

# INTRODUCCIÓ A LA MECÀNICA DE ROQUES

## (Curs 2006-2007)

Introducció. Definició, conceptes i problemes bàsics.

### Bloc I Mecànica de medis continus. Conceptes Bàsics.

#### Esforç

- Preliminar: Força, pressió i esforç.
- Estat d'esforç en un punt i sobre un pla. El tensor d'esforç en 2D. Esforços principals i l'el·lipse d'esforç. Càlcul de les components sobre un pla: esforç normal i de cisalla.
- Generalització a 3D. Transformacions de tensors. Invariants i el seu significat físic.
- Representació gràfica de l'esforç: diagrama de Mohr .
- Estats tridimensional d'esforços.
- Camps d'esforços. Descripció i interpretació de trajectòries. Compatibilitat d'esforços.

#### El tensor de deformació

- Preliminar: Mesures, terminologia i components de la deformació. Deformació homogènia vs. heterogènia i finita vs. instantània.
- Derivació del tensor del gradient de velocitats (**L**). Valors i direccions principals. Invariants i significat físic. Concepte de "strain-rate". Partició del tensor.
- Representació gràfica a partir del cercle de Mohr.
- Deformació progressiva. Integració del tensor de deformació (**F**).
- Caracterització cinemàtica d'un flux i de la deformació. Condicions de compatibilitat.

### Bloc II Comportament mecànic dels materials. Reologia.

- Deformació experimental. Tests de compressió i tensió uniaxials. Tests triaxials. La corba esforç-deformació (*stress-strain*). Altres tipus d'experiments.

- Deformació fràgil. Envolvent de Mohr. Criteri de fracturació per tensió. Criteri de fractura de Navier-Coulomb. Coeficient de fricció i cohesió. Deformació dúctil. Criteris de cessió plàstica (lliscament friccionat). Lleis d'Amonton i Byelee.

- Mecanismes de pèrdua de cohesió. Teoria de fracturació de Griffith. Iniciació i propagació de fractures.

- Models reològics ideals: material elàstic i sòlid de St. Venant. Elasto-plàstics (Prandt, Mohr-Coulomb).

- Factors que influeixen en el comportament de les roques; efecte de la litologia, la pressió de fluid, la pressió confinant i la temperatura. Influència de la anisotropia i la taxa de deformació. Factors d'escala i geometria de les mostres.

- Deformació de roques dependents del temps. Experiments de *creep*. "Flux" dúctil (*Ductile creep*). Mecanismes deformació cristal·lina. Flux estacionari. Ductilitat vs. plasticitat.

- Models reològics ideals: material newtonià. Models reològics complexos: visco-elasticitat (Maxwell i Kelvin-Voight). Viscòs no lineals.

- Comportament de les roques a l'escorça. Transició fràgil-dúctil. Estat d'esforços a l'escorça i el mantell superior.

### Bloc III Conceptes i exemples aplicats a la enginyeria geològica.

- La Natura discontinua de les roques. Classificació roca "matriu". Propietats Índex principals.

- Classificació geomecànica de masses de roques: l'índex RMR (*Rock Mass Rating*) i l'índex Q (*Tunnelling Quality Index*).

- Propietats mecàniques de masses de roca: aplicació del criteri de fractura Hoek-Brown.

- Determinació *in situ* dels esforços. Instrumentalització de la deformació.

- Factor de Seguretat i probabilitat de fracturació. Exemple de caigudes de blocs de roca.

- Estabilitat d'un talús. Models d'equilibri Límit. Elements de suport de talussos

- Estabilitat i elements de suport d'excavacions subterrànies. Subsidència.

## **Bibliografia** (\* bàsica)

Bayly, B. (1991) Mechanics in Structural Geology.  
González de Vallejo, L. I. (2002) Ingeniería Geológica. Person Educación. Madrid. \*  
Goodman, RE (1989) Introduction to Rock Mechanics. John Wiley & Sons.  
Hatcher, RD (1990) Structural geology. Merrill Publishing Co.  
Hoek, E. (2000) Practical Rock Engineering. Versió electrònica:  
<http://www.roscience.com/hoek/PracticalRockEngineering.asp>  
Hudson, J. A. & Harrison, J.P. (1997) Engineering Rock Mechanics. An introduction to the Principles. Elsevier. Oxford. \*  
Jaeger, JC and Cook, NGW (1969) Fundamentals of Rock Mechanics. Science Paperbacks.

Means, WD (1976) Stress and Strain. Springer-Verlag. New York. \*  
Obert, L & Duvall, W (1967) Rock Mechanics and the Design of Structures in Rock. John Wiley & Sons.  
Price, NJ. & Crosgrove, JW. (1990) Analysis of Geological Structures. Cambridge University Press. Cambridge.  
Ranalli (1987) Rheology of the Earth.  
Twiss, RJ. & Moores, EM. (1992) Structural Geology. \*  
Van de Pluijm, BA and Marshak, S. (1997) Earth Structure: an introduction to structural geology and tectonics. McGraw-Hill.\*  
Weijermars, R. (1997) Principles of Rock Mechanics. \*  
Wyllie, D.C. (2004) Rock slope engineering, civil and mining. Spon Press.

## **OBJECTIUS**

### **- Objectius de contingut:**

Per aprovar l'assignatura l'estudiant haurà de saber reconèixer, explicar, relacionar i aplicar de forma pràctica (a nivell de problemes acadèmics i pràctics) els següents conceptes:

**Bloc I:** Medi continu, Tensor, Esforç, Esforç Normal, Esforç Cisalla, Esforços principals, Diagrama de Mohr, Deformació, Strain-rate, Partició de la deformació.

**Bloc II:** Corba esforç-deformació, Reologia, Elasticitat, Viscositat, Plasticitat, Fragilitat, Dúctilitat, Criteri de Navier-Coulomb, Criteri fractura Tensional, Cohesió, Coeficient de fricció, Factors externs influeixen comportament mecànic de les roques, Transició fràgil-dúctil.

**Bloc III:** Roca "matriu", Propietats Índex de roques, Masses de roques, Índex RMR, Caracterització mecànica de discontinuïtats, Criteri Hoek-Brown, Factor de Seguretat, Factors d'inestabilitats en talussos i excavacions.

### **- Objectius transversals:**

Per aprovar l'assignatura l'estudiant haurà de mostrar evidències (a nivell bàsic) de capacitat comunicatives, tant orals com escrites dels temes tractats com capacitat de regulació i treball en grup.

## **METODOLOGIA**

L'assignatura combinarà classes explicatives (3/8 del total hores lectives), activitats de lectura (1/8), activitats de síntesi i ampliació (1/8), activitats de problemes i exercicis pràctics (2/8), pràctiques de laboratori (1/8) i xerrades a nivell aplicat (1-2 sessions).

## **AVALUACIÓ**

- (1) Examen final: exercicis teòrics i problemes pràctics.
- (2) Exàmens parcials: problemes pràctics.
- (3) Control i exposició dels exercicis i problemes.
- (4) Dossier pràctiques de laboratori.

- (5) Pre-lectures.
- (6) Participació activa i treballs ampliació.
- (7) Treball en grups amb exposició oral.

La nota final de l'assignatura serà la suma normalitzada de cadascuna d'aquestes activitat