



DEPT. DE GEOLOGIA - UNITAT DE PETROLOGIA I GEOQUÍMICA

PROCESSOS METAMORFICS
Joan Reche Estrada
PROGRAMA DE L'ASSIGNATURA
CURS 00/01

OBJECTIUS:

— **Teoria (primera part):** Tenir una visió global del fenomen del metamorfisme, tot remarcant-ne els aspectes següents: la definició, la tipologia, els tipus de contextos geològics, les relacions amb la tectònica global i la influència relativa dels factors pressió, la temperatura, la coexistència amb fluids i variables cinètiques. Conèixer les bases de la nomenclatura de les roques metamòrfiques.

— **Teoria (segona part):** Conèixer els trets principals de l'aplicació d'eines químiques i d'anàlisi de textures per a esbrinar l'evolució de les roques metamòrfiques i les relacions amb els fenòmens tectònics i magmàtics.

— **Teoria (tercera part):** Conèixer les observacions més importants de camp i de laboratori i les hipòtesis genètiques associades a aquestes observacions sobre els processos metamòrfics dels diferents tipus de roques, sobre els diversos contextos de metamorfisme i sobre els principals episodis metamòrfics de l'edat hercíniana a la península Ibèrica, en diverses localitats (a l'Oest peninsular, als Pirineus i a les serralades costaneres catalanes).

— **Pràctiques:** Saber reconèixer en làmina prima els minerals metamòrfics (els silicats i no-silicats principals i, també, alguns d'ells en mostra de mà), les textures metamòrfiques i els tipus de roques metamòrfiques (aquests dos en làmina prima i en mostra de mà). Saber aplicar la nomenclatura de les roques metamòrfiques.

TEORIA

Part I. NOCIONS FONAMENTALS

Tema 1: Introducció

El metamorfisme: definició i límits, causes i factors. Tipus de canvis metamòrfics. Tipus de metamorfisme: Relació amb la tectònica de plaques, metamorfisme de contacte, regional, d'alta deformació i d'impacte. Metodologia d'estudi: estudis de camp, de laboratori i aproximacions teòriques, síntesi històrica i últims avenços.

Tema 2: La nomenclatura de les roques metamòrfiques

Bases. Termes referents al protòlit. Termes referents a la fàbrica. Termes especials. Addicions amb base mineralògica. Addicions amb base a les condicions P-T. Conclusions.

Tema 3: Els factors del metamorfisme

La temperatura: la geotèrmia i el flux de calor a l'escorça, l'equació del flux de calor. La pressió litoestàtica, dirigida o tectònica. El temps: la duració dels cicles metamòrfics, consideracions cinètiques i velocitat dels processos metamòrfics, les datacions relatives i absolutes dels esdeveniments metamòrfics, la trajectòria P-T-t. Models teòrics de l'evolució pressió-temperatura-temps: models d'aurèoles de contacte, models orogènics tectonicotermals. Els fluids: proves de la seva existència, característiques, mobilitat del fluid, models

d'interacció fluids-sòlids. Els potencials químics i la transferència de matèria. La difusió intracrystallina i intercrystallina. La composició global: tipus, escales de variació, el sistema efectiu reaccional.

Part 2. L'EVOLUCIÓ PARAGENÈTICA I TEXTURAL

Tema 4: L'equilibri de fases i la successió teòrica de les paragènesis minerals al llarg de la història p-t

Introducció: la termodinàmica. Repàs de conceptes bàsics, la regla de les fases, les relacions entre composició mineral - moda i composició global, la regla de Gibbs - Duhem, les equacions fonamentals de l'equilibri en una paragènesi mineral. La composició mineral i global: diagrames de fase composicionals a P-T constants. Les reaccions: reaccions discontinues univariants, reaccions contínues de transferència neta, reaccions contínues d'intercanvi, reaccions de sistema obert, representació gràfica (diagrames de fase P-T, T-X, P-X i pseudoseccions P-T a composició constant). Influència dels fluids. Les reaccions redox.

Tema 5: Els mecanismes de cristallització - reabsorció cristallina i la successió textural a les roques metamòrfiques

Introducció. Difusió, transferència de massa, nucleació, creixement i reabsorció dels cristalls metamòrfics. Les textures de recristallització. Les textures de desequilibri. Les relacions cristallització - deformació.

Tema 6: La velocitat dels processos metamòrfics

Introducció. La teoria cinètica. Repàs de conceptes bàsics. Velocitat de les reaccions metamòrfiques.

Part 3. DESCRIPCIÓ FENOMENOLÒGICA

Tema 7: El metamorfisme de les composicions globals principals

El metamorfisme de les roques pelítiques: el diagrama composicional AFM, el diagrama P-T o graella petrogenètica, metamorfisme incipient, la sèrie Barrow o de P mitjana, la sèrie de P baixa - T alta, la sèrie de P alta. El metamorfisme de les roques bàsiques i ultrabàsiques: el diagrama composicional, el diagrama P - T i les fàcies metamòrfiques, metamorfisme incipient, metamorfisme hidrotermal, la sèrie Barrow, la sèrie de P baixa - T alta, les sèries de P alta (esquists blaus i eclogites), la sèrie de T alta (granulites bàsiques), el metamorfisme de les roques ultrabàsiques. El metamorfisme de les roques calcàries i calcosilicatades: el diagrama composicional, els diagrames T - X(fluid), metamorfisme amb tamponament del fluid, metamorfisme amb tamponament de les paragènesis.

Tema 8: Els cinturons i els complexos metamòrfics i els seus contextos geodinàmics

El grau metamòrfic, la zonació i les isogrades. Les fàcies metamòrfiques i les sèries de fàcies. El metamorfisme regional en zones d'extensió litosfèrica: el metamorfisme regional de baix grau de soterrament (exemple), el metamorfisme a les dorsals oceàniques (exemple). El metamorfisme regional en zones de compressió litosfèrica (zones orogèniques): el metamorfisme d'alta pressió i ultra alta, amb T baixa (els complexos d'esquists blaus: exemple), metamorfisme d'alta pressió i ultra alta, amb T mitjana i alta (els complexos d'eclogites: exemple), metamorfisme de pressió mitjana (exemple), metamorfisme d'alta temperatura: els complexos d'alt grau de migmatita (exemple), els complexos de granulites (exemple). Els processos d'exhumació dels complexos metamòrfics i el retrometamorfisme. El metamorfisme de contacte (exemple). El metamorfisme d'impacte (exemple). El metamorfisme d'alta deformació (exemple).

Tema 9: El metamorfisme hercinià a la península Ibèrica

Distribució i significat. Zones de metamorfisme a l'Oest peninsular. El metamorfisme hercinià dels Pirineus. El metamorfisme hercinià de les serralades costaneres catalanes.

PRACTIQUES

Curs 99/2000

Les pràctiques de l'assignatura Processos Metamòrfics consisteixen a observar aquests tipus de roques per mitjà de dos mòduls d'observació. En el primer mòdul (tres pràctiques) se n'observen les textures principals, es proporcionen les pautes per a reconèixer-les en làmina prima, al microscopi de polarització. En el segon mòdul (sis pràctiques) es fa atenció al reconeixement dels tipus de roques principals, tant en làmina prima com en mostra de mà.

Part I. INTRODUCCIÓ

Pràctica 1 (4 i 6 d'octubre): Estructura de les pràctiques. Els silicats en les roques metamòrfiques (repàs).

Part II. TEXTURES

Pràctica 2 (18 i 20 d'octubre): Aspectes generals, textures relictos i textures tipomòrfiques granoblàstiques.

Pràctica 3 (25 i 27 d'octubre): Textures tipomòrfiques orientades.

Pràctica 4 (8 i 10 de novembre): Textures tipomòrfiques reaccionals.

Part III. NOMENCLATURA I TIPUS COMPOSICIONALS

Pràctica 5 (15 i 17 novembre): Roques pelítiques.

Pràctica 6 (22 i 24 de novembre): Roques pelítiques.

Pràctica 7 (13 i 15 de desembre): Roques quars-feldspàtiques.

Pràctica 8 (20 i 22 de desembre): Marbres i roques calcosilicatades.

Pràctica 9 (10 i 12 de gener): Roques bàsiques i ultrabàsiques.

Pràctica 10 (17 i 19 de gener): Roques amb nomenclatura especial.

Els dies 13 d'octubre, 3 de Novembre, 1 de desembre seran dies de repàs tutoritzat de tot el material que s'hagi treballat fins a cada una d'aquestes dates.

BIBLIOGRAFIA

BARD, J.P., (1980). *Microtexture des roches magmatiques et metamorphiques*. Masson. París.

BARKER, A.J., (1990). *Introduction to Metamorphic Textures and Microstructures*. Blackie & Son. Nova York. TOPOGRAFIC: 552.4 Bar.

SPRY, A., (1969). *Metamorphic Textures*. Pergamon Press. Oxford. TOPOGRAFIC: 552.4 Spr.

YARDLEY, B.W.D., MACKENZIE, W.S. Y GUILFORD, C. (1990). *Atlas of metamorphic rocks and their textures*. Longman Scientific & Technical. TOPOGRAFIC: 552.4 Yar.**

** Bibliografia de preferència, recomanada d'acord amb el programa de l'assignatura. Els llibres que tenen la referència TOPOGRAFIC són disponibles i es poden consultar a la Biblioteca de Ciències de la UAB.

CRITERIS D'AVUACIÓ:

1. **TEORIA:** L'avaluació es fa tenint com a base la qualificació que s'obté d'un examen teòric, que consta de dues parts: la primera està formada per preguntes de resposta curta o bé de tipus test (la valoració total és de 5 punts) i la segona, per preguntes de resposta més llarga, de desenvolupament de temes o comentaris d'interpretació sobre gràfics de l'assignatura (la valoració total és de 5 punts).

2. **PRÀCTIQUES:** L'avaluació es fa tenint com a base el següent:

— Assistència a les pràctiques. Es valora el grau d'assistència a través d'un control de signatures, de la manera que s'especifica en l'apartat 3.

— Confecció d'un dossier de pràctiques. Es valora la presentació d'un dossier (en el format que s'establirà durant el curs), de la manera que s'especifica en l'apartat 3.

— Qualificació que s'obté d'un examen pràctic de dues làmines primes i de dues mostres de mà. Cada làmina s'haurà de reconèixer i enumerar-ne la mineralogia (3 punts) i les textures, fent-ne un esquema i situant-hi els minerals i les textures que es reconeguin (3 punts) i se n'haurà d'identificar el tipus de roca segons els criteris de composició global, texturals i mineralògics (2 punts). Pel que fa a les dues mostres de mà se n'haurà de fer la descripció (utilitzant els criteris que s'indican al llarg del curs) i també s'haurà d'identificar-ne la mostra (2 punts en total). Per a fer l'esquema caldrà dur instruments de dibuix (especialment llapis de colors). Es permetrà consultar els apunts elaborats personalment durant el curs, però no els apunts de qualsevol altre tipus, especialment els atles.

3. La nota final de l'assignatura Processos Metamòrfics s'obté com a resultat de la ponderació següent: [nota de l'examen de teoria (sobre 10) x (0.5)] + [nota de l'examen de pràctiques (sobre 10) x (0.35)] + [nota del dossier de pràctiques (sobre 10) x (0.1)] + [assistència a les pràctiques (sobre 10) x (0.05)]. Per aprovar l'assignatura cal obtenir una nota de 5 punts.

És obligatori de presentar-se a ambdós exàmens (teòric i pràctic). Si un/a alumne/a no es presenta a un dels dos, es considerarà suspès/esa, la convocatòria li comptarà i la nota obtinguda en l'examen que s'ha presentat es considerarà nul·la. Si es presenta a ambdós exàmens i en té suspesa una part la nota final serà de suspès/esa, i la convocatòria li comptarà, però se li reservarà la nota de la part aprovada únicament fins a la convocatòria següent. Si no es presenta a cap de les dues parts la qualificació serà de no presentat/ada i, per tant, la convocatòria no li comptarà.

BIBLIOGRAFIA
Processos Metamòrfics

TEORIA

- BEST, M.G. (1982). *Igneous and Metamorphic Petrology*. W.H. Freeman & Company. San Francisco. TOPOGRAFIC: 552 Bes. **
- BOWES, D. R., (1989). *The Encyclopedia of Igneous and Metamorphic Petrology. Encyclopedia of Earth Sciences Series*. Rodes W. Fairbridge (ed.). Van Nostrand Reinhold. Nova York.
- BUCHER-NURMINEN, K. & FREY, M. (1994). *Petrogenesis of Metamorphic Rocks*. 6th Edition, Springer-Verlag. TOPOGRAFIC: 552.4 Win **
- CASTRO DORADO, A., (1989). *Petrografia bàsica. Texturas, clasificaci3n y nomenclatura de rocas*. Ed. Paraninfo. **
- KEARY, P., (ED.). 1993. *The Encyclopedia of the Solid Earth Sciences*. Blackwell Scientific Publications.
- KORNPROBST, J., (1996). *Manual de Petrologia Metamòrfica y su contexto geodinàmico*. Ed. Masson. **
- KRETZ, R., (1994). *Metamorphic Crystallization*. Jhon Wiley & Sons. Nova York. TOPOGRAFIC: 552.4 Kre.
- MARTINEZ, F. J. & IBARGUCHI, I., (1983). *El metamorfismo en el Macizo Ibèrico*. En *Libro Jubilar J.M. Rios*. IGME. **.
- MASON, R. (1990). *Petrology of the Metamorphic Rocks*. Second ed. Unwin Hyman. Londres. TOPOGRAFIC: 552.4 Mas. **.
- MIYASHIRO, A., (1994). *Metamorphic Petrology*. UCL Press. Londres. TOPOGRAFIC: 552.4 Miy.
- PRESS, F. & SIEVER, R.S., (1994). *Understanding Earth*. Chap. 8: *Metamorphic Rocks*. W. H. Freeman & Co. Nova York.
- SPEAR, F.S., (1993). *Metamorphic Phase Equilibria and Pressure - Temperature - time Paths*. Mineralogical Society of America monograph. Whashington DC. **
- PHILPOTTS, A.R. (1990). *Principles of Igneous and Metamorphic Petrology*. Prentice Hall. TOPOGRAFIC: 552 Phi.
- YARDLEY, B.W.D. (1989). *An Introduction to Metamorphic Petrology*. Longman Earth Science Series. John Wiley & Sons, Inc. Nova York. TOPOGRAFIC: 552.4 Yar. **

** Bibliografia de preferència, recomanada d'acord amb el programa de l'assignatura. Els llibres que tenen la referència TOPOGRAFIC són disponibles i es poden consultar a la Biblioteca de Ciències de la UAB.