



serie NOVA TERRA

nº 12

O CASTRO 1995

EL NUCLEO METAMORFICO DE SIERRA
ALBARRANA Y SU CAMPO DE
PEGMATITAS GRANITICAS ASOCIADO.
MACIZO IBERICO, CORDOBA, ESPAÑA

JOSE GONZALEZ DEL TANAGO

LABORATORIO XEOLOXICO DE LAXE

serie / NOVA TERRA

EL NUCLEO METAMORFICO DE SIERRA ALBARRANA Y SU CAMPO DE PEGMATITAS GRANITICAS ASOCIADO. MACIZO IBERICO, CORDOBA, ESPAÑA

José González del Tánago y del Río

AREA DE XEOLOXIA E MINERIA DO SEMINARIO DE ESTUDOS GALEGOS

O CASTRO 1995

**Memoria para aspirar al grado de
Doctor en Ciencias Geológicas**

JOSE GONZALEZ DEL TANAGO Y DEL RIO

Madrid, Junio 1993

Directores:

D^{ña} Mercedes Peinado Moreno
Catedrática del Dpto. de Petrología y Geoquímica
Universidad de Salamanca

D. Alfredo Hernández Pacheco
Catedrático del Dpto. de Petrología y Geoquímica
Universidad Complutense, Madrid

Los trabajos contenidos en esta memoria que presenta el licenciado en Ciencias Geológicas D. JOSE GONZALEZ DEL TANAGO Y DEL RIO para aspirar al Grado de Doctor en Ciencias Geológicas han sido realizados bajo nuestra dirección.

Madrid, Junio de 1993

D. Alfredo Hernández Pacheco

Catedrático de Petrología y Geoquímica
Universidad Complutense

Dña. Mercedes Peinado Moreno

Catedrática de Petrología y Geoquímica
Universidad de Salamanca

Esquistos de La Albariza-Bembézar. Blasto de granate, ligeramente rodeado por S_2 , con un núcleo criboso con inclusiones de cuarzo, biotita, apatito y óxidos de Fe-Ti y un borde casi exento de las mismas.

Portada: Carlos Silvar
J. R. Vidal Romaní

FICHA CATALOGACION

GONZALEZ DEL TANAGO, José

El núcleo metamórfico de Sierra Albarrana y su campo de pegmatitas graníticas asociado. Macizo Ibérico, Córdoba España. -- O Castro : Laboratorio Xeolóxico de Laxe. Area de Xeoloxía do Seminario de Estudos Galegos , 1995.

713 p.: il. color, blanco y negro ; mapas ; tablas ; 24 cm. -- (Serie Nova Terra ; 12)

Tesis Doctoral Univ. Complutense. -- Bibliografía : 473-512 p.

Indice

ISBN 84-7492-979-2

1. Sierra Albarrana-Córdoba , 2. Macizo Ibérico , 3. España , 4. Metamorfismo regional-Córdoba , 5. Pegmatitas graníticas-Córdoba , 6. Yacimientos minerales-Córdoba.

DATOS DE LA TESIS

Autor: José González del Tánago y del Río.

Título: El núcleo metamórfico de Sierra Albarrana y su campo de pegmatitas graníticas asociado. Macizo Ibérico, Córdoba, España.

Directores: D.^a Mercedes Peinado Moreno, Catedrática del Departamento de Petrología y Geoquímica, Universidad de Salamanca, y D. Alfredo Hernández Pacheco y Rosso de Luna, Catedrático de Petrología y Geoquímica, Universidad Complutense, Madrid.

Doctores componentes del Tribunal

Presidente: D.^a Mercedes Muñoz, Catedrática del Departamento de Petrología y Geoquímica, Universidad Complutense, Madrid.

Vocales: D. Julio Saavedra Alonso, Investigador Científico, Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, C. S. I. C., Salamanca.

D. Félix Bellido Mulas, Instituto Tecnológico y Geominero de España, Madrid.

D. Ramón Casillas Ruíz, Departamento de Geología y Edafología, Universidad de La Laguna.

Secretaria: D.^a Josefina Sierra López, Departamento de Mineralogía, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense, Madrid.

Defensa de la tesis: Madrid, 5 julio de 1993.

Calificación: Apto cum laude, por unanimidad.

**EL NUCLEO METAMORFICO DE SIERRA
ALBARRANA Y SU CAMPO DE PEGMATITAS
GRANITICAS ASOCIADO
MACIZO IBERICO, CORDOBA, ESPAÑA**

José González del Tánago y del Río

Departamento de Petrología y Geoquímica Universidad Complutense, Madrid

Madrid, Junio, 1993

INDICE

	<u>Página</u>
PLANTEAMIENTOS GENERALES	23
I. Objetivos planteados	25
II. Metodología	25
III. Estructuración de la memoria	26
IV. Abreviaturas utilizadas	29

PARTE I

EL NUCLEO METAMORFICO DE SIERRA ALBARRANA

1. INTRODUCCION GENERAL	33
1.1. Encuadre geográfico y geológico	33
1.2. Antecedentes	43
2.. LITOESTRATIGRAFIA	48
2.1. Introducción	48
2.2. Unidad de Gneises de La Albarrana (UGA)	48
2.3. Unidad de Esquistos de La Albariza-Bembézar (UEAB)	51
2.4. Formación Azuaga (FA)	52
3.. TECTONICA Y DEFORMACION	52
3.1. Introducción	52
3.1.1. Gneises de La Albarrana	53
3.1.2. Esquistos La Albariza-Bembézar	54
3.2. Estructura de Sierra Albarrana	55
3.3. Fracturas	55
3.4. Conclusiones	56

4. PETROGRAFIA DE LAS ROCAS METASEDIMENTARIAS DEL NUCLEO DE SIERRA ALBARRANA	56
4.1. Introducción	56
4.2. Gneises de La Albarrana (GA)	57
4.2.1. Características generales	57
4.2.2. Cuarzo	59
4.2.3. Plagioclasa	59
4.2.4. Feldespato potásico	60
4.2.5. Micas ferromagnesianas: biotita	61
4.2.6. Micas blancas: moscovita s.l.	62
4.2.7. Granate	62
4.2.8. Cordierita	63
4.2.9. Distena	64
4.2.10. Sillimanita	64
4.2.11. Oxidos de Fe-Ti	65
4.2.12. Rutilo	65
4.2.13. Apatito	66
4.2.14. Circón	66
4.2.15. Otros Minerales accesorios	66
4.3. Esquistos de la Albariza-Bembézar (EAB)	67
4.3.1. Características generales	67
4.3.2. Cuarzo	68
4.3.3. Plagioclasa	68
4.3.4. Feldespato potásico	68
4.3.5. Micas ferromagnesianas: biotita	69
4.3.6. Micas blancas: moscovita s.l.	69
4.3.7. Granate	70
4.3.8. Estauroлита	71
4.3.9. Andalucita	72
4.3.10. Distena	72
4.3.11. Sillimanita	73
4.3.12. Cordierita	74
4.3.13. Oxidos de Fe-Ti	74
4.3.14. Minerales accesorios y secundarios	74
4.4. Venas de segregación metamórfica	75
4.4.1. Introducción	75
4.4.2. Venas de segregación metamórfica (UGA)	75
4.4.3. Venas de segregación metamórfica (UEAB)	76

5. RELACIONES BLASTESIS DEFORMACION DE LAS ROCAS METASE- DIMENTARIAS DEL NUCLEO DE SIERRA ALBARRANA	76
6. MINERALOQUIMICA DE LAS ROCAS METASEDIMENTARIAS	79
6.1. Introducción	79
6.2. Feldespatos	80
6.2.1. Plagioclasas	80
6.2.1.1. Caracterización de las plagioclasas de los GA	80
6.2.1.2. Caracterización de las plagioclasas de los EAB	82
6.2.1.3. Caracterización de las plagioclasas de la Formación Azuaga	83
6.2.2. Feldespato potásico	83
6.3. Micas ferromagnesianas trioctaédricas: biotita	84
6.3.1. Introducción	84
6.3.2. Características generales	86
6.3.3. Relaciones entre Al-Si-Fe-Mg	90
6.3.4. Relación entre Mn y el grado metamórfico	92
6.3.5. Relación entre Ti y el grado metamórfico	93
6.3.6. Grado de oxidación	98
6.3.7. Cationes en posición XII	103
6.3.8. Contenido en otros cationes	105
6.4. Micas blancas dioctaédricas, moscovitas	105
6.4.1. Introducción	105
6.4.2. Características generales	108
6.4.3. Contenido en Si y componente celadonítico	109
6.4.4. Contenidos en Ti-moscovita	113
6.4.5. Cationes en posición XII	114
6.4.6. Condiciones de formación	115
6.4.6.1. Micas blancas de los GA	115
6.4.6.2. Micas blancas de los EAB	116
6.5. Granate	116
6.5.1. Introducción	116
6.5.2. Clasificación	117
6.5.3. Reacciones formadoras de granate	119
6.5.4. Zonado composicional	121
6.6. Cordierita	142
6.6.1. Introducción	142
6.6.2. Caracterización geoquímica	142
6.6.3. Estimación del H ₂ O y CO ₂	144
6.6.4. Condiciones de formación	145

6.7. Estauroлита	147
6.7.1. Introducción y cálculo de la fórmula estructural	147
6.7.2. Caracterización geoquímica	148
6.7.3. Relaciones con el granate y biotita	148
6.7.4. Condiciones de formación	150
6.8. Oxidos de Fe-Ti	151
6.8.1. Introducción	151
6.8.2. Ilmenita - (Ilm-Hem) _{ss}	151
6.8.2.1. Caracterización geoquímica	151
6.8.2.2. Contenidos de pirofanita y geikielita	153
6.8.4. Magnetita	155
6.8.5. Rutilo	155
7. TERMOBAROMETRIA DE LAS ROCAS METASEDIMENTARIAS DEL NUCLEO DE SIERRA ALBARRANA	156
7.1. Introducción	156
7.2. Termometría	158
7.2.1. Termómetro granate-biotita	158
7.2.2. Termómetro granate-ilmenita	163
7.2.3. Termómetro plagioclasa-moscovita	163
7.2.4. Termómetro feldespató alcalino-plagioclasa	164
7.2.5. Discusión de los resultados termométricos	168
7.2.5.1. Gneises de la Albarrana (GA)	168
7.2.5.2. Esquistos de la Albariza Bembézar (EAB)	169
7.2.5.3. Formación Azuaga	169
7.3. Barometría	169
7.3.1. Introducción	169
7.3.2. Barómetro GASPQ	170
7.3.3. Barómetros GRAIL y GRIPS	171
7.3.4. Discusión de los resultados barométricos	171
7.3.4.1. Gneises de la Albarrana (GA)	175
7.3.2.2. Esquistos de la Albariza -Bembézar	176
7.3.3.3. Formación Azuaga	176

8. ANFIBOLITAS Y GNEISES ANFIBOLICOS	177
8.1. Introducción	177
8.2. Petrografía	179
8.2.1. Anfibolitas I (sin granate)	179
8.2.2. Gneises anfibólicos	180
8.2.3. Anfibolitas II (con granate almandino)	181
8.3. Mineraloquímica de las anfibolitas	184
8.3.1. Anfíboles cálcicos	184
8.3.1.1. Anfíboles cálcicos	184
8.3.1.1.1. Anfíboles cálcicos de las anfibolitas I	184
8.3.1.1.2. Anfíboles cálcicos de los gneises anfibólicos ...	185
8.3.1.1.3. Anfíboles cálcicos de las anfibolitas II	186
8.3.1.2. Anfíboles ferromagnesianos	187
8.3.2. Piroxeno	188
8.3.3. Plagioclasa	189
8.3.4. Granate	191
8.3.4.1. Granates de los gneises anfibólicos	191
8.3.4.2. Granates de las anfibolitas II	191
8.3.5. Oxidos de Fe-Ti	195
8.3.6. Otros minerales	196
8.4. Condiciones P-T de formación de las anfibolitas	196
8.4.1. Introducción	196
8.4.2. Análisis gráfico en las anfibolitas II	197
8.4.3. Termometría	198
8.4.4. Barometría	200
8.4.5. Discusión y conclusiones	201
9. EVOLUCION METAMORFICA Y CONSIDERACIONES FINALES	201

II PARTE

EL CAMPO PEGMATITICO GRANITICO DE SIERRA ALBARRANA

10. LAS PEGMATITAS GENERALIDADES E INTRODUCCION	207
10.1. Concepto de pegmatita	207
10.2. Evolución histórica de los conocimientos sobre las pegmatitas	208
10.3. Tipos de pegmatitas: pegmatitas graníticas	210
10.4. Clasificación de las pegmatitas graníticas	212
11. EL CAMPO PEGMATITICO GRANITICO DE SIERRA ALBARRANA	216
11.1. Situación y aspectos generales	216
11.2. Antecedentes bibliográficos y mineros del campo pegmatítico de Sierra Albarrana	218
11.3. Zonaciones regionales e internas, cuerpos de sustitución y rellenos de fracturas de las pegmatitas de Sierra Albarrana	221
11.3.1. Zonación regional	221
11.3.2. Zonación interna	222
11.3.3. Cuerpos de sustitución y rellenos de fracturas	226
11.4. Naturaleza de los emplazamientos pegmatíticos	227
11.4.1. Introducción	227
11.4.2. Relaciones entre la morfología de las pegmatitas y la reología del encajante	228
11.5. Relaciones químicas entre las pegmatitas y el encajante	235
11.5.1. Introducción	235
11.5.2. Relaciones entre las rocas metamórficas y las pegmatitas: contaminación	235
11.5.3. Relaciones de las pegmatitas con el encajante: efectos metasomáticos sobre los exocontactos	236
11.5.3.1. Exocontactos de esquistos	237
11.5.3.2. Exocontactos de gneises cuarzofeldespáticos	238
11.5.3.3. Exocontactos de gneises biotíticos	238
11.5.3.4. Exocontactos de anfibolitas	238
11.5.4. Enclaves	240
11.5.4.1. Introducción	240
11.5.4.2. Enclaves E-1	241
11.5.4.3. Enclaves E-2	241
11.5.4.4. Enclaves E-3	242
11.5.4.5. Enclaves E-4	245

12. CLASES Y TIPOS DE PEGMATITAS EN SIERRA ALBARRANA	246
12.1. Aspectos generales	246
12.2. Pegmatitas de clase 1	246
12.2.1. Pegmatitas de clase 1, tipo 1: «Diéresis»	249
12.2.2. Pegmatitas de clase 1, tipo 2: «Beta»	249
12.2.3. Pegmatitas de clase 1, tipo 3: «La Coma»	249
12.2.4. Pegmatitas de clase 1, tipo 4: «Cerro de la Sal»	250
12.3. Pegmatitas de clase 2: pegmatita 40	250
12.4. Pegmatitas de clase 3	253
12.4.1. Pegmatitas de clase 3, tipo 1: «Juan Calvillo»	253
12.4.2. Pegmatitas de clase 3, tipo 2: «Peña Grajera»	253
12.5. Características morfológicas y mineralógicas de las principales pegmatitas de Sierra Albarrana	254
12.5.1. Introducción	254
12.5.2. Diéresis y Camilo	254
12.5.3. Beta	256
12.5.4. Pegmatita número 163	259
12.5.5. Peña del Aguila	260
12.5.6. Pegmatita número 18	262
12.5.7. Casas de Taravilla	263
12.5.8. Pegmatita número 19	266
12.5.9. Pegmatita número 20	268
12.5.10. La Coma	269
12.5.11. Cerro de la Sal	273
12.5.12. Pegmatita número 202	275
12.5.13. Pegmatita número 40	278
12.5.14. Casas de Juan Calvillo	279
12.5.15. Peña Grajera-Admiración	280
12.5.16. El Punto	282
12.5.17. Pozo del Chamecal	288
13. MINERALOGÍA DE LAS PEGMATITAS	290
13.1. Características generales	290
13.2. Cuarzo	296
13.3. Feldespatos	298
13.3.1. Introducción	298
13.3.2. Feldespato potásico	298
13.3.2.1. Características generales	298
13.3.2.2. Mineraloquímica de los Feldespatos potásicos	298

13.3.3. Plagioclasa	308
13.3.3.1. Características generales	308
13.3.2.2. Mineraloquímica de las plagioclasas	309
13.4. Micas blancas dioctaédricas pegmatíticas	311
13.4.1. Introducción	311
13.4.2. Distribución y tipos texturales	311
13.4.3. Mineraloquímica de las micas blancas	315
13.4.3.1. Introducción	315
13.4.3.2. Naturaleza de las micas blancas pegmatíticas	315
13.4.3.3. Cationes en posición VI	315
13.4.3.4. Cationes en posición XII	322
13.4.3.5. Elementos menores	323
13.4.3.6. Relación entre el contenido en elementos menores y la clase de pegmatita	333
13.4.3.7. Condiciones de formación de las micas blancas	334
13.5. Micas trioctaédricas: biotita s.l.	334
13.5.1. Introducción	334
13.5.2. Distribución y tipos texturales	335
13.5.3. Mineraloquímica	337
13.5.3.1. Introducción	337
13.5.3.2. Naturaleza de las biotitas pegmatíticas	339
13.5.3.3. Cationes en posición VI	340
13.5.3.4. Cationes en posición XII	344
13.5.3.5. Grado de oxidación	344
13.5.3.6. Relación entre el color y el quimismo	345
13.5.3.7. Elementos menores	346
13.6. Mineralogía del grupo de los granates	352
13.6.1. Introducción	352
13.6.2. Características generales	353
13.6.3. Mineraloquímica	354
13.6.4. Zonados composicionales	358
13.6.5. Origen y condiciones de formación de los granates pegmatíticos ..	359
13.6.6. Origen y condiciones de formación de los granates de los enclaves E-3	364
13.7. Minerales del grupo de la turmalina	365
13.7.1. Introducción	365
13.7.2. Turmalinas no relacionadas con los procesos pegmatíticos	366
13.7.3. Turmalinas vinculadas a los procesos pegmatíticos	366
13.7.4. Mineraloquímica	368
13.7.5. Zonaciones composicionales y cromáticas	372

13.7.6.	Clasificación: tendencias geoquímicas	374
13.7.7.	Mineralogénesis de las turmalinas pegmatíticas	378
13.8.	Fosfatos	384
13.8.1.	Introducción	384
13.8.2.	Grupo del apatito	385
13.8.2.1.	Mineraloquímica	386
13.8.2.2.	Zonados	391
13.8.2.3.	Mineralogénesis	391
13.8.3.	Fosfatos de Mn-Fe-Mg-Ca-Al-Na	392
13.8.3.1.	Introducción	392
13.8.3.2.	Wylleita	393
13.8.3.3.	Sarcopsido	394
13.8.3.4.	Allaudita	394
13.8.3.5.	Graftonita	395
13.8.3.6.	Triplita (Mg)	396
13.8.3.7.	Fosfatos secundarios	400
13.8.3.8.	Mineralogénesis de los fosfatos de Fe, Mn, Mg, Al y Na ..	400
13.9.	Oxidos de Fe-Ti y esfena	403
13.9.1.	Introducción	403
13.9.2.	Rutilo	403
13.9.2.1.	Aspectos generales	403
13.9.2.2.	Mineraloquímica	405
13.9.3.	Anatasa	406
13.9.4.	Ilmenita-Hematites	406
13.9.4.1.	Aspectos generales	406
13.9.4.2.	Mineraloquímica	408
13.9.5.	Magnetita	409
13.9.6.	Esfena	410
13.9.7.	Mineralogénesis de los óxidos de Fe-Ti y esfena	410
13.10.	Minerales de Ta: Ferrocolumbotantalita	411
13.10.1.	Aspectos generales	411
13.10.2.	Mineraloquímica	412
13.10.3.	Mineralogénesis	413
13.11.	Minerales de Be	414
13.11.1.	Introducción	414
13.11.2.	Berilo	414
13.11.3.	Crisoberilo	416
13.11.4.	Bertrandita	418
13.11.5.	Mineraloquímica de los minerales de Be	418
13.11.5.1.	Berilo	418
13.11.5.2.	Crisoberilo	424

13.11.6. Mineralogénesis de los minerales de Be	425
13.11.6.1. Berilo	425
13.11.6.2. Crisoberilo	426
13.11.6.3. Bertrandita	428
13.11.7. Implicaciones del sistema BASH (Be-Al-Si-H ₂ O) en las pegmatitas de Sierra Albarrana	429
13.12. Minerales de U	432
13.12.1. Introducción	432
13.12.2. Brannerita	434
13.12.2.1. Aspectos generales	434
13.12.2.2. Mineraloquímica	435
13.12.3. Uraninita	438
13.12.3.2. Aspectos generales	438
13.12.3.3. Mineraloquímica	438
13.12.4. Minerales secundarios de U	440
13.12.5. Mineralogénesis de los minerales primarios de U	442
13.13. Minerales de Th: torita	446
13.13.1. Aspectos generales	446
13.13.2. Mineraloquímica	447
13.13.3. Mineralogénesis	448
13.14. Minerales de tierras raras (lantánidos) e Y	448
13.14.1. Introducción	448
13.14.2. Monacita (Ce)	449
13.14.2.1. Aspectos generales	449
13.14.2.2. Mineraloquímica	450
13.14.2.3. Mineralogénesis	451
13.14.3. Xenotima	452
13.14.3.1. Aspectos generales	452
13.14.3.2. Mineraloquímica	453
13.14.3.3. Mineralogénesis	453
13.14.4. Allanita (Ce)	453
13.14.4.1. Aspectos generales	453
13.14.4.2. Mineraloquímica	454
13.14.4.3. Mineralogénesis	456
13.15. Minerales de Zr y HF: Circón	456
13.15.1. Aspectos generales	456
13.15.2. Mineraloquímica	458
14. EL CAMPO PEGMATITICO DE SIERRA ALBARRANA: ORIGENES	458
CONCLUSIONES FINALES	463
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	473
ANEXOS (Tablas)	513