

Serie / NOVA TERRA

**Evolución geodinámica y procesos mantélicos en el
Macizo de Herbeira, Complejo de Cabo Ortegal
(NO de la Península Ibérica)**

Beatriz García Izquierdo

Ramón Capote del Villar

Rosario Lunar Hernández

Serafín Monterrubio

INSTITUTO UNIVERSITARIO DE GEOLOGÍA “ISIDRO PARGA PONDAL”
ÁREA DE XEOLOXÍA E MINERÍA DO SEMINARIO DE ESTUDOS GALEGOS

A Coruña 2011

ISSN: 1131-8503
ISBN: 978-84-9749-419-9
Depósito Legal: C 1137-2011
Imprime: Tórculo
A Coruña, 2011

Ilustración de cubierta: lámina delgada con minerales mostrando distintos grados de alteración

Editor científico: Juan Ramón Vidal Romaní
Maquetación: Beatriz García Izquierdo, Ramón Capote del Villar, Rosario Lunar Hernández,
Serafín Monterrubio
Portada: Juan Ramón Vidal Romaní

FICHA DE CATALOGACIÓN

GARCÍA IZQUIERDO, Beatriz

CAPOTE DEL VILLAR, Ramón

LUNAR HERNÁNDEZ, Rosario

MONTERRUBIO, Serafín

Evolución geodinámica y procesos mantélicos en el Macizo de Herbeira, Complejo de Cabo Ortegal (NO de la Península Ibérica). – A Coruña: Instituto Universitario de Geología, Universidade da Coruña, 2011

246 pp.; 80 fig.; 18 tablas; 16 Láminas; 1 mapa; 17X24 cm.
- (Serie Nova Terra; 39)

Tesis Doctoral de la Universidad Complutense de Madrid
– Bibliografía : p. 219 – 246 – Incluye índice. [Editor científico: Juan Ramón Vidal Romaní]

ISBN: 978-84-9749-419-9 D.L.: C 1137-2011
ISSN: 1131-8503

1. Procesos mantélicos 2. Cromo y platino 3. Peridotita 4. Macizo de Herbeira 5. Complejo Cabo Ortegal 6. Galicia, España.

I. Vidal Romaní, Juan Ramón, ed. II. Instituto Universitario de Geología, Universidade da Coruña , ed. III. Laboratorio Xeolóxico de Laxe, Área de Xeoloxía e Minería do Seminario de Estudos Galegos, ed. IV. Serie : (Nova Terra, 39)
V. Tit.

Esta publicación se ha realizado con papel procedente de una fuente gestionada responsablemente



RESUMEN

En la Unidad Alóctona Superior complejo de Cabo Ortegale aparecen tres macizos de rocas ultramáficas, Limo, Herbeira y Uzal, además de pequeños *klippes* de diferentes dimensiones, que representan una lámina de origen mantélico emplazada durante la orogenia Varisca. De los tres macizos ultramáficos, el macizo de Herbeira, es el que muestra una variedad litológica mayor y se caracteriza por presentar mineralizaciones de Cr-EGP. En este macizo se han distinguido y cartografiado cinco unidades litoestratigráficas principales, las cuales aparecen distribuidas en dos sectores diferenciados y separados por una zona de cizalla dúctil de dirección NNE-SSO, a la que se ha denominado Zona de Cizalla de Trans Herbeira (ZCTH). Las unidades descritas en el sector occidental del macizo, que queda al oeste de la ZCTH, son de muro a techo: unidad de harzburgita basal (UHB), unidad de dunita tipo II (UDII), unidad de piroxenita masiva (UPM) y unidad de dunita tipo I (UDI). El sector oriental del macizo, al este de la ZCTH, está caracterizado por una mayor homogeneidad litológica, formado esencialmente por harzburgitas que muestran grandes cantidades modales de anfíbol, las cuales se agrupan en una unidad denominada unidad de peridotitas anfibólicas (UPA).

El estudio del quimismo mineral refleja diferencias petrogenéticas entre los sectores occidental y oriental. Las litologías del sector occidental muestran, generalmente, composiciones ricas en cromo para las espinelas, mientras que las litologías del sector oriental se caracterizan por presentar espinelas diseminadas ricas en aluminio. La relación Cr#, es indicativa del grado de fusión parcial, por tanto las diferencias composicionales que muestran las espinelas reflejan que las litologías de un sector y otro han sido generadas por diferentes tasas de fusión mantélica. Otro aspecto químico mineral que diferencia a las peridotitas de ambos sectores es la composición química de los anfíboles. Los anfíboles en el sector occidental muestran menores contenidos en K_2O y TiO_2 (% en peso) que los anfíboles que aparecen en las peridotitas del sector oriental. Al relacionar los contenidos en K_2O del anfíbol con los valores de la relación Cr# de la espinela, se observa que en el sector occidental predominan los procesos de fusión mientras que en el sector oriental la infiltración de fundidos ha sido extensiva y las tasas de fusión parcial no fueron tan elevadas como en el sector occidental.

Todas las peridotitas de Herbeira se caracterizan por presentar enriquecimientos en LILE y LREE, y fuertes empobrecimientos NB y Zr, observados en diagramas multielementales y de tierras raras normalizados. Estos enriquecimientos en elementos incompatibles junto con las anomalías negativas observadas en Nb y Zr, junto con otros datos presentados en la memoria, permiten interpretar un ambiente geodinámico de raíz de arco sobre una zona de subducción para la formación de las peridotitas. En este tipo de ambientes la incorporación a la cuña mantélica de fundidos ricos en volátiles procedentes de la lámina de subducción, producen reacciones del tipo fundido-roca, que explicarían la formación de las harzburgitas y dunitas del macizo de Herbeira mediante reemplazamiento de los piroxenos por olivinos. Las texturas de impregnación observadas en estas peridotitas evidenciarían los procesos de reacción fundido-roca que tiene lugar en la cuña mantélica.

Las estructuras reconocidas a diferentes escalas en el macizo han permitido diferenciar al menos tres fases de deformación. Una deformación de alta temperatura desarrollada en condiciones mantélicas (>1000 °C), y dos fases de deformación de alta presión y alta temperatura que desarrolladas en niveles litosféricos (~850 °C), asociadas a la deformación producida en el canal de subducción. Todas las deformaciones reconocidas tienen lugar en un régimen de cizalla dúctil no coaxial, donde el desplazamiento de los bloques de techo se ha producido hacia el NNE, según las coordenadas geográficas actuales.

Los datos obtenidos del estudio de la petrofábrica nos indican que la deformación principal se produjo en condiciones de temperatura moderada, aunque se observan fábricas relícto de la fase de deformación de muy alta temperatura en condiciones mantélicas. Las fases de deformación de alta presión y alta temperatura se desarrollaron en condiciones hidratadas según reflejan los sistemas de deslizamiento en olivino activados durante la deformación. Por otro lado las fábricas del clinopiroxeno en las peridotitas indica que la deformación actuó en un régimen próximo al campo de la constricción.

A la vista de todos los datos obtenidos en el transcurso de esta investigación podemos concluir que las peridotitas que constituyen el macizo de Herbeira se formaron en un ambiente geodinámico de raíz de arco en la zona de suprasubducción. Además sufrieron una compleja historia de deformación como las deformaciones en condiciones de muy alta temperatura en el manto y la posterior imbricación con las unidades corticales en el canal de subducción en condiciones de alta temperatura y alta presión, previas al emplazamiento de estas unidades en niveles corticales superiores.

Abreviaturas

Se han utilizado las abreviaturas propuestas por Bucher y Frey (1994), las cuales son una extensión de las de Kretz (1983).

Ab	albita	Pl	plagioclasa
Acm	acmita	Prg	pargasita
Act	actinolita	Prp	piropo
Ae	aegirina	Qtz	cuarzo
Alm	almandino	Rt	rutilo
An	anortita	Scp	escapolita
And	andalucita	Sps	espesartina
Ann	annita	Ttn	titanita
Ap	apatito	Wo	wollastonita
Aug	augita	Zo	zoisita
Bt	biotita		
Cal	calcita		
Cel	celadonita		
Cpx	clinopiroxeno		
Czo	Clinozoisita		
Chl	clorita		
Di	diópsido		
Dol	dolomita		
Ep	epidota		
Grs	grosularia		
Grt	granate		
Hbl	hornblenda		
Jd	jadeíta		
Kfs	feldespato potásico		
Ky	distena		
Ilm	ilmenita		
Mag	magnetita		
Mgs	magnesita		
Ms	moscovita		
Ol	olivino		
Omp	onfacita		
Opx	ortopiroxeno		
Phe	fengita		

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
I.1. PRESENTACIÓN	1
I.2. OBJETIVOS PLANTEADOS	2
I.3. INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA	2
I.3.1. PERIDOTITAS ASOCIADAS A COMPLEJOS OFIOLÍTICOS	5
I.3.2. PROCESOS DE DEFORMACIÓN EN EL MANTO	7
I.3.3. INDICADORES PETROGENÉTICOS EN PERIDOTITAS	9
I.3.3.1. Composición química de la espinela	9
I.3.3.2. Geoquímica de roca total	10
I.3.4. MINERALIZACIONES ASOCIADAS A PERIDOTITAS DE TIPO OFIOLÍTICO	11
II. METODOLOGÍA	13
II.1. TRABAJO DE CAMPO	13
II.2. TRABAJO DE GABINETE	13
II.2.1. MICROSCOPIA DE LUZ TRANSMITIDA Y REFLEJADA	13
II.2.2. TÉCNICAS ANALÍTICAS	14
II.2.2.1. Microsonda electrónica	14
II.2.2.2. Fluorescencia de rayos X	15
II.2.2.3. Espectrometría de Masas con fuente de ionización de plasma inducido (ICP-MS)	16
II.2.2.4. Difracción de electrones retrodispersados (EBSD)	17
III. CONTEXTO GEOLÓGICO	21
III.1. MARCO GEOGRÁFICO	21
III.2. MARCO GEOLÓGICO	21
III.2.1. EL ORÓGENO VARISCO	21
III.2.2. EL MACIZO IBÉRICO	24
III.2.3. ZONA DE GALICIA TRÁS-OS-MONTES	27
III.2.3.1. Dominio Esquistoso de Galicia-Tràs-os-Montes	27
III.2.3.2. Complejos Alóctonos	27
III.2.4. EL COMPLEJO DE CABO ORTEGAL	28
III.2.4.1. Unidades Basales	30
III.2.4.2. Unidades Ofiolíticas	31
III.2.4.3. Unidades Superiores	32
III.2.4.4. Evolución tectono-metamórfica de la Unidad de Concepenido-A Capelada	36
IV. GEOLOGÍA y estructura DEL MACIZO DE HERBEIRA	39
IV.1. EVOLUCIÓN Y ESTADO ACTUAL DE LOS CONOCIMIENTOS	39
IV.2. ORGANIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA DE LAS ROCAS ULTRAMÁFICAS DEL MACIZO DE HERBEIRA	44
IV.2.1. SECTOR OCCIDENTAL	48
IV.2.1.1. Unidad de Dunita tipo I (UDI)	48
IV.2.1.2. Unidad de piroxenita masiva (UPM)	52
IV.2.1.3. Unidad de dunita tipo II (UDII)	54
IV.2.1.4. Unidad de harzburgitas basales (UHB)	57
IV.2.2. SECTOR ORIENTAL	59
IV.2.2.1. Unidad de peridotitas anfibólicas (UPA)	59
IV.3. ESTRUCTURA DEL MACIZO DE HERBEIRA	61
IV.3.1. FASES DE DEFORMACIÓN	61
IV.3.1.1. Introducción	61
IV.3.1.2. Fases de deformación reconocidas en el macizo de Herbeira	62
IV.3.2. ESTRUCTURAS MENORES	65
IV.3.2.1. Foliaciones y Lineaciones	65
IV.3.2.2. Pliegues	69
IV.3.3. ZONA DE CIZALLA DE TRANS HERBEIRA	71

V. QUÍMICA MINERAL Y GEOQUÍMICA	101
V.1. QUÍMICA MINERAL.....	101
V.1.1. SECTOR OCCIDENTAL.....	101
V.1.1.1. Espinela	101
V.1.1.2. Olivino	106
V.1.1.3. Ortopiroxeno	108
V.1.1.4. Clinopiroxeno	111
V.1.1.5. Anfíbol	111
V.1.2. SECTOR ORIENTAL.....	114
V.1.2.1. Espinela	114
V.1.2.2. Olivino	117
V.1.2.3. Ortopiroxeno	117
V.1.2.4. Clinopiroxeno	120
V.1.2.5. Anfíbol	120
V.2. GEOQUÍMICA DE ROCA TOTAL.....	123
V.2.1. SECTOR OCCIDENTAL.....	123
V.2.1.1. Diagramas de variación de elementos mayores.....	123
V.2.1.2. Diagramas de variación de elementos traza.....	124
V.2.1.3. Diagramas multielementales normalizados	127
V.2.1.4. Diagramas de tierras raras normalizados.....	128
V.2.2. SECTOR ORIENTAL.....	131
V.2.2.1. Diagramas de variación de elementos mayores.....	131
V.2.2.2. Diagramas de variación de elementos traza.....	134
V.2.2.3. Diagramas multielementales normalizados	134
V.2.2.4. Diagramas de tierras raras normalizados.....	136
VI. MICROTTECTÓNICA	137
VI.1. INTRODUCCIÓN	137
VI.2. MECANISMOS DE DEFORMACIÓN: ASPECTOS GENERALES.....	137
VI.2.1. MECANISMOS Y PROCESOS DE DEFORMACIÓN INTRACRISTALINA	138
VI.2.1.1. Difusión	138
VI.2.1.2. Deslizamiento de dislocaciones	139
VI.2.2. PROCESOS DE RECUPERACIÓN O RESTAURACIÓN (<i>RECOVERY</i>)	140
VI.2.3. RECRISTALIZACIÓN DINÁMICA	141
VI.2.3.1. Recristalización dinámica mediante migración de bordes de grano	141
VI.2.3.2. Recristalización dinámica mediante rotación progresiva de subgranos	142
VI.2.4. RECRISTALIZACIÓN ESTÁTICA.....	143
VI.2.5. MECANISMOS DE DEFORMACIÓN OPERANTES EN EL MANTO.....	144
VI.2.5.1. Creep por dislocación (<i>dislocation creep</i>)	144
VI.2.5.2. Creep por difusión (<i>diffusion creep</i>).....	145
VI.2.5.3. Deslizamiento de bordes de grano - superplasticidad	145
VI.2.6. ORIENTACIÓN CRISTALOGRÁFICA PREFERENTE (OCP).....	146
VI.3. MICROFÁBRICA	148
VI.3.1. SECTOR OCCIDENTAL	149
VI.3.1.1. Unidad de dunita tipo I	149
VI.3.1.2. Unidad de piroxenita masiva	152
VI.3.1.3. Unidad de dunita tipo II	152
VI.3.1.4. Unidad de harzburgita basal	154
VI.3.2. SECTOR ORIENTAL	155
VI.3.2.1. Unidad de peridotitas anfibólicas.....	155
VI.3.3. ZONA DE CIZALLA DE TRANS HERBEIRA.....	157
VI.4. PETROFÁBRICA DEL OLIVINO	159
VI.4.1. INTRODUCCIÓN	159
VI.4.2. ORIENTACIÓN CRISTALOGRÁFICA PREFERENTE	161
VI.4.2.1. Sector Occidental.....	161
VI.4.2.2. Sector oriental.....	165

VI.4.3. MAGNITUD DE LOS ESFUERZOS DIFERENCIALES Y TASAS DE DEFORMACIÓN	167
VI.4.3.1. Paleopiezometría.....	167
VI.4.3.2. Tasa de la deformación (<i>strain rate</i>)	169
VI.5. PETROFÁBRICA DEL ORTOPIROXENO	173
VI.5.1. INTRODUCCIÓN	173
VI.5.2. ORIENTACIÓN CRISTALOGRÁFICA PREFERENTE.....	174
VI.5.2.1. Sector Occidental	174
VI.5.2.2. Sector oriental	178
VI.6. PETROFÁBRICA DEL CLINOPIROXENO	179
VI.6.1. INTRODUCCIÓN	179
VI.6.2. ORIENTACIÓN CRISTALOGRÁFICA PREFERENTE.....	181
VI.6.2.1. Sector occidental.....	181
VI.6.2.2. Zona de cizalla de trans Herbeira.....	185
VI.7. PETROFÁBRICA DEL ANFÍBOL	185
VI.7.1. INTRODUCCIÓN	185
VI.7.2. ORIENTACIÓN CRISTALOGRÁFICA PREFERENTE.....	186
VI.7.2.1. Sector occidental.....	186
VI.7.2.2. Sector oriental	189
VI.7.2.3. Zona de cizalla de Trans Herbeira.....	191
VI.8. DIFUSIÓN DE Al – Cr EN LAS ESPINELAS	191
VII. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	205
VII.1. CONDICIONES PETROGENÉTICAS	205
VII.1.1. DISCUSIÓN DE LOS DATOS QUÍMICO MINERALES.....	205
VII.1.2. DISCUSIÓN DE LOS DATOS GEOQUÍMICOS.....	208
VII.1.3. PETROGÉNESIS DE LAS PERIDOTITAS DE HERBEIRA	209
VII.2. DEFORMACIÓN EN EL MACIZO DE HERBEIRA.....	211
VII.2.1. EVOLUCIÓN TECTÓNICA.....	211
VII.2.2. CONDICIONES DE LA DEFORMACIÓN	213
VII.3. CONCLUSIONES GENERALES.....	215
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	219
IX. ANEXO	
X. ANEXO II	
XI. ANEXO III	