



serie NOVA TERRA

nº 6

O CASTRO 1992

**CINEMATICA Y MECANISMOS DE LA
DEFORMACION EN REGIMEN DE
TRANSPRESION. EVOLUCION ESTRUCTURAL
Y METAMORFICA DE LA ZONA DE CIZALLA
DUCTIL DE BADAJOZ-CORDOBA.**

BENITO ABALOS VILLARO

LABORATORIO XEOLÓXICO DE LAXE

serie/NOVA TERRA

**CINEMATICA Y MECANISMOS DE LA
DEFORMACION EN REGIMEN DE
TRANSPRESION. EVOLUCION ESTRUCTU-
RAL Y METAMORFICA DE LA ZONA DE
CIZALLA DUCTIL DE BADAJOZ-CORDOBA**

BENITO ABALOS VILLARO

**Departamento de Estratigrafía, Geodinámica y Paleontología. Universi-
dad del País Vasco**

ÁREA DE XEOLOXÍA E MINERÍA DO SEMINARIO DE ESTUDOS GALEGOS

O CASTRO 1992



EDICIÓS DO CASTRO
Sada - A Coruña

ISBN: 84-7492-605-X
Depósito Legal: C - 1.196 - 1992
Gráficas do Castro/Moret
O Castro. Sada. A Coruña. 1992

Facies porfiroclástica de gneis biotítico en el gneis de Azuaga.

Portada: Carlos Silvar
J. R. Vidal Romaní

FICHA CATALOGACION

ABALOS VILLARO, Benito

Cinemática y mecanismos de la deformación en régimen de transpresión. Evolución estructural y metamórfica de la zona de cizalla ductil de Badajoz-Córdoba. -- O Castro: Laboratorio Xeolóxico de Laxe. Area de Xeoloxía do Seminario de Estudos Galegos, 1992.

430 p.: il.; mapas; tabl. XVIII; fot. blanco y negro; 24 cm. --(Serie Nova Terra; 6).

Tesis Doctoral Univ. País Vasco. -- Bibliografía: 411-30 p. Índice. ISBN 84-7492-605-X

1. Tectónica-Badajoz-Córdoba, 2. Hercínico-Badajoz-Córdoba, 3. Metamorfismo-Badajoz-Córdoba, 4. Península Ibérica.

Memoria presentada por:

Benito ABALOS VILLARO

para optar al grado de Doctor en Ciencias Geológicas ante el tribunal formado por:

DR. M. JULIVERT (Presidente; Univ. Autónoma de Barcelona)

DR. A. MARCOS (Vocal 1.º; Univ. de Oviedo)

DR. R. CAPOTE (Vocal 2.º; Univ. Complutense de Madrid)

DR. F. BASTIDA (Vocal 3.º; Univ. de Oviedo)

DR. L. M. MARTINEZ-TORRES (Secretario; Univ. del País Vasco)

**CINEMATICA Y MECANISMOS DE LA DEFORMACION EN REGIMEN DE
TRANSPRESION. EVOLUCION ESTRUCTURAL Y METAMORFICA DE LA
ZONA DE CIZALLA DUCTIL DE BADAJOZ-CORDOBA.**

INDICE

CAPITULO I
ZONAS DE CIZALLA Y DEFORMACION EN REGIMEN TRANSPRESIVO

I.- CARACTERES GENERALES DE LAS ZONAS DE CIZALLA	3
II.- CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LAS ZONAS DE CIZALLA SIMPLE	5
III.- CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LAS ZONAS DE CIZALLA CON CAMBIOS DE VOLUMEN ASOCIADOS	7
A.- Zonas de cizalla con paredes indeformadas	7
B.- Zonas de cizalla con paredes deformadas	8
IV.- TRANSPRESION - TRANSTENSION	9
A.- Geometría de la transpresión	10
B.- Características de la deformación y de sus trayectorias (strain paths) en régimen transpresivo	11
Deformación finita	11
Trayectorias de la deformación en transpresión simple	12
Trayectorias de la deformación en deformación progresiva incremental constante	13
Efecto de los cambios de área y volumen en las trayectorias de la deformación	15
C.- Generación de estructuras en régimen de transpresión	16
Generación y orientación de pliegues y cabalgamientos	16
Generación y orientación de fallas normales y de fracturas de Riedel	17
Estructuras asociadas a zonas de cizalla frágil y frágil-dúctil	17
Irregularidades longitudinales en las zonas de cizalla	17
Estructuras puente (bridge structures)	19
Tectónica transcurrente y formación de dúplex	21
Dominios de fracturación en zonas de cizalla transcurrentes	23
Estructuras en flor (flower structures) e inversión estructural	25
V.- CINEMATICA DE LAS ZONAS DE CONVERGENCIA OBLICUA ENTRE PLACAS	27
A.- Características generales de las zonas de convergencia litosférica	27
B.- Descomposición cinemática y deformación en orógenos de colisión oblicua: tectónicas de tipo 'thin skinned' y 'thick skinned'	29
C.- Lineaciones de estiramiento y direcciones de transporte tectónico	32
Naturaleza y significado de las lineaciones de estiramiento	32
Relación de las lineaciones de estiramiento con la dirección del transporte tectónico	34
Lineaciones de estiramiento y dirección de convergencia entre placas	34
Relación de las lineaciones de estiramiento con el transporte tectónico	35

CAPITULO II
CUADRO GEOLOGICO Y GEODINAMICO DE LA CADENA HERCINICA DEL CENTRO Y SUROESTE DE EUROPA

I.- CONSTITUCION GEOLOGICA DEL CENTRO Y SW DE EUROPA	41
II.- CARACTERISTICAS DEL OROGENO HERCINICO EUROPEO	43
A.- Aspectos generales	43
B.- Significado del carácter linal de la cadena	45
C.- Edad de los principales procesos tectonometamórficos	47
D.- Características tectónicas de la cadena hercínica	49
E.- Modelo geotectónico de la cadena	52

CAPITULO III
EL CORREDOR BLASTOMILONITICO DE BADAJOZ-CORDOBA: ESTADO DE LOS CONOCIMIENTOS

I.- EL MACIZO IBERICO	63
II.- LA ZONA DE OSSA-MORENA	64
A.- Introducción	64
B.- Estratigrafía	65

Indice

C.- Estructura	67
D.- Metamorfismo	70
E.- Magmatismo	71
III.- CARACTERISTICAS GEOLOGICAS GENERALES DEL CORREDOR BLASTOMILONITICO DE BADAJOZ-CORDOBA	72
A.- Antecedentes	72
B.- Los límites del Corredor y precisiones sobre sus denominaciones	74
C.- División en grupos de rocas en el Corredor Blastomilonítico	76
D.- El metamorfismo en el Corredor Blastomilonítico	78
E.- Características estructurales generales	79
IV.- PROBLEMAS PLANTEADOS Y SITUACION DEL AREA DE ESTUDIO	80
A.- Problemas planteados y objetivos	80
B.- Situación del área de estudio	82

CAPITULO IV LOS MATERIALES: LITOSTRATIGRAFIA Y PETROGRAFIA

I.- LITOSTRATIGRAFIA GENERAL	87
II.- LA UNIDAD PARA-AUTOCTONA	88
A.- La Formación de Azuaga	89
Micaesquistos	91
B.- Los esquistos de la Atalaya	92
Esquistos moscovíticos	92
Cuarzoesquistos y cuarcitas	94
Gneises de grano fino	95
C.- Ortogneises	95
Ortogneis de Ribera del Fresno	95
Facies de grano grueso	97
Facies milonítica de grano fino	99
Aplitoides y pegmatoides	99
Greisen y rocas de cuarzo-topacio	100
Ortogneis de las Minillas	101
III.- LA UNIDAD ALOCTONA	101
A.- Los gneises milonita de Higuera de Llerena y rocas asociadas	103
Facies gneílica de grano grueso	105
Facies gneílica de grano fino	106
Ultramilonitas	106
Ultramilonitas pelíticas	106
Ultramilonitas anfibólicas y gneises anfibólicos ultramiloníticos	107
Rocas ultramáficas	108
B.- Serpentinitas y clorititas	108
C.- Los gneises de Azuaga	110
Lámina blastomilonítica de gneises migmáticos y rocas asociadas	110
Gneises biotíticos con granate-sillimanita	110
Gneises biotíticos con anfíbol	113
Gneises moscovíticos	113
Cuarcitas con cianita	115
Corredores de ultramilonitas	115
Lámina eclogítica. Rocas metamórficas básicas	115
Eclogitas	116
Anfibolitas	118
Anfibolitas granatíferas de tamaño de grano grueso a medio-fino	118
Anfibolitas miloníticas y ultramiloníticas	120
Gneises de grano grueso con granate-biotita-plagioclasa	120
Complejo leptino-anfibolítico	121
Gneises cuarzo-feldespáticos	121
Gneises anfibólicos	123
Gneises anfibólicos alcalinos y anfibolitas alcalinas	124
Gneises calcosilicatados y mármoles	124
Cuarcitas negras	125

C.- La Serie Negra	125
Esquistos biotíticos con granate	125
Metagrauvas	127
Esquistos moscovíticos	127
Cuarcitas negras	127
Esquistos verdes y anfibolitas	128
Domo gneísico de Mina Afortunada	129
Migmatitas	129
Ortogneises granodioríticos	131
Ortogneises con granate-biotita	131
Ortogneises dioríticos	132
Facies pegmatíticas	132
Enclaves cuarcíticos y grauváquicos	132
Rocas calcosilicatadas	133
La mineralización de Mina Afortunada	133
Unidad de Anfibolitas del Cuartel	133
Anfibolitas y esquistos verdes	133
Rocas anfibólicas calcosilicatadas	134
Rocas ultramáficas: hornblenditas y serpentinitas	135
IV.- EL DOMINIO AL N DE LA FALLA DE HORNACHOS	136
A.- Cuarzoesquistos y metagrauvas con cuarcitas negras del Precámbrico	136
B.- Cuarcitas de la Sierra de Hornachos	136
C.- Metaarcosas	137
D.- Grauvas y pizarras con Skolithus	137
E.- Alternancia de cuarcitas y pizarras	137
F.- Esquistos sericíticos y cuarcitas	137
G.- Formación de Sierra Velita	138
V.- LAS CUENCAS CARBONIFERAS	138
A.- Características generales	138
B.- Constitución litoestratigráfica de las cuencas del Matachel y de Berlanga	138
Conglomerados	138
Rocas volcanosedimentarias, pizarras limolíticas y alternancias turbidíticas grauváquico-pelíticas	140
Rocas volcánicas y subvolcánicas ácidas	141
Volcanismo ácido I Y II: coladas ignimbríticas y tobas soldadas	141
Granitoides sub-volcánicos rojos	142
Diques ácidos	142
Volcanismo básico: rocas volcánicas y sub-volcánicas básicas	142
Cuerpos doleríticos y microgabros	143
Diques de doleritas	143

CAPITULO V
EVOLUCION METAMORFICA DEL CORREDOR BLASTOMILONITICO DE
BADAJOS-CORDOBA

I.- INTRODUCCION	147
A.- Química mineral	147
Métodos de estudio	147
Cálculo de las fórmulas estructurales	147
B.- Cálculos geotermobarométricos	148
Geotermobarometría: consideraciones generales	148
Geotermobarómetros utilizados	150
Rocas pelíticas y cuarzo-feldespáticas	150
Geotermómetros	150
Geobarómetros	151
Rocas metamórficas básicas	151
Geotermómetros	151
Geobarómetros	152
C.- Establecimiento de las condiciones de presión y temperatura de equilibrio de las asociaciones minerales	153
II.- METAMORFISMO DE LA UNIDAD PARA-AUTOCTONA	154

Indice

A.- Metamorfismo de la Formación Atalaya	154
Asociaciones minerales	154
Química mineral	156
Reacciones y evolución metamórfica	162
Condiciones Presión-Temperatura del metamorfismo	165
B.- Metamorfismo de contacto y condiciones de emplazamiento del ortogneis de Ribera del Fresno	167
El greisen asociado al ortogneis de Ribera del Fresno	168
Estudio mineralógico: metodología	168
Características mineralógicas de topacios y moscovitas	168
Condiciones de emplazamiento y metamorfismo de contacto	170
C.- Metamorfismo de los esquistos y filitas de la Formación de Azuaga	171
Asociaciones minerales	171
Reacciones y evolución metamórfica	173
III.- METAMORFISMO DE LAS ROCAS ULTRAMAFICAS ASOCIADAS AL CONTACTO BASAL DE LA UNIDAD ALOCTONA	176
A.- Asociaciones minerales y reacciones	176
B.- Condiciones P-T del metamorfismo retrógrado de las rocas ultramáficas	179
IV.- METAMORFISMO DE LA UNIDAD ALOCTONA	179
A.- Metamorfismo de los términos pelíticos y cuarzo-feldespáticos de los gneises milonita de Higuera de Llerena y de los gneises de Azuaga	179
Asociaciones minerales	179
Química mineral	183
Reacciones y evolución metamórfica	188
Condiciones presión-temperatura del metamorfismo	190
B.- Metamorfismo de la lámina eclogítica y de las metabasitas de la lámina blastomilonítica de gneises migmáticos	194
Descripción de los afloramientos	194
Asociaciones minerales en eclogitas y anfibolitas	196
Química mineral	199
Condiciones Presión-Temperatura del metamorfismo	208
C.- Metamorfismo de la Serie Negra	211
Asociaciones minerales de las rocas pelíticas y grauváquicas	211
Asociaciones minerales de las metabasitas	213
Química mineral de los materiales metapelíticos s.l.	214
Química mineral de las metabasitas	218
Reacciones y evolución metamórfica de los materiales pelíticos s.l.	223
Reacciones y evolución metamórfica de las metabasitas	224
Condiciones Presión-Temperatura del metamorfismo	226
V.- METAMORFISMO DE LOS MATERIALES PALEOZOICOS AL NORTE DE LA FALLA DE HORNACHOS	232
VI.- METAMORFISMO DE LOS MATERIALES CARBONIFEROS	232

CAPITULO VI GEOLOGIA ESTRUCTURAL Y MICROTTECTONICA

I.- INTRODUCCION. RELACIONES METAMORFISMO-DEFORMACION	237
II.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA DEFORMACION	241
A.- Deformación interna y estructura de la Unidad Para-autóctona	241
Los materiales de la Formación Azuaga entre las fallas de Malcocinado y Azuaga	241
Los esquistos de la Formación Atalaya	243
La ventana tectónica y el ortogneis de Ribera del Fresno	250
B.- Deformación interna y estructura de la Unidad Alóctona	252
Los gneises milonita de Higuera de Llerena	254
Los gneises de Azuaga	256
La Serie Negra y los gneises del domo de Mina Afortunada	262
Análisis estructural de lineaciones deformadas: mecanismos de la deformación D ₂	269
C.- Deformación interna y estructura de los materiales del dominio al N de la falla de Hornachos	281
D.- Deformación interna de los materiales carboníferos de la cuenca del Matachel	283
E.- La falla de Azuaga	286
F.- La falla de Hornachos	287

**CAPITULO VII
PETROLOGIA ESTRUCTURAL**

I.- INTRODUCCION	293
II.- PETROFABRICA DEL CUARZO	294
A.- Microestructuras de deformación plástica del cuarzo	294
Unidad Para-autóctona	294
Unidad Alóctona	297
B.- Fábricas de ejes -C- del cuarzo	301
Unidad Para-autóctona	302
Unidad Alóctona	306
C.- Mecanismos y condiciones de la deformación plástica del cuarzo	312
D.- Estudio piezo-estructural de las texturas de deformación plástica del cuarzo	315
Geopiezómetros estructurales	315
Límites de la geopiezometría	316
Aspectos metodológicos	317
Magnitud de los esfuerzos desviatorios en el Corredor Blastomilonítico de Badajoz-Córdoba	317
Magnitud de los esfuerzos, velocidad y tasas de la deformación	325
III.- DEFORMACION DE LOS FELDESPATOS EN ROCAS GRANITICAS Y MEDIDA DE LA DEFORMACION FINITA	330
A.- Microestructuras de deformación D ₂ en feldespatos	330
B.- Revisión de conceptos sobre la medida y cuantificación de la deformación finita a partir de distribuciones de objetos	335
Efecto de la forma, orientación y comportamiento reológico de los porfiroclastos	336
El método de centro a centro	336
El método de Fry (1979) y sus modificaciones posteriores	338
Deformación de rocas graníticas	344
Análisis de la deformación de rocas graníticas en la Unidad Alóctona: el gneis de Mina Afortunada	345
Análisis de la deformación de rocas graníticas en la Unidad Para-autóctona: el ortogneis de Ribera del Fresno	348
IV.- DEFORMACION DE ROCAS MAFICAS Y ULTRAMAFICAS	351

**CAPITULO VIII
CINEMATICA Y EVOLUCION TECTONO-METAMORFICA DEL CORREDOR
BLASTOMILONITICO DE BADAJOZ-CORDOBA**

I.- CINEMATICA	359
A.- Régimen de la deformación y criterios de cizalla	359
B.- Cinemática de las estructuras tangenciales asociadas al emplazamiento de la Unidad Alóctona	361
C.- Cinemática de las estructuras asociadas al cizallamiento dúctil transcurrente hercínico	364
II.- EDAD DEL METAMORFISMO Y DE LOS PRINCIPALES EPISODIOS DE DEFORMACION:	
REVISION DE LOS DATOS RADIOMETRICOS	369
III.- EVOLUCION TECTONO-METAMORFICA PRESION-TEMPERATURA-TIEMPO (PTt)	371
IV.- ESTRUCTURA TECTONOTERMICA DEL CORREDOR, DINAMICA DE LA DEFORMACION Y EMPLAZAMIENTO DE LA UNIDAD ALOCTONA DURANTE EL PROTEROZOICO SUPERIOR (EPISODIO D ₁)	376

**CONCLUSIONES
EL CORREDOR BLASTOMILONITICO DE BADAJOZ-CORDOBA: ¿SUTURA
INTERCONTINENTAL Y/O ZONA DE CIZALLA DUCTIL INTRACONTINENTAL**

I.- CONSTITUCION GEOLOGICA Y EVOLUCION GEODINAMICA	385
II.- EL LIMITE ENTRE LA ZONA DE OSSA-MORENA Y LA ZONA CENTRO-IBERICA Y SIGNIFICADO GEOTECTONICO DEL CORREDOR BLASTOMILONITICO DE BADAJOZ-CORDOBA EN EL CONTEXTO DE LA CORDILLERA HERCINICA EUROPEA	387

ANEXO
ANALISIS ESTRUCTURAL Y TELEDETECCION DE LA TECTONICA FRAGIL
TARDI-HERCINICA

I.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA DEFORMACION FRAGIL DURANTE EL CARBONIFERO	393
A.- Deformación en régimen transpresivo y relación de las estructuras frágiles con la esquistosidad y el plegamiento de tercera fase regional	393
B.- Análisis estructural de la deformación frágil	394
Sistemas principales de accidentes frágiles	394
Sistema N120-130E de fallas longitudinales	394
Sistema N80-110E	396
Sistema N160-180E	396
Sistema N30-60E	397
Tectónica de bloques, asociaciones de sistemas de accidentes frágiles y su significado	397
II.- ANALISIS DE LINEAMIENTOS ESTRUCTURALES SOBRE FOTO SATELITE	399
A.- Importancia y utilidad de los estudios sobre foto-satélite	399
B.- Aspectos metodológicos y consideraciones previas al análisis	400
C.- Análisis de fotolineamientos estructurales	400
Principales sistemas de fotolíneas	401
Densidad de fracturación y su significado	403
Dominios de fracturación y su importancia en relación con las características de la corteza	404
III.- DEFORMACION EN REGIMEN TRANSPRESIVO Y GENERACION DE CUENCAS SEDIMENTARIAS DURANTE EL CARBONIFERO INFERIOR	407
A.- Ejemplos de las cuencas sedimentarias de la Ossa-Morena Septentrional	407
La Cuenca de Berlanga	407
La Cuenca del Matachel	408

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA GENERAL	413
----------------------------	-----