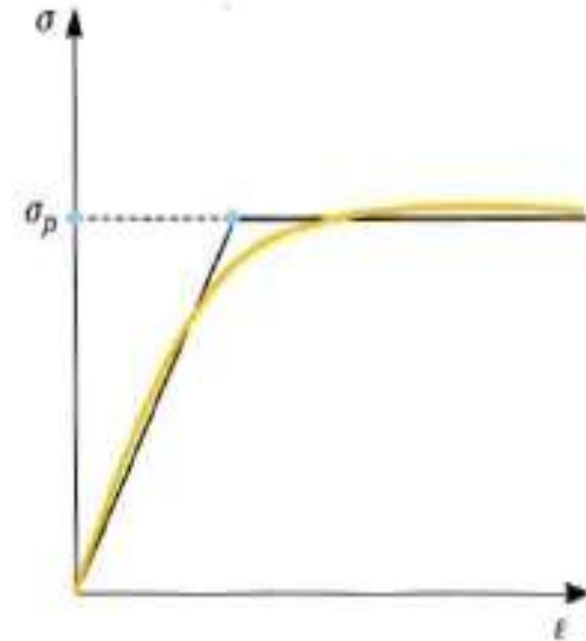
Modelos de comportamiento tensión - deformación



1. Comportamiento frágil.



2. Comportamiento frágil-dúctil.



3. Comportamiento dúctil.

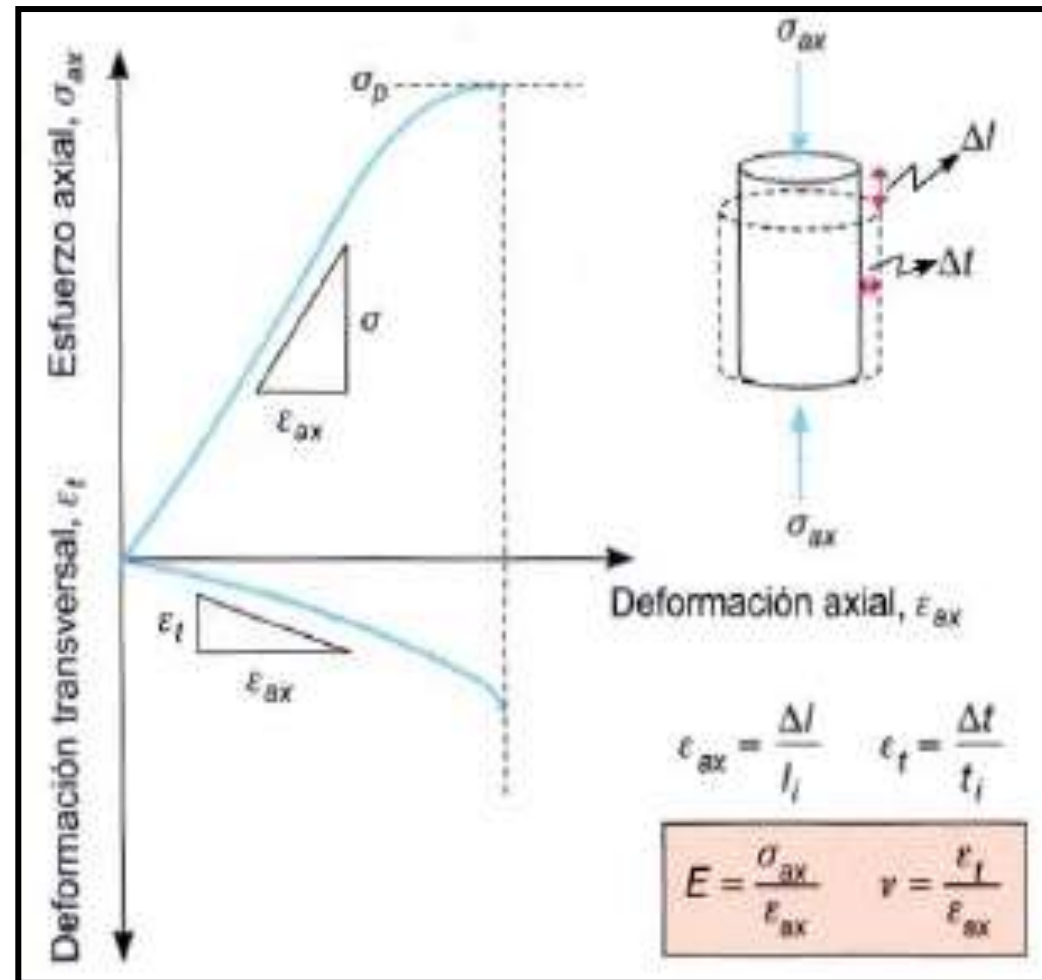
— Modelo teórico
— Curvas reales

σ_p = resistencia de pico
 σ_r = resistencia residual

Geotecnia: Tema 1 Introducción

4) Deformabilidad: es la propiedad que tiene la roca para alterar su forma como respuesta a la actuación de fuerzas. La deformabilidad de las rocas se expresa por sus constantes elásticas E y ν y se obtienen con el ensayo de compresión simple:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_{ax}} \quad (\text{unidades de esfuerzo}).$$
$$\nu = \frac{\epsilon_t}{\epsilon_{ax}} \quad (\text{adimensional})$$



Geotecnia: Tema 1 Introducción

El modulo de young, E define la relación lineal elástica entre los esfuerzos aplicados y la deformación producida en la dirección de aplicación del esfuerzo.

El módulo de elasticidad E en una roca varia entre 25.000 a 30.000 MPa o $(2,5 - 3,0) \times 10^5$ kg/cm².

El coeficiente de poisson v, define la deformación entre la deformación transversal y axial.

El coeficiente de poisson v, en una roca varia por lo general entre 0,15 a 0,33

Las constantes E y v, también se pueden obtener a partir del ensayo de velocidad de ondas sónicas y corresponde es a valores de E y v dinámicos los cuales son mayores a los estáticos.



Geotecnia: Tema 1 Introducción

5) Velocidad de propagación de las ondas elásticas (Longitudinales V_p y transversales V_s), al atravesar la roca depende de la densidad y de las propiedades elásticas del material.

La velocidad varía entre 1000 a 6000 m/s.

Las rocas alteradas o meteorizadas < 900 m/s

Por ejemplo; el granito sano presenta velocidades de 6000 m/s y cuando el granito está descompuesto de 800 m/s.

El aparato utilizado para medir la velocidad es el de velocidad de onda sónica.



Propiedades de la matriz rocosa y métodos para su determinación

	Propiedades	Métodos de determinación
Propiedades de identificación y clasificación	Composición mineralógica. Fábrica y textura. Tamaño de grano. Color.	Descripción visual. Microscopía óptica y electrónica. Difracción de rayos X.
	Porosidad (n).	Técnicas de laboratorio.
	Peso específico (γ).	
	Contenido en humedad.	
	Permeabilidad (coeficiente de permeabilidad, k).	Ensayo de permeabilidad.
	Durabilidad. Alterabilidad (índice de alterabilidad).	Ensayos de alterabilidad.
Propiedades mecánicas	Resistencia a compresión simple (σ_c).	Ensayo de compresión uniaxial. Ensayo de carga puntual. Martillo Schmidt.
	Resistencia a tracción (σ_t).	Ensayo de tracción directa. Ensayo de tracción indirecta.
	Velocidad de ondas sísmicas (V_p , V_s).	Medida de velocidad de ondas elásticas en laboratorio.
	Resistencia (parámetros c y ϕ).	Ensayo de compresión triaxial.
	Deformabilidad (módulos de deformación elástica estáticos o dinámicos: E , ν).	Ensayo de compresión uniaxial. Ensayo de velocidad sísmica.



Geotecnia: Tema 1 Introducción

PROPIEDADES FISICAS E HIDRAULICAS DE LOS SUELOS:

Peso específico de los suelos (γ):

varía entre valores de 1800 a 2200 kg/m³.

Porosidad (%n):

varia entre valore de 0 a 100%

Contenido de humedad (%W):

varia entre valores de 0 a 1200%.

Saturación (S):

varia entre 0 a 100%

Permeabilidad (K):

($100 - 10^{-8}$) cm/s



Geotecnia: Tema 1 Introducción

Resistencia ultima del suelo (q_{ult}): Se realiza para arcillas.

(0,25 – 10) kg/cm² o (0,025 – 1) MPa

Cohesión (C):

(0,125 – 5) kg/cm²

Angulo de fricción interna (ϕ):

(0° - 35°)

Modulo de young (E):

(100 a 500) q_{ult} kg/cm²

Coefficiente de poisson (ν):

(0,15 – 0,33)



EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

Importancia de la exploración de roca:

- En ingeniería de roca, la exploración de roca es tan importante como lo es la exploración del suelo en ingeniería de suelos y fundaciones.
- La práctica de la ingeniería civil ha demostrado que el diseño cuidadoso de una estructura de ingeniería no es todo lo que se necesita para su seguridad y estabilidad.

Geotecnia: Tema 1 Introducción

La exploración de la roca de un sitio de construcción y sus alrededores es hecha usualmente atendiendo a los siguientes siete parámetros:

- Exploración Geológica.
- Exploración Hidrológica.
- Exploración Geofísica.
- Exploración Térmica.
- Evaluación de la roca en cuanto a su trabajabilidad.
- Un estudio de la obtención de roca para la construcción.
- Pruebas in-situ y de laboratorio de propiedades de resistencia de las rocas.



Exploración geológica:

- La exploración geológica tiene que ver con las condiciones geológicas de las rocas del terreno y las obras de construcción, así como con las diversas propiedades de la roca.
- De interés son las estructuras geológicas, la estratificación, las condiciones tectónicas como las fallas y los sistemas de fallas, y la naturaleza de las debilidades y discontinuidades de las rocas; la naturaleza petrográfica de las rocas y sus efectos sobre las cargas de apoyo; y el rendimiento de la roca bajo la acción de cargas, agua, y temperaturas.

Geotecnia: Tema 1 Introducción

Exploración hidrológica:

La exploración hidrológica debe proporcionar información sobre:

- Precipitación.
- Superficies de escorrentía.
- Condiciones de inundación y marea.
- Lo concerniente a las capas de agua subterránea (su número, su profundidad).
- La posición de la capa freática y sus fluctuaciones.
- El flujo de agua subterránea (dirección y velocidad).
- La ubicación de los manantiales, la posibilidad de filtración de agua en las excavaciones de roca.
- Aberturas subterráneas.

También, el agua subterránea debe ser probada por su agresividad con respecto al suelo, las rocas y los materiales de base de la construcción.



Exploración geofísica:

- La exploración geofísica se practica para detectar cambios en la roca de algunas propiedades físicas, por ejemplo, la gravedad específica, el magnetismo, o la transmisión o reflexión de las ondas sísmicas.
- La Exploración de la roca in situ se puede hacer de forma rápida y relativamente económica por medio de métodos sísmicos.
- A partir del tiempo de viaje de las ondas sísmicas, que son recogidos en la superficie del suelo por medio de sismógrafos, se puede determinar el espesor y el estado de diferentes estratos de roca.

Exploración térmica:

- La Exploración Térmica e hidrotermal deberán presentar información acerca de temperaturas subterráneas y los gradientes termales en la roca. Esta Información se necesita para el diseño de la ventilación y / o sistemas de aire acondicionado para las estructuras subterráneas durante su construcción y los servicios.
- Las variaciones de temperatura pueden provocar desprendimientos de roca. Grandes variaciones en la temperatura inducen tensiones termales en la roca, sobre todo en granito y otras rocas de grano grueso.

Geotecnia: Tema 1 Introducción

Evaluación de la roca en cuanto a su trabajabilidad.

- La evaluación de la roca en cuanto a su viabilidad y trabajabilidad es de gran importancia, y es necesario para la adquisición y el uso eficaz de los equipos de trabajo en la roca. Esta evaluación también tiene una incidencia en excavación, en la toma de decisiones en cuanto a si es o no el empernado de roca que se necesita, o si el anillo de soporte se va a utilizar para apoyar a las paredes del túnel, y similares.
- Las rocas son muy diferentes en su valor para la construcción. Varían notablemente en sus cualidades de resistencia a la intemperie a los agentes atmosféricos como la lluvia, las heladas y el viento.
- Las rocas varían también en cuanto a su dureza, este factor afecta a la velocidad de perforación sobre ellas y por tanto el coste.



Geotecnia: Tema 1 Introducción

RECONOCIMIENTO GEOTECNICO:

- Permite reconocer las características del terreno involucrado.
 - 1) Define la tipología y dimensiones de la obra.
 - 2) Determina los problemas constructivos.
- Determinación del volumen, localización y tipos de materiales que han de ser excavados, forma y maquinaria adecuada para llevar a cabo la excavación.
- Localización y características de materiales para préstamo.
- Problemas hidrogeológicos: profundidad del nivel freático, riesgo de filtraciones, influencia del agua en la estabilidad y asiento de las estructuras.



Geotecnia: Tema 1 Introducción

TECNICAS DE RECONOCIMIENTO:

- 1) Inspección Visual (caracterización del macizo rocoso, Identificación del tipo de suelo)
- 2) Técnicas de campo.
 - a) **Calicatas:** Son excavaciones de profundidades pequeñas (5m), realizada con palas retroexcavadora.
 - Permite inspección directa del suelo.
 - Muestreo del suelo. (toma de muestras, pueden ser alteradas o inalteradas)
 - Materiales de construcción.
 - Realización de ensayos de campo (Densímetro nuclear).



Geotecnia: Tema 1 Introducción

b) Sondeos: Prospección manual o mecánica.

- Se obtienen testigos del terreno perforado, que permiten realizar ensayos en el laboratorio.
- Se alcanzan profundidades mayores a las de las calicatas.
- Reconocer el terreno bajo el nivel freático.
- Atravesar capas de roca o suelo resistente.
- Realizar ensayos “in situ” SPT, Permeabilidad (Lugeon)
- Se pueden obtener muestras alteradas SPT (cuchara partida) o muestras inalteradas con el toma muestra de pared delgada tipo shelby.



Geotecnia: Tema 1 Introducción

Ensayo de Penetración Normal SPT:

Consiste en contar el número de golpes que se requieren para hincar 30 cm. Se utiliza una cuchara saca muestras (cuchara partida) de aproximadamente 2" de diámetro se hinca, en el fondo del pozo mediante la acción de golpes de un martinete que pesa 65 kg, el cual cae de una altura de 75 cm.



Geotecnia: Tema 1 Introducción



Cuchara partida

Toma muestra tipo shelby



Geotecnia: Tema 1 Introducción

Densidad y ángulo de fricción para las arenas a través del ensayo del SPT

Compacidad	N (SPT)	ϕ
Muy suelta	< 4	< 30
Suelta	4 - 10	30 - 35
Compacta	10 - 30	35 - 40
densa	30 - 50	40 - 45
Muy densa	> 50	> 45

Consistencia de las arcillas y valor de la cohesión a través del ensayo SPT

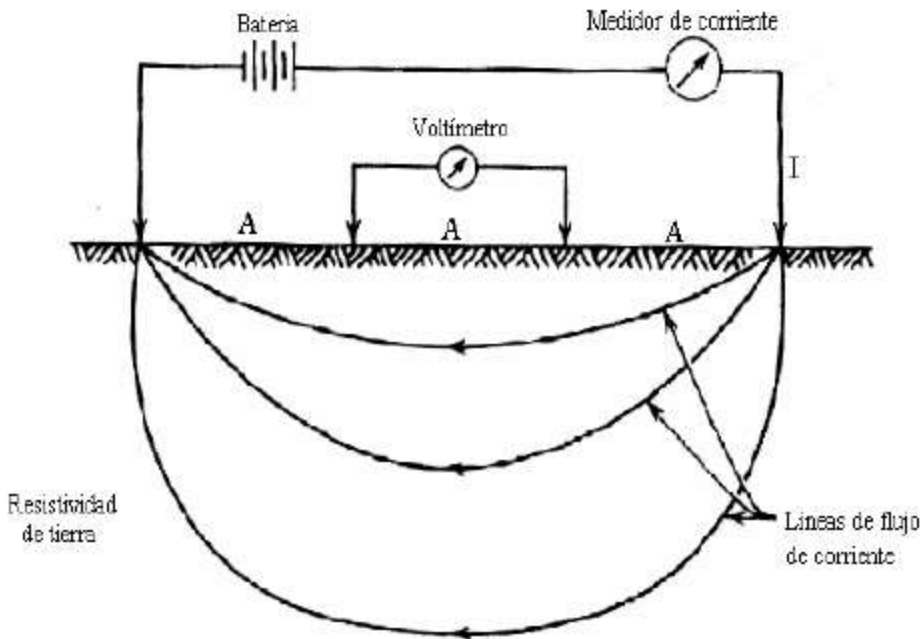
N (para hundir 30 cm.)	Consistencia
2	Muy blanda
2 - 4	Blanda
4 - 8	Media
8 - 15	Rigida
15 - 30	Muy rigida
> 30	Dura

Consistencia	Valor estimado de cohesión (c) Kgs/cm ²	Apreciación en terreno
Muy blanda	< 0,10	Fluye entre los dedos
Blanda	0,10 a 0,25	Moldeable con presión suave
Media	0,25 a 0,50	Moldeable con presión fuerte
Firme	0,50 a 1,00	Ahuellable con la yema del dedo
Dura	1,00 a 2,00	Marcable sólo con la uña
Tenaz	> 2,00	No se puede marcar con la uña

Geotecnia: Tema 1 Introducción

c) Métodos Geofísicos:

• Métodos Eléctricos.



Consiste en enviar mediante dos electrodos imporalizables una corriente eléctrica de intensidad i , e ser posible continua y medir la diferencia de potencial ΔV , existente entre los dos electrodos, permitiendo calcular la resistividad.

Geotecnia: Tema 1 Introducción

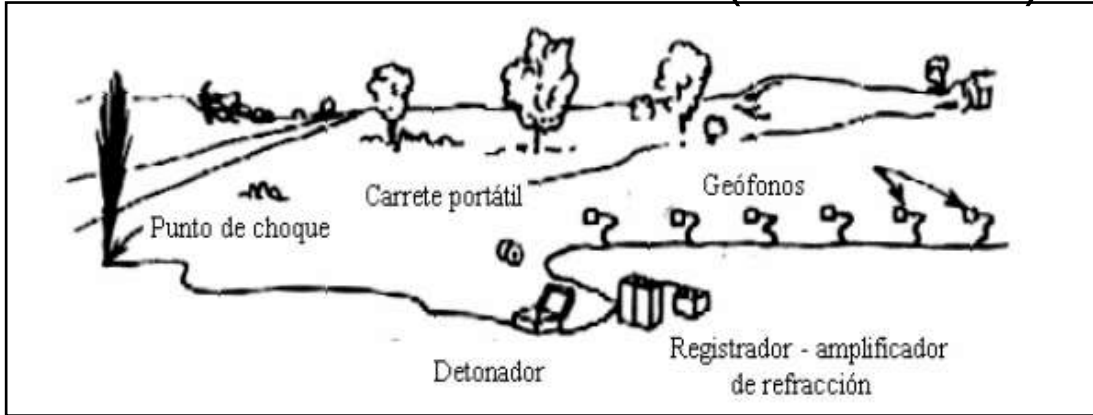
Tipo de Suelo	Resistividad (Ohms * cm)
Arcilla o limo orgánico saturado	500 - 2000
Arcilla o limo inorgánico saturado	1000 - 5000
Arcillas y limos duros semisaturados, arenas y gravas saturadas	5000 - 15000
Lutitas, arcillas y limos secos	10000 - 50000
Areniscas, arenas y gravas secas	20000 - 100000
Rocas cristalinas, sanas	100000 - 1000000



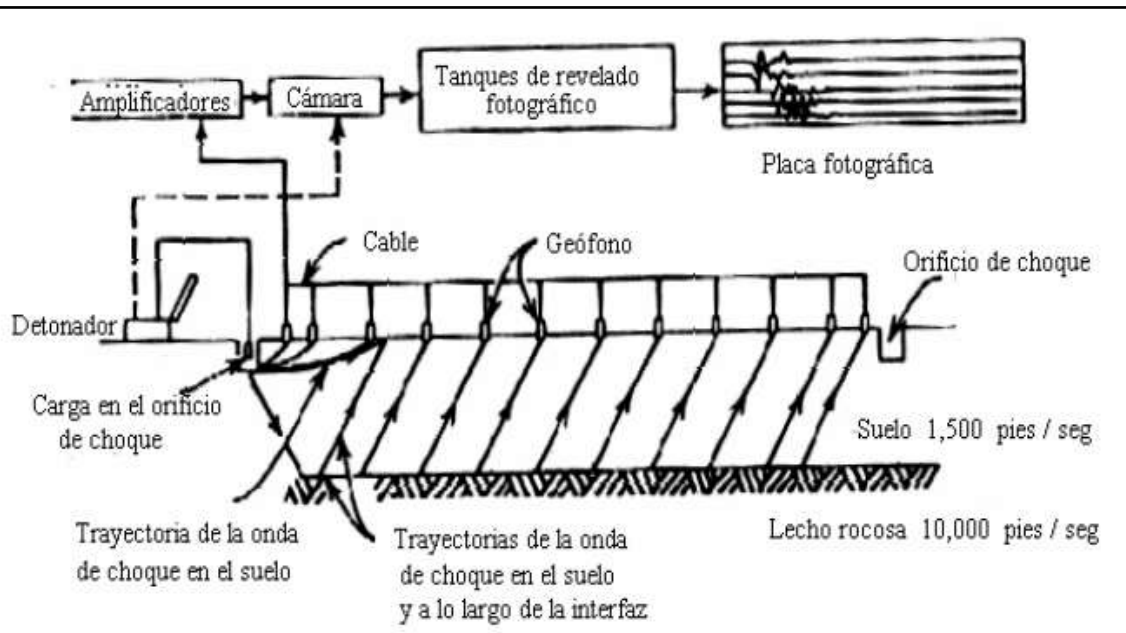
Geotecnia: Tema 1 Introducción

c) Métodos Geofísicos:

• Métodos Sísmicos (refracción)



A cierta distancia del lugar donde se produce el impacto, se colocan geófonos, dispuestos en línea recta. A través de un sismógrafo se registra el tiempo empleado por la onda elástica en llegar a cada detector y por medio de una ecuación se determina el espesor del estrato de estudio.



Geotecnia: Tema 1 Introducción

Tipo de suelo	Velocidad (mt / seg)
Arena suelta seca	150 - 450
Arcilla dura parcialmente saturada	600 - 1200
Suelo seco saturado	1600
Suelo saturado	1200 - 3000
Roca sana	2000 - 6000



3) Ensayos de laboratorio:

a) Ensayos de suelo. (granulometría, límites, Gs, peso unitario, compactación, permeabilidad, compresión simple, corte directo, triaxial)

b) Ensayos en roca: Peso unitario, Ensayo de compresión simple, ensayo de compresión triaxial, ensayo de resistencia a la tracción, velocidad de ondas sínicas.

LA ROCA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN:

1) Como agregados (áridos)

arena, piedra picada, polvo de roca (equivale entre el 75% al 85% el volumen de las estructuras de pavimentos)

Agregados naturales: gravas y arenas.

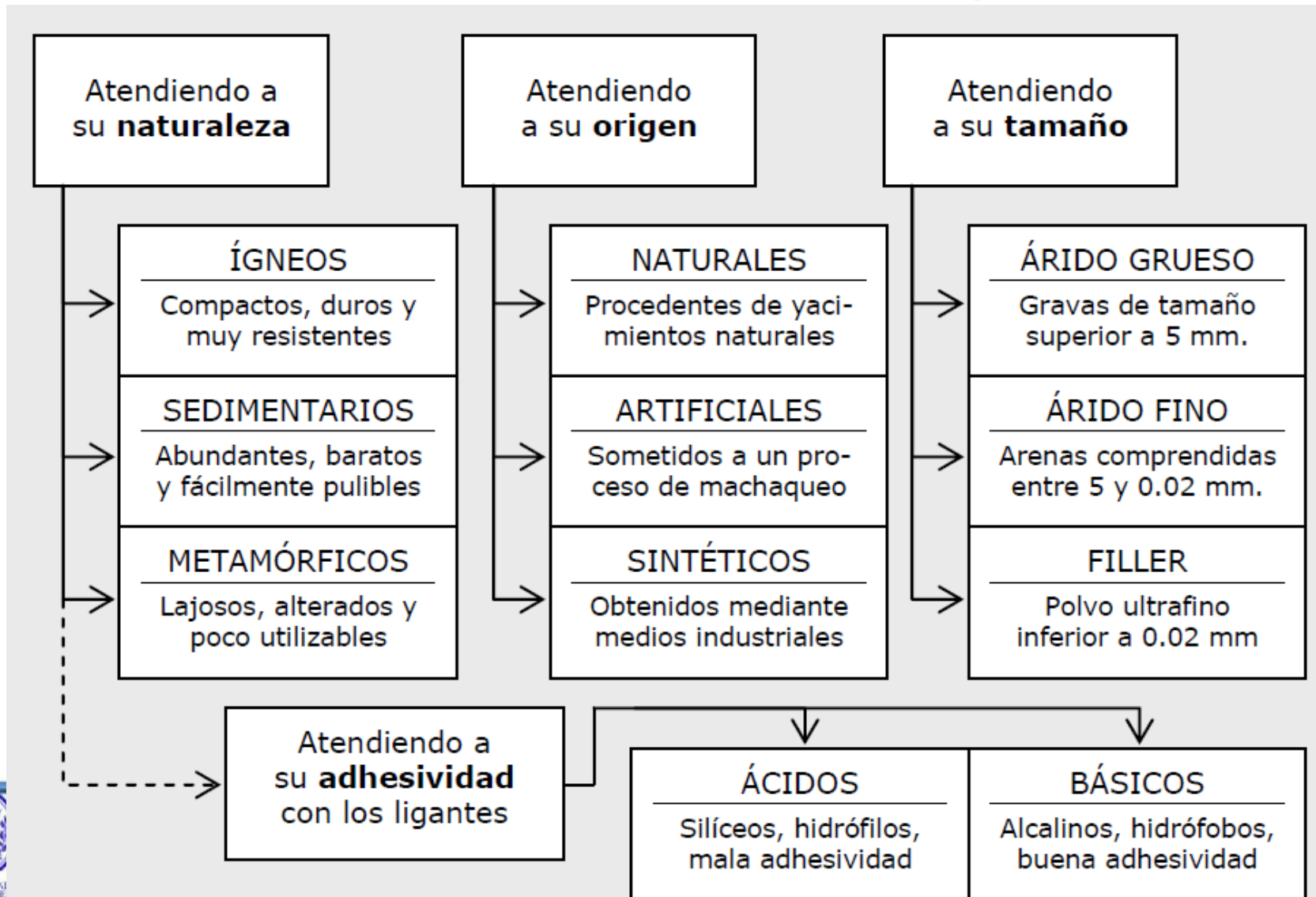
procesados: han sido triturados y tamizados antes de ser usados. Por ejemplo las gravas naturales son trituradas y los fragmentos de roca se reducen de tamaño.

2) Como piedra de construcción.

Las rocas de las que se pueden extraer áridos son: rocas calcáreas, rocas ígneas y metamórficas (granito, basalto y cuarcita).

Geotecnia: Tema 1 Introducción

Criterios de clasificación de los áridos. Tomado de Luis Bañón Bázquez



Geotecnia: Tema 1 Introducción

3) Confección de hormigones (concreto) y morteros:

Hormigón (piedra picada, grava y arena y corresponde al 80%, cemento, agua y aditivos).

Morteros (cemento, arena y agua).

4) Balastos de vías férreas:

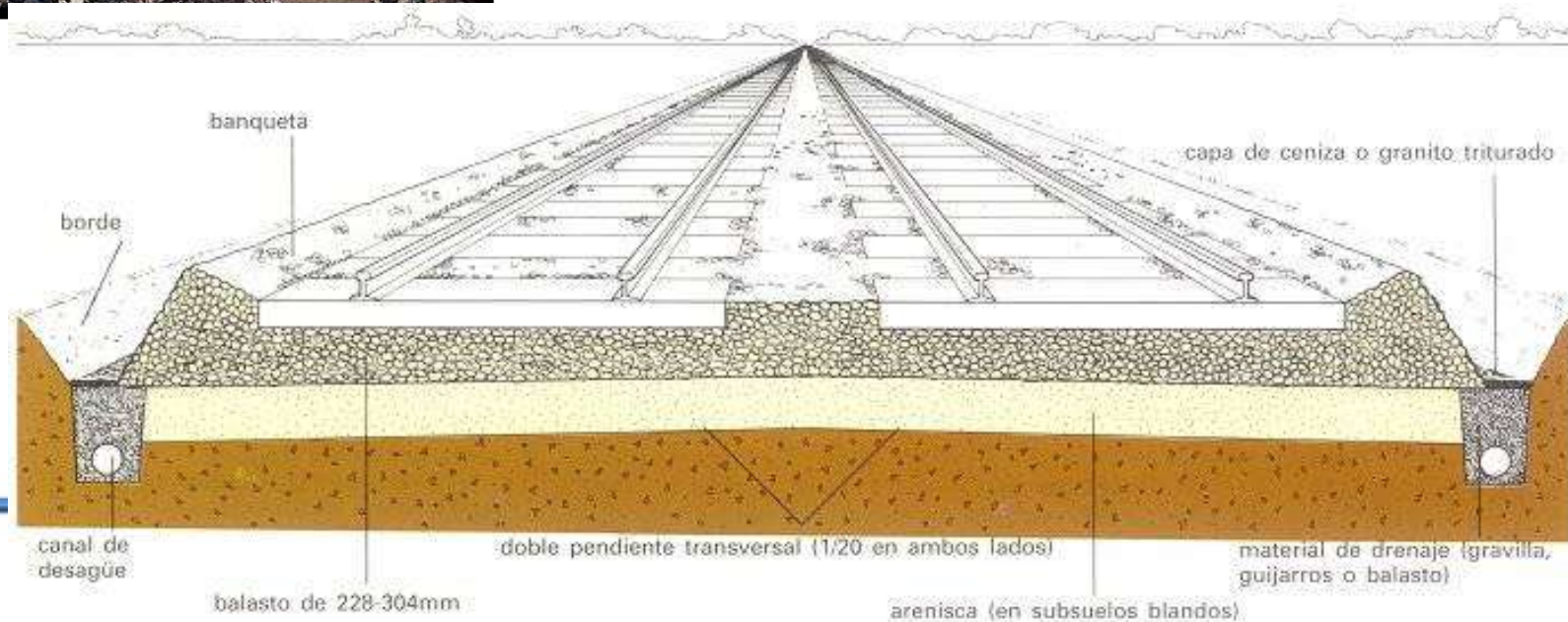
- Piedra donde se colocan los durmientes, evita que nazca la vegetación, distribución de las cargas, colchón de plasticidad.
- Materiales: piedra caliza triturada, ya que era muy abundante, pero hoy en día se usan piedras más duras, como el granito o la gravilla.
- El tamaño del balasto está entre 2,5 y 6 cm.



Geotecnia: Tema 1 Introducción



El balasto sujeta la vía en su emplazamiento y le proporciona el drenaje adecuado, a la vez que reparte la presión bajo la traviesa para impedir que el subsuelo blando se dañe con el peso de los trenes.



5) Base y sub-bases de carreteras.

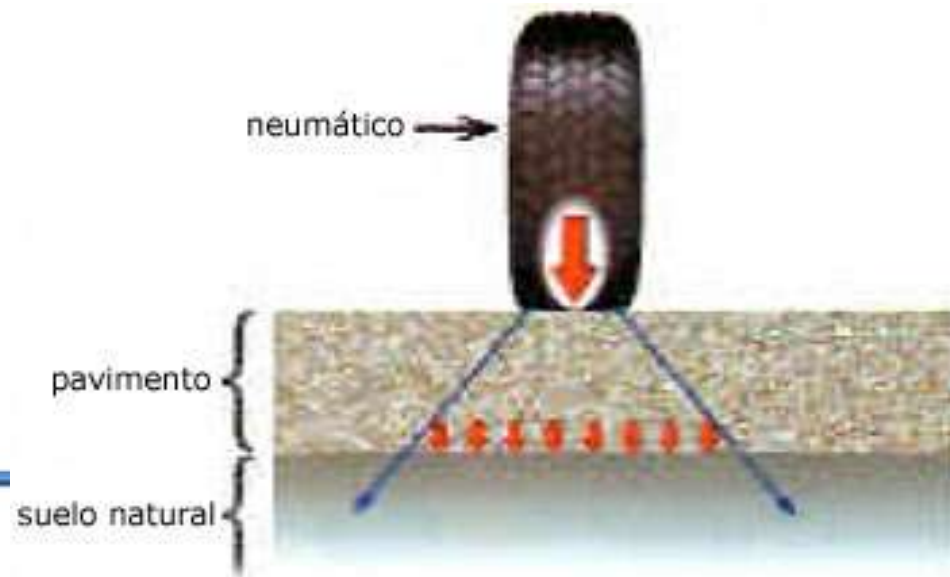
Las bases y sub-bases son capas de material pétreo adecuadamente seleccionadas para traspasar las cargas de la carpeta de rodadura a la sub-rasante (Infraestructura). Puesto que los esfuerzos en un pavimento decrecen con la profundidad, la ubicación de estos materiales dentro de la estructura de un pavimento (superestructura), esta dada por las propiedades mecánicas de cada una de ellas.

La sub-base: Es la capa granular localizada entre la sub-rasante y la base en pavimentos flexibles o rígido y ocasionalmente, sobre todo en pavimentos rígidos, se puede prescindir de ella.



Geotecnia: Tema 1 Introducción

La base: Capa sobre sub-base o sub-rasante destinada a sustentar la estructura del pavimento. Es la capa que recibe la mayor parte de los esfuerzos producidos por los vehículos. Regularmente esta capa además de la compactación, necesita otro tipo de mejoramiento (estabilización) para poder resistir las cargas del tránsito sin deformarse y además transmitir las en forma adecuada a las capas inferiores.



Geotecnia: Tema 1 Introducción

6) Para terraplènes de presas de tierra.



UNIVERSIDAD
DE LOS ANDES
1949

Profesora Norly Belandria
Grupo de Investigación en Geología Aplicada (GIGA)
Facultad de Ingeniería, Escuela de Geológica
Departamento Geomecánica

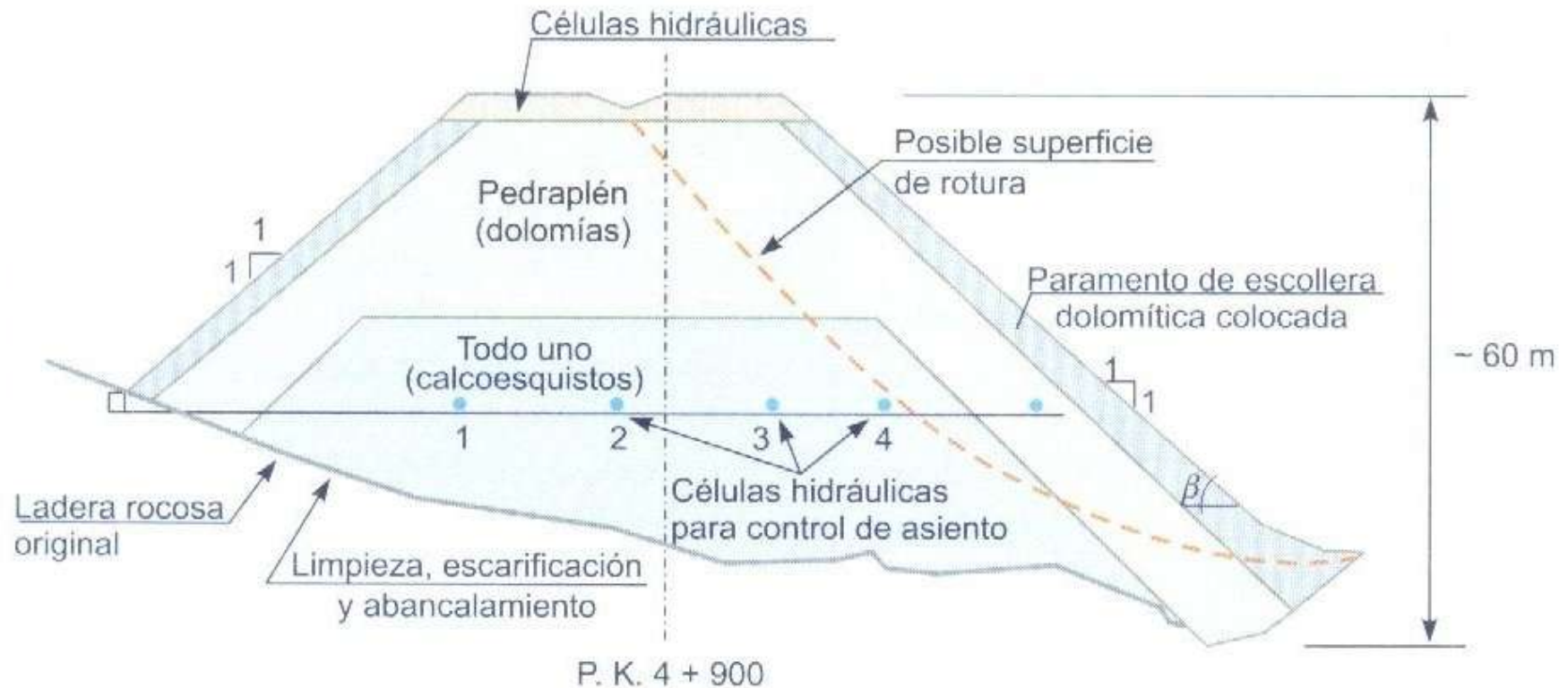


Geotecnia: Tema 1 Introducción

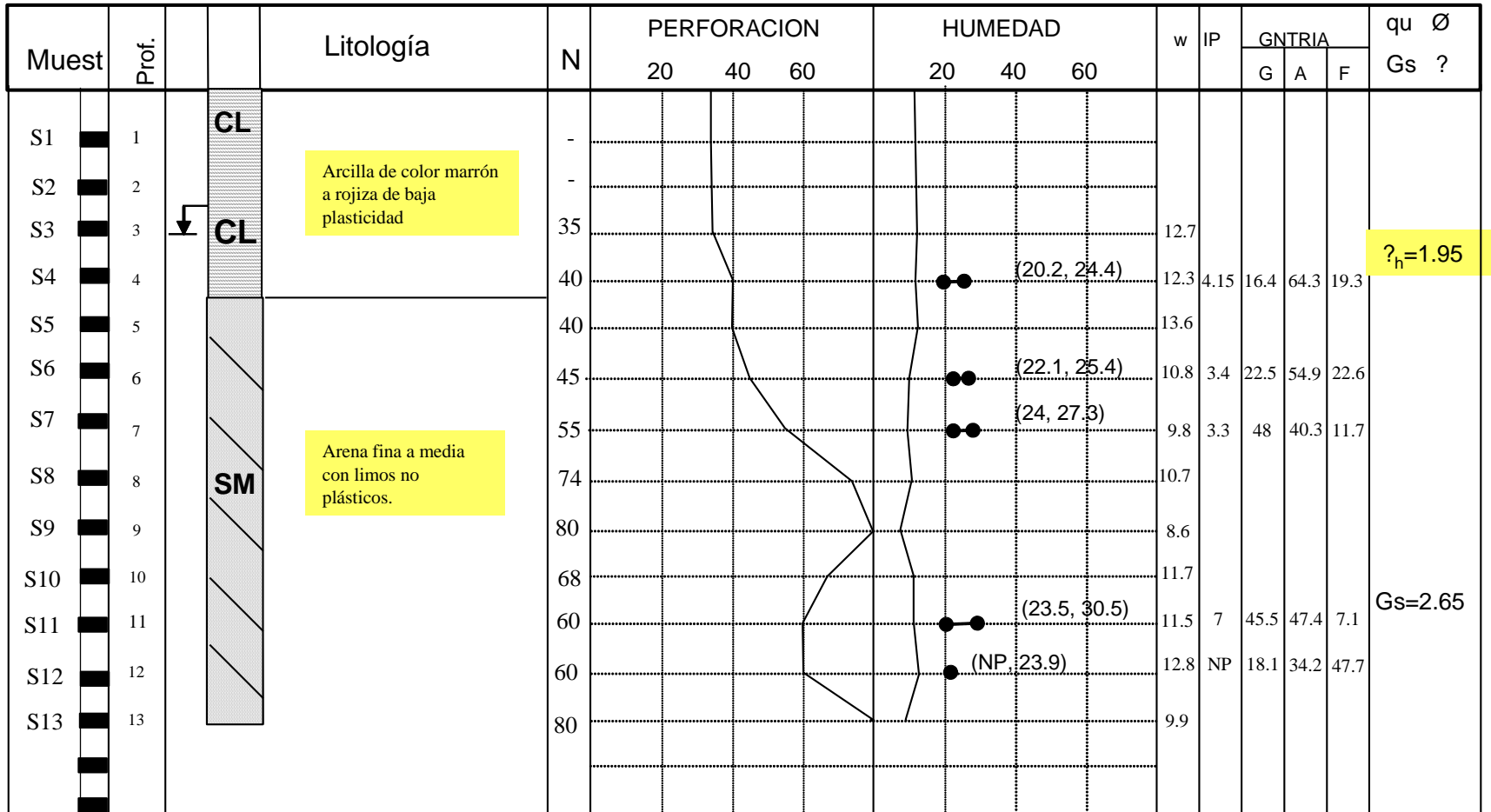
7) Elaboración de cemento (calizas trituradas)

8) Rellenos:

Escolleras, pedraplen, terraplen.



Geotecnia: Tema 1 Introducción



COTA: m

PROF DE SONDEO: 10.70m

NIVEL FREATICO: 2.00M

PROF. DE FORRO:

CAPA VEGETAL: 0.00m

S Muestra seca

L Muestra lavada

R Muestra rotada

I Muestra no perturbada

NR Muestra no recuperada

Limites

LP

LL

PDVSA BARINAS

**OBRA: LOCALIZACION LA VICTORIA 34.
LA VICTORIA. ESTADO APURE**

FECHA:
MAYO 2007

PERF. N°
P6

HOJA

1/1

Muest	Prof.	Litología	N	PERFORACION			HUMEDAD			w	IP	GNTRIA			qu Ø Gs ?
				20	40	60	20	40	60			G	A	F	
S1	1	Grava Arenosa limosa Densa. Color marrón claro. Densa Arenas con algo de gravas y acompañada de finos de poca a mucha plasticidad. Color Marrón grisáceo claro. Mediosamente densa a densa.	80							8.9					
S2	2		56							12.3					
S3	3		66						(20.4, 32.3)	15.3	11.9	20.0	35.0	44.9	
S4	4		80							10.9					
S5	5		70						(18.3, 29.2)	13.5	10.9	35.1	32.7	32.3	
S6	6		86												
S7	7		80							8.4					
S8	8		80						(23.1, 33.9)	12.5	10.7	30.6	37.3	32.1	
S9	9		80							10.4					
S10	10		80							9.8					
S11	11														
S12	12														

COTA: m

PROF DE SONDEO: 13.00m

NIVEL FREATICO: 0.00M

PROF. DE FORRO:

CAPA VEGETAL: 0.00m

S Muestra seca

L Muestra lavada

R Muestra rotada

I Muestra no perturbada

NR Muestra no recuperada

Límites

LP

LL

OBRA: Planta de Distribución Caña La Mar.

FECHA:
AGOSTO 2007

PERF. N°
P7

HOJA

7/17

UNIDAD DE ASESORIA, PROYECTO E INNOVACION TECNOLOGICA. UAPT - ULA

Facultad de Ingeniería, Escuela de Geológica
Departamento Geomecánica



Geotecnia: Tema 1 Introducción

Perforación N° 1.

