

# PRINCIPIOS Y CONCEPTOS DEL METAMORFISMO

## ÍNDICE

Prólogo .....	11
<b>CAPÍTULO 1 . DEFINICIÓN DEL METAMORFISMO</b>	
Introducción.....	13
Campo del Metamorfismo.....	13
Límites de Temperatura .....	13
Límites de Presión .....	14
Tiempo.....	14
Protolitos según la composición química .....	14
Tipos de metamorfismo .....	15
<i>Según el agente principal</i> .....	15
<i>Clasificación del metamorfismo en referencia a las placas tectónicas</i> .....	16
Lecturas seleccionadas .....	16
<b>CAPÍTULO 2 . AGENTES DEL METAMORFISMO</b>	
Introducción.....	19
Temperatura.....	19
Presión (cortante o dirigida).....	20
Presión de carga .....	20
Composición de los protolitos .....	21
Composiciones de gases y fluidos .....	22
Tiempo.....	23
Lecturas seleccionadas .....	25
<b>CAPÍTULO 3 . DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS ROCAS METAMÓRFICAS</b>	
Introducción.....	27
Fábricas de las rocas metamórficas .....	28
Clasificación y nomenclatura de las rocas metamórficas.....	29
Fuertemente esquistosas .....	30
Débilmente esquistosas .....	31
No esquistosas .....	31
Deformadas .....	32
Términos especiales .....	33
Términos modificatorios .....	33
Lecturas seleccionadas .....	33
<b>CAPÍTULO 4 . EVOLUCIÓN DE LA DIAGÉNESIS AL METAMORFISMO</b>	
Introducción.....	35
Definición.....	35
Rocas que no tienen asociaciones minerales diagnósticas.....	36
Zonas en las metapelitas.....	37
Equilibrio metaestable y progreso de las reacciones minerales de las arcillas.....	38
Métodos de geotermo-barometría de meta-pelitas.....	38
Otros métodos .....	39
Lecturas seleccionadas .....	41
<b>CAPÍTULO 5 . ESQUEMAS EVOLUTIVOS DE LOS PROCESOS METAMÓRFICOS</b>	
Introducción.....	43
Estadios de progrado y retrogrado metamórficos .....	43
Cambios minerales en estadios de progrado y pico térmico .....	44
Cambios minerales en estadios de retrogrado .....	44
Patrones P-T-t del metamorfismo regional.....	46
Patrones T-X-t del metamorfismo regional.....	46
Patrones P-T-X-t complejos y metamorfismo plurifacial.....	48
Lecturas seleccionadas .....	48
<b>CAPÍTULO 6 . REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS ASOCIACIONES MINERALES METAMÓRFICAS</b>	
Introducción.....	49
Proyectando las composiciones de los minerales .....	49

Números de moles y fracciones molares en minerales .....	51
Triángulo de fracciones molares molares en minerales .....	52
Tipos de proyecciones .....	53
<i>Proyecciones simples</i> .....	53
<i>Proyección de fases de solución sólida</i> .....	55
Diagrama AFM.....	55
Proyección ACF.....	59
Otras proyecciones .....	62
Identificación de los protolitos de los cuales derivan las rocas metamórficas .....	62
Lecturas seleccionadas .....	65

## CAPÍTULO 7 . PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DE LAS REACCIONES METAMÓRFICAS

Introducción.....	67
Variables intensivas y extensivas.....	67
Regla de las fases de Gibbs.....	67
Componentes de sistemas y componentes de las fases.....	68
Regla mineralógica de las fases de Goldschmidt.....	68
Regla mineralógica de las fases de Korzhinskii .....	70
Diagramas generales de composición-paragénesis .....	71
<i>Sistemas cerrados</i> .....	71
<i>Sistemas abiertos</i> .....	71
Técnicas para reducir el número de componentes para ser expresados en el diagrama paragénesis-composición.....	72
Clasificación de las reacciones metamórficas.....	72
Difusión .....	75
Elementos de Termobarometría .....	76
Termobarometría con Pseudosecciones .....	78
Lecturas seleccionadas .....	79

## CAPÍTULO 8 . ZONAS METAMÓRFICAS Y MINERALES ÍNDICES

Introducción.....	81
Terminología .....	81
Desarrollo del metamorfismo progresivo.....	83
Geotermobarometría .....	83
Batozonas y Batogradas.....	83
Metamorfismo regional en zonas de colisión continental .....	85
Metamorfismo en regiones de extensión continental .....	86
Lecturas seleccionadas .....	87

## CAPÍTULO 9 . FACIES METAMÓRFICAS

Introducción.....	89
Facies metamórficas .....	90
Facies Sub.esquistos Verdes .....	90
Facies Esquistos Verdes .....	90
Facies Anfibolitas.....	91
Facies Granulitas.....	91
Facies Esquistos Azules o Esquistos Glaucofánicos .....	91
Facies Eclogitas.....	91
Facies metamórficas y condiciones de presión y temperatura .....	91
Lecturas seleccionadas .....	93

## CAPÍTULO 10 . METAMORFISMO DE ROCAS PELÍTICAS

Introducción.....	95
Composición química.....	95
Mineralogía .....	95
Cambios diagenéticos en los sedimentos pelíticos.....	95
Metamorfismo orogénico de presión intermedia (cianita +/- sillimanita) .....	96
Relaciones de fases en el sistema ASH .....	97
Metamorfismo en el sistema FASH .....	98
Reacciones que involucran micas .....	101
Sistema KFMASH en el metamorfismo .....	101
<i>Sistema AFM</i> .....	101
Metamorfismo de baja presión en metapelitas .....	104

Sistema KFASH .....	104
Sistema KFMASH .....	105
Metamorfismo en Facies Granulitas a muy altas temperaturas .....	106
<i>Fusión parcial y migmatitas</i> .....	106
<i>Granulitas</i> .....	108
Metamorfismo de alta presión y baja temperatura .....	110
Metapelitas de Facies Eclogita .....	112
Lecturas seleccionadas .....	112

## CAPÍTULO 11 . MIGMATITAS: NOMENCLATURA, MODO DE YACER, ORÍGENES

Introducción .....	113
Definición .....	113
Génesis de las migmatitas .....	115
Descripción de las principales fábricas mesoscópicas de las migmatitas .....	116
Metatexitas .....	117
Diatexitas .....	120
División de tercer orden de las metatexitas y diatexitas .....	121
Microfábrica de las migmatitas .....	123
Fusión cortical .....	124
Modos de yacer de las migmatitas .....	127
Facies metamórficas y migmatización .....	128
Términos que deberían ser abandonados .....	129
Mixtitas .....	129
Lecturas seleccionadas .....	130

## CAPÍTULO 12 . METAMORFISMO DE ROCAS BÁSICAS

Introducción .....	131
Interrelaciones químicas y la proyección ACF para rocas básicas .....	131
Facies Sub-esquistos Verdes .....	133
Facies Esquistos Verdes .....	137
Transición de Facies Esquistos Verdes a Facies Anfibolitas .....	138
Facies Anfibolitas .....	138
<i>Cambios mineralógicos</i> .....	139
<i>Anfibolitas en series de baja presión</i> .....	139
Transición de Facies Anfibolitas a Facies Granulitas .....	139
Facies Granulitas y Granulitas Máficas .....	140
Facies Esquistos Azules .....	142
<i>Reacciones y Asociaciones</i> .....	143
Transición a la Facies Eclogitas .....	144
Facies Eclogitas .....	144
Facies de Transición de Anfibolitas y Granulitas a Eclogitas .....	147
<i>Reacciones en Eclogitas</i> .....	148
Facies Eclogitas en rocas máficas no basálticas .....	148
Lecturas seleccionadas .....	148

## CAPÍTULO 13 . METAMORFISMO DE ROCAS ULTRAMÁFICAS

Introducción .....	149
Rocas ultramáficas metamórficas .....	149
Tipos litológicos .....	149
Composiciones químicas .....	150
Metamorfismo en el sistema MSH .....	151
<i>Reacciones químicas</i> .....	151
<i>Metamorfismo progresivo de harzburgitas con exceso de agua</i> .....	151
Metamorfismo en el sistema CMASH .....	153
<i>Efectos de una rápida descompresión y levantamiento antes del enfriamiento</i> .....	154
Asociaciones minerales en el manto superior .....	155
Serpentinización en peridotitas .....	155
Reacciones en rocas ultramáficas a altas temperaturas .....	156
Geotermometría y geobarometría de rocas ultramáficas .....	157
Carbonatos en rocas ultramáficas .....	157
Metamorfismo de Oficarbonatos .....	158

Soapstones y Sagvanditas .....	159
Lecturas seleccionadas .....	160
<b>CAPÍTULO 14 . METAMORFISMO DE ROCAS CARBONÁTICAS</b>	
Introducción .....	161
Rocas carbonáticas puras: Composición química .....	161
Interrelaciones químicas .....	162
Metamorfismo orogénico de Dolomitas .....	163
Metamorfismo orogénico de Calizas .....	164
Metamorfismo de contacto en Dolomitas Silíceas .....	164
Metamorfismo de contacto de Dolomitas .....	167
Isogradas y límites de zonas en mármoles .....	168
Reacciones metamórficas según un patrón de descompresión isotérmica .....	168
Termobarometría en mármoles .....	169
Metamorfismo de Rocas Calco-silicáticas .....	169
El sistema CMS-HC .....	170
Metamorfismo con fluidos de composición constante .....	172
Metamorfismo con infiltración de fluidos .....	172
Metamorfismo en sistemas cerrados .....	173
Lecturas seleccionadas .....	174
<b>CAPÍTULO 15 . METASOMATISMO</b>	
Introducción .....	175
Procesos del metasomatismo .....	176
Tipos de metasomatismo .....	177
Rocas ígneas ácidas y clásticas .....	177
<i>Metasomatismo alcalino y alcalino-terreo</i> .....	178
<i>Metasomatismo del ión hidrógeno (alteración hidrolítica)</i> .....	178
<i>Ingreso de volátiles y silicificación</i> .....	179
<i>Fenitización</i> .....	179
<i>Formación de skarns</i> .....	180
<i>Rocas ultramáficas</i> .....	181
Reacciones químicas del metasomatismo .....	181
Lecturas seleccionadas .....	182
<b>CAPÍTULO 16 . FÁBRICAS DEL METAMORFISMO DINÁMICO</b>	
Introducción .....	183
Metamorfismo dinámico .....	183
Tipos de mecanismo de deformación .....	185
Temperaturas .....	185
Deformación frágil o dúctil en las rocas .....	187
Rocas dinámicamente metamorfizadas .....	190
Secuencia de fábricas metamórficas en una zona de falla .....	194
Texturas del metamorfismo regional orogénico - Indicadores de sentido de cizalla .....	196
Metamorfismo de impacto (shock) .....	197
Lecturas seleccionadas .....	198
<b>CAPÍTULO 17 . FÁBRICAS DEL METAMORFISMO REGIONAL</b>	
Introducción .....	199
Clasificación de los procesos de cristalización .....	199
Cristalización pre-tectónica .....	200
Cristalización sin-tectónica .....	201
Cristalización post-tectónica .....	202
Metamorfismo de alta y baja deformación .....	203
Fábricas polimetamórficas .....	204
Metamorfismo térmico posterior al dinámico regional .....	204
Polimetamorfismo .....	205
Relaciones temporales entre diferentes episodios de deformación .....	205
Cristalización de minerales y evidencias de deformación .....	206
Relaciones temporales de los minerales .....	206
Recristalización en sucesivas fases de deformación .....	207
Regiones polimetamórficas .....	207
Lecturas seleccionadas .....	209

## **CAPÍTULO 18 . FÁBRICAS DEL METAMORFISMO DE CONTACTO**

Introducción .....	211
Definiciones de algunas texturas del metamorfismo de contacto .....	213
Ejemplo idealizado de una aureola de contacto .....	213
Fábrica de la Facies Sanidinita .....	213
Lecturas seleccionadas .....	214

## **CAPÍTULO 19 . METAMORFISMO Y EVOLUCIÓN CORTICAL**

Introducción .....	215
Placas tectónicas y series de facies metamórficas .....	215
Subducción, distensión y facies metamórficas .....	216
Cinturones metamórficos apareados .....	218
Cinturones en zonas de arco con metamorfismo de baja relación P/T .....	221
Complejos metamórficos de alta relación P/T en zonas de subducción .....	222
Metamorfismo regional en zonas de colisión continental .....	224
Metamorfismo regional en zonas de extensión continental .....	225
Patrones de P (presión) - T (temperatura) - t (tiempo) .....	226
Metamorfismo regional en zonas de extensión oceánica (fondo oceánico) .....	227
Lecturas seleccionadas .....	227
Anexo .....	229