Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-Managua

A la Libertad por la Universidad !!

INGENIERIA GEOLÓGICA

Fundamentos de Mecánica de Rocas

Dr. Ingeniero Tupak Obando R., Geólogo
Doctorado en Geología y Gestión Ambiental
Celular: 84402511
Website: http://blogs.monografias.com/

Managua, Marzo -2010

Fundamentos de Mecánica de Rocas

- Concepto de Mecánica de Rocas

- Estado de esfuerzos de Rocas

  - Tipos
  - Medición

- Propiedades mecánicas de las rocas

Concepto de Mecánica de Rocas

Roca: material geológico con resistencia a la compresión simple mayor que 1-1.25 MPa

Física → **Mecánica de Rocas** ← *Ingeniería*

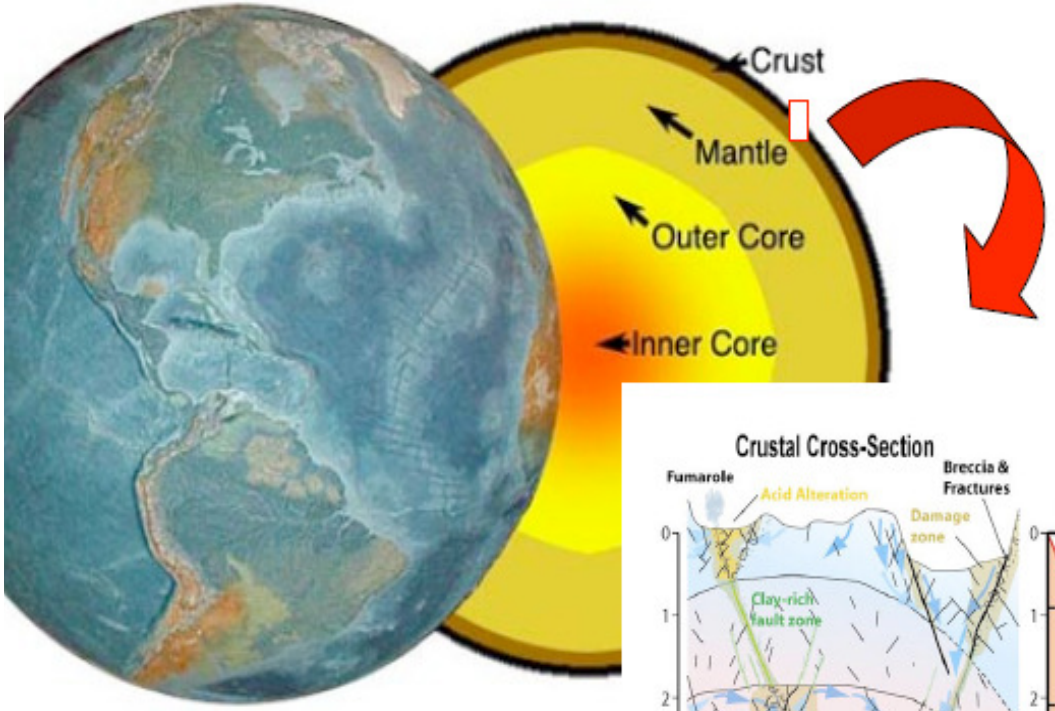
Matemáticas → **Mecánica de Rocas** ← *Geología*

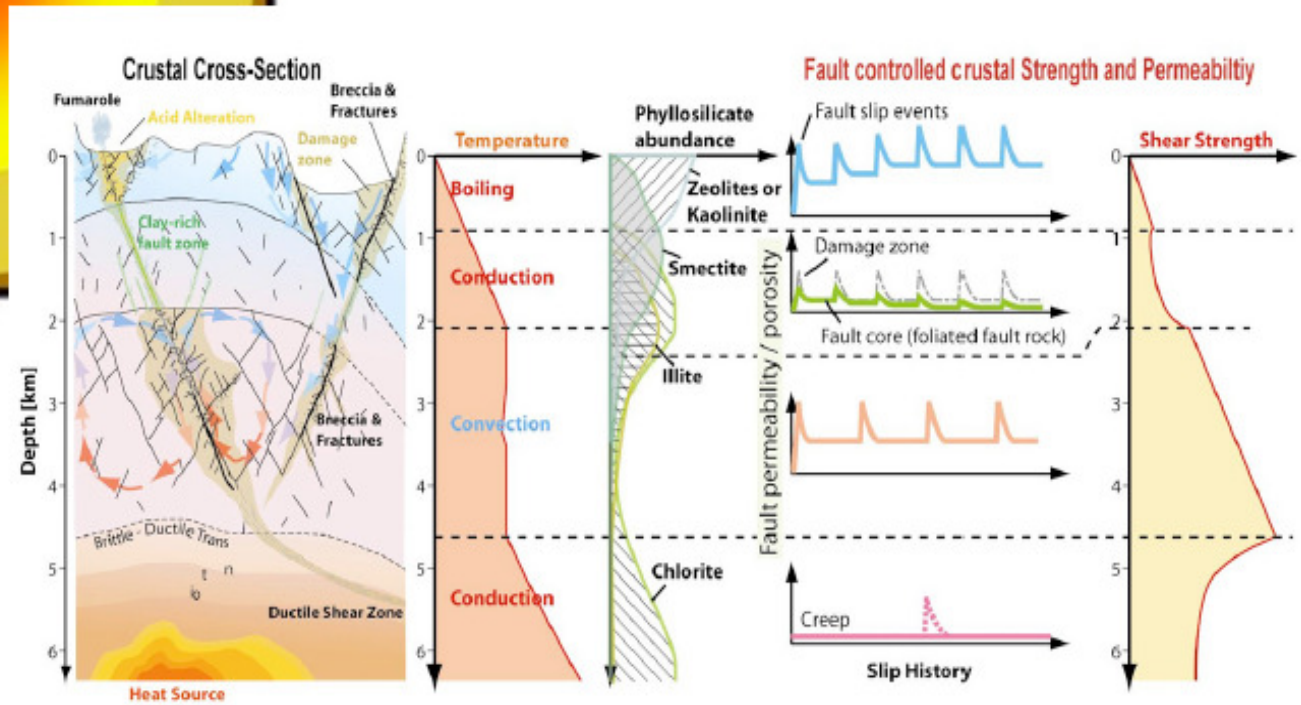
↓

INGENIERIA GEOLÓGICA

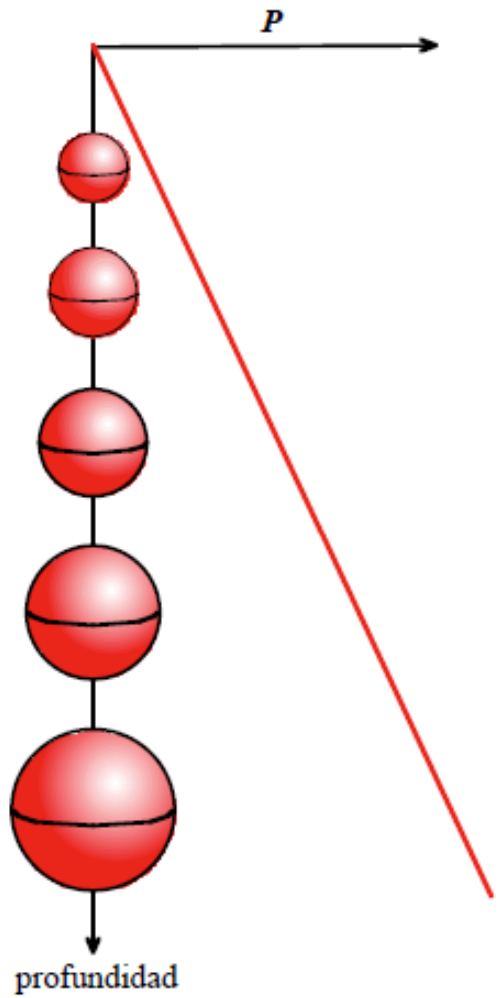
Mecánica de Rocas: ciencia que estudia el comportamiento de las rocas ante campos de esfuerzos de origen natural o artificial

Estado de esfuerzos en la corteza





Estado de esfuerzos en la corteza



$$T_1 = T_2 = T_3 = P_L$$

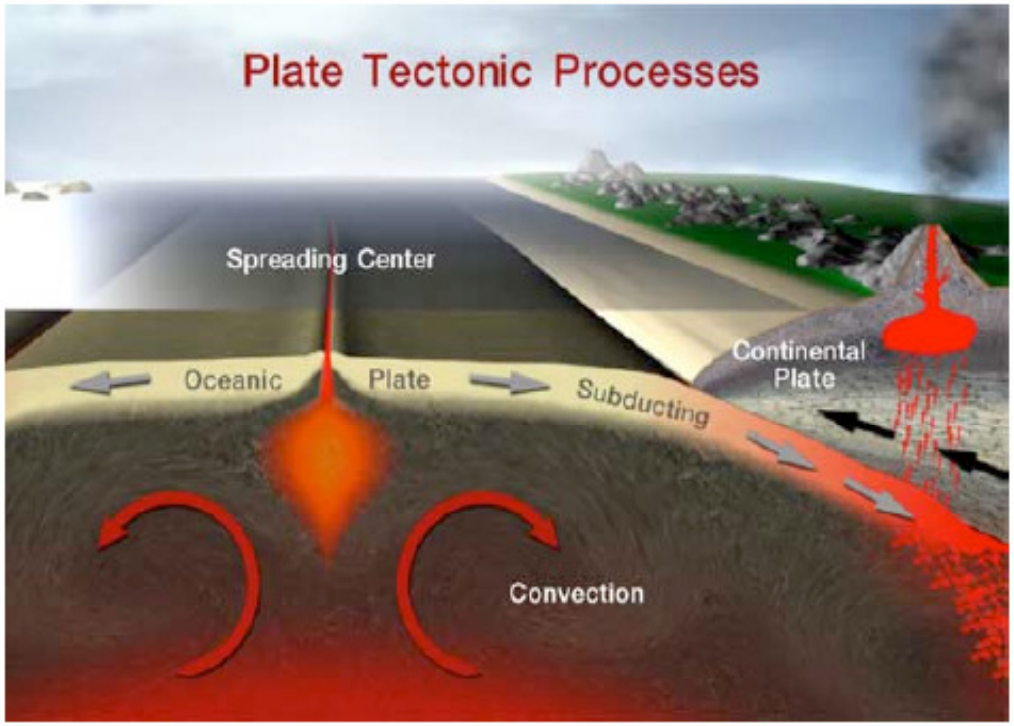
Estado de esfuerzos "litostático"

$$\Delta S_h^T = \frac{E\alpha_T \Delta T}{1-\nu}$$

α_T : Coeficiente de expansión térmica lineal

Esfuerzos debidos a cambios térmicos

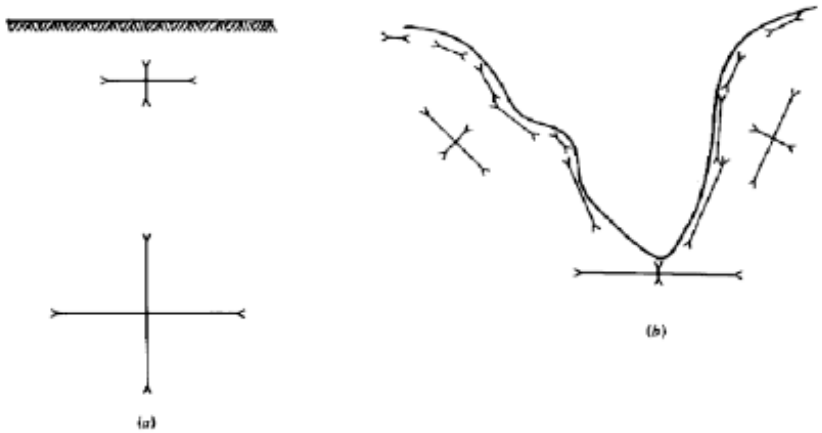
Estado de esfuerzos en la corteza



Actúan sobre todo en la horizontal.
Son fuente esencial de esfuerzos diferenciales.

Esfuerzos tectónicos

Estado de esfuerzos en la corteza

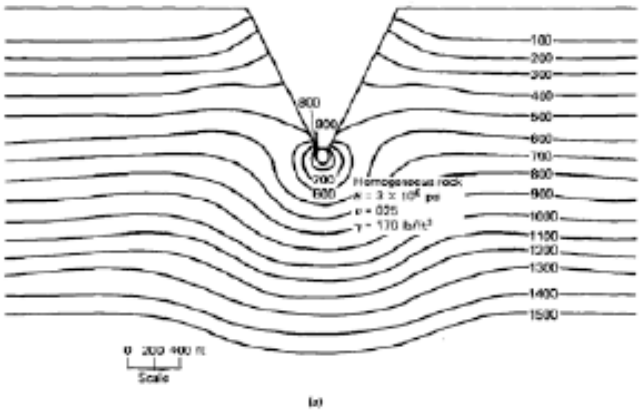


Asociados a la topografía

Esfuerzos locales

Estado de esfuerzos en la corteza

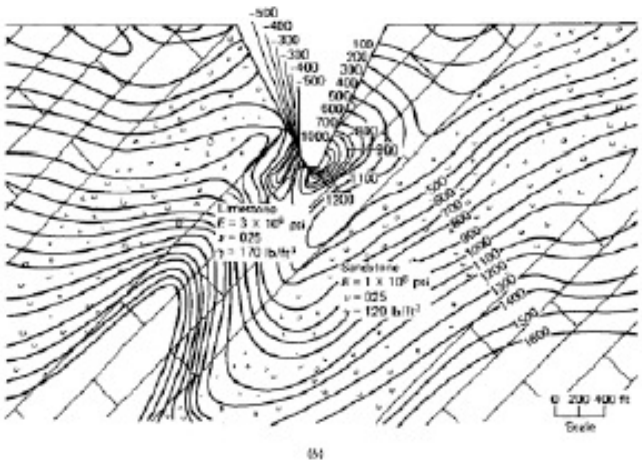
Serie homogénea



Máximos esfuerzos de cizalla

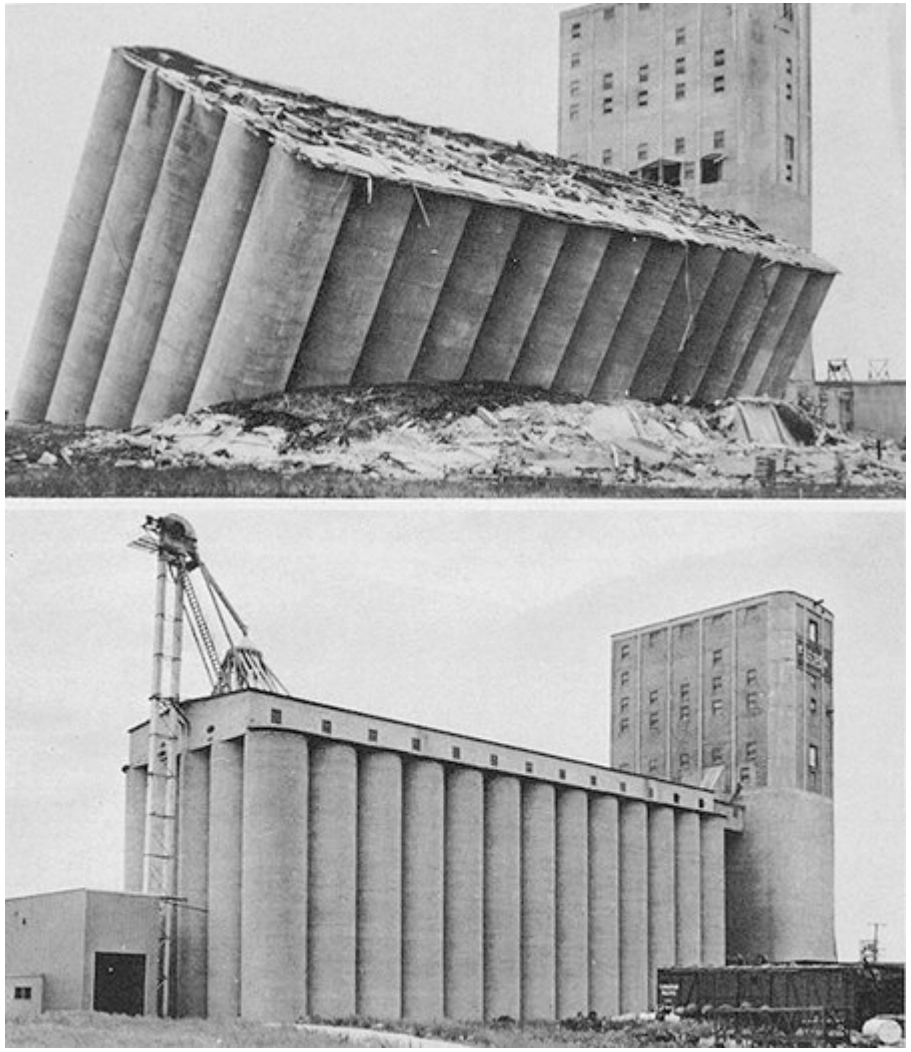
Asociados a la topografía combinada con la estructura geológica

Serie estratificada e inclinada



Esfuerzos locales

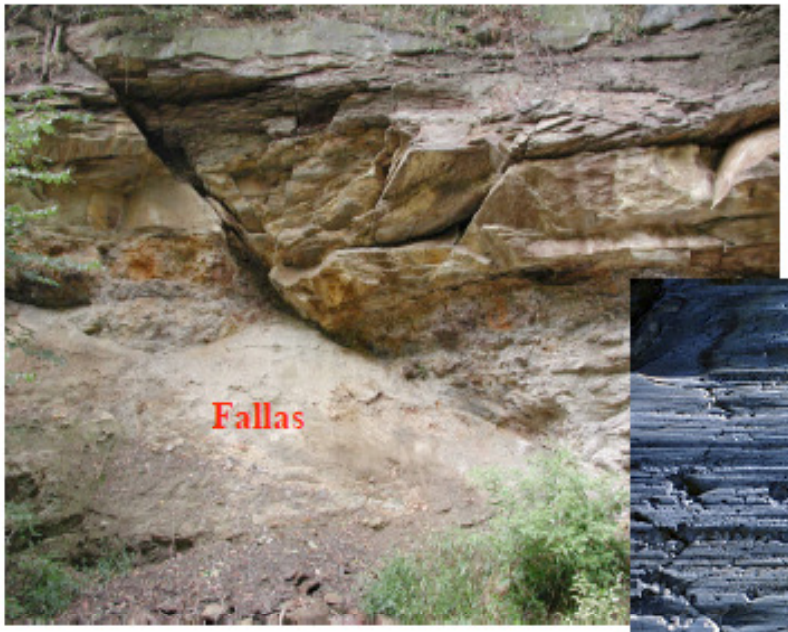
Estado de esfuerzos en la corteza

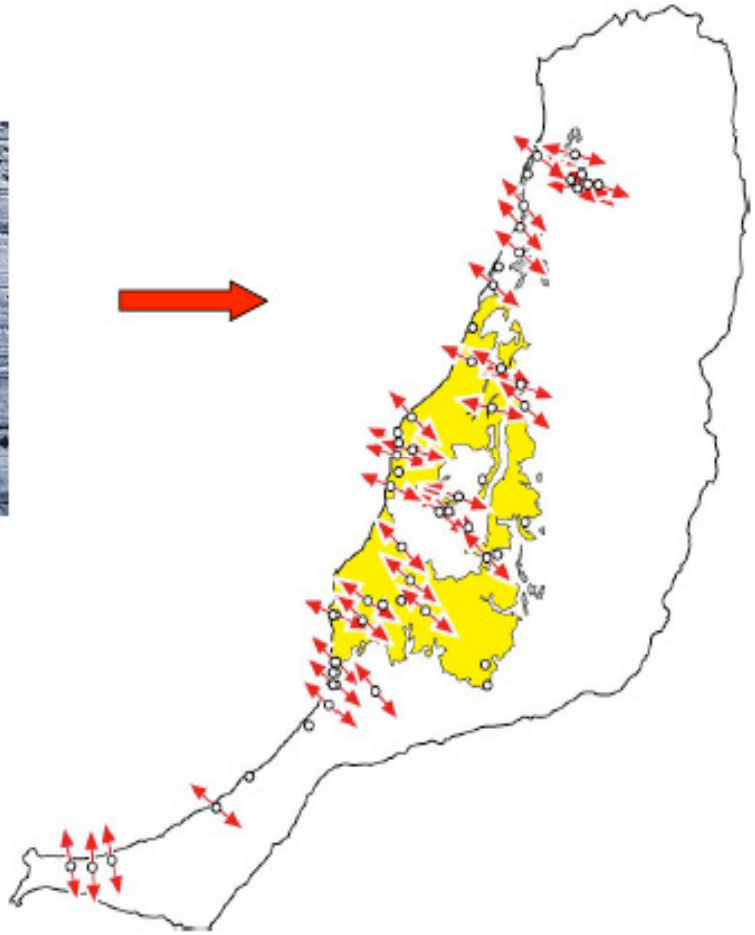


Debidos a la acción antrópica

Esfuerzos locales

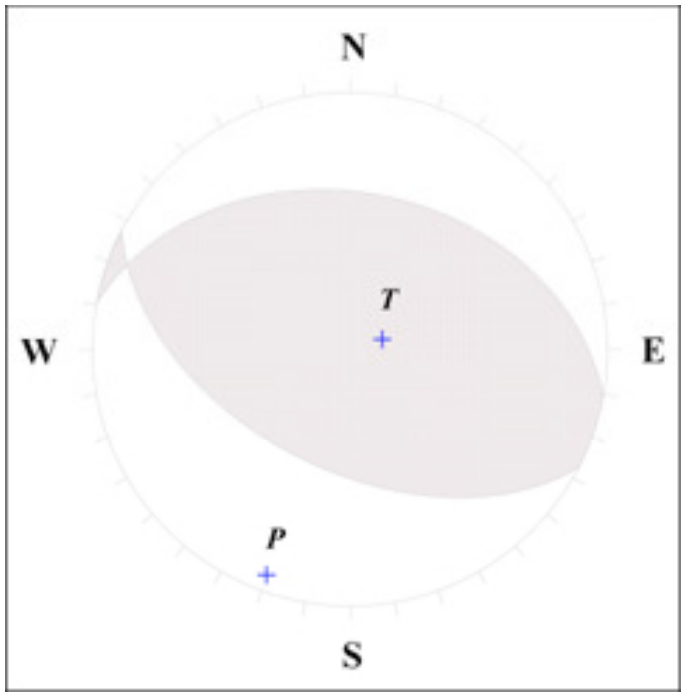
Estado de esfuerzos en la corteza

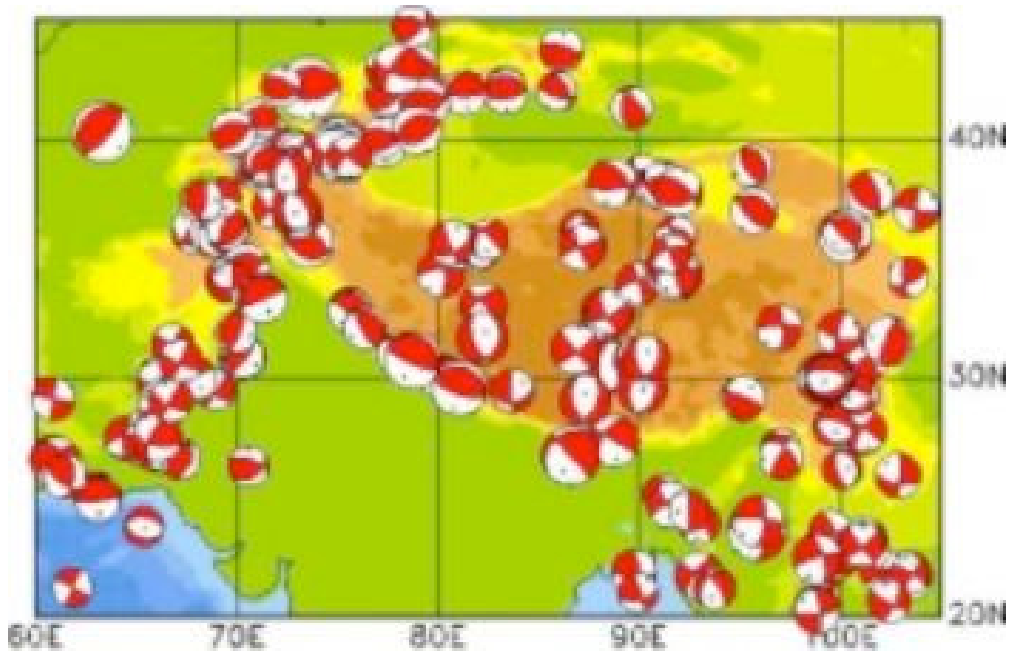




Medición: a partir de estructuras geológicas

Estado de esfuerzos en la corteza





Medición: estudio de la sismicidad

Estado de esfuerzos en la corteza

Medición: *in situ*

Propiedades mecánicas de las rocas

	Características	Técnicas de estudio
Propiedades de identificación	Composición mineralógica; estructura, microestructura y textura, tamaño de grano, color, etc.	Descripción visual, microscopía, microsonda, rayos X, etc.
	Porosidad.	Técnicas específicas de laboratorio y ensayos *in situ*.
	Densidad y peso específico.	
	Humedad.	
	Permeabilidad.	
	Durabilidad y alterabilidad.	
Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión simple.	Ensayos de compresión uniaxial, de carga puntual, martillo Schmidt.
	Resistencia a la tracción.	Ensayos de tracción directa e indirecta.
	Velocidad de ondas sónicas.	Medición en el laboratorio.
	Resistencia a la compresión triaxial.	Ensayo triaxial
	Deformabilidad y módulos elásticos.	Ensayos de compresión uniaxial y de velocidad sónica.

Propiedades mecánicas de las rocas

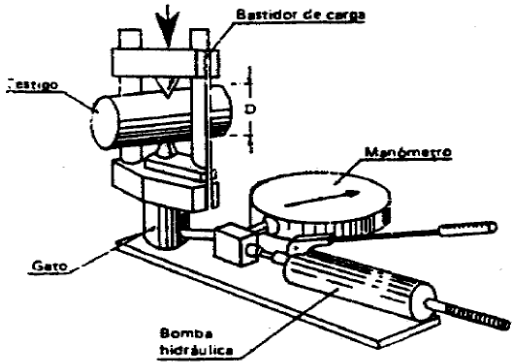
Ensayos		Parámetros que se obtienen
Resistencia	Compresión simple	**Resistencia a la compresión simple (σ_{ci}).**
	Compresión triaxial	**Cohesión (*c*), ángulo de rozamiento interno de pico (ϕ_p) y residual (ϕ_r).**
	Tracción directa	**Resistencia a la tracción (T_0).**
	Tracción indirecta	**Resistencia a la tracción (T_0).**
Deformabilidad (elasticidad)	Compresión simple	**Módulos elásticos estáticos (*E* y ν).**
	Velocidad sónica	**Módulos elásticos dinámicos (E_d y ν_d).**

Propiedades mecánicas de las rocas

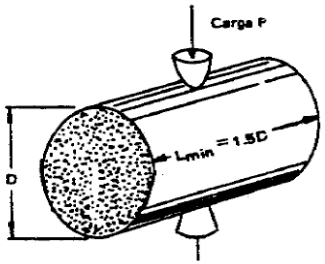
Clase	Descripción	Identificación en el campo	Rango de resistencia a la compresión simple (MPa)
S_1	Arcilla muy blanda	El puño penetra fácilmente varios cm.	<0.025
S_2	Arcilla débil	El dedo penetra fácilmente varios cm.	0.025-0.05
S_3	Arcilla firme	Se necesita una pequeña presión para hincar el dedo.	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 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
R_1	Roca muy blanda	Se desmenuza al golpear con la punta del martillo. Se talla fácilmente con navaja.	1.0-5.0
R_2	Roca blanda	Se talla difícilmente con navaja. Pequeñas marcar al golpear con la punta del martillo.	5.0-25
R_3	Roca moderadamente dura	No puede tallarse con navaja. Se fractura con un fuerte golpe de martillo.	25-50
R_4	Roca dura	Más de un golpe de martillo para fracturarla.	50-100
R_5	Roca muy dura	Muchos golpes de martillo para fracturarla.	100-250
R_6	Roca extremadamente dura	Sólo se pueden obtener esquirlas con el martillo.	>250

Resistencia a la compresión simple: valores empíricos

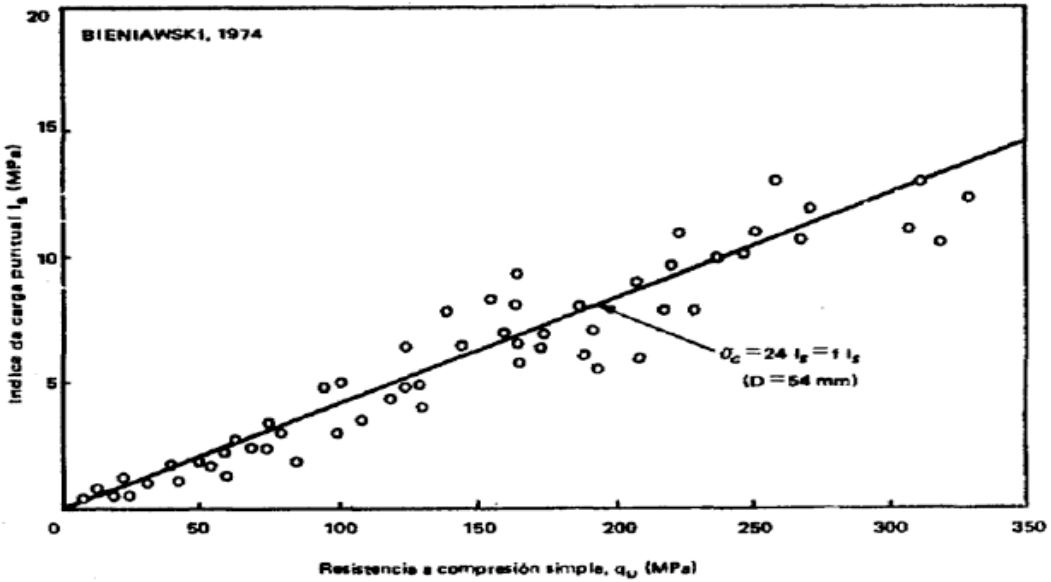
Propiedades mecánicas de las rocas



a) Esquema del montaje para realizar el ensayo.

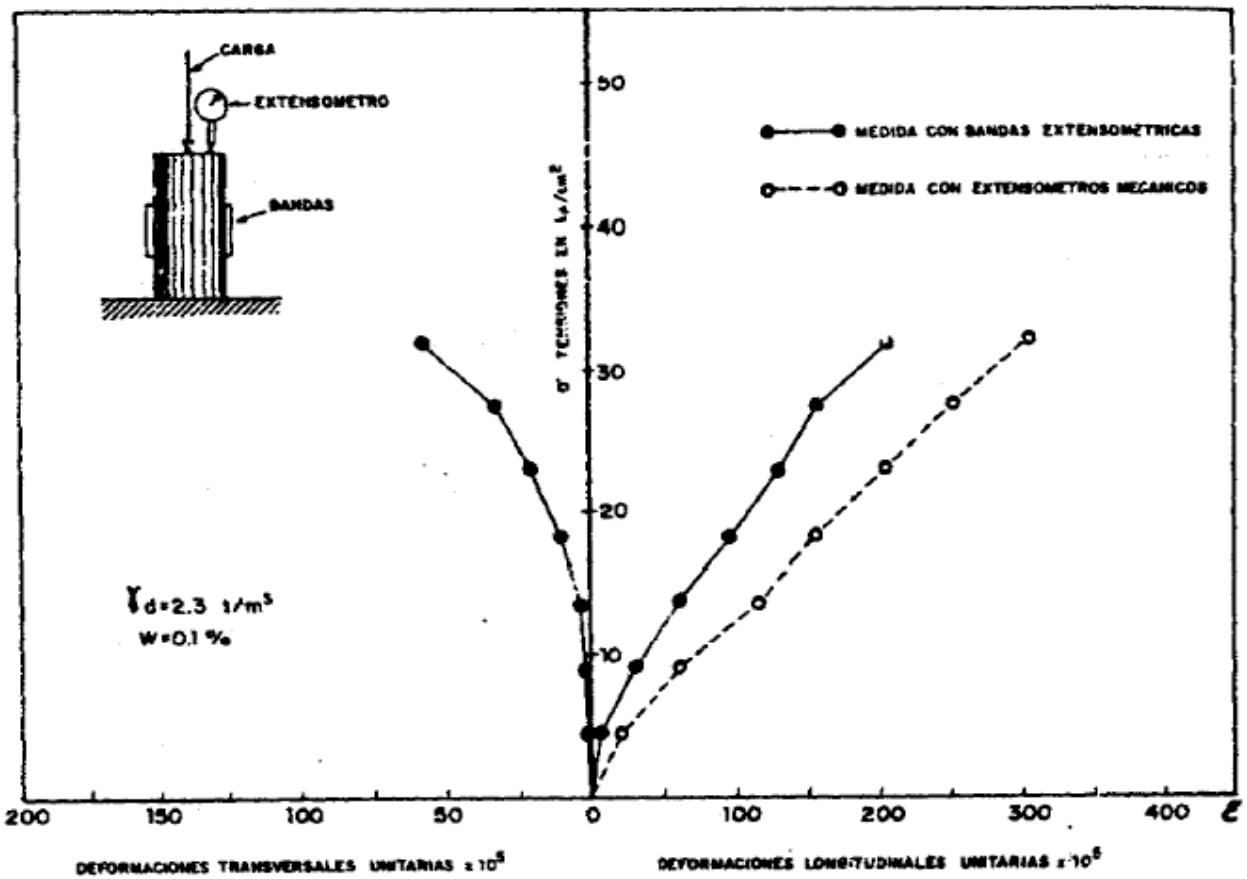


Indice de carga puntual $I_s = \frac{P}{\ }$



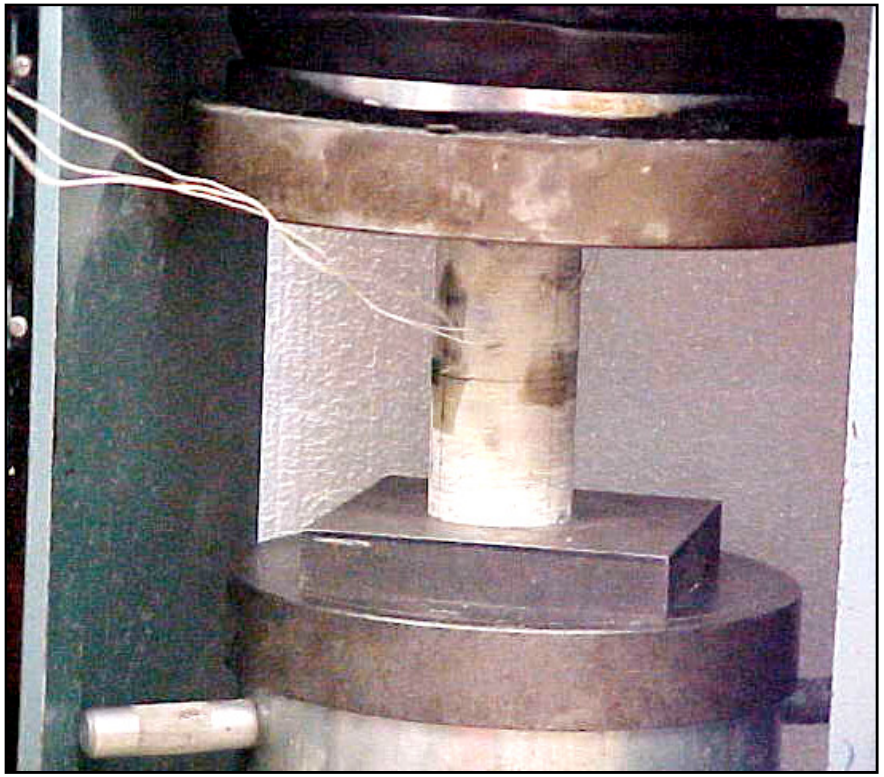
Resistencia a la compresión simple: ensayo de carga puntal

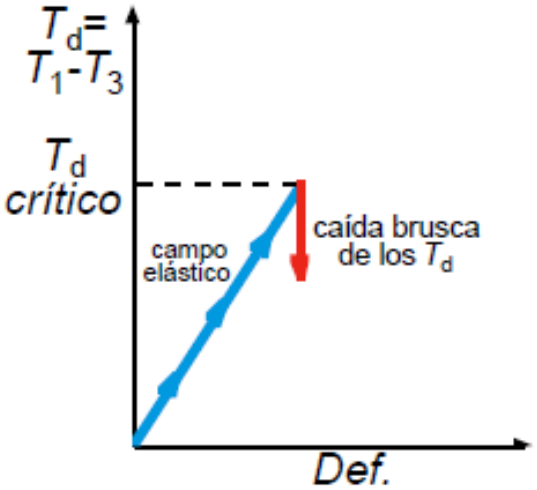
Propiedades mecánicas de las rocas



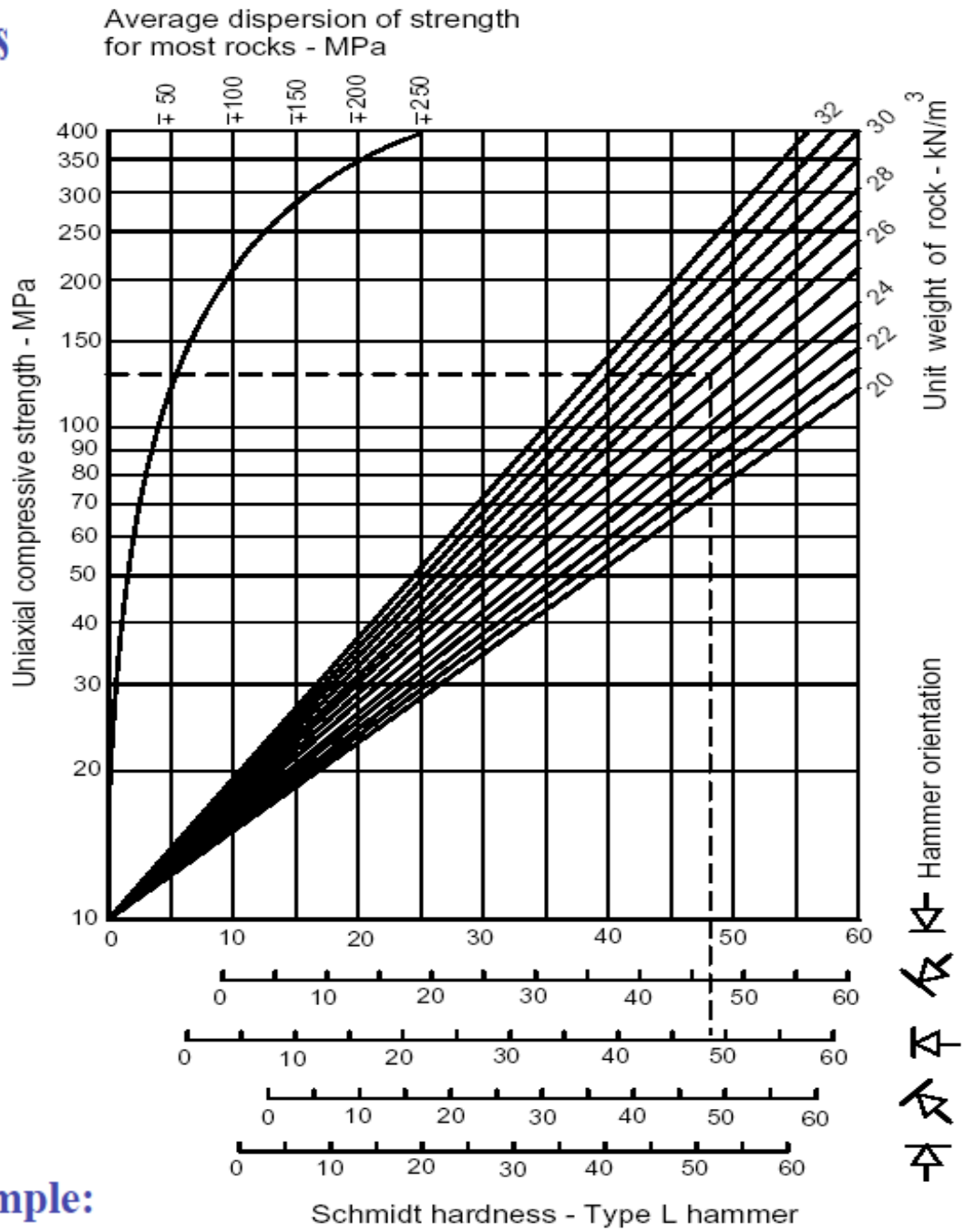
Resistencia a la compresión simple:
ensayo uniaxial o de compresión simple

Propiedades mecánicas de las rocas





Propiedades mecánicas de las rocas



Resistencia a la compresión simple: esclerómetros

Propiedades mecánicas de las rocas

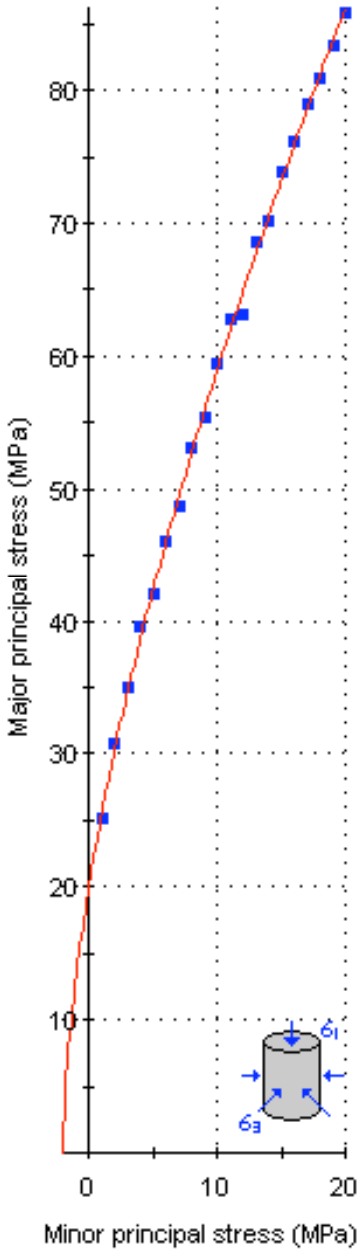
Resistencia a la compresión simple (MPa)	ISRM (1981)	Geol. Soc. of London (1970)	Bieniawski (1973)	Ejemplos
< 1	Suelos			
1-5	Muy blanda	Blanda (> 1.25)	Muy baja	Sal, lutita, limolita, marga, toba, carbón.
5-12.5	Blanda	Moderadamente blanda		
12.5-25		Moderadamente dura		
25-50	Moderadamente dura		Baja	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	Muy alta	Cuarcita, gabro, basalto.
> 250	Extremadamente dura			

Resistencia a la compresión simple: clasificación de las rocas

- Propiedades mecánicas de las rocas

Resistencia a la compresión triaxial

Resistencia a la compresión triaxial



Hoek-Brown Classification

intact uniaxial compressive strength = 20.387 MPa
GSI = 100 mi = 9.727 Disturbance factor = 0

Hoek-Brown Criterion

mb = 9.727 s = 1.0000 a = 0.500

Mohr-Coulomb Fit

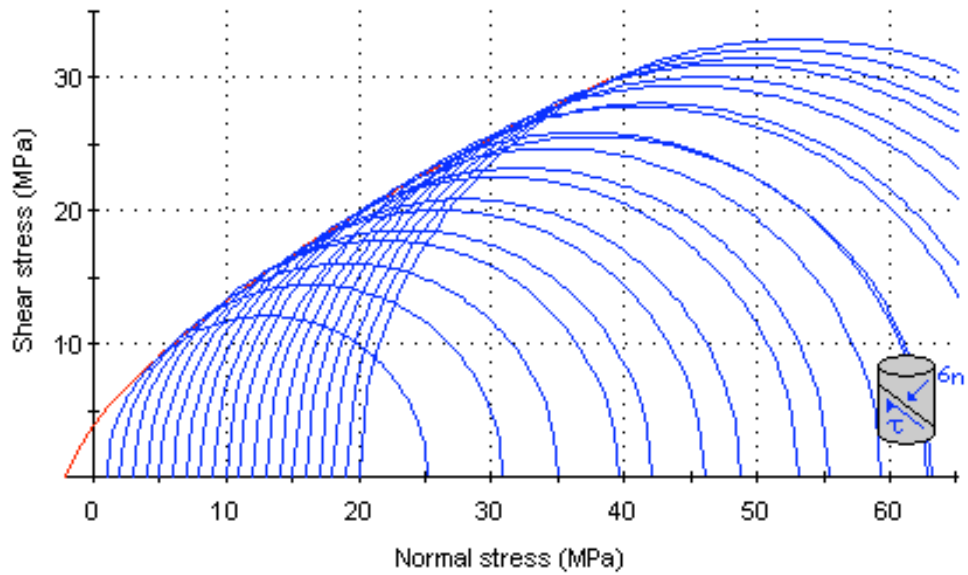
cohesion = 6.152 MPa friction angle = 33.03 deg

Rock Mass Parameters

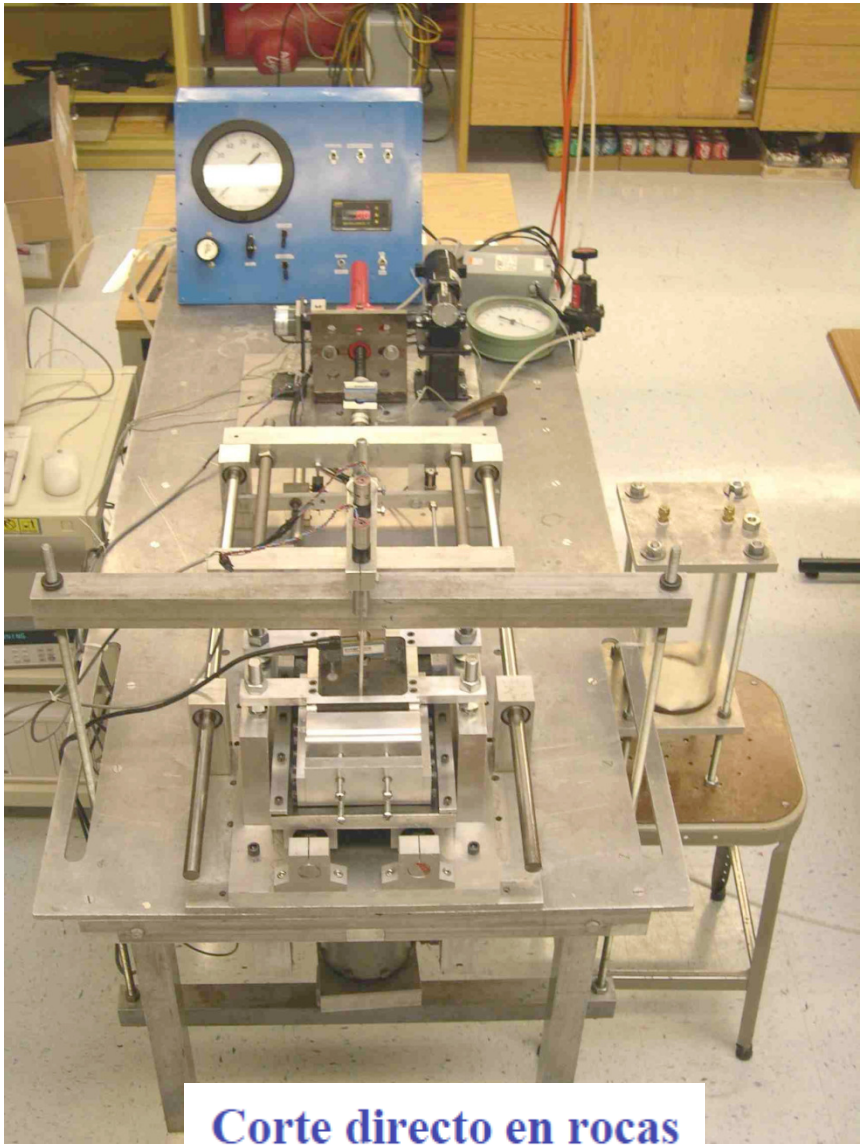
tensile strength = -2.096 MPa
uniaxial compressive strength = 20.387 MPa
global strength = 18.875 MPa
modulus of deformation = 90659.30 MPa

Analysis of TRIAXIAL Lab Data

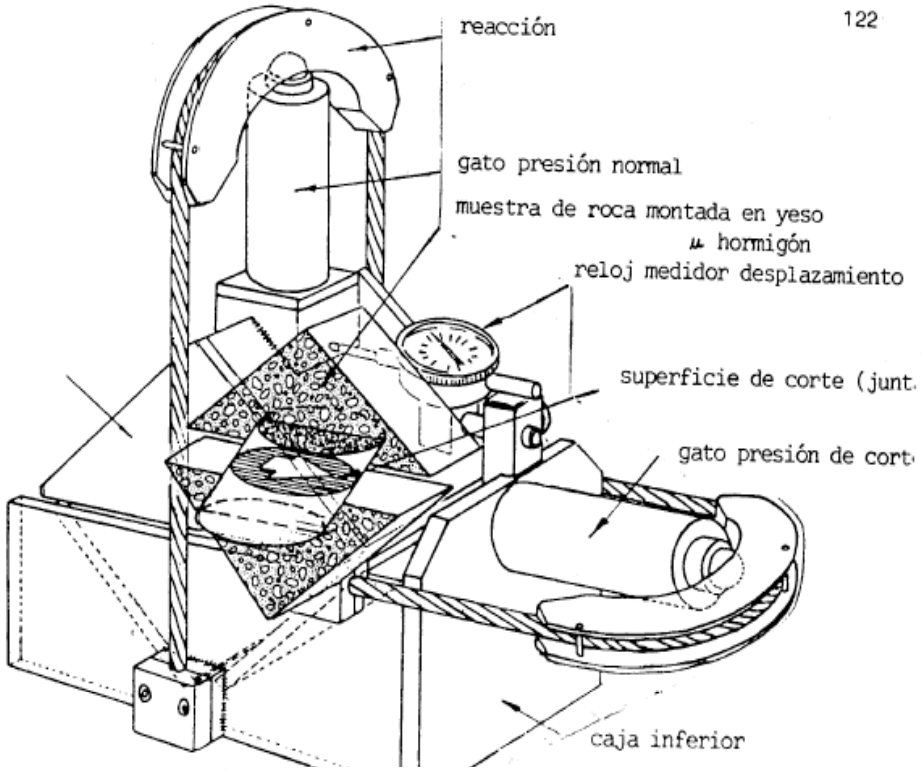
No. of lab data points = 20
Sum square of errors (Residuals) = 8.109
Current strength model is NOT a 'best-fit'

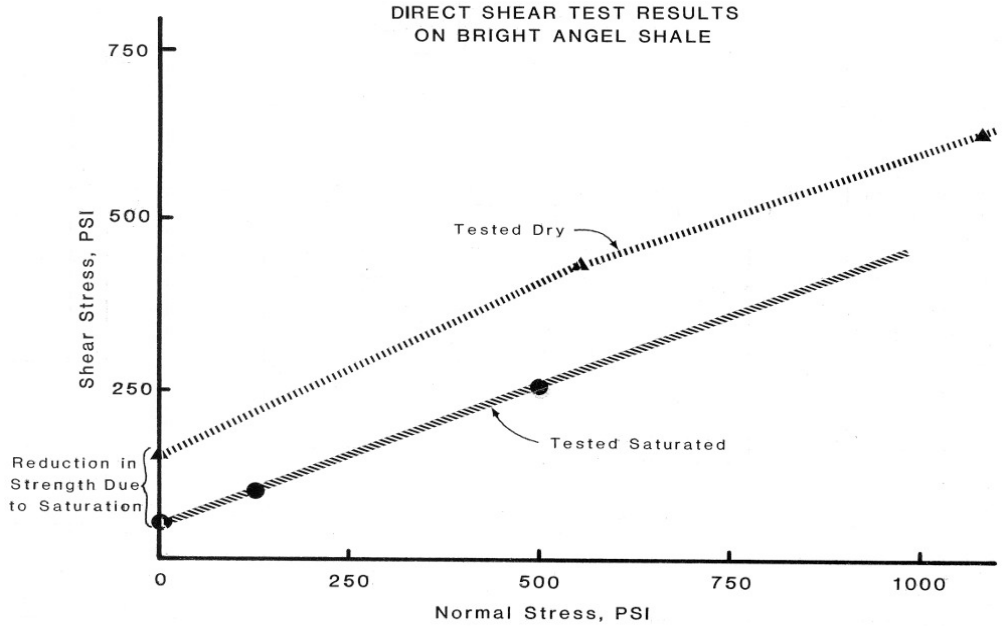


Propiedades mecánicas de las rocas



Corte directo en rocas





GRACIAS POR SU ATENCIÓN