



MINISTERIO
DE CIENCIA E
INNOVACIÓN



Instituto Geológico
y Minero de España

**MAPA NACIONAL DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES, DE LA
ZONA ASTUROCCIDENTAL-LEONESA (ZAOL), ESCALA 1:200.000**

(MEMORIA)

Diciembre, 2010

El presente Proyecto ha sido realizado íntegramente por personal del instituto Geológico y Minero de España:

Jefe de Proyecto:
César Nuño Ortea

Trabajos de campo (Reconocimiento de explotaciones):
César Nuño Ortea
Victorio Monteserín López
Angel Ferrero Arias
Jorge Fernández Suárez

Memoria del Mapa de la ZAOL:
César Nuño Ortea
Victorio Monteserín López
Mª Teresa López López (Revisión y corrección)
José Manuel Baltuille Martín (Revisión)

Colaboración en la síntesis geológico-litológica de la ZAOL:
Nemesio Heredia Carballo

Realización del mapa en soporte digital y preparación de originales definitivos de cara a su publicación:
Santiago Martín Alfageme

Trabajos de procesador de textos y confección del Informe Final:
María Josefa Suárez Fernández

Se agradece, por el desinteresado apoyo prestado en la realización de este proyecto a Miguel Luis Rodríguez González, Jefe de la Unidad Territorial del IGME en Oviedo y a Santiago Martín Alfageme, del Área de Investigación en Cambio Global.

INDICE

	Pág.
1.- <u>INTRODUCCIÓN</u>	8
1.1.- SITUACIÓN GEOGRÁFICA	8
1.2.- SITUACIÓN GEOLÓGICA	9
2.- <u>ANTECEDENTES HISTÓRICOS</u>	10
3.- <u>MARCO GEOLÓGICO</u>	12
4.- <u>ESTRATIGRAFÍA</u>	13
4.1.- PRECÁMBRICO.....	13
4.2.- PALEOZOICO	14
4.2.1.- <u>Grupo Cándana (Precámbrico superior-Cámbrico inferior)</u> (14)	15
4.2.2.- <u>Formación Caliza de Vegadeo (Cámbrico inferior-medio)</u> (15)	15
4.2.3.- <u>Formación Serie de Los Cabos (Cámbrico medio-Ordovícico inferior)</u> (18).....	16
4.2.4.- <u>Formación Pizarras de Luarca (Ordovícico medio)</u> (21).....	16
4.2.5.- <u>Formación Agüeira (Ordovícico superior)</u> (24)	17
4.2.6.- <u>Formación Cuarcitas de Vega (Ordovícico superior)</u> (25)	17
4.2.7.- <u>Silúrico (26)</u>	17
4.2.8.- <u>Devónico (27)</u>	18
4.2.9.- <u>Carbonífero (30)</u>	18
4.3.- CRETÁCICO	22
4.3.1.- <u>Formación Voznuevo (Albiense-Cenomaniano)</u> (31).....	22
4.4.- TERCIARIO (32, 32a, 33).....	23
4.4.1.- <u>Borde occidental de la Cuenca del Duero (Mioceno medio-superior)</u>	23
4.4.2.- <u>Cuenca terciaria de El Bierzo</u>	24
4.4.2.1.- <u>Formación Toral</u>	24
4.4.2.2.- <u>Formación Santalla</u>	25
4.4.2.3.- <u>Formación Las Médulas</u>	25
4.4.2.4.- <u>Formación Arenas de Noceda</u>	25
4.4.3.- <u>Cuenca terciaria del sector oriental de la ZAOL</u>	25
4.4.3.1.- <u>Cuenca de La Espina</u>	26
4.4.3.2.- <u>Cuenca de Forcaya, Arganzúa y Gera</u>	26
4.4.4.- <u>Cuenca terciaria del sector occidental de la ZAOL</u>	27
4.4.4.1.- <u>Cuenca de Pastoriza</u>	27
4.4.4.2.- <u>Cuenca de Villalba</u>	27
4.4.4.3.- <u>Cuenca de Neira</u>	28
4.4.4.4.- <u>Cuenca de Sarria</u>	28
4.4.5.- <u>La “Raña” (Plioceno-Pleistoceno)</u> (34)	28
4.5.- CUATERNARIO	29
4.5.1.- <u>Depósitos de La “Rasa”</u> (41)	29
4.5.2.- <u>Depósitos asociados a cuencas hidrográficas y medios fluviales</u>	29
4.5.2.1.- <u>Llanuras de inundación y fondos de valle</u> (35)	29
4.5.2.2.- <u>Terrazas fluviales</u> (36)	30
4.5.2.3.- <u>Abanicos y conos</u> (37)	30
4.5.2.4.- <u>Depósitos glaciares</u> (38)	30
4.5.2.5.- <u>Coluviones</u> (39).....	30



4.5.3.- <u>Depósitos en ambiente marino (40)</u>	30
5.- <u>TECTONICA</u>	31
5.1.- <u>LA DEFORMACIÓN PRECÁMBRICA</u>	31
5.2.- <u>OROGÉNESIS HERCÍNICA O VARISCA</u>	31
5.2.1.- <u>Primera fase de deformación (D₁)</u>	31
5.2.2.- <u>Segunda fase de deformación (D₂)</u>	32
5.2.3.- <u>Tercera fase de deformación (D₃)</u>	33
5.2.4.- <u>Estructuras tardías</u>	34
5.2.5.- <u>Deformación Alpina</u>	35
6.- <u>METAMORFISMO</u>	36
6.1.- <u>METAMORFISMO REGIONAL</u>	36
6.2.- <u>METAMORFISMO DE CONTACTO</u>	37
7.- <u>ROCAS ÍGNEAS</u>	39
7.1.- <u>ROCAS VOLCÁNICAS</u>	39
7.2.- <u>ROCAS PLUTÓNICAS</u>	39
7.2.1.- <u>Rocas graníticas prevariscas</u>	39
7.2.2.- <u>Rocas graníticas variscas</u>	39
7.2.2.1.- <u>Granodioritas y granitos biotíticos sincinemáticos (G₁) (5)</u>	41
7.2.2.2.- <u>Granitos de dos micas sincinemáticos (G₂) (6)</u>	44
7.2.2.3.- <u>Granitos de dos micas postcinemáticos (G₃) (8)</u>	45
7.2.2.4.- <u>Granodioritas y granitos biotíticos postcinemáticos (G₄) (7)</u>	49
7.3.- <u>ROCAS FILONIANAS (1, 2, 3, 4)</u>	54
7.3.1.- <u>Rocas filonianas asociadas a rocas graníticas prevariscas</u>	54
7.3.2.- <u>Rocas filonianas asociadas a rocas graníticas variscas</u>	54
7.3.2.1.- <u>Rocas filonianas asociadas a granitos (G₁)</u>	54
7.3.2.2.- <u>Rocas filonianas asociadas a granitos (G₂)</u>	55
7.3.2.3.- <u>Rocas filonianas asociadas a granitos (G₃)</u>	55
7.3.2.4.- <u>Rocas filonianas asociadas a granitos (G₄)</u>	56
8.- <u>ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES</u>	59
8.1.- <u>ARCILLA</u>	60
8.1.1.- <u>Explotaciones mineras activas</u>	60
8.1.2.- <u>Explotaciones mineras abandonadas</u>	62
8.1.3.- <u>Ensayos, especificaciones y usos</u>	63
8.1.3.1.- <u>Ensayos</u>	63
8.1.3.2.- <u>Usos y especificaciones</u>	67
8.2.- <u>ARENA SILÍCEA</u>	69
8.2.1.- <u>Explotaciones mineras activas</u>	69
8.2.2.- <u>Explotaciones mineras abandonadas e indicios</u>	69
8.3.- <u>ARENISCA Y CUARCITA</u>	70
8.3.1.- <u>Explotaciones mineras activas</u>	70
8.3.2.- <u>Explotaciones mineras abandonadas e indicios</u>	85
8.3.3.- <u>Ensayos, especificaciones y usos</u>	88
8.3.3.1.- <u>Ensayos</u>	88
8.3.3.2.- <u>Propiedades físicas</u>	88
8.4.- <u>CALIZA Y DOLOMÍA</u>	92
8.4.1.- <u>Explotaciones mineras activas</u>	92
8.4.2.- <u>Explotaciones mineras abandonadas e indicios</u>	102

8.4.3.- <u>Ensayos, especificaciones y usos</u>	104
8.4.3.1.- <u>Ensayos</u>	104
8.4.3.2.- <u>Usos y especificaciones</u>	110
8.5.- CAOLÍN	116
8.5.1.- <u>Explotaciones mineras activas</u>	116
8.5.2.- <u>Explotaciones mineras abandonadas</u>	118
8.5.3.- <u>Ensayos, especificaciones y usos</u>	119
8.6.- CUARZO	121
8.6.1.- <u>Explotaciones mineras activas</u>	121
8.6.2.- <u>Explotaciones mineras abandonadas e indicios</u>	122
8.6.3.- <u>Ensayos, especificaciones y usos</u>	123
8.7.- FELDESPATO	124
8.7.1.- <u>Explotaciones mineras activas</u>	124
8.7.2.- <u>Explotaciones mineras abandonadas e indicios</u>	126
8.7.3.- <u>Ensayos, especificaciones y usos</u>	127
8.8.- GRANITO	128
8.8.1.- <u>Explotaciones mineras activas</u>	128
8.8.2.- <u>Explotaciones mineras abandonadas e indicios</u>	131
8.8.3.- <u>Ensayos, especificaciones y usos</u>	132
8.9.- GRAVA Y ARENA	135
8.9.1.- <u>Explotaciones mineras activas</u>	135
8.9.2.- <u>Explotaciones mineras abandonadas e indicios</u>	139
8.9.3.- <u>Ensayos, especificaciones y usos</u>	141
8.10.- MAGNESITA	143
8.10.1.- <u>Explotaciones mineras activas</u>	143
8.10.2.- <u>Explotaciones mineras abandonadas e indicios</u>	145
8.10.3.- <u>Ensayos, especificaciones y usos</u>	145
8.11.- PIZARRA	146
8.11.1.- <u>Explotaciones mineras activas</u>	146
8.11.2.- <u>Explotaciones mineras abandonadas e indicios</u>	152
8.11.3.- <u>Ensayos, especificaciones y usos</u>	155
8.11.3.1.- <u>Ensayos</u>	155
8.11.3.2.- <u>Usos y especificaciones</u>	159
8.12.- TURBA	161
8.12. 1.- <u>Explotaciones mineras activas</u>	161
8.12.2.- <u>Indicios mineros</u>	162
8.13.- MINERÍA HISTÓRICA	163
8.13.1.- <u>Barita</u>	163
8.13.1.1.- <u>Explotaciones mineras abandonadas</u>	163
8.13.1.2.- <u>Ensayos, especificaciones y usos</u>	163
8.13.2.- <u>Diabasa</u>	164
8.13.2.1.- <u>Explotaciones mineras abandonadas</u>	164
8.13.3.- <u>Gneis</u>	165
8.13.3.1.- <u>Indicios mineros</u>	165
8.13.3.2.- <u>Ensayos, especificaciones y usos</u>	165
8.13.4.- <u>Mica</u>	166
8.13.4.1.- <u>Explotaciones mineras abandonadas e indicios</u>	166
8.13.4.2.- <u>Ensayos, especificaciones y usos</u>	166
8.13.5.- <u>Ocre</u>	166
8.13.5.1.- <u>Explotaciones mineras abandonadas</u>	166
8.13.5.2.- <u>Ensayos, especificaciones y usos</u>	167



8.13.6.- <u>Sillimanita</u>	167
8.13.6.1.- Indicios mineros.....	167
8.13.6.2.- Ensayos, especificaciones y usos	167
9.- <u>VALORACIÓN MINERO-INDUSTRIAL</u>	169
10.- <u>USOS Y DESTINOS DE LA PRODUCCIÓN</u>	171
10.1.- <u>ÁRIDOS</u>	172
10.2.- <u>CEMENTO</u>	175
10.3.- <u>CERÁMICA</u>	176
10.3.1.- <u>Cerámica de revestimiento</u>	176
10.3.2.- <u>Cerámica estructural</u>	177
10.4.- <u>PIEDRA NATURAL (ROCA ORNAMENTAL Y DE CONSTRUCCIÓN)</u>	177
10.4.1.- <u>Pizarra</u>	178
10.4.2.- <u>Granito</u>	178
10.4.3.- <u>Mármol y caliza</u>	179
10.4.4.- <u>Arenisca y cuarcita</u>	179
10.5.- <u>OTROS USOS</u>	179
10.5.1.- <u>Agrícolas</u>	179
10.5.2.- <u>Fundentes</u>	180
10.5.3.- <u>Cargas, filtros y absorbentes</u>	180
10.5.4.- <u>Vidrio e industria química</u>	180
11.- <u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	181
BIBLIOGRAFÍA	185

G E O L O G Í A

1.- INTRODUCCIÓN

El gran crecimiento experimentado por el sector de las rocas y de los minerales industriales en los últimos años ha traído como consecuencia la apertura de numerosas explotaciones, así como el abandono de otras. El fuerte dinamismo de esta actividad hace necesario llevar a cabo una constante actualización de los indicios y de los inventarios de las explotaciones, tanto activas como inactivas, así como desarrollar trabajos de detalle del potencial geológico de las diferentes áreas y sustancias.

El IGME, a partir del año 1988, inició una revisión de los Mapas de Rocas Industriales a escala 1:200.000, a partir de una serie de normas recogidas en el “Manual de metodología para la realización del Mapa de Rocas Industriales a escala 1:200.000” (IGME, 1988). Recientemente Baltuilla Martín et al. (2006) han diseñado una nueva normativa para la cartografía de rocas y minerales industriales del IGME, siendo este mapa de la Zona Asturoccidental-leonesa (ZAOL) un ejemplo de la misma.

1.1.- SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La Zona Asturoccidental-leonesa ocupa una franja de terreno de unos 120 km de anchura y que se extiende desde el Mar Cantábrico, al Norte, hasta la Cuenca del Duero, al Sur y Este, describiendo el “Arco Astúrico”. El límite geográfico aproximado, por la costa, se sitúa entre la desembocadura del río Nalón al este (San Esteban de Pravia, Asturias) y la Ría de Viveiro (Viveiro, Lugo) al oeste; por el contrario, la zona más meridional se localiza en el entorno del Río Duerna (Castrillo de Valduerna). Así pues, la región estudiada comprende la parte occidental de las provincias de Asturias y León y la parte oriental de Galicia (Figura 1).

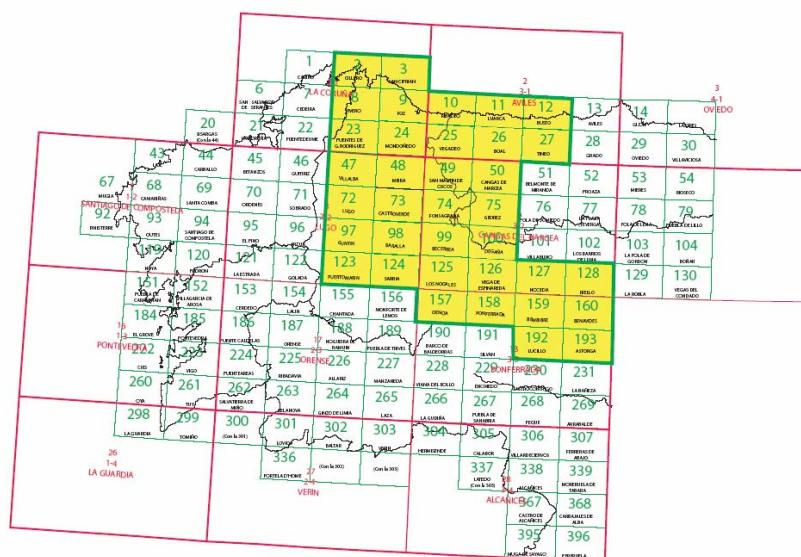


Figura 1.- Situación geográfica: hojas geográficas a escala 1:50.000 que componen la superficie de la ZAOL.

1.2.- SITUACIÓN GEOLÓGICA

El área de la ZAOL se sitúa en la parte norte del Macizo Hercínico Ibérico (Figura 2), cuyos límites geológicos son bastante precisos: así, con la Zona Cantábrica el límite es neto y tiene lugar en un cabalgamiento dúctil, reactivado en varias ocasiones, situado en el núcleo del Antiforme del Narcea (Gutiérrez Alonso, 2004), denominado Cabalgamiento de la Espina o del Narcea; el límite occidental con la Zona Centroibérica es también neto, mediante la Falla de Vivero-Morredero (Martínez Catalán, 1985; Suárez et al., 1994).

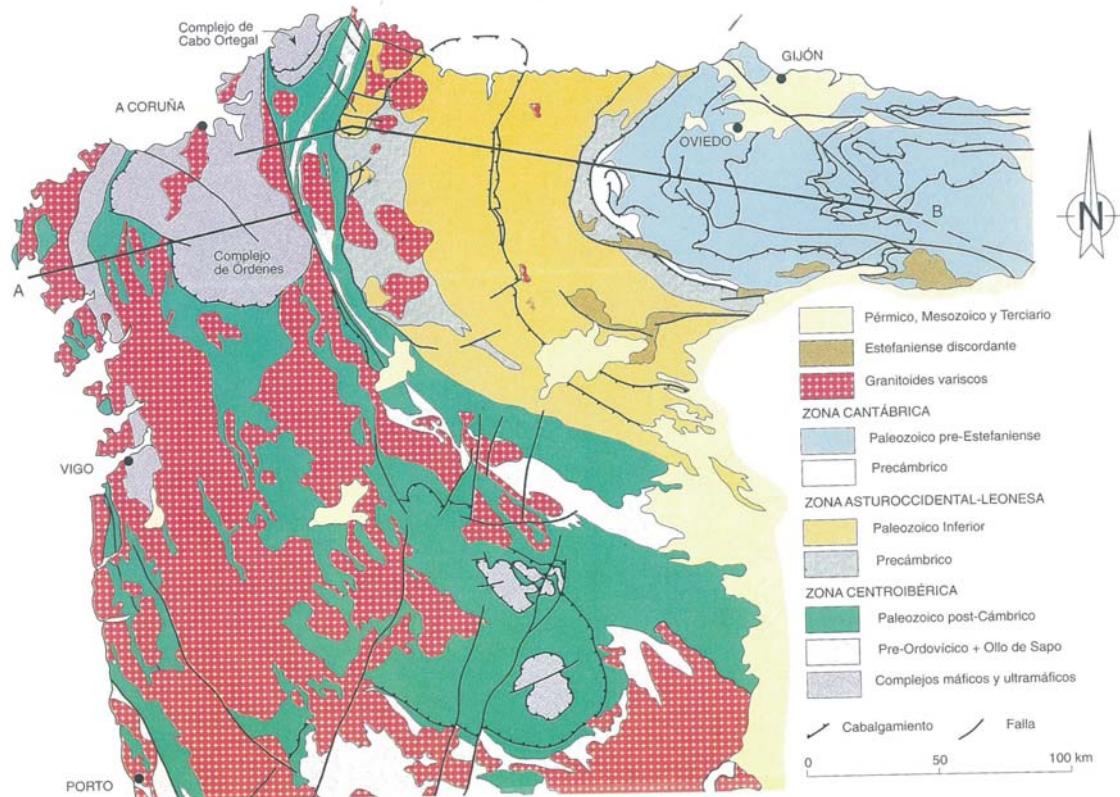


Figura 2.- Situación de la ZAOL en relación con las Unidades Geológicas del Sector Norte del Macizo Ibérico (Aramburu y Bastida, 1995).

2.- ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El estudio sistemático de la geología del NO de la Península Ibérica data del siglo XIX. El primer trabajo geológico que incluye parte del área de estudio es el de Schulz (1835), quien, además de efectuar una descripción de las rocas y los terrenos de Galicia, aporta el primer mapa geológico de la región. Barrois (1882) estudió el Cámbrico y el Silúrico de una parte importante de este trabajo, y puso de manifiesto que dichos terrenos se apoyaban sobre otros más primitivos que denominó “micaesquistos de Villalba”.

Mallada (1895-1911), en su explicación del Mapa Geológico de España, incluye la descripción de algunos afloramientos graníticos y gneísimos de la provincia de Lugo. Hernández Sampelayo (1942) corrigió la sucesión estratigráfica de Barrois y localizó numerosos yacimientos fosilíferos del Ordovícico y Silúrico. Carle (1945) es el primero en señalar la existencia de grandes pliegues tumbados con pizarrosidad asociada y en indicar la existencia de un metamorfismo regional sintectónico. Clasifica por vez primera los granitos de Galicia, relacionando el emplazamiento con la deformación.

En la segunda mitad del siglo XX hay un gran avance en el conocimiento de este sector de la cadena Hercínica. Desde el punto de vista estratigráfico, los trabajos de Lotze (1956 a 1958), Nissen (1959), Walter (1963 a 1968) y Riemer (1963 y 1966) establecen con precisión la sucesión estratigráfica, y los tres últimos realizan levantamientos cartográficos de gran calidad. Se debe hacer especial mención al Mapa Geológico de Galicia, a escala 1:400.000, publicado en 1963 por Parga Pondal, y el del NO de España, publicado en 1967 bajo la dirección del mismo autor.

Matte (1968) realiza un importante trabajo de recopilación y clasificación de los datos estratigráficos y tectónicos de la ZAOL y de Galicia media y oriental, que, unido a sus propias observaciones, le lleva a proponer un esquema coherente de la estratigrafía, paleogeografía y tectónica de la región. Capdevila (1969), con sus trabajos sobre el metamorfismo y los granitos de la misma región, completa el trabajo de Matte en sus aspectos petrológicos y petrogenéticos.

Se deben destacar los trabajos de Marcos (1973) y Pérez Estaún (1978) que representan estudios detallados de amplios sectores de la ZAOL y que ponen de manifiesto la importancia que en la tectónica de la región tiene la existencia de grandes cabalgamientos desarrollados con posterioridad a la primera fase de deformación.

Bastida (1980) y Pulgar (1980) realizan un profundo y sistemático análisis de las estructuras originadas durante la Orogenia Hercínica en la zona costera de la mayor parte de la ZAOL.

Martínez Catalán (1985) estudia la evolución del proceso hercínico en niveles relativamente profundos de la cadena (Domo de Lugo), tanto en lo que se refiere a las fases de deformación, estructuras asociadas y mecanismos de deformación como al metamorfismo y al emplazamiento de las rocas ígneas.

Gutiérrez-Alonso, G. (1992) estudia el área del “Antiforme del Narcea” que representa el límite entre la Zona Cantábrica y la ZAOL que corresponden al tránsito entre zonas internas y externas en los orógenos.

Como base cartográfica para la confección del Mapa de Rocas y Minerales Industriales de la Zona Asturoccidental-leonesa, a escala 1:200.000, se ha utilizado la cartografía de base a escala 1:50.000 formada por las hojas del Mapa Geológico de España (Serie MAGNA) que abarca el ámbito de la ZAOL (Figura 3) que muestra la distribución de estas hojas con indicación de sus autores.

2 (7-2) Cillero	3 (8-2) San Ciprián				
Arce, J.M.; Fernández Tomás, J.; Monteserín López, V. (1973)	Fernández Tomás, J.; Monteserín López, V. (1977)				
8 (7-3) Vivero	9 (8-3) Foz	10 (9-3) Ribadeo	11 (10-3) Luarca	12 (11-3) Busto	
Arce, J.A.; Fernández Tomás, J. (1976)	Martínez Álvarez, J.A.; Torres Alonso, M.; Gutiérrez Claverol, M. (1977)	Marcos, A.; Bastida, F. (1980)	Marcos, A.; Pulgar, J.A. (1980)	Marcos, A.; Arboleya, M.L. (1980)	
23 (7-24) Puentes García Rodríguez	24 (8-24) Mondoñedo	25 (9-4) Vegadeo	26 (10-5) Boal	27 (11-4) Tineo	
Arce Duarte, J.M.; Fernández Tomás, J.; Álvarez Menéndez, J.M. (1975)	Arce Duarte, J.M.; Fernández Tomás, J.; Monteserín López, V. (1978)	Marcos, A.; Pérez Estaún, A. (1980)	Marcos, A.; Pulgar, J.A. (1980)	Julivert, M.; Marcos, A.; Pulgar, J.A. (1977)	
47 (7-5) Villalba	48 (8-5) Meira	49 (9-5) San Martín de Oscos	50 (10-5) Cangas del Narcea		
Tena Dávila, M.; Capdevilla, R. (1975)	González Lodeiro, F.; Martínez Catalán, J.R.; de Pablo Macía, J.B.; Pérez González, A. (1974)	Marcos, A.; (1978)	Marcos, A.; Marquinez, F.J.; Julivert, M.; Pulgar, J.A. (1980)		
72 (7-6) Lugo	73 (8-6) Castroverde	75 (9-6) Fonsagrada	75 (10-6) Naviego		
Tena Dávila, M.; Capdevilla, R. (1975)	Hernández Urruz, J.; Dívar Rodaríguez, J. (1978)	Marcos, A.; Pérez Estaún, A.; Pulgar, J.A.; Bastida, F.; (1979)	Bastida, F.; Marcos, A.; Pérez Estaún, A.; Pulgar, J.A.; Galán, J.; Vargas, I. (1980)		
97 (7-7) Guntín	98 (8-7) Baralla	99 (9-7) Becerrea	100 (10-7) Degaña		
Abril Hurtado, J.; Pliego Dones, D. (1976)	Apalategui Isasa, O. (1976)	Marcos, A.; Pérez Estaún, A.; Pulgar, J.A.; Bastida, F. (1980)	Pulgar, J.A.; Bastida, F.; Marcos, A.; Pérez Estaún, A.; Vargas, I.; Ruiz, F. (1981)		
123 (7-8) Puerto Marín	124 (8-8) Sarria	125 (9-8) Los Nogales	126 (10-8) Vega de Espinareda	127 (11-8) Noceda	128 (12-8) Riello
Martínez Catalán, J.R.; Fernández Rodríguez-Arango, F.; Noval, A. (1982)	Martínez Catalán, J.R.; de Pablo Macía, J.G. (1980)	Hernández Urroz, J.; Martínez Catalán, J.R.; González Lodeiro, F.; Corral, J.L. (1980)	Pérez Estaún, A.; Pulgar, J.A.; Bastida, F.; Marcos, A.; Sánchez de la Torre, L.; Galán, J.; Vargas, I.; Ruiz, F. (1982)	Matas, J.; Avejaro, V.; Fernández, L.; Fernández Pello, J. (1982)	Martín Parra, L.M. (1989)
		157 (9-9) Oencia	158 (10-8) Ponferrada	159 (11-9) Bembibre	160 (12-9) Benavides
		Abril Hurtado, J. (1981)	Pérez Estaún, A.; Guzmán del Pino, J.L.; Velando Muñoz, F. (1982)	Velando, F.; Martínez, M.M. (1973)	Vargas, I.; Carballeira, J.; Pol, C.; Corrales, I.; Manjón, M.; Díaz, F.; Fernández, J. (1984)
				192 (11-10) Lucillo	193 (12-10) Astorga
				Mata González, J.; Orviz Castro, F.; Velando, F.; Pérez Estaún, A. (1981)	Vargas, I.; Manjón, M.; Corrochano, A.; Flor, G.; Carballeira, J.; Pol, C.; Díaz, F.; Fernández, J. (1984)

Figura 3.- Situación de la ZAOL respecto a las hojas que componen el Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (2^a serie)

3.- MARCO GEOLÓGICO

El trabajo que aquí se desarrolla corresponde a la Zona Asturoccidental-leonesa (ZAOL), la cual ocupa una franja de unos 100 km de anchura que se extiende desde el Mar Cantábrico, al N, hasta la Cuenca del Duero, describiendo el Arco Astúrico. Al E de esta cuenca se encuentran algunos pequeños afloramientos de la ZAOL en la Sierra de la Demanda y en la Cordillera Ibérica.

El límite entre la ZAOL y la Zona Cantábrica (ZC) es neto y está constituido por un cabalgamiento situado en el Antiforme del Narcea, denominado en su parte más septentrional como Cabalgamiento de La Espina y en su parte más meridional como Cabalgamiento del Narcea. El límite con la Zona Centroibérica (ZCI) es también neto, estando definido en su parte N por la Falla de Vivero (Martínez Catalán, 1985) y en su parte más meridional por la prolongación de dicha falla denominada Falla de Morredero (Suárez et al., 1994) (Figura 4).

En síntesis, la ZAOL se caracteriza por el gran espesor de los materiales del Cámbrico y del Ordovícico, no apareciendo apenas materiales posteriores al Devónico, a excepción de pequeños afloramientos discordantes del Carbonífero. La estructura está definida por la presencia de pliegues vergentes al E, que han sido posteriormente cortados por cabalgamientos con la misma vergencia y después afectados por pliegues de plano axial vertical. En esta zona se desarrolla un metamorfismo regional de grado bajo a medio y se generaliza la existencia de foliaciones tectónicas, así como una deformación interna apreciable.

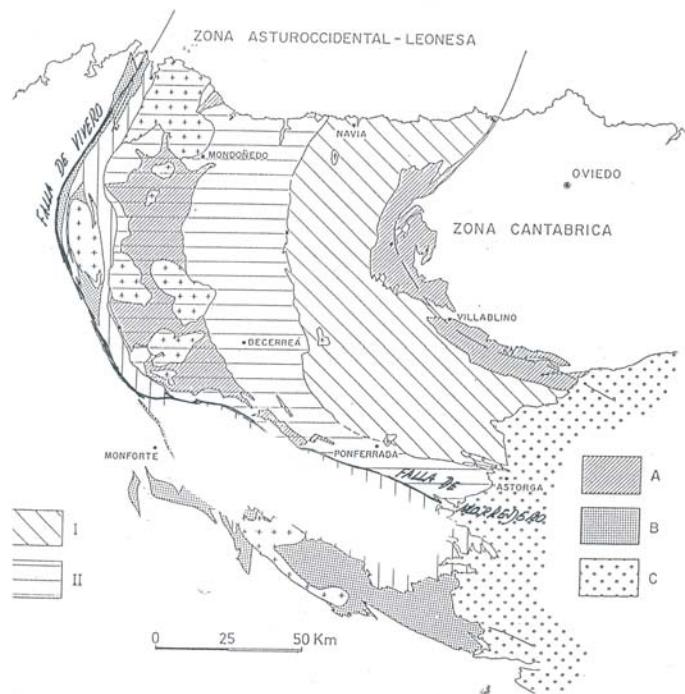


Figura 4.- Distribución en Dominios de la Zona Asturoccidental-Leonesa (modificado de Pérez-Estaún, 1978).

4.- ESTRATIGRAFÍA

Los materiales sedimentarios aflorantes en la ZAOL están compuestos por rocas de edades comprendidas entre el Precámbrico y el Cuaternario, faltando depósitos que van desde el Pérmico hasta el Jurásico.

Todos ellos pueden agruparse en tres ciclos sedimentarios mayores que están separados o limitados por importantes eventos orogénicos: el ciclo Cadomiano, que se cierra a finales del Proterozoico, el ciclo Hercínico o Varisco, a finales del Paleozoico, y el Alpino, que llega hasta nuestros días. Los ciclos Hercínico y Alpino son los mejor conocidos.

La existencia de un importante cabalgamiento en la parte media de la ZAOL, el cabalgamiento basal del Manto de Mondoñedo, permitió separarla en dos dominios con características estratigráficas diferentes: Navia-Alto Sil, al oriente, y Manto de Mondoñedo-Peñalba, al occidente. (Figura 5).

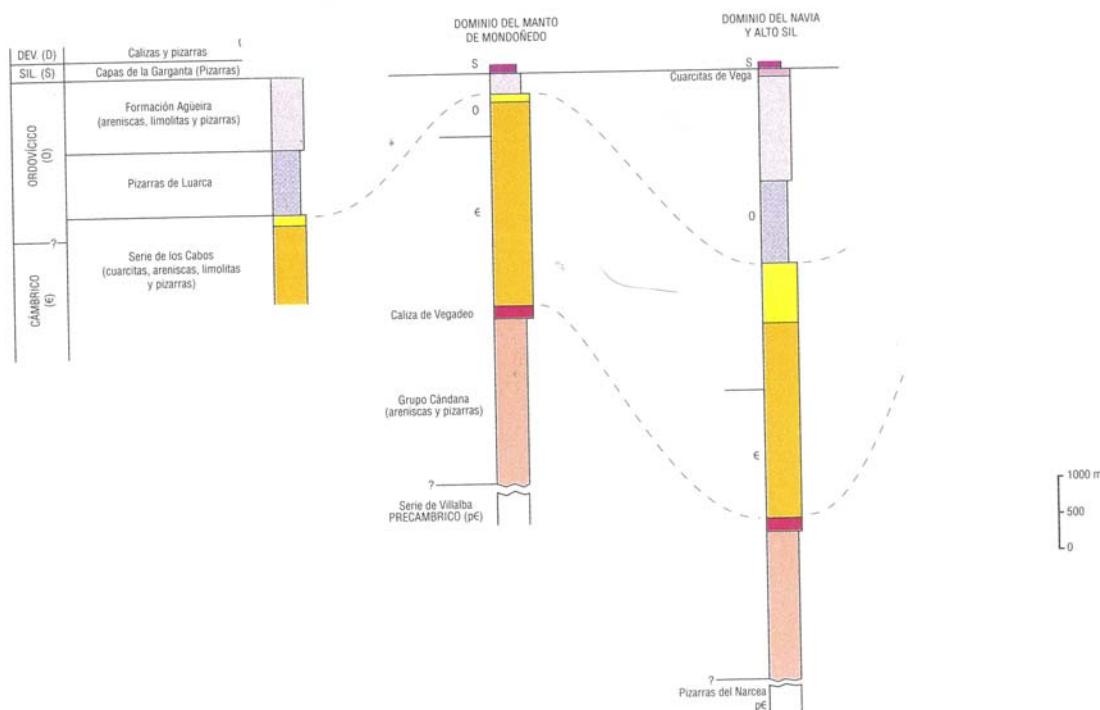


Figura 5.- Columnas estratigráficas representativas de los principales dominios de la Zona Asturooccidental-leonesa (basada en Pérez Estaún et al., 1992).

4.1.- PRECÁMBRICO (9)

Los materiales más antiguos de la ZAOL son precámbrios, de edad Vendienense superior, y aparecen representados por una unidad litoestratigráfica que aflora a lo largo de dos grandes y complejas estructuras anticlinales, denominadas, de E a O, "Antiforme del Narcea" y "Domo de Lugo". En ambos afloramientos las rocas precámbrias constituyen una secuencia pelítico-arenosa que en ocasiones incluye diferentes tipos de rocas ígneas.

En el Antiforme del Narcea, la Formación Pizarras del Narcea consta de una alternancia de pizarras y areniscas con una potencia de más de 1.000 m, débilmente metamórficas y de colores verdosos (Pérez Estaún y Martínez, 1978). Las areniscas presentan estructuras sedimentarias interpretadas como turbiditas. A muro de la sucesión es frecuente la presencia lentejonar de rocas volcánicas y volcanoclásticas metamorfizadas conocidas como porfiroides (Suárez y Suárez del Río, 1976; Marcos et al., 1980). Más recientemente (Gutiérrez Alonso et al., 2004), diferencian en la Formación Pizarras del Narcea dos conjuntos, conocidos como Capas de Tineo y Capas de Allande, con características litológicas propias.

En el Domo de Lugo aflora la Serie de Villalba (Barrois, 1882) en la que pueden diferenciarse dos tramos. El tramo superior está compuesto por pelitas negras y grises (localmente ampelíticas), alternando con areniscas de grano fino y siltitas que presentan con frecuencia estructuras sedimentarias (Martínez Catalán, 1985). El metamorfismo hercínico transformó los materiales de este tramo en filitas y esquistos grises con cloritoide. Dada la discordancia con los materiales paleozoicos, este tramo solo está representado al sur y al oeste del Domo de Lugo, con un espesor variable que en el mejor de los casos alcanza los 600 m de potencia.

El tramo inferior está constituido por pizarras grises y bancos de areniscas y siltitas de tonos blanquecinos, amarillentos o verdosos; las areniscas son más abundantes que en el tramo superior y están constituidas por clastos de cuarzo y feldespato de tamaño medio, subangulosos y heterogranulares; la matriz está formada por sericitita, clorita y moscovita. El metamorfismo transformó estas rocas en esquistos oscuros, con biotita y sin cloritoide, diferentes de los anteriores. Hay intercalados gneises anfibólicos, con anfibóles dispuestos en gavillas o en bandas, que están compuestos por cuarzo, plagioclasa, hornblenda, granate, epidota, biotita, esfena y apatito; estos gneises pueden provenir de areniscas con matriz carbonatada (Capdevila, 1969). También se pueden encontrar anfibolitas de grano fino, que derivan probablemente de rocas volcánicas básicas (Capdevila, op cit). La potencia mínima estimada es de 2.000 m (Martínez Catalán, 1985).

La edad atribuida a estos materiales corresponde al Vendiente superior (Martínez Parra et al., 1989; Palacios & Vidal, 1992).

4.2.- PALEOZOICO

La sucesión paleozoica se apoya discordantemente sobre los materiales precámbricos en ambos bordes de la ZAOL y corresponde a una potente sucesión de rocas principalmente siliciclasticas que se extienden desde el Cámbrico inferior hasta el Silúrico.

Esta sucesión presenta diferencias en los dos dominios en que se ha dividido la ZAOL (Dominio del Nava-Alto Sil y Dominio del Manto de Mondoñedo-Peñalba), ya que existen diferencias de uno a otro dominio en el espesor y litología de las distintas unidades estratigráficas establecidas, además de la ausencia de formaciones, como se puede observar en la figura 5.

Los materiales carboníferos (estefanienses) se disponen discordantemente sobre las rocas paleozoicas o sobre las precámbricas.

A continuación, se describen las diferentes unidades litoestratigráficas diferenciadas en el mapa de la ZAOL.

4.2.1.- Grupo Cándana (Precámbrico superior-Cámbrico inferior) (14)

En el Dominio del Navia-Alto Sil, el Grupo Candana, en conjunto, está constituido por microconglomerados y areniscas feldespáticas de grano grueso con tonos claros, con niveles intercalados de pizarras y limolitas de tonos verdosos. En algunas zonas, en la parte inferior de la serie, se localiza un nivel de dolomías de 15 a 30 m de espesor y, en ocasiones, existe un conglomerado basal de espesor variable (máx. 30 m) (Ruiz, 1971; Julivert et al., 1977). La parte superior del Grupo es preferentemente de cuarcitas y areniscas ordenadas en secuencia granocreciente, que en la zona nor-occidental del Dominio recibe el nombre de “Cuarcita del Gistral”. La parte superior del grupo pasa gradualmente hacia la formación superior a través de una serie constituida por pizarras, areniscas y algunas calizas. La potencia supera los 2.000 m y la secuencia se ha interpretado como la progradación de un sistema deltaico de alta energía sobre una plataforma somera de baja energía, con carbonatos de origen no determinable.

En el Dominio del Manto de Mondoñedo-Peñalba, el Grupo Candana permite hacer una división en varias unidades litoestratigráficas definidas como:

- Cuarcita inferior de Cándana (10): cuarcitas y pizarras con niveles lenticulares hacia la base. La potencia oscila entre 250 y 300 m.
- Pizarras de Candana (11): pizarras verdes y grises con frecuentes intercalaciones de areniscas y carbonatos. Los carbonatos son lenticulares, con potencias de hasta 70 m. La potencia de la unidad puede variar entre los 400 y 700 m.
- Cuarcita superior de Candana (12): alternancia de areniscas y cuarcitas en algún nivel lutítico. La potencia de la unidad varía entre los 200 y 300 m.
- Capas de tránsito (13): alternancia de pizarras verdes y areniscas rosadas, con intercalaciones de capas de calizas dolomíticas y calcoesquistos (13a). En la base, presencia de pizarras ampelíticas. El espesor es de unos 400 m.

4.2.2.- Formación Caliza de Vegadeo (Cámbrico inferior-medio) (15)

Por encima del Grupo Candana aflora en toda la ZAOL un horizonte carbonatado, con un espesor que oscila entre los 100 y 300 m, que contrasta con las unidades siliciclásticas dominantes en la zona: la Formación Calizas de Vegadeo, que presenta caracteres comunes en la mayor parte de la ZAOL, aunque en muchos parajes sus afloramientos son muy defectuosos, debido a la meteorización de los carbonatos, o incompletos por causas tectónicas.

La sucesión más completa de esta formación ha sido descrita por Méndez Bedia (en Pulgar et al., 1981) que la divide en tres miembros: un miembro inferior (50 m de espesor) formado por pizarras calcáreas, calizas marmóreas o nodulosas y niveles de areniscas, que culmina con 15 m de calizas marmóreas dolomitizadas; el miembro medio comienza con dolomías laminadas (25 m) con calizas grises, calizas dolomíticas alternando con pizarras y algún nivel de mármol blanco (el espesor es de unos 70 m); el miembro superior, de 20-25 m,

está constituido por mármoles blancos masivos; en algunas zonas el techo de la formación presenta niveles dolomíticos grises y amarillentos con calcoesquistos.

Los tramos carbonatados de esta formación aparecen muy recristalizados (provocado por el metamorfismo regional), lo que dificulta su reconocimiento sedimentológico. Otro dato a destacar es la presencia de sill de diabasa en la parte más baja de la serie.

4.2.3.- Formación Serie de Los Cabos (Cámbrico medio-Ordovícico inferior) (18)

Sobre las calizas de la Formación Calizas de Vegadeo se sitúa una potente serie detrítica cuyas características son diferentes en los dominios del Navia-Alto Sil y del Manto de Mondoñedo-Peñaiba. En el primero (dominio oriental) constituye una importante formación preferentemente detrítica, cuyo espesor se aproxima a 5.000 m en el sector oriental del mismo, disminuyendo a 2.500 m hacia el sector occidental. En el segundo dominio la serie se hace más pelítica, menos monótona, al tiempo que el espesor se reduce considerablemente (4.000 m al oeste y hasta 1.300 m al sur).

En el Dominio del Navia-Alto Sil esta formación corresponde, en líneas generales, a una alternancia de cuarcitas, areniscas, limolitas y pizarras. Los niveles culminantes están siempre constituidos por cuarcitas blancas en bancos gruesos, denominados “Capas superiores del Eo” o “Cuarcita Armoricana”.

En el Dominio del Manto de Mondoñedo-Peñaiba se han individualizado las siguientes unidades estratigráficas:

- Capas de Riotorto (16): pizarras verdes con intercalaciones de areniscas (200 m de potencia).
- Capas de Villamea (17): alternancia de pizarras y limolitas con areniscas (400 a 1.000 m de potencia).
- Capas del río Eo (19): cuarcitas, areniscas y pizarras a techo, bancos potentes de ortocuarcitas blancas (20) (potencia entre 200 y 300 m, aproximadamente).

El ambiente sedimentario de la Serie de Los Cabos se produciría en una plataforma marina somera de baja energía.

4.2.4.- Formación Pizarras de Luarca (Ordovícico medio) (21)

La Formación Pizarras de Luarca (Barrois, 1882) está constituida esencialmente por pizarras negras ricas en pirita. Está siempre presente en el Dominio del Navia-Alto Sil, pudiendo alcanzar los 1.200 m de potencia, mientras que en el Dominio del Manto de Mondoñedo-Peñaiba alcanza como máximo los 200 m, pudiendo llegar a faltar debido a la erosión presilúrica.

Esta formación, predominantemente lutítica, se dispone gradualmente sobre la Serie de Los Cabos. En su parte baja se limita a un intervalo de alternancias de areniscas, pizarras y limolitas (Capas de Transición), mientras el resto de la sucesión son pizarras gris-negras, ricas en pirita y homogéneas. Localmente presenta niveles de nódulos calcáreos y dolomías, niveles lenticulares de mineral de hierro oolítico (Villaodrid y Ponferrada) así como niveles volcánicos y vulcanodetríticos intercalados, de naturaleza básica y ultrabásica. Las Capas de Transición se interpretan como depósitos de ambiente marino somero, mientras el resto como característico de un medio euxínico. Regionalmente, su espesor real es difícil de

evaluar, debido a la falta de superficies de referencia, pudiendo desarrollar una potencia aparente superior a los 1.000 m.

En zonas de estudio de detalle para pizarras ornamentales, y dentro de la homogeneidad que presenta esta formación, se diferencia una serie basal de pizarras negras a las que se superponen pizarras silíceas grises, que suelen dar un resalte en la topografía (22) y que culminan con un tramo de pizarras grises claras con intercalaciones de limolitas y areniscas, más abundantes hacia el techo (23).

4.2.5.- Formación Agüeira (Ordovícico superior) (24)

Con el nombre de Formación Agüeira se ha designado a una potente unidad detrítica superpuesta a las Pizarras de Luarca en el Dominio del Navia-Alto Sil (Marcos, 1970), como se ve en la Figura 5.

Desde el punto de vista litológico corresponde a una formación arenoso-pelítica, en la que el tránsito en la base con las Pizarras de Luarca se hace de forma gradual y concordante sin encontrarse episodios sedimentarios que indiquen inestabilidad en el área de sedimentación. Su límite superior se encuentra bien definido por un grueso horizonte cuarcítico (Cuarcita de la Vega) cuyo tránsito se hace de forma gradual. En conjunto, el espesor total de la formación puede superar los 3.000 m.

La formación está compuesta por alternancias de pizarras y areniscas, en proporciones variables, desde pizarras con finas laminaciones de areniscas a intervalos de dominio areniscoso o bien tramos de pizarras negras semejantes a las de la Formación Pizarras de Luarca. En algunas localidades pueden diferenciarse en la base uno o dos niveles cuarcíticos, a veces de hasta 100 m de potencia, lateralmente discontinuos. Las areniscas tienen un elevado contenido en matriz arcillosa, predominando el cuarzo sobre los feldespatos.

Se interpreta como un depósito de ambiente litoral o de plataforma no muy profunda, existiendo, en su parte media, depósitos turbidíticos que corresponden a un abanico externo.

4.2.6.- Formación Cuarcitas de Vega (Ordovícico superior) (25)

Sobre la formación anterior y de modo gradual aparece, al sur del Dominio del Navia-Alto Sil, un tramo de predominio cuarcítico de potencia variable (hasta 200 m), denominado Cuarcitas de Vega.

Se trata de cuarcitas blancas en capas de 0,3 a 1 m de potencia con algunos niveles intercalados de pizarras y areniscas, que llegan a alcanzar un espesor total de 200 m. Las capas de cuarcita presentan laminación paralela y cruzada. El contacto superior de esta formación con las pizarras silúricas es neto. En este contacto puede haber restos de suelos ferralíticos, que sugieren una emersión previa al depósito de los materiales silúricos (Matas et al., 1978).

4.2.7.- Silúrico (26)

El Silúrico se sitúa a escala cartográfica de forma discordante sobre diferentes formaciones de la sucesión estratigráfica, y está constituido preferentemente por pizarras

negras grafitosas, deleznables y a veces con niveles de nódulos, líticas y algún nivel aislado de cuarcitas.

Dentro del Dominio del Navia-Alto Sil, los materiales silúricos pueden alcanzar un espesor de 700 m, en donde los niveles delgados de cuarcita predominan en la parte superior de la serie, en alternancia con las pizarras ampelíticas.

En el Dominio del Manto de Mondoñedo-Peñalba el Silúrico está formado por ampelitas y lutitas negras, y con abundantes graptolites en la base.

4.2.8.- Devónico (27)

Dentro de la ZAOL el Devónico está representado por afloramientos discontinuos de calizas tableadas con abundantes intercalaciones de pizarras margosas, que se sitúan encima de las ampelitas silúricas sin que exista una discordancia visible a escala de afloramiento. Tiene muy escasa representación y sólo aflora en el dominio del Manto Mondoñedo-Peñalva.

4.2.9.- Carbonífero (30)

En la ZAOL la sucesión estratigráfica paleozoica de la etapa sinorogénica del ciclo sedimentario Hercínico está representada en la ZAOL por los materiales estefanienses (Carbonífero superior). La sedimentación carbonífera se produce al mismo tiempo que el levantamiento de la Cordillera Hercínica, la cual se inicia en sus zonas más internas en el Devónico superior; de este evento apenas queda registro sedimentario en las zonas internas (ZCI-ZAOL) debido a la erosión, pero sí en las zonas más externas (ZC) porque se mantienen las condiciones preorogénicas.

Los materiales estefanienses se apoyan de forma discordante sobre el sustrato precámbrico y paleozoico, y aparecen en una serie de afloramientos aislados: "cuencas", en el sentido minero. En el ámbito de la ZAOL, los afloramientos estefanienses se localizan en las cuencas de Tineo, Cangas de Narcea, Carballo, Rengos, Ibias, Tormaleo, El Bierzo y la parte occidental de Villablino (Figura 6).

Las sucesiones litoestratigráficas presentes en estas cuencas son muy similares y se las considera como cuencas intermontañosas aisladas, generadas sobre zonas deformadas ya que fosilizan la principal estructura hercínica (cabalgamiento) y solamente están deformadas por los movimientos hercínicos más tardíos con un relleno de tipo continental en el que predominan la sedimentación aluvial y lacustre (Colmenero et al., 1996). Esta similitud entre los diferentes depósitos (cuencas) puede deberse a que formaran parte de cuencas de mayores dimensiones que han quedado reducidas por efecto de la estructuración alpina. Estas cuencas están casi siempre limitadas por fallas y afectadas en muchos casos por pliegues suaves cuyas trazas axiales son paralelas a las mismas.

El reajuste de dichas estructuras permite la subsidencia y la acumulación de sedimentos, a veces con depósitos de carbón. Aunque los depósitos estefanienses se encuentran fosilizando las superficies de cabalgamiento en algunos sectores, por ejemplo, la Cuenca de Tineo, el Cabalgamiento de La Espina ha sido reactivado y aparece cobijando materiales estefanienses.

En general, en las diferentes cuencas se distinguen tres intervalos mejor o peor desarrollados. El basal está formado a muro por brechas cuyos clastos son de la misma litología que la del sustrato. Se trata de depósitos lateralmente discontinuos con variaciones de espesor. A continuación (tramo medio) aparecen conglomerados masivos, cuarcíticos, redondeados, a veces de gran tamaño (28). Hacia el techo del tramo medio, los conglomerados alternan con pizarras y areniscas con alguna capa de carbón, dando paso al tercer intervalo, formado por una alternancia de pizarras y areniscas con capas de carbón (29).

Dentro de este esquema general existen algunas variaciones, como son la mayor o menor presencia que alcanzan los conglomerados en algunas cuencas o la presencia de diques y sills de rocas ígneas presentes en las cuencas del Bierzo y Villablino.

En la ZAOL solo se han reconocido estos tres intervalos en la Cuenca del Bierzo, Villablino y posiblemente Tormaleo. En las cuencas de Tineo, Rengos y Carballo sólo afloran, en principio, los dos intervalos inferiores, y en las cuencas de Ibias y Cangas de Narcea sólo aflora el basal.

Las sucesiones tienen un carácter cíclico, ocasionado posiblemente por causas alocíclicas, especialmente actividad tectónica. El carbón es un componente característico de dichos ciclos y su formación tuvo lugar en turberas desarrolladas en los diferentes ambientes aluviales.

El espesor de estas sucesiones estefanienses es muy variable, posiblemente dependiendo del grado de erosión sufrido. El máximo se sitúa en las cuencas del Bierzo (con casi 4.000 m) y Villablino (2.500-3.000 m), y el mínimo se encuentra en las cuencas de Ibias y Cangas, donde no superan los 200 m. En una posición intermedia se encuentran las cuencas de Tineo, con 700 m, y Rengos, del orden de 1.200 m.

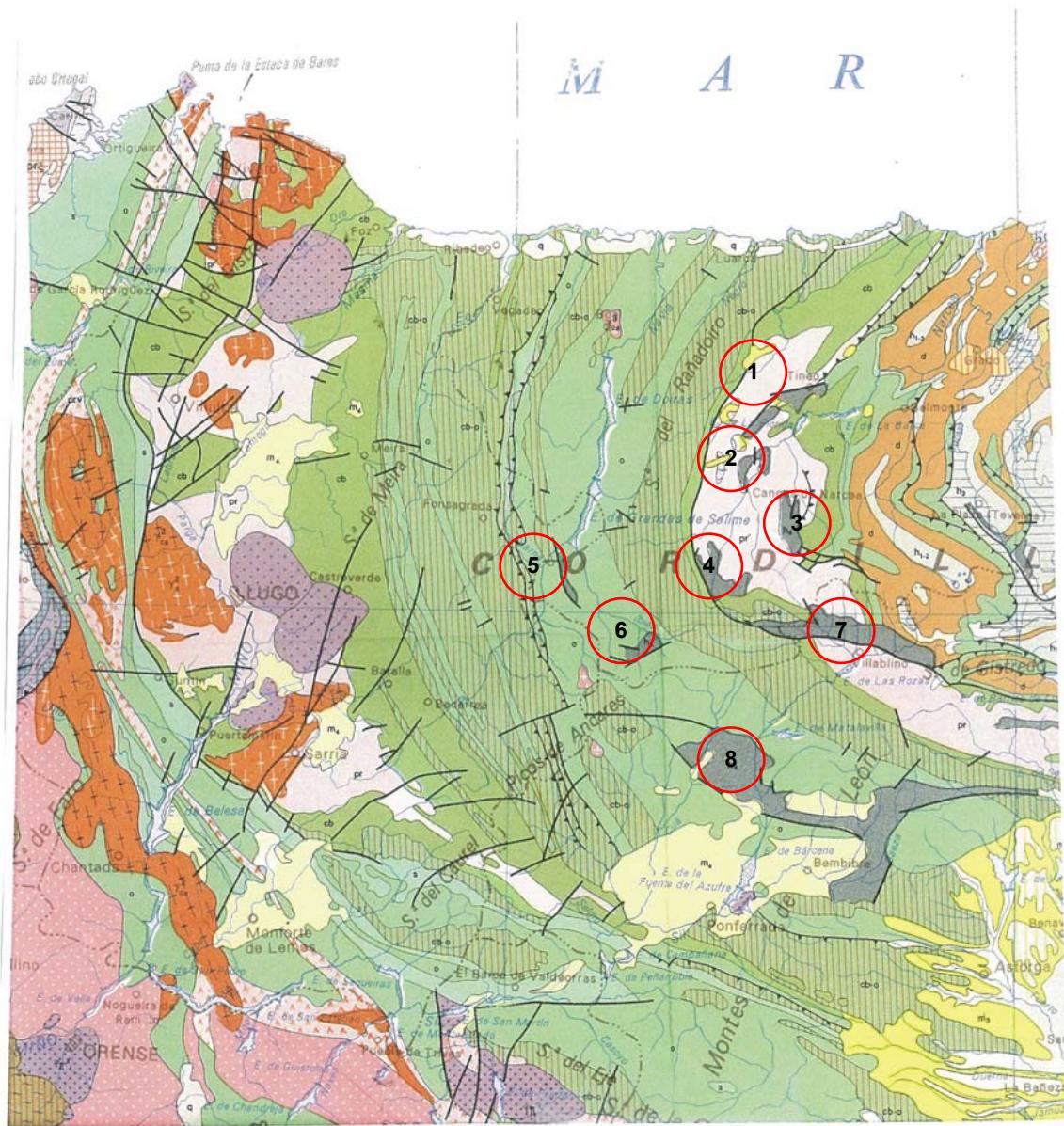


Figura 6.- Distribución de las cuencas estefanienas (discordantes sobre el sustrato) en la ZAOL, sobre el Mapa Geológico de España (IGME, 1982).

1. Cuenca de Tineo
2. Cuenca de Cangas de Narcea
3. Cuenca de Carballo
4. Cuenca de Rengos
5. Cuenca de Ibias
6. Cuenca de Tormaleo
7. Cuenca de Villablino
8. Cuenca de El Bierzo

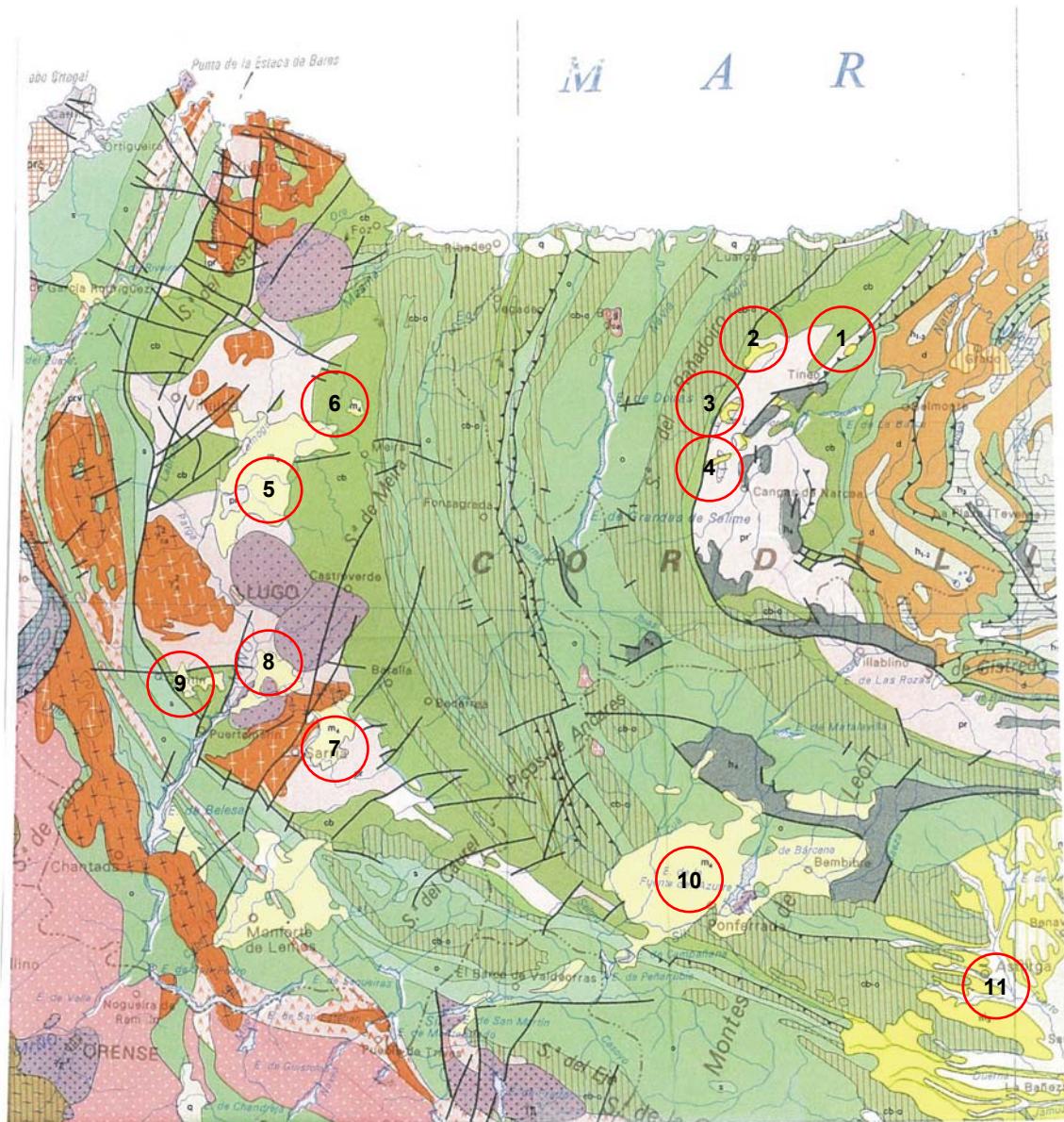


Figura 7.- Distribución de las áreas terciarias más representativas en la ZAOL, sobre el Mapa Geológico de España (IGME, 1982).

1. Cuenca de La Espina
2. Cuenca de Forcaya
3. Cuenca de Gera
4. Cuenca de Arganzúa
5. Cuenca de Terra Cha
6. Cuenca de Pastoriza
7. Cuenca de Sarria
8. Cuenca de Neria
9. Cuenca de Guntín
10. Cuenca de El Bierzo
11. Cuenca del Duero

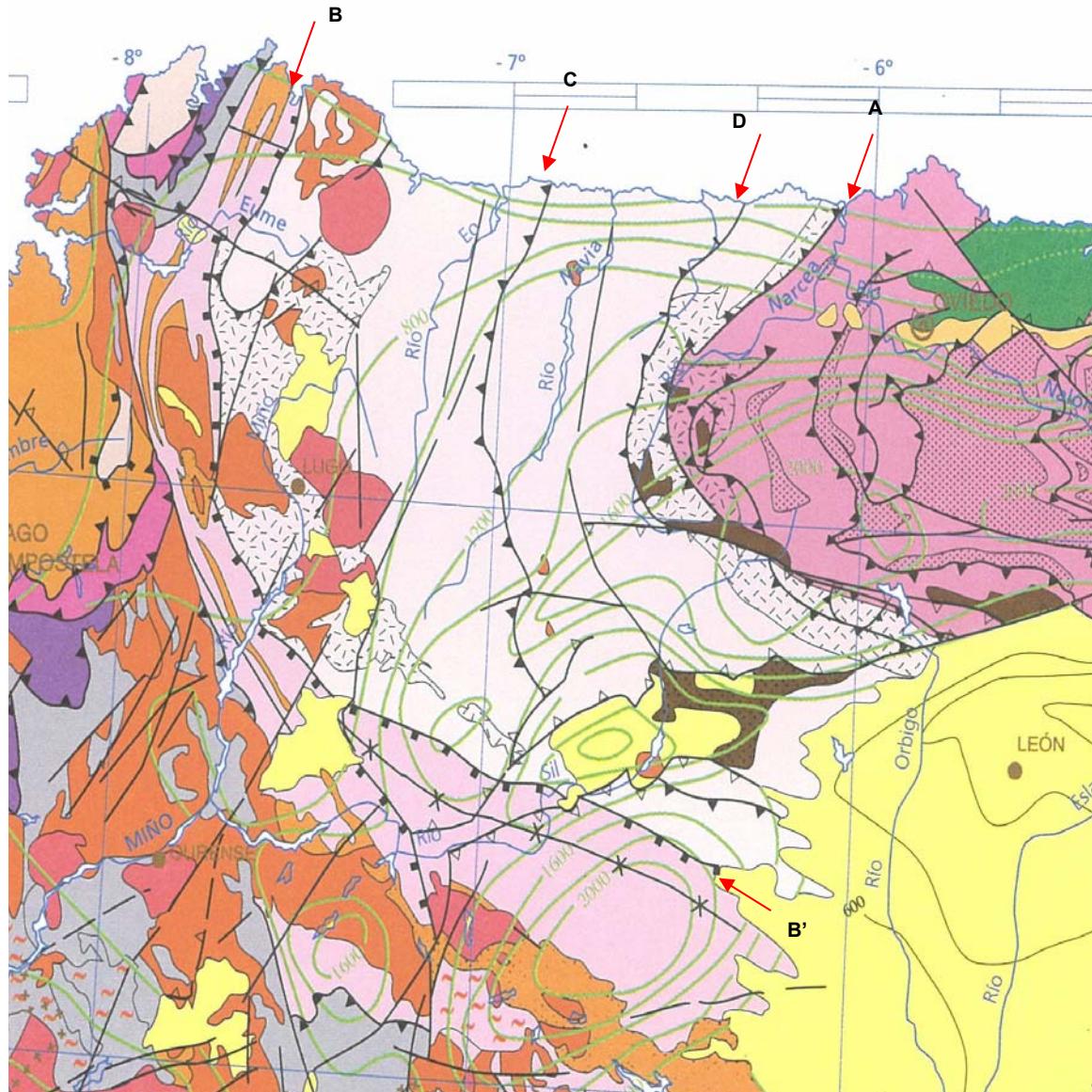


Figura 8.- Esquema estructural de la ZAOL, con la denominación de las siguientes estructuras, sobre el Mapa Tectónico de España. Vera, J.A. (editor). 2004.

- A. Cabalgamiento de la Espina o del Narcea que marca el límite con la Zona Cantábrica (ZC)
- B-B'. Falla de Vivero-Morredero. Separa la ZAOL, de la Zona Centroibérica (ZCI)
- C. Cabalgamiento basal del Manto de Mondoñedo, en la parte media de la ZAOL, que permite separarla en dos Dominios: Navia- Alto Sil al Oriente y Mondoñedo-Peñalba al Occidente
- D. Falla de Allande

4.3.- CRETÁCICO

Representa a los únicos sedimentos mesozoicos existentes de la ZAOL.

4.3.1.- Formación Voznuevo (Albiense-Cenomaniano) (31)

Aflora en dos pequeñas franjas alargadas situadas en el borde suroriental de la ZAOL, constituidas por materiales detriticos discordantes sobre los materiales precámbricos y paleozoicos del sustrato.

Su litología consiste fundamentalmente en arenas y gravas no consolidadas de tonos claros, constituidas principalmente por granos de cuarzo y cuarcita, con una matriz arcillosa con predominio de la caolinita y con niveles de arcillas arenosas de tonos naranjas y amarillentos. Algunos autores (Leyva et al., 1985) consideran a estos materiales asimilables a la Formación Utrillas.

4.4.- TERCARIO (32, 32a, 33)

Los sedimentos del Terciario se componen en general de materiales terrígenos de origen continental, con potencias variables, desde algunos metros hasta varios centenares, como en El Bierzo, y aparecen directamente sobre el sustrato rocoso con una fuerte discordancia angular. Afloran en tres zonas bien diferenciadas (Figura 7):

- en el borde nororiental de la ZAOL afloran materiales de forma discontinua, que ocupan zonas elevadas en el relieve y aparecen en relación con la reactivación alpina del Cabalgamiento de Tineo, como es el caso del Terciario de La Espina, y de la Falla de Allande, y de los afloramientos de Forcaya, Arganzúa y Gera. (Figura 8).

- en el borde occidental de la ZAOL aparecen, de norte a sur, una serie de manchas terciarias que corresponden a las cuencas de Villalba, Pastoriza, Neira y Sarria.

- por último, en la zona meridional de la ZAOL, sin una correlación directa con los anteriores materiales, el levantamiento de la Cordillera Cantábrica, durante el Mioceno, dió lugar en su borde sur a la formación de una cuenca de antepaís (cuencas del Duero y Bierzo) que comenzó a rellenarse con sedimentos procedentes del Macizo Hercínico. A partir del Mioceno medio-superior, con el levantamiento de los Montes de León, en la parte occidental de la Cuenca del Duero se produjo la individualización de la Cuenca de El Bierzo. A partir de este momento la evolución se realiza de forma diferente en ambas cuencas.

A continuación, se expone una descripción individualizada de las diferentes cuencas terciarias más representativas presentes en la ZAOL:

4.4.1.- Borde occidental de la Cuenca del Duero (Mioceno medio-superior)

En este trabajo solo se describirá el borde occidental, limítrofe con la ZAOL, en el que se pueden diferenciar dos grandes grupos de facies: unas facies proximales, constituidas por sistemas de abanicos aluviales y fluviales, y unas facies centrales donde se han desarrollado margas y calizas

Se pueden diferenciar tres grandes grupos o sistemas: sistemas no confinados, que tienen una geometría de abanicos aluviales, sistemas confinados o aluviales, con distribución determinada por los paleovalles, y sistemas semiconfinados, controlados parcialmente por el sustrato.

En los sistemas no confinados coexisten los que tienen una génesis de flujo en masa y los de procedencia acuosa. Proceden del NO, y han recibido los nombres de Veguellina de Cepeda, Ferreras y Benavides. Están compuestos por arcillas, arenas y conglomerados con clastos de pizarra, cuarcita y quiamolita, siendo los minerales pesados andalucita y turmalina. La potencia oscila entre los 60 m (Veguellina) y los 150 m (Benavides).

Los sistemas confinados tienen una distribución desde facies marginales a facies centrales. En gran parte de su historia han estado controlados por paleovalles. Han recibido los nombres de Villagatón, Vanidades, Brazuelo, Castrillo de los Polvazares, Val de San Lorenzo, etc. Litológicamente son series rojas, con la excepción de la parte alta del sistema de Vanidades, que es amarillenta. Predominan los ortoconglomerados y arcillas, mientras que las arenas sólo son frecuentes en el sistema de Val de San Lorenzo. En los conglomerados predominan los clastos de cuarcita sobre los de pizarra y cuarzo. La asociación de minerales pesados es variada con biotita, turmalina, etc., proveniente de las rocas metamórficas de la ZAOL (Suárez et al., 1994).

4.4.2.- Cuenca terciaria de El Bierzo

Situada en el sector occidental de la provincia de León, abarca una superficie aproximada de 640 km²). Su topografía es típica de depresión intramontañosa, alimentada desde sus bordes septentrional y meridional.

Los sedimentos terciarios presentan un carácter continental. Se trata fundamentalmente de materiales detríticos, separables a grandes rasgos en dos conjuntos:

- Inferior (Formación Toral), de marcado carácter fluvial, depositado previamente a la individualización de las cuencas (etapa sinorogénica).
- Superior (formaciones Santalla, Las Médulas y Arenas de Noceda), relacionadas con el relleno de la cuenca, una vez adquirida la forma que observamos actualmente.

Este proceso de formación de la cuenca presenta un claro control estructural, en donde dos familias de fracturas de orientaciones NNE-SSO y E-O son las responsables de la formación de la cuenca en forma de graben. Las primeras están relacionadas con fracturas tardihercínicas y son de plano vertical, mientras que las segundas se generarían durante la apertura de la cuenca (Mioceno medio-superior), una vez depositado el conjunto inferior (Formación Toral) y originando la formación de dos subcuenca, la de Ponferrada-Villafranca de El Bierzo y la de Bembibre, situadas al oeste y este, respectivamente. Al Norte, en el denominado Alto Bierzo se aprecia la presencia de retazos terciarios colgados y mal individualizados, entre los que sobresale el de Noceda y que han sido desgajados de la propia Cuenca del Bierzo por la orogénesis alpina.

En el conjunto de la cuenca se pueden diferenciar las siguientes formaciones:

4.4.2.1.- Formación Toral

Es la base de la sucesión paleógena en la Cuenca de El Bierzo, se sitúa discordante sobre el Paleozoico y su contacto en el borde de cuenca suele ser por medio de fracturas. Está constituida por areniscas, como litología dominante, lutitas, con concreciones carbonatadas que no llegan a formar capas continuas, y conglomerados, en menor proporción. Se pueden diferenciar en ellas los miembros Toral y Paradaseca-Los Infiernos.

El miembro Toral está formado por conglomerados de predominio cuarcítico y, en menor proporción, granítico, los cuales pasan a areniscas feldespáticas canalizadas o tabulares. Los canales discurren por una llanura de inundación con lutitas. Los niveles y las concreciones carbonatadas corresponden a calizas y suelos calcimorfos de zonas palustres. La composición petrográfica indica una mezcla de rocas sedimentarias, de bajo grado

metamórfico, que rodean a El Bierzo con otras rocas graníticas o muy metamorfizadas. Las paleocorrientes indican una procedencia desde el Oeste.

El miembro Paradaseca-Los Infiernos se restringe al Norte de Villafranca y al afloramiento de Paradaseca-Valle de Finolledo. Está constituido por conglomerados ricos en matriz arenosa y areniscas, que carecen de feldespatos. Su formación sugiere un depósito a partir de corrientes fluvitorrentiales cargadas de sedimentos, y su procedencia son abanicos aluviales enraizados en Los Ancares.

En su conjunto la formación se ha interpretado como depositada en un área deprimida en donde entraba un sistema fluvial (de oeste a este) con cabecera en zonas graníticas y metamórficas de Galicia, y un sistema de abanicos aluviales en régimen torrencial procedentes del norte. En el interior de la depresión estarían las zonas lacustres donde se depositarían los niveles carbonatados (Suárez et al., 1994).

4.4.2.2.- Formación Santalla

Se presenta de forma discordante sobre la Formación Toral. Tiene tonos grises a gris-rojizo claro y en ella las facies proximales están constituidas por conglomerados con escasa matriz y clastos imbricados. Las facies distales están formadas por conglomerados y alternancias de areniscas y lutitas, las cuales presentan una ligera rubefacción. Estos depósitos corresponden a una llanura de inundación (lutitas) recorrida por canales con gravas y arenas. En la llanura de inundación son frecuentes las señales de pedogénesis que se revelan por los horizontes enrojecidos o por la existencia de concreciones carbonatadas.

4.4.2.3.- Formación Las Médulas

Su contacto con la Formación Santalla es gradual. Los afloramientos tienen un color característico de naranja a rojo y se localizan en los bordes septentrional y meridional de la cuenca, estando compuestos por conglomerados, heterométricos y brechoides, con intercalaciones de areniscas limosas y ocasionalmente arcillas. Corresponden a abanicos aluviales potentes que se habrían formado bajo un clima relativamente seco. La mayor tasa de liberación de hierro indica una alteración más activa (erosión menos rápida).

4.4.2.4.- Formación Arenas de Noceda

Está formada por areniscas gruesas, rosadas, que derivan de los materiales estefanienses situados al norte. Localmente dominan los depósitos lutíticos con yeso secundario que proviene de los sulfuros presentes en las rocas estefanienses (Suárez et al., 1994).

El espesor del conjunto de sedimentos terciarios no es conocido con precisión, pero dado que en la cuenca son observables más de 550 m de serie, y que sondeos realizados de algo más de 500 m no han cortado el basamento paleozoico, hace pensar que su potencia debe de estar próxima a los 700 m.

4.4.3.- Cuencas terciarias del sector nororiental de la ZAOL

Los depósitos terciarios y los más representativos situados próximos al borde nororiental de la ZAOL (La Espina, Forcaya, Arganzúa y Gera) aparecen colgados y en retazos aislados entre sí como consecuencia de la erosión de la actual red hidrográfica. Estos

materiales ocupan una antigua superficie, lo que podría indicar que representan restos de una sola unidad posteriormente desnivelada por fallas.

Estos sedimentos tienen un carácter tectosedimentario, puesto que su frente de arranque está asociado a la reactivación de estructuras hercínicas a lo largo de la Orogenia Alpina que se comportan como bordes activos en donde se enraízan los depósitos existentes, en gran parte de naturaleza aluvial y en algunos casos colmatados por sedimentos tipo fluvial.

4.4.3.1.- Cuenca de La Espina

La Cuenca de La Espina se asienta sobre un importante accidente tectónico, el cabalgamiento de La Espina, que como ya se ha dicho separa la ZAOL y la ZC. Es de forma alargada, siguiendo las directrices estructurales del zócalo, de aproximadamente 25 km² de superficie, y en la actualidad constituye una depresión debido a la mayor erosionabilidad de los materiales blandos terciarios respecto a los materiales rocosos que la rodean.

Baltuille et al. (1984), dentro de un proyecto de investigación de cuencas lignítferas en el borde occidental de la ZAOL, establecieron el espesor de la cuenca en unos 200 m así com una monotonía litológica entre las columnas litoestratigráficas levantadas.

Los sedimentos están constituidos, en su parte basal, por unos 40 m de conglomerados masivos poco evolucionados, de cantos silíceos y niveles de arenas; le sigue un tramo medio de cuerpos conglomeráticos, con niveles de arenas y limo con arcillas rojas (de unos 30 m de espesor); donde los cantos empiezan a presentar un predominio de las pizarras sobre las cuarcitas. Por último a techo aparece un tramo de más de 100 m de espesor en el que predominan los materiales finos (arcillas y limos), de tonos rojos y verdes, con carbonatos (calcimorfos) puntuales y con intercalaciones bastante espaciadas de cuerpos conglomeráticos de poco espesor, con cantos planares pizarrosos.

4.4.3.2.- Cuencas de Forcayao, Arganzúa y Gera

El resto de los retazos terciarios citados en esta zona, Forcayao, Arganzúa y Gera, se han considerado como una sola unidad, dado que han sido generados por el mismo proceso genético. En conjunto, los materiales presentes en los citados depósitos son conglomerados, arenas arcillosas y arcillas, con una distribución espacial característica con mayor abundancia de facies gruesas hacia el oeste. La potencia de estos depósitos terciarios no debe superar los 150 m.

En una serie tipo, de muro a techo, se describen:

- bloques y cantos angulosos, fundamentalmente cuarcíticos, con matriz arenosa con algo de arcilla-limosa.
- niveles conglomeráticos con intercalaciones de arenas con escasa continuidad lateral.
- arenas algo arcillosas, limos arenosos y, en algunos casos, con niveles de arcillas con contenido variable de arenas de tonalidades claras, con algún clasto tamaño gravilla disperso.

4.4.4.- Cuencas terciarias del sector occidental de la ZAOL

En este sector se sitúan, de norte a sur, las siguientes cuencas: Pastoriza, Villalba (Terra Cha), Neira y Sarria, localizadas en el límite oriental de las Llanuras gallegas. Estas cuencas no son retazos de una cuenca de mayores dimensiones, sino que son cuencas individuales independientes unas de otras (Olmo Sanz, 1985).

La apertura de estas cuencas se produce fundamentalmente por el juego de fracturas NO-SE, rellenándose, a partir de sus bordes, mediante abanicos aluviales, y se colmatan por procesos de llanura de inundación lacustre con un contenido relativo en carbonatos. Los materiales están formados por conglomerados, arenas y arcillas rojas y verdes y muy frecuentemente con enriquecimiento de carbonatos. Los sedimentos alcanzan espesores medios superiores a los 100 m.

4.4.4.1.- Cuenca de Pastoriza

Esta cuenca es un retazo terciario de pequeña extensión y limitado espesor (no superior a los 30 m), basculado hacia el sur y colmatado por depósitos caóticos que le dan aspecto morfológico de “glacis”.

Los sedimentos terciarios están constituidos por niveles de gravas bien rodadas, con matriz arcillo-arenosa rica en caolinita, arcillas blancas con gravilla y arenas dispersas en lentejones. La edad atribuida sería Mioceno medio-superior (Brell, 1972).

4.4.4.2.- Cuenca de Villalba

Está ubicada en una región conocida como “Terra Cha” (la tierra llana, en gallego), con una extensión considerable, próxima a los 660 km², que se presenta actualmente como una gran llanura. A grandes rasgos, la cuenca es de origen tectónico y se produce por el juego de antiguas fallas de desgarre de dirección NE-SO como fallas normales. Las fosas tectónicas así originadas se llenaron con depósitos terciarios y cuaternarios (nivel conglomerático tipo raña), aunque no se observa ninguna relación neta entre el origen de la cuenca y fenómenos estructurales (Martín Serrano, 1989).

Los sedimentos terciarios vienen representados por un conjunto de materiales detríticos finos, con unos tramos más arcillosos y otros más arenosos. Las arcillas presentan tonalidades verdosas y rojizas (montmorilloníticas e illíticas preferentemente) con carbonatos puntuales. Las arenas son de grano medio a grueso y coloración ocre-verdosa, están poco rodadas y presentan cuarzo como mineral principal. Con estas características estos depósitos parecen estar asociados a un ámbito de deposición tipo lacustre.

Separados por una cicatriz erosiva, se encuentran depósitos detríticos del Pleistoceno constituidos por gravas y cantos de cuarzo y cuarcita, empastados de una matriz arcillo-limosa de tonos ocres-rojizos, de 1,80 m de potencia estimada.

Aunque con la información de que se dispone es muy difícil dar un valor exacto del espesor general de la cuenca, dada su compartimentación, parece probable que se mueva en valores próximos a los 100 m, dato aportado por un sondeo mecánico realizado por el IGME. La edad atribuida es Mioceno medio-superior (Brell, 1972).

4.4.4.3.- Cuenca de Neira

Situada al sur de la ciudad de Lugo, de unos 150 km² de extensión, con un claro control estructural a favor de fracturas de dirección N40ºE, está compuesta por sedimentos preferentemente de carácter detrítico, con una potencia estimada de 40 m.

Los depósitos de la cuenca están constituidos por arenas y arcillas verdosas, con predominio arenoso y niveles lenticulares de gravas. Por encima aparecen depósitos tipo "raña" con arenas, gravas con cantos subredondeados de cuarcita y arcillas ocres, con una potencia aproximada de 2,5 m para los depósitos del Pleistoceno. La edad atribuida es Mioceno-Plioceno.

4.4.4.4.- Cuenca de Sarria

Situada al suroeste de la ZAOL, de unos 165 km² de extensión, la cuenca se sitúa en una destacada depresión morfológica de origen tectónico y rellenada por materiales detríticos continentales y carbonatos lacustres.

La Cuenca de Sarria se encuentra limitada tanto al norte como al sur por fallas de dirección NE-SO. Estas fallas, además, son las que controlan la morfología del sustrato de la cuenca, en una serie de bloques hundidos y basculados, y llegan a afectar a los depósitos terciarios más modernos de la misma.

Los sedimentos de la cuenca se pueden dividir en tres conjuntos, que, de muro a techo, son:

- arcillas y margas arcillosas.
- margas y arcillas verde-rojizas, con pasadas de calizas margosas, con espesores métricos.
- arenas y gravas con pasadas de arcillas, en contacto brusco con el conjunto inferior, con coloración verdosa ocre-rojiza.
- a techo, en contacto erosivo y de forma puntual, aparecen depósitos detríticos tipo raña.

La cuenca tiene un espesor de sedimentos de unos 200 m y, aunque no se han encontrado fósiles para determinar su edad, los diferentes autores que la han estudiado, dan edades entre Mioceno inferior-Oligoceno para el conjunto inferior y Mioceno inferior a Mioceno superior-Plioceno, para el conjunto superior.

4.4.5.- La "Raña" (Plioceno-Pleistoceno) (34)

Se denomina "raña" a un tipo de depósitos de conglomerados cuarcíticos que constituyen la culminación de los piedemontes que bordean las zonas montañosas y, como ya se ha dicho, colmatan las cuencas terciarias. Son mantos muy aplanados, de escaso espesor, entre 1 y 30 m pero casi siempre inferiores a los 10 m.

Los materiales son ortoconglomerados de clastos silíceos (entre grava y bloque), bastante redondeados, y arenas de carácter fluvial con una matriz de tonos amarillentos o

rojizos que está constituida por arena bastante arcillosa con clastos silíceos de pequeño tamaño y limos. Es caracaterístico observar cantos caolinizados o arenizados, intenso lavado así como películas y costras de óxidos de hierro y manganeso que llegan a cementar los clastos.

Para algunos autores éste sería el último estadio de relleno de la cuenca terciaria (colmatación), y para otros el primer depósito del sistema actual. La “raña” se sitúa, de modo convencional, en el tránsito Neógeno-Cuaternario.

4.5.- CUATERNARIO

Los materiales de esta edad se pueden agrupar en tres categorías: depósitos sobre la rasa costera, depósitos asociados a cuencas hidrográficas y a medios fluviales y depósitos en ambiente marino.

4.5.1.- Depósitos de La “Rasa” (41)

La “rasa” constituye una superficie plana, existente entre la línea de costa y los primeros relieves, que se extiende hasta el frente de los acantilados y que abarca desde Burela (Lugo), en el occidente, hasta el borde oriental de la ZAOL. Su anchura es variable, correspondiendo los estrechamientos a la presencia de cuarcitas y los ensanchamientos a las desembocaduras de los ríos, variando desde un máximo de 5 km a un mínimo de 0,5 km.

Estas superficies, que pueden presentar una suave inclinación hacia la costa (próxima a 1º), y que han sido interpretadas como antiguas superficies marinas de abrasión, se encuentran cubiertas por diversos tipos de depósitos, los más representativos de los cuales corresponden a sedimentos propiamente marinos constituidos por cantos, gravas y arenas; tienen un espesor variable con un máximo de unos 5 m, ordenándose en secuencias granodecrescentes con bases erosivas e irregulares.

Localmente existen depósitos de “pie de monte” recubriendo los materiales marinos o en mezcla con ellos; se trata de masas no estructuradas de cantos angulosos y bloques embebidos de una matriz arenosa. Además, existen depósitos arcillosos, procedentes de la alteración de pequeños cantos de pizarra.

4.5.2.- Depósitos asociados a cuencas hidrográficas y medios fluviales

Estos sedimentos corresponden todos ellos a medios continentales, entre los que cabrían destacar las terrazas fluviales, las llanuras de inundación y los fondos de valle, abanicos y conos, depósitos de ladera (coluviones) y depósitos glaciares.

4.5.2.1.- Llanuras de inundación y fondos de valle (35)

Las llanuras de inundación son en general poco potentes, pero pueden ser muy extensas. Están constituidas por gravas no consolidadas, de composición cuarcítica y matriz arenolimosa. Los fondos de valle son las partes más bajas de los ríos.

4.5.2.2.- Terrazas fluviales (36)

Las terrazas fluviales son frecuentes en ambas márgenes de los cursos medio y bajo de los ríos que drenan las rocas paleozoicas de la ZAOL; en ellas predominan los cantos, gravas y arenas en secuencias granodecrescentes.

En el borde occidental de la Cuenca del Duero, se diferencian cuatro horizontes principales: terraza inferior, terraza medio-inferior, terraza medio-superior y terraza superior. En la Cuenca de El Bierzo se agrupan terrazas altas y bajas; en ocasiones, las terrazas más altas se identifican con las plataformas aluviales de la etapa final del Neógeno, debido a la dificultad de separarlas. Todas ellas están constituidas por depósitos de gravas de gran tamaño y arenas, con una composición principalmente cuarcítica. La potencia oscila entre los 2 y los 5 m, y muy ocasionalmente pueden alcanzar los 10 m.

4.5.2.3.- Abanicos y conos (37)

Se trata de depósitos con formas cónicas y planta semicircular producidos a partir de corrientes fluviales de alta energía (torrentes) al descargar y expandirse los materiales en una zona más o menos plana. Los conos son formas más pequeñas y de mayor pendiente.

4.5.2.4.- Depósitos glaciares (38)

Los más frecuentes son las morrenas laterales y frontales, formadas por material grueso, bloques y cantos en una matriz de arenas y gravas de tonos grisáceos y/o parduzcos.

4.5.2.5.- Coluviones (39)

Estos materiales corresponden a depósitos gravitacionales, originados por efecto de la gravedad o de los arroyos asociados a la evolución de las laderas. En general son importantes por su extensión los ubicados en los relieves de las cuarcitas y areniscas cambro-ordovícicas.

4.5.3.- Depósitos en ambiente marino (40)

Corresponden a los depósitos asociados a la dinámica marina, distinguiéndose tres tipos: dunas costeras, playas y depósitos de estuarios, con predominio de diferentes tipos de arenas para los dos primeros y de sedimentos limo-arcillosos (fango) para el tercer tipo.

5.- TECTÓNICA

Las zonas aflorantes en la ZAOL pueden ser agrupadas en varios conjuntos, separados por discordancias angulares que marcan la geología regional. Estas discordancias se sitúan separando los materiales precámbrios y paleozoicos, los materiales estefanienses con su sustrato, y lo mismo le sucede a los materiales terciarios. Estas relaciones son el resultado de tres grandes eventos de deformación: la deformación Precámbrica, la orogénesis Hercínica o Varisca y la orogénesis Alpina.

5.1.- LA DEFORMACIÓN PRECÁMBRICA

Como ya se ha dicho, la sucesión cámbrica se apoya discordante sobre los materiales precámbrios, lo que prueba la existencia de una deformación precámbrica que debió de tener lugar en el límite Cámbrico-Precámbrico.

Los autores que han trabajado en el Antiforme del Narcea y en el Domo de Lugo consideran que la deformación precámbrica se reduce al desarrollo de pliegues de amplio radio de curvatura que no están acompañados por clivajes ni metamorfismo (Gutiérrez Alonso, 2004).

5.2.- OROGÉNESIS HERCÍNICA O VARISCA

Las estructuras de la ZAOL son consecuencia, en gran parte, del desarrollo de la Orogénesis Hercínica, que tuvo lugar en tiempos carboníferos. En las rocas paleozoicas se desarrollan estructuras tanto a escala cartográfica, cabalgamientos y pliegues, como a escala de afloramiento, foliaciones y pliegues menores.

Las estructuras más importantes desarrolladas durante dicha orogenia se encuentran fosilizadas por los materiales estefanienses, y, aunque éstos se encuentran también deformados, se considera que dicha orogénesis termina durante el final del Carbonífero.

La Zona Asturoccidental-leonesa se ha dividido en dos dominios (Figura 8) con características geológicas diferentes. Ambos están separados por el cabalgamiento basal del Manto de Mondoñedo. Las características estructurales de las dos unidades difieren significativamente; así, el Dominio del Manto de Mondoñedo-Peñalba está constituido por un conjunto de pliegues acostados isoclinales o apretados, mientras que en el Dominio del Navia-Alto Sil los pliegues presentan un tamaño menor y no son acostados. La deformación hercínica en la ZAOL es de tipo polifásica, y consta de tres tipos de fases de deformación superpuestas (Marcos, 1973), que se describen a continuación.

5.2.1.- Primera fase de deformación (D₁)

Las estructuras generadas durante esta fase muestran una distribución generalizada en toda la ZAOL. Las estructuras mayores son pliegues con flancos de magnitud kilométrica, asimétricos, acostados o tumbados, constantemente vergentes al E, con el flanco inverso conservado. Los pliegues mayores son más abundantes en el Dominio del Manto de Mondoñedo-Peñalba presentando mayor magnitud y grado de apretamiento. En el Dominio

del Navia-Alto Sil los pliegues tienen menor magnitud, son más abiertos y poseen un carácter asimétrico más acusado.

Sus trazas axiales dibujan el Arco Astúrico, luego pasan de direcciones N-S, en la parte norte, a direcciones próximas E-O, en la parte sureste. A escala meso y microscópica se producen pliegues similares a los pliegues mayores. Asociados a los pliegues se desarrolla en toda la ZAOL una esquistosidad (foliación tectónica muy penetrativa de plano axial) visible tanto a escala de afloramiento como microscópica (S_1).

Los pliegues menores permiten caracterizar mejor el estilo de las grandes estructuras, ya que no suelen estar afectados por deformaciones posteriores. Estos pliegues son cilíndricos o isoclinales en algunos casos, y la mayor parte de las veces asimétricos, mostrando una vergencia con las grandes estructuras.

Asociadas a esta fase (D_1) se encuentran otras estructuras como es la lineación de intersección $S_0/S_1 = L_1$ que suele ser paralela a los ejes de los pliegues. Respecto a las pizarras industriales, la fase D_1 es la más importante puesto que es la que produce los planos de fisibilidad (S_1) de las pizarras. Estos planos serán tanto mejores cuanto más desarrollada esté S_1 y cuanto menor sea el ángulo S_0/S_1 , es decir, en los flancos de los pliegues más apretados.

5.2.2.- Segunda fase de deformación (D_2)

En el transcurso de esta fase se originan cabalgamientos a los que se asocian en ocasiones estrechas zonas de cizalla dúctil (rocas de falla) en las que se desarrolla una nueva foliación S_2 (esquistosidad de crenulación) y pliegues a escala de afloramiento (preferentemente pliegues asimétricos).

En muchos casos estos cabalgamientos tienden a situarse en el flanco inverso de los pliegues originados durante la primera fase de deformación. Sin embargo, a veces los cabalgamientos siguen determinados horizontes estratigráficos durante largas distancias, tal es el caso de la Caliza de Vegadeo, o se sitúan a techo de los materiales de la Serie de Los Cabos. Los cabalgamientos tienen una traza homoaxial con la primera fase (D_1) y en la mayor parte de su trazado se mantienen paralelos a la estratificación (S_0).

Los cabalgamientos más importantes separan unidades de rocas con marcadas diferencias paleogeográficas, lo que permite suponer que su desplazamiento es del orden de decenas de kilómetros. Tal sucede con el cabalgamiento basal del Manto de Mondoñedo, que separa los dos dominios de la ZAOL (Figura 8), cuya traza puede seguirse durante más de 150 km, de la costa Cantábrica (E de Tapia) hasta el E de Ponferrada, donde desaparece bajo los materiales cenozoicos, y con el cabalgamiento de La Espina, que superpone las rocas de la ZAOL sobre la ZC, donde existe una ancha zona de cizalla dúctil que supera los 2 km, y en la que se desarrolla una gran variedad de estructuras (clivajes de crenulación, bandeados tectónicos, etc.) (Gutiérrez Alonso, G., 1992).

Las meso y microestructuras asociadas a la deformación D_2 no están generalizadas como las de D_1 , sino que se concentran en estrechos corredores, desde unos metros a 2 km (bandas de cizalla), y se sitúan en las proximidades de los cabalgamientos.

Dentro de estas bandas las estructuras más destacadas son los pliegues de pequeño tamaño, de centimétrico a métrico, asimétricos y con planos axiales horizontales.

Las charnelas son curvas, y el ángulo entre los flancos varía entre 10 y 30º (Bastida y Pulgar, 1978).

Estos pliegues llevan asociada una esquistosidad de crenulación de plano axial S_2 . La esquistosidad S_2 se encuentra en las mismas bandas de cizalla en que aparecen los pliegues y, al igual que ellos, no tiene una distribución uniforme, sino que se localiza en bandas a su vez más estrechas, separadas por otras en las que sólo se observa la S_1 .

La lineación L_2 está definida por la intersección entre la esquistosidad S_2 y la estratificación S_0 o la esquistosidad S_1 , siendo ambas subparalelas a las charnelas de los pliegues y mostrando con frecuencia una disposición curvada.

5.2.3.- Tercera fase de deformación (D_3)

Después del desarrollo de las dos primeras fases de deformación tiene lugar un replegamiento general de la zona (D_3), formándose pliegues de todos los órdenes de dimensión a los que localmente se asocia un clivaje de crenulación vertical (S_3) y de plano axial subvertical y aproximadamente homoaxiales con los de la primera fase (D_1). Las estructuras mayores (pliegues D_3) solo se observan a escala cartográfica, pues modifican la geometría original de los pliegues (D_1) y de los cabalgamientos antes formados.

En el Dominio del Manto de Mondoñedo-Peñalba hay macroestructuras de primer orden como el Antiforme del Domo de Lugo y el Siforme de Bretoña, que pueden alcanzar 56 km de longitud de onda y 6 km de amplitud; también hay pliegues de orden menor en el Sector Meira-Castrovede y en el flanco oriental del antiforme citado (Martínez Catalán, 1985). En el Dominio del Navia-Alto Sil hay también una gran macroestructura de primer orden, que es el Antiforme del Narcea, que sirve de divisoria entre la ZAOL y la ZC, y merecen citarse algunas estructuras de orden menor como la alineación de pliegues sinformales de Puerto de Vega-Ibias-Vega de Espinareda y también el Antiforme de Manzanal del Puerto, que se atenúa en la mitad septentrional de la ZAOL.

Los pliegues menores, observados a escala de afloramiento (pliegues D_3), poseen ejes subhorizontales, superficies axiales subverticales y una geometría muy variable, condicionada por la litología. Así, en rocas competentes se desarrollan pliegues suaves de longitud de orden métrica y perfiles redondeados, mientras que en rocas pizarrosas sus formas varían de parabólicas a bandas de "kink-bands", con un amplio grado de amplitudes (Pulgar, 1980). Acompañando a los pliegues menores se desarrolla en sus charnelas una esquistosidad de crenulación (S_3) que presenta características diferentes según los materiales afectados. En materiales competentes, como las cuarcitas, se produce una esquistosidad de fractura dispuesta en abanico divergente. En las areniscas la S_3 es grosera, pero penetrativa, mientras que en las pizarras las S_3 se desarrollan bien, produciendo una crenulación de S_1 o un bandeados tectónico.

La lineación de intersección más frecuente en esta fase de deformación es la L_3 , entre la S_1 y la S_3 . Esta lineación se dispone en el campo horizontal y es sensiblemente paralela a los ejes de los pliegues de tercera fase.

5.2.4.- Estructuras tardías

Con posterioridad a la tercera fase, se desarrollan localmente diversos tipos de estructuras tardías: pliegues radiales, fallas y diaclasas transversales, "kink bands" y rejuegos con cabalgamientos y fallas previas.

- Pliegues radiales: estos pliegues, descritos por Marcos (1973), se disponen ortogonales a la dirección del Arco Astúrico. Son ligeras ondulaciones de plano axial subvertical, con gran radio, y sólo ocasionalmente llevan asociadas una crenulación.
- Fallas y diaclasas: fracturas radiales, en general fallas normales, subverticales, a veces con un trazado largo y con una pequeña componente de desgarre, que afectan a las estructuras anteriores. A este tipo de fracturas se las denomina tardihercínicas (Parga, 1969) y se suelen orientar según dos sistemas, entre N10°E a N60°E, para el primero, y N90°E a N130°E, para el segundo, con apariencia de sistema conjugado. En este último grupo pueden incluirse las de dirección E-O, que están jaladas por afloramientos del Estefaniense. Son las más tardías, y durante esta época las estructuras de la Zona Asturoccidental-leonesa estaban ya definidas.

Mayor importancia tiene el sistema de diaclasas verticales, que pueden ser simultáneas al desarrollo de los pliegues radiales y son transversales a las estructuras. En formaciones pizarrosas estas diaclasas (que en ocasiones pueden ser muy densas y penetrativas y llegan a formar, a escala de afloramiento, verdaderas crenulaciones) imposibilitarían la extracción de pizarra ornamental.

- "Kink-bands": estas estructuras adquieren gran intensidad en el Dominio del Navia-Alto Sil, de un modo uniforme en su parte central y en corredores en otras zonas del dominio. Se generan siempre sobre materiales pelíticos (predominantemente en las Pizarras de Luarca), con un fuerte desarrollo de la esquistosidad primaria. Son pequeños pliegues asimétricos y angulares, de flancos rectos y charnelas muy agudas, con superficies axiales muy planares y de muy visible discontinuidad. El espacio entre dos de estas superficies raramente sobrepasa los 10 cm y el ángulo que forma la foliación es de 60°. Su densidad es variable según las zonas y puede pasarse de unas pocas bandas por metro a bandas tan próximas entre sí que dan lugar a la formación de "chevron folds" (Marcos, 1973). Al afectar sobre todo a los materiales pizarrosos, los "kink bands" tienen gran importancia en el aprovechamiento económico de las pizarras, dado que, cuando su densidad es alta, imposibilita su explotación.
- Fallas longitudinales: la mayoría de estas fallas, longitudinales al trazado de las estructuras hercínicas, son probablemente fallas normales que levantan el bloque oriental; dentro de ellas pueden englobarse algunas reactivaciones de cabalgamientos D_2 .

Entre éstas destacan por su importancia la Falla de Vivero-Morredero y la Falla de Allande (Figura 8). La primera se extiende desde la localidad de Vivero, en la costa, hasta la localidad de Tabuyo del Monte (León), donde queda oculta bajo los materiales terciarios de la meseta. Esta falla, límite entre la ZAOL y la ZCI, presenta un salto en la parte más septentrional de 10-12 km, con hundimiento del labio occidental, disminuyendo este salto progresivamente hacia el SE donde no parece superar los 2 km. Este accidente enmascara a un accidente previo denominado "cizalla extensional superior" (Martínez Catalán et al., 2004), a su vez superpuesto a una falla normal sinsedimentaria, que determinó que a partir del

Ordovícico y hasta el Silúrico inferior la sedimentación fuese diferente en la ZCI y la ZAOL. Posteriormente rejuega como una estructura de revestimiento relacionada con el apilamiento antiformal (“duplex”) de Fase 2 situado por debajo del Manto de Mondoñedo. Este apilamiento, que daría lugar al Antiforme del Domo de Lugo, se terminaría bruscamente hacia el S, determinando la pérdida de salto de la falla (Suárez et al., 1994). En relación con la falla y en las proximidades de la zona de fractura pueden observarse texturas miloníticas desarrolladas tanto en rocas graníticas como en esquistos y cuarcitas, y también crenulaciones y “kink-bands” subhorizontales que afectan a las foliaciones S_1 y S_2 .

La Falla de Allande, que transcurre paralelamente al flanco occidental del Antiforme del Narcea, muestra un trazado subvertical y corresponde a un cabalgamiento reactivado posteriormente como falla normal; además, la presencia de sedimentos terciarios cobijados a ella permite deducir que la falla ha debido de ser reactivada durante la Orogénesis Alpina.

5.2.5.- Deformación Alpina

La Orogénesis Alpina no modifica de manera importante el edificio estructural hercínico, aunque ha rejugado algunas fracturas y es el causante del actual rejuvenecimiento del relieve. En lo que respecta a la ZAOL el acortamiento alpino parece haberse acomodado mediante fallas de desgarre dextras de dirección NO-SE y senextradas de dirección NE (Alonso y Pulgar, 2004).

Dentro del conjunto denominado “Cadenas Cenozoicas del NO peninsular” se incluyen las que constituyen la prolongación occidental de la Cadena Cántabro-Pirenaica (relieves de los Montes de León y Ancares) así como otros relieves determinados por el juego de fallas en dirección, que condicionan el relieve de bloques elevados y depresiones llenas de materiales neógenos.

La terminación suroccidental de la Cadena Cántabro-Pirenaica se estructura en una serie de cadenas alineadas según la dirección N70-80°E, las cuales se interrumpen a la altura de la línea Monforte de Lemos-Lugo. Estas cadenas asumen una deformación, muy repartida hacia el O, y que al E se concentra en el borde sur de las alineaciones montañosas de El Caurel y Los Ancares, donde una serie de cabalgamientos las superponen sobre las cuencas terciarias de El Barco de Valdeorras y Vega de Espinareda-El Bierzo. Dicha terminación occidental coincide con el sistema de fallas del río Eo, que con un trazado N-S, subparalelo a las estructuras hercínicas, lleva asociadas pequeñas alineaciones montañosas en esa dirección. Hacia el N, el sistema de fracturas del río Eo se compensa parcialmente con la Falla de As Pontes (de dirección NO-SE y dextra) que levanta la Sierra del Xistral (Heredia et al., 2004). Por otra parte, las fallas del Eo y la de As Pontes condicionan la aparición de una zona de bajo relieve: la Terra Cha.

Al E de Los Ancares las alineaciones montañosas se disponen en dirección E-O y muestran mayor relieve. Este cambio coincide con la presencia de una falla de trazado NO-SE que es la Falla de Ancares, que hacia el N se dispone en dirección N-S (Heredia et al., 2004). Al E de dicha falla, el frente de deformación cántabro-pirenaico presenta varios cabalgamientos, los cuales representan un sistema imbricado con dirección de transporte mayoritaria hacia el E, con algunos retrocabalgamientos importantes como la Falla de Villablino, superponiendo el borde S de la Cordillera Cantábrica sobre la Cuenca del Bierzo. Este sistema de cabalgamientos tiene su prolongación hacia el E por el borde S de la Cordillera Cantábrica, superponiéndola, a su vez, sobre la Cuenca del Duero (Alonso et al., 1996).

6.- METAMORFISMO

Dentro de la ZAOL se pueden distinguir dos tipos de metamorfismo desarrollados durante la Orogénesis Hercínica, uno de ellos regional y el otro más local, que se relacionan con intrusiones graníticas y aparecen circunscritos a aureolas de variable dimensión en torno a diversos cuerpos ígneos aflorantes en la ZAOL.

También existe un tercer tipo de metamorfismo, de menor importancia, denominado metamorfismo hidrotermal, que se presenta asociado a filones de cuarzo mineralizados, principalmente en la alineación Boal-Los Ancares (Arias et al., 1997), desarrollando skarns con mineralizaciones muy ricas en Fe y Mn.

6.1.- METAMORFISMO REGIONAL

El metamorfismo regional en la ZAOL se caracteriza por una distribución en bandas alargadas subparalelas a la dirección de las estructuras mayores (Figura 9). La naturaleza y las características generales han sido estudiadas por varios autores (Capdevila, 1969; Suárez y Corretgé, 1987, Suárez et al., 1990). Se pueden diferenciar tres episodios: el primero (M_1) representa un metamorfismo regional sincinemático relacionado con el engrosamiento cortical durante la colisión varisca, y es de grado bajo a medio, con una secuencia de isogrado definida por clorita-biotita-granate-estaurolita; el segundo episodio (M_2), tardío en relación con las fases de acortamiento cortical, es de baja presión y está caracterizado por la paragénesis andalucita-sillimanita, y el tercer episodio (M_3) corresponde al retrometamorfismo, desarrollado en la parte basal del Dominio del Manto de Mondoñedo-Peñalba y en relación con zonas de cizalla, estructuras D_3 y aureolas de contacto de granitos; los procesos de retrogradación más significativos incluyen la transformación de biotita y granate a clorita y el pseudomorfismo de andalucita por micas blancas (Martínez Catalán et al., 2004).

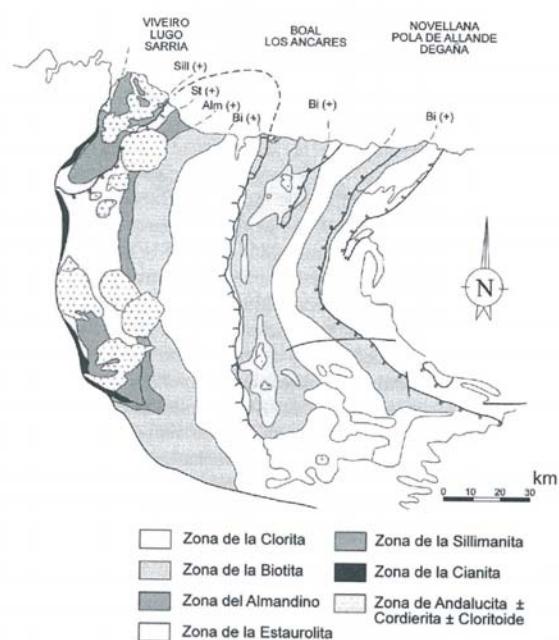


Figura 9.- Distribución de las zonas metamórficas y de las bandas y domos térmicos en la ZAOL (Vera, 2004).

La intensidad del metamorfismo regional en la ZAOL aumenta de E a O, siendo de bajo grado (zona de la clorita) en el Dominio del Navia-Alto Sil y alcanzando condiciones de alto grado en el Dominio del Manto de Mondoñedo-Peñalba. A su vez, en el primero de los dominios citados se diferencian dos bandas de mayor grado metamórfico: la de Novellana-Pola de Allande-Degaña y la de Boal-Los Ancares. La primera presenta una mayor recristalización de las micas y una esporádica presencia de biotita en litologías favorables. En la segunda aparece biotita en las rocas metapelíticas, aunque no es generalizada; en ella se observa una relación espacial entre la intrusión de los granitoides y el desarrollo del metamorfismo M_2 , caracterizado por la paragénesis bitotita-andalucita-cordierita; la gran extensión de la zona andalucita-cordierita induce a suponer un gran volumen de rocas graníticas no aflorantes (Suárez y Corretgé, 1987). El metamorfismo M_1 presenta la asociación clorita-moscovita-cuarzo+albita+ilmenita típica de la zona de los esquistos verdes y desarrollada en relación con las etapas D_1 y D_2 . La aparición de cloritoide y granate está relacionada con la composición química de las rocas, el primero en pelitas alumínicas ricas en Fe y el segundo en rocas muy ricas en Mn, independientemente del grado metamórfico; la paragénesis botita-andalucita es la más característica del M_2 (Martínez Catalán et al., 2004).

En el Dominio del Manto de Mondoñedo-Peñalba, donde se alcanzan las condiciones de más alto grado, hay dos zonas de mayor interés como son el Domo de Lugo y el Cinturón metamórfico de Vivero. El Domo de Lugo es la parte de la ZAOL con el metamorfismo regional de más alto grado y en la que están intruidos la mayor parte de los granitos, algunos de los cuales cortan las isogradas y otros están relacionados con ellas; existe desarrollo de fusión parcial y formación restringida de migmatitas. Las rocas de este domo son de grano grueso y muy foliadas, apareciendo las micas en relación mimética con la foliación dominante y los minerales índice de mayor grado (estaurolita, cianita y sillimanita) parecen haber crecido sin-post de la citada foliación. El Cinturón metamórfico de Vivero se extiende a lo largo del límite entre la ZAOL y la ZCI, en un estrecho sinform de pizarras silúricas, y está asociado a una zona de cizalla dúctil de medio-alto grado relacionada con la Falla de Vivero; el cinturón está afectado por el metamorfismo de contacto de los granitos intruidos a la vez que la falla y en las pizarras, ricas en Al, y aparece cianita reemplazando a andalucita (quiastolita) que es a su vez reemplazada por andalucita (Martínez et al., 2001).

6.2.- METAMORFISMO DE CONTACTO

En la ZAOL este tipo de metamorfismo se localiza bien desarrollado principalmente en el entorno de los afloramientos graníticos postcinemáticos (G_3 y G_4) (Figura 10).

En los granitos sincinemáticos, que corresponden a los definidos como granitos biotíticos (G_1) y a los granitos de dos micas (G_2), el metamorfismo se presenta menos desarrollado o ausente; así, en los granitoides (G_1) de las rocas encajantes y enclaves de este tipo de granitos no se han observado transformaciones atribuibles al metamorfismo de contacto. En los granitos (G_2), en general, en la mayor parte de las rocas encajantes de estos macizos, no se han observado transformaciones notables atribuibles al metamorfismo de contacto (macizos de Román), salvo quizás indicar moscovitizaciones (macizos de Miaibén, Sarria, etc.), recristalizaciones y, en algún caso, turmalinizaciones (macizos de Vivero y Sarria). En el Macizo de Ombreiro, en el encajante y enclaves metamórficos, se detectan moscovitizaciones y turmalinizaciones y desarrollo de fenoblastos de andalucita.

En los granitos postcinemáticos (G_3), granitos de dos micas, emplazados en la alineación Boal-Los Ancares-Cadafrenes se desarrollan grandes aureolas de metamorfismo de contacto (salvo el macizo de Ponferrada) que hacen suponer la existencia de volúmenes

mayores de rocas graníticas a profundidades someras (Marcos y Pulgar, 1980). A escala de afloramientos las rocas afectadas varían desde corneanas masivas y rocas nodulosas con grandes fenoblastos de andalucita (más de 5 cm) a pizarras mosqueadas. Al microscopio se observa una formación de andalucita, cordierita, biotita, moscovita, clorita y cloritoide, así como recristalizaciones del resto de minerales. En algún caso (Macizo de Campo de Agua) los minerales alumínicos presentan un grado notable de retrogradación.

En los granitos biotíticos (G_4) postcinemáticos el desarrollo del metamorfismo de contacto tiene intensidad y extensión muy variables. En el Macizo de Lugo los efectos son muy escasos y desarrollan un mosqueado incipiente en los materiales del contacto. En el resto de los macizos la intensidad de la aureola es variable, desde muy poco evidente, a escala de afloramiento, a ser pizarras mosqueadas, nodulosas o corneanas. En algunos puntos del contacto o en enclaves metasedimentarios puede haber neoformación de minerales como sillimanita, feldespato potásico, cordierita, biotita, moscovita, plagioclasa y cuarzo, todos ellos en los macizos de La Tojiza y Castroverde, y andalucita y corindón en el de La Tojiza. En ambos macizos se observa recristalización de los demás componentes; estos minerales están retrogradados con cloritizaciones y sericitizaciones y en algunas muestras se observan turmalinizaciones. En el Macizo de Neira, con escaso desarrollo del metamorfismo de contacto, se ha observado, en el encajante limítrofe, blastesis de cordierita (pinnitizada) y pinnita en megaenclaves metasedimentarios ubicados en las proximidades de este macizo, pero dentro del Macizo de San Juan de Muro.

7.- ROCAS ÍGNEAS

En el ámbito de la ZAOL se reconocen tres grupos diferentes de rocas ígneas que responden a los tipos clásicos relacionados con las condiciones de enfriamiento de los magmas: rocas volcánicas, rocas plutónicas y rocas filonianas.

7.1.- ROCAS VOLCÁNICAS

En lo que se refiere a los materiales del Proterozoico superior, tanto en la Serie de Villalba como en las Pizarras del Narcea se encuentran tuffs y tufitas de edad precámbrica (Gutiérrez Alonso y Fernández Suárez, 1996; Fernández-Suárez et al., 2000) y porfiroides de tipo queratófido en la zona de Cudillero (Suárez y Suárez del Río, 1976).

En la secuencia paleozoica pueden reconocerse varios tipos de vulcanismo en facies desde esquistos verdes a anfibolitas. Se puede detectar la existencia de sills básicos, metamorfizados en facies de las anfibolitas, en las cuarcitas del Grupo Cándana (Cámbrico inferior), cerca de Villalba. Mayor importancia, sobre todo desde el punto de vista económico, tiene la existencia de niveles estratigráficos, más o menos continuos y de potencias métrico-decamétricas, de felsitas albíticas y albitas, principalmente en las áreas de Foz (Lugo), Paredes (Valdés) y Pola de Allande, y en amplios sectores entre Vegadeo y Degaña; se trata de cenizas volcánicas albíticas, y las más puras pueden tener más del 84% de plagioclasa, cantidades menores de feldespato potásico y algunos óxidos como Fe y Ti. En el Ordovícico hay algunas rocas ácidas similares (tuffs albíticos y lavas) dentro de las Pizarras de Luarca (Marcos et al., 1980), donde están asociadas a capas vulcanoclásticas. También merece destacarse la presencia de tobas brechoides y de lapilli, areniscas tobáceas, cineritas y pizarras tobáceas de tipo andesítico-basáltico que se localizan en el sector de Lago-Fontarón, en situación estratigráfica similar a los afloramientos ordovícicos (Villa, 1992; Arias et al., 1997).

7.2.- ROCAS PLUTÓNICAS

7.2.1.- Rocas graníticas prevariscas

Éstas son rocas que presentan una intensa deformación; así, en el Antiforme del Narcea, en la zona de Pola de Allande, afloran dentro de las Pizarras de Narcea dos grandes cuerpos de intrusión alargados y fuertemente deformados de aproximadamente 6 x 2 km y 3 x 0,7 km, a los que se reconoce como "Neis de Pola de Allande". Están constituidos por rocas muy variadas y se pueden clasificar como dioritas cuarcíferas, dioritas y cuarzodioritas (Corretgé, 1969). Petrográficamente son rocas con texturas que van desde gnésicas a granudas de manera continua dependiente del grado de deformación. El quimismo de estas rocas es típicamente calcoalcalino y las edades proterozoicas tardías (Fernández Suárez et al., 1998).

7.2.2.- Rocas graníticas variscas

Las intrusiones graníticas variscas se localizan en relación con dos domos térmicos: el Domo de Lugo y el Domo de Boal-Los Ancares. Además de estas alineaciones aparecen gran número de diques irregularmente distribuidos que localmente pueden ser muy abundantes.

Se distinguen cuatro tipos de granitos en función de criterios composicionales y estructurales con respecto a las fases principales de deformación varisca y posición en la corteza (Figura 10): Granodioritas y granitos biotíticos sincinemáticos (G_1), granitos de dos micas sincinemáticos (G_2), granitos de dos micas postcinemáticos (G_3) y granodioritas y granitos biotíticos postcinemáticos (G_4).

Los tipos G_1 , G_2 y G_4 están bien representados en el Domo de Lugo, como en el resto de Galicia, mientras que el G_3 predomina en el Domo Boal-Los Ancares. Otra diferencia es que los granitos en el domo occidental se emplazan en niveles de corteza media a superficial (zonas de la sillimanita a biotita) y en el domo oriental el emplazamiento es en la zona de la clorita e induce un metamorfismo de contacto bien definido.



Figura 10.- Situación de los principales plutones graníticos de la ZAOL, en relación a los domos térmicos (Suárez et al., 1990).

7.2.2.1.- Granodioritas y granitos biotíticos sincinemáticos (G_1) (5)

Estos granitos aparecen asociados con los del grupo 2 y ambos definen a los granitoides sincinemáticos que forman intrusiones complejas como las de Vivero, Santa Eulalia de Pena-Hombreiros y San Juan de Muro-Sarria (Figura 9). Estos granitos intruyen a lo largo de zonas de cizalla subhorizontales (D_2) que los deforman, aunque localmente se encuentran también deformados por la Zona de Cizalla de Vivero (post D_2 - D_3) (Martínez Catalán, 1985). En relación con estos granitos, en la zona de Vivero aparecen rocas ultramáficas-máficas, en forma de diques y pequeños skarns. A continuación, se describe una serie de conjuntos de granitos sincinemáticos presentes en la ZAOL de norte a sur.

- CONJUNTO PLUTÓNICO DE VIVERO

Está representado por una variedad de materiales graníticos, que van desde términos cuarzodioríticos-tonalíticos a granodioritas, encontrándose, en posiciones subordinadas, rocas en el límite entre granodiorita y granito. Los afloramientos de morfología irregular se agrupan en una zona alargada en la margen oriental de la ría de Vivero (extremo noroccidental de la ZAOL). La superficie es de unos 10 km².

Los contactos con el encajante (Serie de Villalba) son intrusivos, ya que son cortados por apófisis y filones cuarzodioríticos y tonalíticos. Asimismo, algunas apófisis graníticas con encajes de metasedimentos presentan repliegues y removilizaciones que parecen indicar que están afectados por los procesos de migmatización. Las rocas plutónicas están a su vez fuertemente deformadas por la Falla de Vivero.

Hay un amplio rango de variación litológica entre tipos cuarzodioríticos (preponderantes) y graníticos (adamellíticos), y también en el aspecto textural y deformativo. Un tipo frecuente y representativo está constituido por rocas cuarzodiorítico-tonalíticas, muy oscuras, de grano medio y con abundante proporción de minerales ferromagnesianos (mas del 20%), sobre todo de biotita y anfíbol y predominando la mica que puede ser el ferromagnesiano exclusivo. Sobre este conjunto de minerales oscuros destaca la plagioclasa (entre 2 y 5 mm), muy abundante y homogéneamente repartida. El cuarzo no destaca, pero ocasionalmente hay ejemplares gruesos y redondos (hasta 7 mm). El feldespato potásico es subordinado, pero localmente se pueden observar bandas o bolsadas con megacristales tabulares (entre 1 y 2 cm) que presentan tránsitos graduales a los tipos no porfídicos, siendo más ricas en cuarzo y feldespato potásico y más pobres en minerales oscuros, con composiciones granodioríticas o granodiorítico-adamellíticas en casos extremos. En general se observa que las facies más leucocráticas cortan y engloban a las más férricas, desde cortes netos a difusos, lo que evidencia un proceso intrusivo complejo (Bellido et al., 1987). Dataciones realizadas en un granito monzonítico, por el método U-Pb (circón-nonacita), dan una edad de 323+5 ma (Fernández-Suárez et al., 2.000).

Petrográfica y composicionalmente se distinguen dos grupos, uno representado por las facies básicas (predominantemente cuarzodioríticas y tonalíticas) y el otro que representa facies granodiorítico-graníticas. En el primero los minerales principales son plagioclasa (An_{46-24}), anfíbol, cuarzo y biotita. Los minerales accesorios son microclina, esfena, opacos, apatito, circón, allanita y granate y los secundarios sericita, clorita, epidota, carbonato, moscovita, prehnita, feldespato potásico y esfena. La textura varía de granular inequigranular hipidiomorfa a alotriomorfa con tamaño de grano medio. Se pueden clasificar desde cuarzodioritas anfibólicas a tonalitas biotítico-anfibólicas.

En el segundo grupo los minerales principales son cuarzo, microclina, plagioclasa (An_{33-19}), biotita y moscovita. Los minerales accesorios son apatito, circón, opacos, monacita y granate y los minerales secundarios son clorita, sericita, epidota, opacos, moscovita, esfena y rutilo. Las texturas más comunes son granudas inequigranulares o porfídicas, deformadas y orientadas. La clasificación de estas rocas fluctúa entre granodioritas biotítico-moscovíticas y granitos, observándose transiciones composicionales a los tipos tonalíticos.

Otro tipo de rocas asociadas al conjunto plutónico de Vivero corresponde a rocas ultramáficas, enclaves que incluyen rocas ultramáficas peridotíticas con anfibol (cortlanditas) y dioritas piroxénico-anfibólicas. Estas últimas pueden tener conexión con la asociación granítica, representando el extremo básico de la serie evolutiva, pero en las periodotitas la conexión es más dudosa y pueden representar simplemente enclaves de rocas ultramáficas asociadas a un evento intrusivo previo, sin conexión con estos granitoides. Dataciones realizadas en las rocas ultramáficas (hornblendita) por el método U-Pb (circón) dan una edad para estas rocas de 293+2 ma (Fernández-Suárez et al., 2000).

Se observan estructuras deformativas correspondientes a movimientos de falla normal (N10°E y buzamientos entre 25-30°O) de componente dextro; los planos de cizalla tienen una dirección N10°E y buzamientos entre 25-30°O, y la esquistosidad presenta una dirección N155°E y un buzamiento de 10°O. Al microscopio estas rocas evidencian unos grados de deformación y recristalización generalizados, llegando a definirse tipos gneísmicos blastomiloníticos. Se observa un fuerte estiramiento de los feldespatos y del cuarzo, con definición de un bandeado por la biotita y el anfibol, que forman agregados policristalinos estirados y recristalizados (Bellido et al., 1987).

- CONJUNTO DE SANTA EULALIA DE PENA-HOMBREIRO

Santa Eulalia de Pena (G₁)

En este plutón se distinguen dos facies principales, individualizables cartográficamente; de ellas, la más común está constituida por granitos y granodioritas biotíticos, de carácter porfídico, que forman la mayor parte del macizo. La otra facies agrupa a una serie de granitos biotíticos, no porfídicos, algo más leucocráticos, en los que es frecuente la presencia de granate.

El macizo tiene una superficie de 28 km², se emplaza en la Serie de Villalba con carácter intrusivo y presenta contactos netos y discordantes, pero de difícil observación. El límite occidental es la Falla de Vivero, que pone al macizo en contacto con los materiales silúricos y además le provoca una intensa deformación, y el límite sur es el Macizo de Hombreiro, intrusivo sobre el macizo de San Eulalia de Pena.

La facies predominante es de granodioritas y granitos porfídicos de color gris con megacristales de feldespato potásico y tamaños de hasta 4 cm, si bien la media está en torno a los 2 cm. Existe una facies marginal, gradual a la anterior y periférica en el mazico, caracterizada por la ausencia de porfidismo, que corresponden a granitos biolíticos, más leucocráticos que los principales.

Dentro de la facies predominante, los granitos y granodioritas porfídicas tienen como minerales principales cuarzo, microclina, plagioclasa (An_{28-19}) y biotita. Los minerales accesorios son apatito, circón, granate, opacos, turmalina, allanita y moscovita y los minerales secundarios son sericita, clorita, moscovita, rutilo y opacos. La textura es granuda porfídica

por la presencia de megacristales de microclina en una matriz de grano medio-grueso. Corresponden a tipos graníticos biotíticos con algún término leucocrático (Bellido et al., 1987).

En la facies marginal los minerales principales son los mismos, pero la plagioclasa es (An_{16-18}). Los minerales accesorios son granate, circón, monacita, opacos, fluorita, allanita y turmalina, y los secundarios moscovita, clorita y opacos. Las texturas más comunes son granudas de grano medio a medio-grueso. Se clasifican como granitos biotíticos.

Macizo de Hombreiro (G₂)

Situado al sur del Macizo de Santa Eulalia de Pena, en este plutón sus diversos tipos se agrupan en dos conjuntos principales; el primero y preferente es un granito de dos micas de grano medio, y el segundo, más heterogéneo, agrupa facies leucograníticas hasta tipo de grano fino con dos micas, pero de gran predominio biotítico. La superficie del macizo es de unos 165 km².

Este plutón presenta contactos netos e intrusivos con los metasedimentos encajantes. Con el Macizo de Santa Eulalia de Pena el contacto es neto, apreciándose únicamente la inyección, sobre éste, de algunos filones leucograníticos relacionados con el Macizo de Hombreiro.

El conjunto principal corresponde a una facies granítica de grano medio (2-3 mm) de tono gris claro, equigranular y de dos micas en proporciones equivalentes. La composición mineralógica de este conjunto es cuarzo, microclina, plagioclasa (An_{28-0}), moscovita y biotita. Los minerales accesorios son apatito, circón, monacita, turmalina, berilo, granito, sillimanita y fluorita. Como secundarios aparecen clorita, sericita, moscovita, opacos, feldespato potásico, clinzoisita, rutilo y prehnita. La textura es granuda, hipodiomorfa de grano medio equigranular, con tendencia heterogranular. La clasifican también como granitos moscovítico-biotíticos.

El segundo conjunto es más heterogéneo, pudiendo encontrarse también en pequeñas apófisis o diques en el conjunto principal. En este conjunto son frecuentes los granitos de grano fino, de dos micas. También se diferencia una facies leuconítica heterogranular de grano medio. En este conjunto pueden distinguirse dos facies. En la facies (a) la mineralogía principal coincide con la anterior, pero la plagioclasa es (An_{18-0}); los minerales accesorios también son los mismos, sin fluorita, y como minerales secundarios tiene los mismos menos feldespato potásico, clinzoisita y prehnita. Esta facies se puede clasificar como granitos y leucogranitos con proporciones variables de moscovita y biotita. La facies (b) tiene como minerales principales los mismos que la (a), aunque la plagioclasa es (An_{17-0}), y puede no tener biotita. Los minerales accesorios son los mismos que en la facies (a), pero además tiene andalucita, y los minerales secundarios son los mismos que en la facies (a). La facies (b) se puede clasificar como leucogranitos moscovítico-biotíticos (Bellido et al., 1987).

Este macizo presenta un grado de deformación variable, en general poco intenso salvo el borde occidental en la proximidad de la Falla de Vivero.

- CONJUNTO DE SAN JUAN DE MURO-SARRIA

San Juan de Muro (G₁)

Se pueden distinguir en él dos facies principales que presentan una distribución zonal. La facies central está compuesta por granitos de dos micas de grano medio y con frecuentes fenocristales, y pasan gradualmente a la facies marginal, constituida por granitos de dos micas sin megacristales. Tiene una superficie de 21 km². El plutón está emplazado en la Serie de Villalba con un contacto intrusivo y discordante.

Los minerales principales de la facies central son cuarzo, microclina, plagioclasa (An₂₃₋₁₅), moscovita y biotita. Los minerales accesorios son apatito, circón, opacos y moscovita, y los minerales secundarios son sericitita, clorita, esfena, rutilo y clinozoisita. La textura que predomina es granular porfídica. Los minerales principales de la facies marginal son los mismos que la central, con la salvedad de que la microclasa es (An₁₉₋₅).

Macizo de Sarria (G₂)

En este macizo se distinguen dos zonas graníticas diferenciables, pero en tránsito gradual entre ellas. La primera está formada por granitos de grano medio de dos micas y homogéneo. La segunda es un granito de grano medio-fino heterogranular y relativamente pobre en micas. La superficie del macizo es de unos 100 km².

El contacto con el encjante es neto e intrusivo, y en pequeños tramos es por fracturación (sector occidental). Al norte es cortado por el Macizo de Neira (postcinemático) con un contacto neto y brusco (Bellido et al., 1987).

La facies de los granitos homogéneos es un granito de dos micas, de grano medio-fino de tono gris, equigranular con proporción de micas equivalentes y tiene como minerales principales cuarzo, microclina, plagioclasa (An₁₈₋₀), moscovita y biotita. Como accesorios son apatito, circón y opacos y los minerales secundarios son clorita, sericitita, opacos, rutilo y feldespato potásico. Las texturas son granuladas de grano medio. Se clasifican también como granitos moscovítico-biotíticos.

La facies más frecuente de los granitoides heterogéneos es una roca cuarzofeldespática de grano fino a medio heterogranular y con escaso contenido en micas. Este conjunto tiene como minerales principales los mismos que el conjunto principal, pero la plagioclasa es (An₁₆₋₀). Como minerales accesorios tiene además granate y monacita y los minerales secundarios son también los mismos, pero tiene además moscovita. La textura varía entre granular heterogranular y equigranular de grado medio. Se clasifican también entre granitos moscovítico-biotíticos y leucogranitos. Dataciones realizadas por el método U-Pb (monacita), en los leucogranitos, dan una edad de 313 ± 2 ma (Fernández-Suárez et al., 2000).

7.2.2.2.- Granitos de dos micas sincinemáticos (G₂) (6)

Incluyen granodioritas, granitos mesozoníticos y granitos de feldespato alcalino, moscovítico-biotíticos, en su mayoría con carácter leucocrático, además de una amplia red de filones pegmatíticos, aplíticos y de cuarzo. Los lacolitos siguen la vergencia E de las

estructuras D_1 y D_2 variscas, pero cortan a los pliegues D_1 y están deformados por las cizallas D_2 y por la Zona de Cizalla de Vivero (D_2 - D_3). A este grupo corresponden, de norte a sur, los macizos de Monserban y Román (Figura 9).

Macizo de Monseibán

Corresponde a un granito de grano medio equigranular. La forma del macizo es irregular, ovoide. La superficie es de unos 34 km². Este granito se emplaza en la Serie de Villalba con contactos intrusivos y netos. La facies más común corresponde a un granito leucocrático de dos micas de grano medio, donde la moscovita es dominante sobre la biotita. La composición mineralógica presenta como minerales principales cuarzo, plagioclasa (An_{14-5}), microclina y moscovita, como accesorios biotita, apatito, circón y opacos y los minerales secundarios son clorita, sericita y opacos. La textura es granuda de grano medio a medio fino, equigranular y alotriomorfa.

Macizo de Román

Corresponde a un granito de grano medio de dos micas. La forma del macizo es bastante irregular y está condicionada por fracturas tardías. En el centro del cuerpo afloran materiales metamórficos (≈ 2 km²). La superficie es de unos 18 km². El granito se emplaza en la Serie de Villalba, siendo los contactos de difícil observación, aunque Tena Dávila (1975) establece un carácter intrusivo realizado a favor de la esquistosidad.

La facies más común es un granito de dos micas, de grano medio (2-3 mm) y equigranular, donde la moscovita se presenta en mayor proporción que la biotita. Los minerales principales son cuarzo, microclina, plagioclasa (An_{19-12}), moscovita y apatito. Los minerales accesorios son circón y opacos y los minerales secundarios son clorita, sericita, esfena, opacos, clinozoisita, epidota y rutilo. La textura es granuda, equigranular alotriomorfa de grano medio.

7.2.2.3.- Granitos de dos micas postcinemáticos (G₃) (8)

Aparecen fundamentalmente en el Domo Boal-Los Ancares, y a él pertenecen de norte a sur los plutones de Boal, El Pato, Los Ancares, Campo del Agua, Ponferrada y Cadafrenas, ya en el Domo de Lugo (Figura 9).

Los emplazamientos graníticos son superficiales y posteriores al desarrollo de las principales estructuras hercínicas, originando un metamorfismo de contacto caracterizado por el desarrollo de quiastolita. Presentan foliaciones magmáticas subverticales poco desarrolladas cuyas características sugieren que los plutones se continúan en profundidad bajo los materiales encajantes (Fernández Suárez, 1994). Estos macizos están formados por monzogranitos de dos micas, leucogranitos y granodioritas muy escasas.

Macizo de Boal

Constituye el afloramiento más septentrional de los granitos peralumínicos de la banda Boal-Los Ancares. El plutón está emplazado en las Pizarras de Luarca y sólo en su contacto centro-occidental corta el techo de la Serie de Los Cabos, con contactos de carácter

intrusivo, neto y discordante. Harris (1979) dató dos muestras de este granito por el método K-Ar en bitotitas, obteniendo una edad de 285 ± 9 Ma.

El plutón de Boal presenta una forma groseramente rectangular, alargada en dirección NNO-SSE, con una superficie aproximada de 12 km^2 y está formado por granitoides que se clasifican como monzogranitos y granodioritas biotítico-moscovíticas. Los enclaves son muy escasos y de pequeñas dimensiones. El granito de Boal posee una textura hipidiomórfica inequigranular de grano medio-grueso, de color gris. Los megacristales de feldespato, idiomorfos y de abundancia variable, tienen tamaños entre 1 y 4 cm. Con carácter subordinado y en tránsito gradual hay granitos biotíticos de grano medio a medio fino con megacristales de feldespato muy escasos.

Como minerales esenciales presenta cuarzo, microclina, plagioclasa, biotita y moscovita. Los minerales accesorios son apatito, circón, monacita, xenotima y allanita. Los minerales secundarios más frecuentes son sericita y cloritas, además de esfena, epidota, prehnita, actinolita y calcita.

Al ser un emplazamiento de carácter postectónico (posterior al desarrollo de las estructuras de S_3), las únicas estructuras observables están en relación con la fracturación frágil tardía y con el emplazamiento de la red filoniana asociada.

Macizo de El Pato

Es un plutón de forma irregular, alargado en dirección N-S. La superficie total es de algo más de 1 km^2 y el contacto con los metasedimentos encajantes (Pizarras de Luarca) parece neto.

El macizo está constituido por granitoides que se clasifican como monzograníticos y granodioritas biotíticas con moscovita subordinada. Muestra una notable variación textural, oscilando desde granitos de grano medio inequigranulares hasta pórfitos graníticos con megacristales de cuarzo de formas globosas y feldespato generalmente equidimensionales (Fernández Suárez, 1994). No se ha observado la presencia de enclaves. Dataciones realizadas en muestras de granodiorita por el método Rb-Sr (roca total + biotita) dan una edad 284 ± 8 ma (Suárez et al., 1978).

Los minerales principales son cuarzo, plagioclasa (An_{33-20}), microclina y biotita. Los minerales accesorios son moscovita, apatito, circón y opacos, y los minerales secundarios más frecuentes son sericita, clorita, esfena, carbonatos, epidota, óxidos de hierro y prehnita.

No se conocen orientaciones de tipo deformativo, ni a escala de afloramiento ni microscópica, hecho concordante con su carácter postéctónico.

Macizo de Los Ancares

Se sitúa en el sector centro-oriental de la ZAOL, presenta una forma alargada en dirección N-S, ligeramente oblicua a la dirección de las estructuras hercínicas mayores y una superficie aproximada de 17 km^2 . Los contactos del plutón con los metasedimentos encajantes son siempre notablemente discordantes (intrusivos y netos).

El Macizo de los Ancares están constituido por tres tipos de facies graníticas:

- Granito de dos micas de grano medio-grueso, con texturas que varían desde hipidiomórficas heterogranulares de grano medio-grueso hasta porfídicas, aspecto determinado por el tamaño de los cristales de feldespato.
- Granito moscovítico de grano medio-grueso, la textura es generalmente hipidiomórfica de tendencia equigranular.
- Granitos aplíticos y aplitas, aparecen en la parte norte del plutón en forma de masas irregulares dentro de los granitos moscovíticos. En el extremo más septentrional del macizo estos granitos constituyen la mayoría de los afloramientos. Se trata de rocas con texturas que varían desde inequigranulares de grano fino o algo porfídicas (granitos aplíticos) hasta equigranulares de aspecto sacaroideo (aplitas s.s.). El contacto entre los granitos de dos micas y los granitos moscovíticos no aflora, pero debe ser bastante neto, ya que no se observan facies intermedias.
- Los minerales principales o esenciales son cuarzo, feldespato potásico (microclina), plagioclasa, moscovita y biotita. La asociación de minerales accesorios son granate, turmalina, apatito, circón, monacita, xenotima, allanita, arsenopirita, casiterita, fluorita y columbita-tantalita. Los minerales secundarios más abundantes son sericita, clorita, fluorita, ilmenita y calcita (Fernández Suárez, 1994).

En general las rocas descritas no presentan signos importantes de deformación, no obstante, en algún caso se observa un mayor cuarteamiento del cuarzo, ligeras flexiones de micas y deformación en las maclas de plagioclasa, asociadas todas ellas a procesos de fracturación tardíos y que afectan, sobre todo, al borde norte del macizo.

Macizo de Campo del Agua

Se sitúa en el sector central de la ZAOL, tiene una forma groseramente triangular y una superficie de afloramiento de 6 km². Los contactos con las rocas encajantes son netos. En el borde occidental existen diques aplíticos subhorizontales de potencia métrica intercalados en los metasedimentos.

El macizo está formado por granitoides con una notable variedad textural y composicional, con dos tipos litológicos preferentes:

- Granitos de dos micas de grano medio-grueso, facies más común, cuya textura varía entre heterogranular hipidiomorfa y alotriomórfica porfídica. En las variedades más profídicas los megacristales de feldespato pueden constituir del orden del 15% del volumen de la roca. La biotita siempre es más abundante que la moscovita.
- Granitos leucocráticos y aplitas, aparecen tanto en forma de diques como de masas irregulares dentro de la facies común y son especialmente abundantes en la parte occidental del plutón. Los granitos presentan textura con tendencia equigranular alotriomórfica. El tamaño del grano es medio. Las aplitas tienen texturas equigranulares con aspecto sacaroideo.

Los minerales esenciales del Macizo de Campo del Agua son cuarzo, feldespato potásico (microclina), plagioclasa (An_{15-0}), biotita y moscovita. Los minerales accesorios son granate, turmalina, apatito, circón, monacita, xenotima, allanita y thorita.

Macizo de Ponferrada

Este macizo se ubica en el sector suroccidental de la ZAOL y constituye el plutón más meridional del grupo de granitos de la banda Boal-Los Ancares (Figura 9). Geológicamente se sitúa en el límite entre el Dominio del Navia-Alto Sil y el Dominio del Manto de Mondoñedo-Peñalba (Figura 3). La mayor parte del macizo está recubierta por sedimentos terciarios de la Cuenca de El Bierzo, que recubren la mayor parte del contacto con el encajante. Sólo se observan algunos retazos aislados de materiales paleozoicos en las inmediaciones del plutón, cuyos contactos entre ambos son netos y tienen buzamientos altos. La forma cartográfica del plutón es groseramente circular y la superficie de afloramiento es de unos 10 km².

Desde el punto de vista litológico, el plutón de Ponferrada está formado mayoritariamente por granitos de dos micas con las diferentes variedades texturales.

- Granito de grano grueso-medio: ocupa la parte meridional del macizo en forma de masas irregulares con dimensiones variables; presenta texturas porfídicas, con variaciones notables de tamaño y abundancia de megacristales.
- Granito de grano medio-fino: ocupa la mayor parte de la zona N-NO del plutón; las texturas varían entre ligeramente porfídicas y heterograníticas hipidiomórficas (ambas facies de granito se clasifican como monzogranitos).

Como minerales principales, aparecen: cuarzo, microclina, plagioclasa, biotita y moscovita. Los minerales accesorios son granate, cordierita, andalucita, sillimanita, turmalina, apatito, circón, monacita, xenotima, thorita, arsenopirita, columbita, tantalita y posiblemente uraninita. Los minerales secundarios más comunes son sericitita, moscovita, clorita y pennita.

El macizo contiene abundantes enclaves de tamaño métrico-centimétrico de rocas metasedimentarias con texturas corneánicas. Se observan evidencias de deformación frágil tales como la extinción ondulante del cuarzo y algunas flexiones de las micas, que son tardías respecto al emplazamiento del plutón.

Macizo de Cadafresnas

Este plutón se sitúa dentro del Dominio del Manto de Mondoñedo-Peñalba, al suroeste de la ZAOL. Se trata de un pequeño campo intrusivo de unos 4 km² e intruido en los materiales de la Formación Cándana (Cámbrico inferior). El plutón de Cadafrena y los diques asociados forman parte de un conjunto de diques y pequeños plutones de pórfidos graníticos y felsitas que afloran siguiendo una dirección NO-SO.

El plutón de Cadafrenas está formado esencialmente por monzogranitos moscovítico-biotíticos (Suárez, O., 1970 b). La relación moscovita/biotita oscila entre 1,2 y 3,2. La textura varía entre porfídica e hipidiomórfica de grano medio, apareciendo en algunas muestras evidencia de tectonización. Aunque no existen análisis de roca total, sus

características mineralógicas presentan predominios de feldespato potásico sobre la plagioclasa y la moscovita sobre la biotita; la presencia de granate y cordierita permiten considerar a estos plutones como granitos peralumínicos (G_3).

7.2.2.4.- Granodioritas y granitos biotíticos postcinemáticos (G_4) (7)

Se localizan preferentemente en el flanco oriental del Domo de Lugo, donde alcanzan niveles más superficiales que los anteriores grupos. De N a S se diferencian las intrusiones de La Tojiza, Lugo, Castroverde y Neira, que tienen formas más o menos circulares en superficie y que en profundidad podrían corresponder a lacolitos enraizados al E (Aranguren et al., 2003). En el Domo de Boal-Los Ancares sólo la intrusión de Tapia corresponde a este tipo. Tradicionalmente estos granitos se han considerado post- D_3 varisca.

El tipo dominante es un granito monzonítico biotítico con granodioritas subordinadas de grano medio a grueso y con megacristales de feldespato potásico.

Macizo de La Tojiza

Este macizo se ubica al NO de la ZAOL, con una extensión superficial de unos 200 km². El encajante está formado por diversas litologías y los contactos con él son todos netos, discordantes y de carácter intrusivo.

La facies principal es bastante homogénea, consiste en un granito porfídico predominantemente biotítico. Los megacristales de feldespato potásico de tonalidades crema o rosada son muy abundantes. El resto de los minerales puede considerarse de grano grueso. La biotita, de color negro intenso, que es la mica fundamental, tiene un tamaño promedio entre 4-5 mm. Dataciones realizadas en el granito por el método U-Pb (moscovita) dan una edad de 203 ± 2 ma (Fernández-Suárez et al., 2.000).

La facies común de granitos porfídicos inequigranulares tiene como minerales principales cuarzo, microclina, plagioclasa (An_{27-0}) y biotita, y como minerales accesorios moscovita, granate, apatito, circón, opacos, monacita, fluorita, allanita y turmalina. Los minerales secundarios más comunes son clorita, sericitita, moscovita, clinozoisita, epidota, esfena, carbonato, opacos, feldespato potásico y cuarzo. La textura más frecuente es granada porfídica con megacristales de microclina en un conjunto de grano medio a grueso. Se pueden además clasificar como granitos y leucogranitos predominantemente biotíticos.

Los enclaves predominantes son de inclusiones xenolíticas del metamórfico encajante. Se concentran en el sector noroccidental del afloramiento y pueden alcanzar como máximo 4 km², los contactos con el granito son nítidos y los xenolitos pueden estar intensamente recristalizados y corneanizados.

Las únicas estructuras deformativas se asocian a fracturaciones tardías y se manifiestan como cataclásis o milonitizaciones de escala muy restringida. Se observan fenómenos de episienitización más o menos intensos en zonas próximas a los bordes del macizo. La deformación que se observa a escala de microscopio es muy escasa, salvo ligeras flexiones de las micas.

Macizo de Lugo

Se sitúa en el sector centro-occidental de la ZAOL, con una extensión superficial de unos 120 km² y se emplaza en la Serie de Villalba y en los metasedimentos del Grupo Cándana, a los que intruye discordantemente. El límite SE del plutón es el Macizo de Castroverde y el contacto, de muy mala observación, se caracteriza por tener frecuentes diques y venas de cuarzo inyectadas en los granitos de Lugo.

En el macizo se pueden diferenciar tres facies:

- La principal consiste en un granito blanco-grisáceo, muy densamente porfídico, con megacristales de feldespato potásico entre 2 y 3 cm y tonalidades claras. El resto de los minerales tiene un tamaño medio-grueso, aunque el cuarzo puede llegar a alcanzar los 8-10 mm. La biotita es la única mica, poco abundante.
- En el margen occidental del plutón, y en tránsito gradual con la facies principal, existe una facies de borde de granito biotítico de grano grueso, color gris, poco o nada porfídico y con un contenido en biotita algo menor.
- En la zona oriental se localizan otras facies de granitos biotíticos y porfídicos (de feldespato potásico) con el porfidismo más contrastado y más heterogéneo, predominando entre 1 y 3 cm. La matriz es de grano medio y de carácter heterogranular. Esta facies es algo más rica en biotita que la facies común.

La facies principal tiene como minerales principales cuarzo, microclina, plagioclasa (An₂₇₋₀) y biotita. Los minerales accesorios son circón, apatito, opacos, fluorita, monacita y allanita, y los minerales secundarios clorita, sericita, moscovita, carbonato, prehnita, rutilo, granate, clinozoisita, cuarzo y albita. La textura es granular porfídica, con megacristales de micrita en una matriz alotriomorfa de grano medio a grueso. Se pueden también clasificar como granito biotítico.

La facies del borde occidental tiene los mismos minerales principales y accesorios que la anterior, pero la plagioclasa es (An₂₀₋₀) y los secundarios los mismos, sin granate y cuarzo y con allanita y feldespato potásico. La textura es granular, de grano grueso, hipidiomorfa e inequigranular. Corresponden a granitos y leucogranitos biotíticos.

La facies de la zona oriental tiene como minerales principales los mismos que la principal. Los minerales accesorios son apatito, opacos, circón, moscovita, turmalina, monacita y fluorita y los minerales secundarios son clorita, sericita, epidota, prehnita, esfena, calcita y rutilo. Las texturas son porfídicas con la presencia de megacristales idiomorfos de microclina en una matriz de grano medio heterogranular. Los tipos más representativos son granitos biotíticos.

Los enclaves son muy escasos, y su naturaleza se restringe a xenolitos de rocas metamórficas (centimétricos a hectométricos) en las proximidades de los contactos (zonas de borde).

No se observa en el macizo ningún tipo de estructuración deformativa; las únicas observables son de carácter frágil y consisten en cataclasis circunscritas a zonas cercanas a fracturas tardías. A estas zonas se pueden asociar fenómenos de episienitización o simplemente enrojecimiento de los feldespatos, que tampoco son muy frecuentes.

Macizo de Castroverde

Está situado en el sector centro-oriental de la ZAOL. Este plutón es muy homogéneo y sólo se diferencia una facies de granitos biotíticos porfídicos con megacristales de feldespato. Ocupa una superficie de 160 km², se emplaza en los materiales de la Serie de Villalba y del Grupo Candana y en su extremo noroccidental intruye sobre los granitos del Macizo de Lugo. Los contactos con el encajante metamórfico son discordantes y netos, y el contacto con el plutón de Lugo es neto.

La facies fundamental está constituida por granitos porfídicos, grisáceos, megacristales de feldespato potásico, rosados, idiomorfos con tamaños que suelen fluctuar entre 2,5 y 4 cm; este porfidismo es denso, con espaciamiento de 10 a 15 cm, siendo la matriz de tamaño medio-grueso. El granito es exclusivamente biotítico, siendo la biotita el componente de menor tamaño. Dataciones realizadas en el granito por el método Rb-Sr (roca total + min) dan una edad de 287 ma (Cocherie, 1978).

Los minerales principales son cuarzo, plagioclasa (An₃₇₋₁₇), feldespato potásico y biotita. Los minerales accesorios son apatito, circón, opacos, monacita, allanita y anfíbol y los minerales secundarios son sericita, clorita, moscovita, epidota, esfena, carbonato, rutilo, prehnita y granate. La textura es la de rocas porfídicas con matriz granular hidromorfosa, de grano medio-grueso, con megacristales de feldespato subidiomorfos espaciados. Se trata de granitos (adamellitas) biotíticos, pero, debido al grosor del tamaño de grano y espaciamiento de los megacristales, en lámina delgada pueden determinarse tipos composicionales granodioríticos (Bellido et al., 1987).

La deformación está ausente y las únicas estructuras deformativas que se observan están en relación con acciones mecánicas y asociadas a fracturas tardías que determinan zonas con cataclásis a pequeña escala. También se observan fenómenos de enrojecimiento y episienitización, en algunas áreas, de fracturas acompañadas de venas y relleno de fisuras por cuarzo. En el estudio al microscopio no se observa ningún tipo de deformación.

Macizo de Neira

Se sitúa en el sector centro-occidental de la ZAOL e intruye sobre los metasedimentos de la Serie de Villalba y del Grupo Candana y sobre los plutones de Sarriá y San Juan de Muro (Figura 9). El contacto con los materiales metamórficos es neto, cortante e intrusivo en las rocas graníticas precinemáticas, observándose filones de cuarzo y de rocas cuarzofeldespáticas del Macizo de Neira que cortan a los granitos del Macizo de San Juan de Muro. La superficie que ocupa este macizo es de unos 65 km².

En este plutón se diferencian dos facies bien diferenciadas:

- La primera, mayoritaria, formada por granitos porfídicos biotíticos con fenocristales de feldespato potásico, color rosado, idiomorfo con tamaños entre 1 y 3 cm. La matriz varía entre tamaño medio y grueso, destacando el cuarzo que puede alcanzar 9 mm.
- La segunda facies, situada en Monte Albaredo, en contacto neto con la facies común, constituye un stock granítico diferenciado e intrusivo. Está constituida por

granitos blanquecinos, de grano medio-fino, con fenocristales redondeados de cuarzo y, aunque tienen dos micas predomina la biotita.

La facies común tiene como minerales principales cuarzo, plagioclasa (An_{27-16}), microclina y biotita. Los minerales accesorios son apatito, circón, allanita, opacos y esfena y los secundarios clorita, sericita, moscovita, prehnita, esfena, epidota, clinozoisita, carbonato, feldespato potásico y opacos. La textura es granular porfídica, por la presencia de megacristales subidiomorfos de microclina que destacan en una matriz hipidiomorfa o alotriomorfa de grano medio a grueso. Varían composicionalmente entre granodioritas y granitos biotíticos (Bellido et al., 1987).

La segunda facies tiene como minerales principales los mismos que la común pero la plagioclasa es (An_{19-7}). Los minerales accesorios son moscovita, circón, turmalina, opacos, granate y apatito, y los secundarios son clorita, sericita, moscovita, rutilo, opacos y clinozoisita. La textura es granular, de grano medio-fino, inequigranular. Se clasifica como granito biotítico-moscovítico leucocrático.

Los únicos efectos deformativos observables consisten en el desarrollo de cataclasis y de algunas episienitizaciones asociadas a fracturas tardías. Ocasionalmente puede observarse una descamación paralela al diaclasado de descompresión. Desde el punto de vista del microscopio las rocas no presentan ningún tipo de deformación, encontrándose solamente en algunas muestras un ligero cuarteamiento del cuarzo y una mayor intensidad en la extinción ondulante. Ocasionalmente en algunas rocas del stock de Monte Albaredo se aprecia una ligera deformación de las micas y un mayor grado de cuarteamiento del cuarzo, probablemente asociados a zonas de fractura.

Conjunto plutónico de Tapia-Salave

Este macizo se sitúa en el sector centromeridional de la ZAOL, en la costa cantábrica (hoja a escala 1:50.000 nº 10-Ribadeo) y consta de dos plutones próximos entre sí, denominados Porcía y Salave. El plutón de Porcía es el más oriental, ocupando una superficie de 1 km^2 , mientras que el de Salave presenta un área de 4 km^2 ; además existe un tercer afloramiento (playa de Represas) de varios cientos de metros. Están englobados en metasedimentos de la Serie de Los Cabos y de la Formación Agüeria. Los contactos son de carácter intrusivo, netos, discordantes, con diques y sills que cortan a los metasedimentos y brechas de intrusión y estructuras filonianas en el afloramiento de Salave. El cabalgamiento basal del Manto de Mondoñedo es cortado por el plutón de Salave (Marcos y Bastida, 1980).

Los plutones están formados por una variedad de tipos de rocas. Por un lado, rocas básicas: gabros, leucogabros y granogabros, y por otro, términos intermedios y ácidos: granodioritas, cuarzodioritas y rocas aplíticas. Las rocas básicas son melanocráticas, de grano fino, que presentan un bandeados definido por una variación en el contenido en férmicos; las texturas son hipidiomórficas granulares, a veces porfídicas, y están constituidas por plagioclasas, feldespato potásico (ortosa), biotita, clinopiroxeno, hiperstena y hornblenda; como accesorios, apatito, cuarzo, opacos, allanita, turmalina, circón y calcita.

Las rocas intermedias y ácidas presentan texturas desde hipidiomórficas hasta alotriomórficas granulares. Los minerales esenciales son cuarzo, andesina, oligoclásica, microclina, ortosa, biotita, clorita, anfibol, calcita y moscovita; como accesorios, apatito, opacos, epidota, esfena y alanita.

Las rocas de este conjunto plutónico no están afectadas por orientaciones deformativas, y las únicas estructuras de carácter mecánico se deben a la acción de fallas tardías que producen deformaciones de carácter frágil cataclástico, como las que afectan a un dique aplítico del borde occidental del afloramiento mayor. A escala de microscopio sólo se detectan, con carácter esporádico, roturas de minerales o extinciones ondulantes más acentuadas en el cuarzo y atribuibles a la fracturación más tardía.

Dataciones realizadas en diferentes tipos de roca de este conjunto intrusivo han dado las siguientes edades absolutas:

- Granodiorita de Salave: 288 ± 9 y 295 ± 9 Ma (método K-Ar en biotita. Harris, 1979), 278 ± 8 (método Rb-Sr en roca total y minerales. Suárez et al., 1978).
- Granodiorita de Represas: 275 ± 9 y 278 ± 9 Ma (método K-Ar en biotita. Harris, 1979).
- Gábro de Porcía: 330 ± 10 Ma (método K-Ar en biotita. Harris, 1979).
- Gábro de Salave 270 ± 9 Ma (método K-Ar en biotita. Harris, 1979).

Macizo de Linares

Este macizo se sitúa en el borde centro-oriental de la ZAOL, intrusivo sobre metasedimentos de las Pizarras del Narcea y de la Formación Candana y recubierto en parte por depósitos terciarios. Los contactos son de carácter intrusivo, pero son de difícil observación por la fuerte alteración que presenta la roca granítica en los bordes del plutón. Este granito es posible que intruya a rocas estefanienses de la Cuenca de Cangas de Narcea, pero no ha podido establecerse con claridad. La superficie aflorante no sobrepasa los 2 km².

En este plutón se diferencian dos facies bien diferenciadas: una facies porfídica de grano grueso y otra facies equigranular de grano más fino (Suárez, O. 1970 a).

La facies de grano grueso porfídica está constituida por megacristales de hasta 6 cm, presenta textura hipidiomorfa granular, ligeramente cataclástica.

La otra facies de grano medio-fino, con textura hipidiomórfica granular, es ligeramente porfídica con fenocristales de feldespato potásico. Dataciones realizadas en las biotitas de las distintas facies por el método K-Ar, han dado una edad de 290 ± 6 Ma (Martín Izard et al., 2001). Estos autores definen además una serie de procesos hidrotermales diferentes para cada facies.

Ambas facies son similares mineralógicamente y están constituidas por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasas y biotita como minerales esenciales y por anfibol (hornblenda), apatito, circón, rutilo y moscovita como accesorios.

Asociado con el macizo, se desarrolla una aureola de metamorfismo de contacto de forma irregular y que llega hasta la facies de las corneanas hornbléndicas en tránsito a las corneanas piroxénicas (Suárez, O., 1970 a). Dicha aureola afecta a los materiales precámbrios, cámbricos y carboníferos de la zona. Tampoco se aprecia en estos granitos la presencia de deformaciones importantes, por lo que se les sitúa en un marco tardío o postorogénico (Corretgé y Suárez, 1990).

7.3.- ROCAS FILONIANAS (1, 2, 3, 4)

La actividad filoniana asociada a los plutones de la ZAOL (diques y venas de cuarzo, pórfido, aplitas y pegmatitas) ha sido someramente descrita en los correspondientes apartados dedicados a cada macizo granítico. En este apartado sólo mencionaremos el hecho de que algunas fracturas tardías (de orden hecto-kilométrico) han sido ocupadas por cuarzo, dando ocasionalmente grandes resaltes (“sierros”), con mucha importancia desde el punto de vista minero-industrial.

7.3.1.- Rocas filonianas asociadas a rocas graníticas prevariscas

No existen formaciones filonianas apreciables.

7.3.2.- Rocas filonianas asociadas a rocas graníticas variscas

Se utilizará el mismo esquema que aparece en la Figura 10

7.3.2.1.-Rocas filonianas asociadas a granodioritas y granitos biotíticos sincinemáticos (G_1)

A continuación, se describe una serie de conjuntos de granitos sincinemáticos que aparecen en la ZAOL de norte a sur.

- CONJUNTO PLUTÓNICO DE VIVERO

Las manifestaciones filonianas son pequeñas venas de materiales leucograníticos y pegmatoides, así como venas de cuarzo deformadas al igual que las rocas plutónicas encajantes. Las venas son de predominio cuarzofeldespático, encontrándose biotita en las venas leucograníticas y en algunas pegmatíticas, y turmalina accesoria en algunas de cuarzo. Pueden tener también diferenciaciones pegmatoides (decimétricas a métricas) en el seno de las masas tonalíticas.

- CONJUNTO DE SANTA EULALIA DE PENA-HOMBREIRO

Santa Eulalia de Pena (G_1)

Las manifestaciones filonianas asociadas a este plutón son escasas. Estas rocas presentan un grado de deformación variable que puede ser muy intenso en el borde occidental, generando estructuras foliadas con orientación de micas y megacristales (en las rocas porfídicas) o con estiramiento mineral, dando tipos de roca con aspecto gnéisico glandular. La deformación en el borde occidental, por cizallamiento dúctil, se asocia a la Falla de Vivero (Martínez Catalán, 1985), siendo las direcciones de cizalla de N180°E a N10°E y los buzamientos entre 45 y 50° O.

Macizo de Hombreiro (G_2)

Las manifestaciones filonianas son frecuentes. Unas corresponden a rocas leucograníticas de grano fino, heterogranulares y otras son aplitas que constituyen pequeñas masas y filones cortantes a los granitos del conjunto principal. También son frecuentes los filones y venas pegmatíticas de composición cuarzofeldespática y con moscovita en diversas proporciones. Con menos frecuencia se observan diques y venas de cuarzo, de escasa importancia, que cortan nítidamente a los granitos.

- CONJUNTO DE SAN JUAN DE MURO-SARRIA

San Juan de Muro (G₁)

Las rocas filonianas asociadas a estos granitos son poco frecuentes y se restringen a la facies marginal. La deformación es bastante débil y se manifiesta con ligeros cuarteamientos del cuarzo y flexiones y orientaciones débiles en las micas.

Macizo de Sarria (G₂)

La actividad filoniana asociada a estos granitos está definida por rocas pegmatíticas, aplitas y venas de cuarzo. Estos granitos presentan un grado variable de deformación que es más intensa en la zona occidental del macizo. En las rocas menos deformadas se observa orientación de las micas y cuarteamiento irregular del cuarzo. En las más deformadas, el cuarzo presenta estiramiento, granulación y recristalización.

7.3.2.2.- Rocas filonianas asociadas a granitos de dos micas sincinemáticos (G₂)

- MACIZO DE MONSEIBAN

Las manifestaciones filonianas se limitan a filones y lentejones de aplitas, pegmatitas y leucogranitos de grano fino heterogranulares. Los granitos de este macizo están deformados de forma variable, manifestada por la orientación de las micas y la granulación mineral. En las zonas más deformadas la textura es gnéisica. La deformación es mayor en el borde occidental del macizo.

- MACIZO DE ROMÁN

Las manifestaciones filonianas son de escasa importancia y corresponden a venas de pegmatitas, aplopegmatitas y cuarzo masivo con potencias no superiores a los 20 cm. El grado de deformación es variable, aunque no muy intenso. El cuarzo puede estar en agregados policristalinos estirados y los feldespatos pueden tener granulaciones y recristalizaciones.

7.3.2.3.- Rocas filonianas asociadas a granitos de dos micas postcinemáticos (G₃)

- MACIZO DE BOAL

La actividad filoniana más frecuente es un conjunto de diques de cuarzo NE-SO, inyectados sobre las rocas graníticas y también sobre el encajante, que alcanzan los 3 m de potencia y, en algún caso, una longitud de 3 km; son de cuarzo masivo, lechoso y con frecuencia están mineralizados. Otro sistema filoniano está constituido por pórfidos graníticos, inyectados principalmente en el encajante, y que pueden alcanzar 2 km de longitud; con menor importancia hay otros que también cortan a los granitos y que tienen sulfuros dispersos y manchas metálicas oxidadas. Con mucha menor importancia hay venas (centimétricas a decimétricas) de granitos de grano fino, leucocráticas, sacaroideas, muy pobres en mica y con mayor proporción de moscovita. Las pegmatitas son muy escasas.

Al ser un emplazamiento de carácter postectónico (posterior al desarrollo de las estructuras de S_3), las únicas estructuras observables están en relación con la fracturación frágil tardía y con el emplazamiento de la red filoniana asociada.

- MACIZO DE EL PATO

En relación con este plutón aparecen dos tipos de manifestaciones filonianas:

- Diques de pórvidos granodioríticos, de hasta 1 m de potencia y continuidad lateral de varios metros, que están inyectados preferentemente en el encajante, siendo concordantes con la esquistosidad regional.

Filones de cuarzo que se engloban tanto en el granito como en las rocas encajantes y presentan dos orientaciones dominantes: la de la esquistosidad regional ($N20^\circ E$) y una segunda dirección ($N100^\circ E$), ambas con buzamientos altos. En el contacto suroriental existe un dique de cuarzo mineralizado (wolframio) de 2 mm de potencia y $N35^\circ E/70^\circ O$ (concordante S_1) que corta al granito y a los metasedimentos encajantes.

- MACIZO DE LOS ANCARES

La actividad filoniana está representada con un cortejo de graníticos aplíticos y aplitas. En menor proporción hay rocas pegmatíticas que aparecen en lentejones asociados a las aplitas. También se encuentran algunos filones de cuarzo que ocasionalmente pueden estar muy alejados del macizo.

- MACIZO DE CAMPO DEL AGUA

La actividad filoniana está representada por diques de cuarzo (E-O y NE-SO) de hasta 2 km, inyectados en los materiales encajantes. Al ser estos granitos de carácter intrusivo postectónico, carecen de orientación o estructuración asociada a las fases principales de deformación. A escala de microscopio, la deformación es muy débil, sólo se observan extinciones ondulantes y fracturas en el cuarzo y en algunos casos flexiones de las micas.

- MACIZO DE PONFERRADA

Existen abundantes filones de aplitas granatíferas, de potencias métricas, que afloran mayoritariamente en la parte norte del plutón.

- MACIZO DE CADAFRESNAS

No existen referencias filonianas.

7.3.2.4.- Rocas filonianas asociadas a granodioritas y granitos biotíticos postcinemáticos (G_4)

- MACIZO DE LA TOJIZA

La actividad filoniana más frecuente corresponde a diques y apófisis angríticas de grano fino, biotíticas o moscovíticas pero pobres en micas, a las que asocian, en algún caso, lentejones de cuarzo. También pueden observarse diques y venas de cuarzo masivo que, sólo ocasionalmente, adquieren dimensiones cartográficas.

- MACIZO DE LUGO

La actividad filoniana más importante es la asociación de masas de rocas aplíticas y leucogranitos de grano fino y heterogranulares en las zonas de facies con fenocristales más contrastados, área oriental del macizo y constituyendo, preferentemente, venas y filones cortantes a los granitos asociados. Otros tipos de actividad filoniana corresponden a diques de pórvidos graníticos inyectados en el metamorfismo encajante y filones y venas de cuarzo en las proximidades del Macizo de Castroverde.

- MACIZO DE CASTROVERDE

La actividad filoniana más común son aplitas biotíticas leuconíticas que constituyen venas y filones con borde rectilíneo y completamente soldados en el granito encajante. Con menor frecuencia, lentejones pegmatíticos de composición cuarzo-feldespática. Existen además venas y filones de cuarzo con bordes nítidos y potencia centí-decimétrica que son frecuentes en el borde del Macizo de Lugo.

- MACIZO DE NEIRA

El acompañamiento filoniano es un conjunto de diques y venas de granitos de grano fino y aplíticos y una serie de filones de cuarzo que en general son poco importantes, más frecuentes en las proximidades de Monte Albaredo, en lo referente a diques de granito fino. Los enclaves son poco importantes, destacando sólo la presencia de enclaves microgranudos hacia el SO del macizo y cuyas dimensiones varían de centimétricos a hectométricos.

- CONJUNTO PLUTÓNICO DE TAPIA-SALAVE

No existen referencias filonianas.

- MACIZO DE LINARES

No existen referencias filonianas.

R O C A S Y M I N E R A L E S I N D U S T R I A L E S

8.- ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES

A la hora de elaborar este Mapa de Rocas y Minerales Industriales de la ZAOL se han tenido en cuenta criterios diferenciados en cuanto a:

- explotaciones activas, tanto de producción continua (EA), como intermitente (EI)
- explotaciones inactivas o abandonadas (EB), que han beneficiado en los últimos años sustancias de interés económico
- indicios mineros (IN), seleccionados por ofrecer interés en estudios recientes realizados por el IGME, otros organismos públicos o empresas privadas, o durante la realización de este estudio.

En esta Memoria que acompaña al mapa, se describen brevemente las sustancias existentes en el área de estudio y se hace una sucinta reseña de los yacimientos o depósitos de mayor relevancia económica y las áreas de interés.

Además, se han confeccionado listados por sustancias que recogen los datos siguientes:

- número de referencia de la estación en la cartografía (activa, intermitente, inactiva o indicio)
- nombre de la hoja a escala 1:50.000 en la que se sitúa
- coordenadas UTM de la localización de cada estación (Huso 29)
- término municipal al que pertenece cada uno de los emplazamientos
- nombre de la explotación y empresa explotadora en la actualidad, en el caso de empresas activas e intermitentes (datos contrastados en las Secciones de Minas correspondientes)
- unidad litoestratigráfica en la que se sitúa la explotación o indicio
- usos y aplicaciones más apropiadas para cada sustancia y nombre comercial, de existir
- producción en toneladas, según datos facilitados por las Secciones de Minas o por la propia explotación
- situación actual de las explotaciones
- análisis y ensayos, realizados por el IGME, Organismos Públicos y/o empresas explotadoras

El conjunto de datos tomados en las estaciones estudiadas en este estudio ha sido utilizado para la actualización del Archivo de Rocas y Minerales Industriales (ANARMIN) del IGME.

8.1.- ARCILLA

El término arcilla se aplica en general a sustancias naturales de aspecto terroso, constituidas fundamentalmente por silicatos aluminicos hidratados, pertenecientes a los grupos de la caolinita (illita, esmectita y vermiculita), a veces con la aparición de minerales del grupo de la clorita y de impurezas de cuarzo, carbonatos y óxidos diversos, que cristalizan en partículas muy pequeñas, por la fracción arcillosa. El límite superior del tamaño de grano está en las 4 micras, y se caracterizan por presentar un comportamiento plástico, en mayor o menor grado, cuando se mezclan con el agua.

La naturaleza de las sustancias que acompañan a los silicatos hidratados, como fragmentos de rocas, óxidos hidratados y materias coloidales, determinan el uso y aplicación de las arcillas.

Existen distintas clasificaciones dependiendo de criterios geológicos, procedencia, propiedades y aplicaciones; la más utilizada es la establecida en función de los usos y aplicaciones de las arcillas.

De las distintas aplicaciones existentes se definen cinco grandes grupos de arcilla, cuya terminología es empleada usualmente por productores y consumidores.

- Arcillas para productos cerámicos estructurales.
- Arcillas plásticas para cerámica blanca o “ball clays”.
- Arcillas refractarias.
- Caolín.
- Arcillas especiales.

En el ámbito de la zona de estudio, la mayor parte de las explotaciones reconocidas hacen o hicieron un aprovechamiento de las arcillas exclusivamente para su aplicación como cerámica estructural, procedentes de los diferentes niveles arcillosos existentes en los depósitos terciarios y cuaternarios aflorantes.

Existe un número de estaciones que benefician un caolín pétreo que se encuentra interestratificado en el seno de la Formación Cuarcita de Barrios, de edad Ordovícico inferior, que procede de la alteración diagenética “in situ” de una toba de cenizas volcánicas de transporte eólico (Aramburu, 1989) y cuyo uso en la actualidad es preferentemente para la fabricación de chamota base de los ladrillos refractarios y, en menor porcentaje, la fabricación de cemento blanco.

8.1.1.- Explotaciones mineras activas

En la zona de estudio existen actualmente las siguientes explotaciones activas, cuyos datos más significativos quedan resumidas en la Tabla 1.

Tabla 1. Explotaciones activas, continuas e intermitentes, de arcilla

Nº de hoja 1:50.000	Término municipal	Prov.	Nº. en el Mapa	UTM		Nombre explotación	Unidad litoestratigráfica	Uso	Empresa explotadora	Producción 2008	Estado
				X	Y						
27	Salas	A	158	716200	4807750	La Espina	Cuenca de La Espina	9	UMINSA	52.800	EA
27	Salas	A	159	716400	4807600	La Teyera	Cuenca de La Espina	9	Ceraespina, S.L.	80.000	EA
9	Barreiros	LU	42	643854	4822596	Peña Insua	Arcillas de alteración y sedimentos tipo rasa	10			EI

97	Guntín	LU	421	614020	4743999	Navayos	Depósitos terciarios de Neira	9	Fábrica de Ladrillos de Portomarín, S.L.	20.390	EI
123	Portomarín	LU	433	611209	4740628		Depósitos terciarios	9	Fábrica de Ladrillos de Portomarín, S.L.		EI

EA: Explotación activa (continua). EI: Explotación activa (intermitente).

Usos: 6.- Cementos; 9.- Cerámica estructural (tejas, ladrillos, bovedillas, etc.); 10.- Cerámica de revestimiento (grés, azulejo, porcelana, etc.).

La producción está dada en toneladas /año (Fuente: Archivos Delegación Provincial de Minas).

Las labores “La Teyera” (Nº 159) y “La Espina” (Nº 158) corresponden a una única explotación utilizada por dos empresas distintas, con plantas de tratamiento diferentes.

Las arcillas explotadas se sitúan en el depósito terciario de La Espina, dispuesto discordantemente sobre rocas precámbricas y paleozoicas, con más de 200 m de espesor, según la información aportada por campañas de S.E.V. y sondeos mecánicos realizadas por el IGME en diferentes proyectos de investigación.

Las arcillas beneficiadas se asocian a depósitos de origen fluvial, dentro de una zona de llanura de inundación. En conjunto, el depósito explotado está compuesto por niveles de arcillas compactas verdosas con carbonatos dispersos, manchas de óxidos y cantos dispersos de pizarra; arcillas arenosas y limosas, con óxidos y cantos difusos de pizarra y niveles lentejonares conglomeráticos de cantos planares pizarrosos.

La extracción se realiza a cielo abierto, en corta, mediante retroexcavadora, transportándose el material en camiones hasta las plantas de transformación. Las arcillas explotadas se clasifican como arcilla arenosa emectítica (Fernández Rodríguez-Arango et al., 1985).

En el entorno de la ría de Foz ha habido alguna explotación de arcillas, más o menos caoliníticas, todas ellas sin actividad actual, si bien una cierta actividad de forma intermitente parece mantenerse en la cantera “Pena Insúa” (Nº 42) que se ubica en los depósitos de la rasa costera, constituidos en este sector por conglomerados heterométricos que han sido explotados como áridos naturales y niveles de arcillas blancas a rojizas de espesor métrico, que han sido objeto de explotación para cerámica estructural y para revestimientos y pavimentos.

En la zona de extracción de arcillas de “Pena Insúa”, se obtiene algo de arcilla, para la fabricación de pavimentos y revestimientos de gres porcelánico esmaltado a 1260 °C, en proceso de monococción, en la fábrica que la empresa *Materiales Cerámicos, S.A.* tiene en Burela (marcas Gres Burela y Ecogres).

Se trata de una explotación a cielo abierto de tipo corta y de tamaño medio, en la que actualmente se ha iniciado su relleno, quedando menos de un tercio sin llenar. La zona total afectada es grande con longitud total de unos 185 m. El hueco restante, inundado, no supera los 50 m x 50 m.

Aflora aquí, bajo unos 3 m de suelo y arcillas, un nivel ocre de continuidad irregular con un espesor de aproximadamente 1 m. Por debajo, afloran unos 3 m de gravas cuarcíticas angulosas, muy heterométricas, incluidas en una matriz de arcillas pardo rojizas. Debajo de este nivel con gravas, afloran, otros 3 m de arcillas grises plásticas, con una zona central ocre-amarillenta.

En la zona de Portomarín se extraen arcillas en las explotaciones de “Navayos” (Nº 421) y otro frente próximo a la fábrica (Nº 433), que son explotadas para el abastecimiento de la fábrica de ladrillos de Portomarín. De este frente se extrae una pequeña parte de material

que se mezcla con la arcilla extraída en la explotación “Navayos”. Consta de tres huecos de explotación separados por diques con las plazas de cantera inundadas. Profundidades de hasta 14 metros con una media de 10 metros en taludes verticales. La zona de extracción conjunta tiene una anchura y una longitud de hasta 140 metros.



Figura 11.- Aspecto del frente de explotación de arcillas (Nº 433) localizado junto a la Fábrica de Ladrillos de Puertomarín, S.L.

8.1.2.- Explotaciones mineras abandonadas

En el ámbito de la zona de estudio existe un número importante de estaciones abandonadas, cuyos datos más significativos se recogen en la Tabla 2.

Tabla 2. Explotaciones abandonadas de arcilla

Nº de hoja 1:50.000	Término municipal	Prov.	Nº. en el Mapa	UTM		Unidad litoestratigráfica	Uso anterior	Estado
				X	Y			
50	Allande	A	243	698120	4791289	D. Terciario (Afloramiento de Arganzúa)	9 y 6	EB
50	Allande	A	244	699144	4790361	D. Terciario (Afloramiento de Arganzúa)	9	EB
10	Castropol	A	66	658990	4819027	S. recientes: arcillas de alteración y sedimentos tipo "Rasa"	9	EB
25	Castropol	A	69	659366	4818250	S. recientes: arcillas de alteración y sedimentos tipo "Rasa"	9	EB
12	Cudillero	A	26	726550	4826720	S. recientes: arcillas de alteración y sedimentos tipo "Rasa"	9	EB
193	Astorga	LE	552	740450	4705760		9	EB
159	Bembibre	LE	519	712516	4721782	-	9	EB
158	Cabañas Raras	LE	521	694153	4720512	Cuenca del Bierzo (Fm. Santalla)	10 y 6	EB
159	Castropodame	LE	523	711013	4719662	Cuenca del Bierzo (Fm. Santalla)	9	EB
158	Cubillos del Sil	LE	495	698849	4725114	Cuenca del Bierzo (Fm. Santalla)	9	EB
126	Fresnedo	LE	487	697817	4727490	-	9	EB
158	Ponferrada	LE	524	696896	4719660	Cuenca del Bierzo (Fm. Santalla)	10 y 6	EB
158	Ponferrada	LE	545	694553	4709886	Cuenca del Bierzo (Fm. Santalla)	9	EB
158	Priaranza de El Bierzo	LE	549	690525	4708716	Cuenca del Bierzo (Fm. Santalla)	9, 10 y 6	EB
126	Toreno	LE	476	702274	4729465		9	EB
158	Toreno	LE	488	701836	4726900		9	EB
158	Villadecanes	LE	530	683812	4715470		9	EB
158	Villadecanes	LE	535	682067	4713623	-	6	EB
23	Abadín	LU	205	617924	4799380	D. Terciario (Cuenca de Trimaz-Chamoselo)	9	EB
23	Abadín	LU	241	624113	4791476	D. Terciario (Cuenca de Villalba)	9	EB

48	Cospeito	LU	245	626614	4790868	D. Terciario (Cuenca de Villalba)	9	EB
48	Cospeito	LU	256	623175	4787800	D. Terciario (Cuenca de Villalba)	9	EB
48	Pastoriza	LU	225	634571	4795667	D. Terciario (Cuenca de Pastoriza)	9	EB
48	Pastoriza	LU	221	636710	4796010	D. Terciario (Cuenca de Pastoriza)	9	EB
23	Villalba	LU	187	610999	4803690	D. Terciario	9	EB

EB: Explotación abandonada

Usos: 6.- Cementos; 9.- Cerámica estructural (tejas, ladrillos, bovedillas, etc.); 10.- Cerámica de revestimiento (grés, azulejo, porcelana, etc.)

8.1.3.- Ensayos, especificaciones y usos

8.1.3.1.- Ensayos

Los ensayos más comunes para determinar las propiedades de las arcillas son:

- análisis químico
- granulometría
- difracción de Rayos X, A.D.T.
- límites de Atterberg
- contracción lineal
- márgenes de cocción y resistencia a la compresión
- color de cocción

Respecto a las propiedades físicas, la plasticidad de la arcilla es una de las propiedades más importantes. Ésta depende de varios factores:

- tamaño de las partículas
- capacidad de cambio de la arcilla
- naturaleza de los iones adsorbidos
- cantidad de agua en la pasta
- naturaleza de los iones contenidos en el agua de amasado

En las explotaciones de Salas (“La Teyera” y “La Espina”) se realizaron una serie de análisis mineralógicos y químicos (Fernández Rodríguez-Arango et al., 1985) cuyos resultados medios fueron los siguientes:

■ **ANÁLISIS QUÍMICO (%)**

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	PPC
57,61	12,20	5,53	7,71	1,31	1,30	1,75	0,00	6,00	5,52

■ **ANÁLISIS MINERALÓGICO (%)**

Cuarzo	Filosilicatos	Calcita	Dolomita	Feldespatos	Hematites
14	79	0	0	7	0

Los filosilicatos son esencialmente illita, esmectitas e interestratificados de tipo illita-esmectita, con pequeñas proporciones de caolinita.

Esmectita	Illita	Caolinita
54	38	8

■ ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

La distribución de tamaños de la muestra (en %) se ajusta a la siguiente granulometría: grava (3,1), arena (17,5), limo (27,4) y arcilla (52).

En la década de los 80, y en un entorno próximo a la explotación minera, se llevó a cabo un sondeo de investigación, con recuperación de testigo, de 92,65 m de profundidad (Rebollo Rodríguez et al., 1986). Este sondeo se detuvo antes de llegar al sustrato paleozoico y, en un tramo arcilloso-limoso, a 18 m, se tomó una muestra (8-1-1) para un análisis mineralógico por difracción de Rayos X, con los siguientes resultados:

Cuarzo	Illita	Caolinita	Clorita
9	70	8	5

Respecto a otras posibles aplicaciones de estas arcillas, en función del análisis químico que presentan, como son los porcentajes de Al_2O_3 (< 20%) y Fe_2O_3 (> 3%), dichos resultados impiden otros usos que no sean la fabricación de elementos estructurales.

A continuación, se recogen una serie de análisis y ensayos realizados en los materiales de algunas de las explotaciones abandonadas que figuran en la Tabla 2.

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año	
		IGME								1976	
	Análisis mineralógico	Todo uno: Cuarzo: 45%; Micas: 45%; Caolinita: 10%; Accesorio: Feldespato Fracción arcilla: < 63 μ : Micas: 70%; Caolinita: 20%; Cuarzo: 10%; Accesorios: Feldespato Fracción arcilla: < 20 μ : Micas: 70%; Caolinita: 30%; Accesorios: Cuarzo									
42	30032 A	EMPRESA EXPLOTADORA									
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PPC	
		70,66	21,97	1,06	-	-	-	-	-	-	
	Análisis granulométrico	Tamiz: (nº 4 pasa 100%, nº 10 pasa 99,98%, nº 40 pasa 99,83%, nº 200 pasa 97,71%)									

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
	3-1/184	IGME								1972
69	Análisis mineralógico	Arcilla: 40%; Cuarzo: 40%; Feldespato: 10%; Calcita: 10%								
	Análisis granulométrico	Arcilla: 7,4%; Limo: 25,1%; Arena: 63,3%								

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
66	3-1/133	IGME								1973
	Análisis mineralógico	Arcilla: 70%; Cuarzo: 25%; Feldespato: 5%								
	Análisis granulométrico	Arcilla: 16,8%; Limo: 42,3%; Arena: 40,6%								
66	Ficha 128	IGME								1985
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PPC
		63,54	22,70	1,50	0,08	0,76	0,11			5,09
	Análisis granulométrico	Arcilla: 51%; Limo: 48%; Arena: 0,5%								

Fuente: IGME (1985). Posibilidades de arcillas especiales en Asturias, 1^a Fase.

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
243	0050-008 A	IGME								1985
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PPC
		82,71	7,71	1,77	0,17	0,55	0,37	1,15		4,02
	Análisis granulométrico	Caolinita: 7%; Illita: 25%; esmectita: 68%; Cuarzo: 22%								
243	0050-008 B	GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS. Consejería de Industria								1989
	Ensayos cerámicos	Absorción de agua: 11,6%; Densidad aparente: 1,97 g/cm ³ ; Límite sólido: 13,4; Límite líquido: 30%; Límite plástico: 21,8%; Índice plástico: 5,6%								

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
476	0126-011 A	ITGE								1991
	Ensayos cerámicos	Contenido en materia orgánica: 0,43%; Densidad real: 3,6 g/cm ³								

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
487	0126-012 A	ITGE								1991
	Análisis mineralógico	Principal - Arcilla: 60%; Cuarzo: 35%; Feldespato: 5% Fracción arcillosa - illita: 60%; esmectita: 35%								
	Análisis granulométrico	Arcilla: 22,73%; Limo: 46,55%; Arena: 26,18%; grava: 4,16%								

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
530	0158-007 A	ITGE								1991
	Análisis mineralógico	Illita: 55%; Caolinita-clorita: 15%; Esmectita: 5%; Cuarzo: 5%; Calcita: < 5%								

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
549	0158-009 A	IGME								1974
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PPC
		57,06	25,60	6,15			0,20	2,94	0,36	7,58
	Análisis mineralógico	Caolinita: 31%; Illita: 44,5%; Cuarzo-feldespato: 3,3%; MCIE: 25%								

Fuente: IGME (1974)

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
521	0158-013 B	IGME								1974
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PPC
		63,45	21,03	6,94		0,30		2,76		7,01
	Análisis mineralógico	Caolinita: 17%; Illita: 35%; Cuarzo-feldespato: 3,7%; MCIE: 48%								

Fuente: IGME (1974)

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
495	0158-016 A	IGME								1974
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PPC
		60,98	23,02	6,13			0,29	2,83	0,35	6,40
	Análisis mineralógico	Caolinita: 19%; Illita: 58%; Cuarzo-feldespato: 2,9%; MCIE: 23%								

Fuente: IGME (1974)

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
545	0158-021 B	IGME								1974
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PPC
		52,08	18,55	6,97	3,86	2,73	0,22	2,063	0,28	12,23
	Análisis mineralógico	Caolinita: 22%; Illita: 52%; Cuarzo-feldespato: 3,2%; MCIE: 26%								

Fuente: IGME (1974)

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
519	0159-004 B	ITGE								1991
	Análisis mineralógico	Illita: 65%; Caolinita-clorita: 15%; Cuarzo: 20%; Calcita: < 5%								

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
523	0159-005 A	<i>IGME</i>								1974 1981
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PPC
		50,70	25,50	7,62	1,60	0,89	0,65	4,38	0,26	8,35
	0159-005 B	<i>IGME</i>								1974 1981
Análisis mineralógico		Caolinita: 28%; Illita: 52%; Cuarzo: 2,4%; MCIE: 20%								

Fuente: IGME (1974; 1981a)

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
519	0193-004 A	<i>IGME</i>								1974
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PPC
		75,64	13,32	4,54			0,16	2,70	0,32	5,49
	Análisis mineralógico	Caolinita: 23%; Illita: 45%; Cuarzo: 2,5%; MCIE: 32%								

Fuente: IGME (1974)

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
552	0193-006 A	<i>IGME</i>								1974
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PPC
		66,60	16,71	5,67			0,32	2,70	0,26	8,00
	Análisis mineralógico	Caolinita: 15%; Illita: 63%; Cuarzo-feldespato: 2,7%; MCIE: 21%								

Fuente: IGME (1974)

8.1.3.2.- Usos y especificaciones

El contenido en alúmina es un índice de calidad para determinar el uso de las arcillas. Así, con un 40 % de alúmina y 3-6 % de sílice, las arcillas son aptas para la fabricación de porcelanas; mientras que, al disminuir el contenido en alúmina, aumenta el porcentaje en sílice, llegando a alcanzar hasta un 10-20%.

El principal uso de los materiales arcillosos es la cerámica estructural, alfarería tradicional, lozas gruesas y medianas, azulejos y gres. De igual modo, se emplean en la manufactura de cementos y en la producción de áridos ligeros (arcillas expandidas).

Los parámetros a considerar en cerámica son los siguientes:

- Color en crudo y en cocido
- Plasticidad (límite líquido y límite plástico)
- Curvas de floculación y velocidad y concentración de colaje
- Contracción en el secado y en el cocido
- Gresificación (vitrificación) durante el calentamiento de la pasta cerámica
- Resistencia mecánica (módulos de ruptura)
- Dilatación y refractariedad

Las especificaciones composicionales, así como las características físicas, para los distintos usos a los que se destinan las arcillas, quedan resumidas a continuación:

■ CERÁMICA ESTRUCTURAL

- arcillas de naturaleza illítica o illítico-caolinítica
- contenidos en esmectitas < 10-15 % (para evitar una excesiva plasticidad y problemas de contracción en el secado)
- arena silícea en proporción variable (hasta 30-40 %, actuando como desengrasante)
- ausencia de carbonatos en granos (siendo tolerable la calcita muy fina, < 15 %)
- elementos colorantes:

5-10 % de Fe_2O_3 para tonalidades rojizas

3-10 % de TiO_2 en presencia de Fe_2O_3 para tonalidades amarillentas

0,5-4 % de MnO_2 en presencia de Fe_2O_3 para tonalidades ocres

El color puede quedar afectado por otros factores como la temperatura de cocción, el grado de vitrificación, el contenido en Al_2O_3 , CaO y MgO y la composición de los gases liberados durante la cocción.

- impurezas no deseables:

$CaSO_4$ < 4 %

$NaCl$ < 1,5 %

Na_2SO_4 < 0,4 %

$MgSO_4$ < 1 %

■ LOZAS

El uso de la arcilla común queda limitado a las lozas de baja calidad (lozas groseras y medias), requiriéndose arcillas semirefractarias con relaciones de contenido caolín/otras arcillas, altas. Para gres se utilizan arcillas illítico-caoliníticas (1/1) con contenidos en Fe_2O_3 < 15 %. El objetivo en este sector es la obtención de pastas cerámicas capaces de obtener impermeabilidad por cocción, sin necesidad de esmaltes o cubiertas vidriadas, así como de alta resistencia al ataque por ácidos.

■ ARCILLAS EXPANDIDAS

Para su producción son utilizados materiales como la illita, clorita, esmectita y/o vermiculita, siendo la presencia de caolinita un factor limitante por su carácter refractario (cantidades < 40 %). Así mismo, interesan arcillas con contenido elevado en materia orgánica y óxidos de hierro para poder liberar el gas necesario para la expansión (Materia orgánica: 0,5-2 % y Fe_2O_3 < 3 %).

Para la producción de este tipo de arcillas no existen restricciones importantes respecto a la presencia de granos de carbonatos, yeso y pirita (< 2 %).

■ MANUFACTURA DE CEMENTO

En este proceso, las arcillas son utilizadas como fuente de alúmina y sílice. Prácticamente todas las arcillas son aptas para este uso, primando consideraciones económicas.

8.2.- ARENA SILÍCEA

Se incluyen en este apartado aquellas rocas detríticas no consolidadas que, independientemente de su aplicación industrial, presentan una composición mayoritariamente cuarcítica.

Las rocas detríticas (terrígenas o clásticas) están formadas por fragmentos de rocas o minerales procedentes de rocas preexistentes que han quedado expuestas a la meteorización en la superficie de la tierra. El cuarzo es uno de los minerales más estable en las condiciones de la superficie terrestre, por tanto, suele estar habitualmente presente en dichas rocas.

Estos materiales están asociados, en el ámbito del estudio, a niveles detríticos del Terciario (Mioceno).

Por sus características petrológicas las explotaciones presentan ventajas técnicas frente a otros tipos de sustancias, tanto en el laboreo como en el procesado. Al tratarse de materiales fácilmente ripables, se pueden arrancar con retroexcavadora, para ser utilizados como áridos tras un primer y único cribado a pie de la cantera o bien ser lavados para mejorar la calidad y valor de venta.

8.2.1.- Explotaciones mineras activas

En la zona de estudio existen únicamente una explotación activa, cuyos datos más significativos quedan recogidos en la Tabla 3.

Tabla 3. Explotaciones activas, continuas e intermitentes, de arena silícea

Nº de hoja 1:50.000	Término municipal	Prov.	Nº en el Mapa	UTM		Nombre explotación	Unidad litoestratigráfica	Uso	Empresa explotadora	Producción 2008	Estado
				X	Y						
127	Noceda de El Bierzo	LE	474	711805	4729766	Noceda	Mioceno	3	Cubero, S.L.	10.500	EA

EA: Explotación activa (continua); Usos: 3.- Áridos naturales;
La producción está dada en toneladas /año (Fuente: Archivos Delegación Provincial de Minas).

En el municipio de Noceda de El Bierzo existe una explotación denominada "Noceda" (Nº 474) que extrae arenas y gravas procedentes de los materiales detríticos de las facies miocénicas del borde occidental de la Cuenca del Duero. En la estación se explota un depósito formado por arcillas limosas con arenas y gravas dispersas y niveles de arenas con gravas de tonalidades rojizas. Esta explotación desarrolla una minería a cielo abierto en ladera con tres frentes (donde se buscan las zonas más arenosas) en un solo banco. La extracción se realiza mediante pala mecánica y en la planta de tratamiento se lavan y se clasifican por tamaño las arenas y gravas.

8.2.2.- Explotaciones mineras abandonadas e indicios

En el ámbito de la ZAOL existe un indicio de arena silícea, cuyos datos más significativos se recogen en la siguiente tabla.

Tabla 4. Explotaciones abandonadas e indicios de arena silícea

Nº de hoja 1:50.000	Término municipal	Prov.	Nº en el Mapa	UTM		Unidad geológica	Uso anterior	Estado
				X	Y			
127	Noceda de El Bierzo	LE	478	713520	4729440	Cuenca terciaria de El Bierzo	3	IN

IN: Indicio. Usos: 3.- Áridos naturales;

8.3.- ARENISCA Y CUARCITA

La arenisca es una roca sedimentaria que se transforma en cuarcita mediante procesos metamórficos, existiendo una gradación total entre arenas y cuarcitas en función del grado del metamorfismo sufrido. En el ámbito de la zona de estudio, los sedimentos precarboníferos han sufrido un cierto grado de metamorfismo que implica una cierta cementación y/o recristalización entre los granos de cuarzo, lo que presenta a las rocas como compactas y duras.

Los principales usos a los que se destina este tipo de materiales son los siguientes:

- Roca ornamental y de construcción
- Árido de machaqueo o natural
- Mineral industrial: sílice

Dado el carácter preferentemente siliciclástico de la columna litológica de los sedimentos que componen la ZAOL, existe un buen número de afloramientos con posibilidades de ser utilizados industrialmente; tan solo factores económicos o medio-ambientales impiden su desarrollo, ya que presentan una gran potencia en cuanto a explotabilidad y reservas, pero las explotaciones son minoritarias y en general con muy poco desarrollo industrial.

A nivel general, los afloramientos de cuarcitas, areniscas o areniscas cuarcíticas, constituyen los relieves más importantes y marcan las principales directrices morfológicas y estructurales.

8.3.1.- Explotaciones mineras activas

En la zona de estudio existen, en la actualidad, las siguientes explotaciones activas, cuyos datos más significativos quedan recogidos en la Tabla 5.

Tabla 5. Explotaciones activas, continuas e intermitentes, de arenisca y cuarcita

Nº de hoja 1:50.000	Término municipal	Prov.	Nº en el Mapa	UTM		Nombre explotación	Unidad litoestratigráfica	Uso	Empresa explotadora	Producción 2008	Estado
				X	Y						
11	El Franco	A	51	678570	4820960	Veiral	Serie de Los Cabos	3	Jesús Martínez Álvarez, S.A.	15.000	EI
11	Navia	A	56	689350	4820250	Rencaños	Serie de Los Cabos	4	Jesús Martínez Álvarez, S.A.	900.000	EA
11	Navia	A	63	689470	4819320	Braña del Río	Serie de Los Cabos	3 y 4	Nanaja, S.A.	100.000	EA
49	Santa Eulalia de Oscos	A	247	659238	4789742	Liñeiras	Serie de Los Cabos	3	Excavaciones Quintelas, S.L.		EI
25	Taramundi	A	174	658102	4805805	Peña del Calvario	Serie de Los Cabos	3	Seijo. Empresa Constructora	5.000	EI
25	Vegadeo	A	119	657956	4811380	Las Paleiraís	Serie de Los Cabos	3	Contrata AMARELO	10.000	EI
193	Brazuelo	LE	548	730150	4708810	Valdornera I	Fm. Cuarcita de Vega	2	Esteban Luengo	900	EI
192	Lucillo	LE	558	720187	4697770	La Chana	Serie de Los Cabos	2	Canteras maragatas, S.L.	2.000	EA
192	Lucillo	LE	557	720564	4696535	Las Primas	Serie de Los Cabos	2	David Lledía	3.500	EI
159	Molinaseca	LE	534	711028	4713672	Peña Caldera	Serie de Los Cabos	3 y 4	Áridos ALFA, S.L.	250.000	EA
127	Noiceda	LE	455	709750	4733170	Colombilla - Rozalibre	Fm. Cuarcita de Vega	4	Excavaciones Miguel Ángel Domínguez, S.L.	100.000	EI
192	Santa Colomba de Somoza	LE	554	727306	4702688	Valdornera II	Serie de Los Cabos	2	Esteban Luengo	1.400	EA
193	Val de San Lorenzo	LE	556	738185	4701607	Las Lomas	Serie de Los Cabos	2	Sector Minero, S.L.	1.900	EA
47	Begonte	LU	283	605993	4782088	Os Beodos	Cuarcita superior de Cándana C. O Xistral	4	ERIMSA, S.A.	69.800	EI

47	Cospeito	LU	262	610218	4786613	A Corva	Cuarcita superior de Cándana C. O Xistral	4	<i>A Corva, S.L.</i>	51.975	EA
74	Fonsagrada	LU	297	661019	4778338	Monte Picos	Serie de Los Cabos (capas de Villamea)	4	<i>Victor López Souto</i>	100.000	EA
9	Foz	LU	28	636336	4825737	RAMSEI	Fm. Cándana	2	<i>Excavaciones RAMSEI, S.L.</i>	6.000	EA
124	Incio	LU	475	640091	4729702		Fm. Cándana	2			EI
124	Incio	LU	479	635800	4729422	Emérita	Fm. Cándana	2	<i>José Vázquez Sánchez</i>	413	EA
124	Incio	LU	480	639627	4729358		Fm. Cándana	2			EA
124	Incio	LU	483	633045	4728119	Cantera de Incio	Precámbrico (Serie de Villalba)	2			EI
24	Lourenza	LU	125	635727	4811146	Cantera Homar	Fm. Cándana	2	<i>Horacio Fiallega Lorigados</i>	740	EA
24	Mondoñedo	LU	127	636057	4810693	Folgueirosa	Fm. Cándana	2	<i>Excavaciones y Transportes Miguel y Lucía, S.L.</i>	1.000	EA
24	Mondoñedo	LU	128	635801	4810678	Lucía	Fm. Cándana	2	<i>Excavaciones y Transportes Miguel y Lucía, S.L.</i>	1.325	EA
24	Mondoñedo	LU	133	635192	4810496	Cantera Marisol	Fm. Cándana	2	<i>Horacio Fiallega Lorigados</i>	625	EA
25	Mondoñedo	LU	132	635045	4810375	Padornela	Fm. Cándana	2	<i>Cuarcitas y Ornamentos, S.L.</i>	7.950	EA
24	Mondoñedo	LU	157	633367	4807602	Monte da Arca	Fm. Cándana	2	<i>José Rodríguez Trashorras</i>	1.710	EA
23	Muras	LU	130	603687	4810576	Angelita Fr. 2 ^a	Cuarcita superior de Cándana C. O Xistral	2	<i>Epifanio Campo Fdez.</i>	2.093	EA
8	Oural	LU	32	610760	4824752		Cuarcita superior de Cándana C. O Xistral	4	<i>HERGAYA, S.L.</i>	60.000	EA
48	Pastoriza	LU	233	629641	4793975		Fm. Cándana	2			EA
25	Pontenova	LU	188	650739	4803598	Granda	Serie de Los Cabos (capas de Villamea)	2	<i>Mario Martínez Glez.</i>	953	EA
10	Ribadeo	LU	35	651427	4824169	Quintas do Porto	Serie de Los Cabos (capas de Villamea)	2	<i>Francisco Enrique García Pérez</i>	810	EI
10	Ribadeo	LU	37	650641	4824065	Figueiredo	Serie de Los Cabos (capas de Villamea)	2	<i>Manuel García Fdez.</i>	179	EA
10	Ribadeo	LU	39	651296	4824019	La Devesa	Serie de Los Cabos (capas de Villamea)	2	<i>Pizarras y Cuarcitas Manuel, S.L.</i>	5.000	EI
10	Ribadeo	LU	34	650844	482161	La Devesa-2	Serie de Los Cabos (capas de Villamea)	2	<i>Pizarras y Cuarcitas Manuel, S.L.</i>	3.000	EA
10	Ribadeo	LU	64	649193	4819162	San Román	Serie de Los Cabos (capas del Río Eo)	4	<i>Cuarcitas y Ornamentos, S.L.</i>		EI
23	Villalba	LU	204	601698	4800382	Cainzo	Cuarcita superior de Cándana C. O Xistral	4	<i>Canteras Villalberas, S.L.</i>	51.910	EA
23	Villalba	LU	206	606050	4799147	Santaballa 1-3	Fm. Cándana	2	<i>Rosendo Díaz Marful</i>	1.846	EA
23	Villalba	LU	208	605542	4798974	Santaballa 1-1	Fm. Cándana	2	<i>Rosendo Díaz Marful</i>		EA
23	Villalba	LU	209	605433	4798891	Santaballa 1-2	Fm. Cándana	2	<i>Rosendo Díaz Marful</i>		EA
47	Villalba	LU	257	607202	4787230	El Cañotal	Cuarcita superior de Cándana C. O Xistral	4			EA
47	Villalba	LU	258	607314	4786938		Cuarcita superior de Cándana C. O Xistral	4			EA
47	Villalba	LU	252	608589	4788668	El Palomo	Cuarcita superior de Cándana C. O Xistral	4	<i>Servicios Agrícolas y Forestales Palomo, S.L.</i>	50.000	EA
47	Villalba	LU	270	609410	4786146	Monterrey	Cuarcita superior de Cándana C. O Xistral	4	<i>Serafín de la Fuente Cao</i>	47.120	EA
47	Villalba	LU	268	609115	4786027	Penas de Fonfría	Cuarcita superior de Cándana C. O Xistral	4	<i>Constantino Eireos Pérez</i>	5.887	EA
23	Xermade	LU	200	600801	4801467	Riocabo-2	Cuarcita superior de Cándana C. O Xistral	4	<i>Canteras Candamil, S.L.</i>	192.000	EA

EA: Explotación activa (continua). EI: Explotación activa (intermitente).

Usos: 2.- Rocas de construcción; 3.- Áridos naturales; 4.- Áridos de machaqueo

La producción está dada en toneladas /año (Fuente: Archivos Delegación Provincial de Minas).

En la explotación “Las Primas” (Nº 557) se desarrolla una minería a cielo abierto, tipo corta, con tres pequeños frentes con 1 ó 2 bancos por frente. La cantera, de tamaño pequeño e intermitente, explota alternancias de cuarcitas y areniscas tableadas en niveles de predominio centimétricos con dirección N110°E y buzamiento al S. Hay dos familias de diaclasas, la más intensa con dirección N120°E, verticalizada, y la segunda en dirección N110°E y 20°N de buzamiento (Figura 12). Geológicamente la alternancia pertenece a la Serie de Los Cabos, de edad Cámbrico medio-Ordovícico superior.



Figura 12.- Detalle del frente con las dos familias de diaclasado en la explotación “Las Primas” (Lucillo).

El arranque de material se realiza normalmente mediante pala y se transforma en una pequeña planta al pie de la cantera, haciéndose una primera clasificación manual por espesores. La piedra se utiliza preferentemente para fachadas y sillería y se comercializa con el nombre de **Cuarcita de Lucillo**.

En la explotación “La Chana” (Nº 558) se desarrolla una minería a cielo abierto en ladera, con un fuerte escalonado. Es una cantera activa de pequeño tamaño que explota alternancias de cuarcitas y areniscas grises, tableadas, con niveles de predominio centimétrico, con dirección N110° E y buzamiento de 80°N (Figura 13). Hay un diaclasado verticalizado con un espaciado de 10-20 cm y dirección N20°E. Geológicamente pertenecen a la sucesión de Capas de Riotorto, Capas de Villamea y Capas del Río Eo (Serie de Los Cabos), de edad Cámbrico medio-Ordovícico inferior. El arranque del material se hace con pala y con ayuda de alguna pequeña voladura.

Las condiciones de afloramiento y acceso son buenas, así como las reservas. Se hace una clasificación manual a pie de cantera, así los niveles centimétricos se usan para revestimiento y los niveles decimétricos se utilizan para solados y mampostería, comercializando el material con el nombre de **Cuarcita de Lucillo**.

La cantera “Valdornera II” (Nº 554), es de pequeño tamaño y desarrolla una minería a cielo abierto en ladera en tres pequeños frentes. Se beneficia una alternancia de areniscas y cuarcitas en niveles de predominio centimétrico (hay algunos decimétricos), de tonalidades blanquecinas y con dirección N100°E y un buzamiento de 30° al S. Geológicamente pertenecen a la unidad litoestratigráfica conocida como Serie de Los Cabos, de edad Cámbrico medio-Ordovícico inferior.

Las condiciones de afloramiento y acceso son buenas, así como las reservas. Existe una pequeña planta de tratamiento, a pie de cantera, con una cortadora (Figura 14). El material elaborado se utiliza para revestimiento, suelos, etc., y se comercializa con el nombre de **Piedra maragata**.



Figura 13.- Vista general de la corta “La Chana”, donde se observa el fuerte diaclasado vertical.



Figura 14.- Pequeña planta de transformación al pie de la cantera “Valdomera II” (Santa Coloma de Somoza, León).

La explotación “Las Lomas” (Nº 556) es una cantera activa de tamaño pequeño. Se sitúa en una alternancia de tramos métricos de cuarcitas, areniscas y pizarras de la unidad litoestratigráfica Serie de Los Cabos, de edad Cámbrico medio-Ordovícico inferior. El

arranque se realiza sobre niveles de cuarcitas y areniscas blancas tableadas de espesor centímillimétrico, con dirección N115°E y un buzamiento de 50°S.

Las condiciones de acceso, afloramiento y reseñas son buenas. La clasificación se realiza manualmente a pie de cantera. El material elaborado se utiliza para revestimiento de fachadas, solados, etc., y se comercializa con el nombre de **Cuarcita de Nogarejas**.

La explotación “Valdornera I” (Nº 548) corresponde a una cantera intermitente de pequeño tamaño, situada en un tramo cuarcítico de aspecto esquistoso con intercalaciones pizarrosas de la unidad litoestratigráfica Cuarcita de La Vega, de edad Ordovícico inferior. Las condiciones de acceso, afloramiento y reservas son buenas. La clasificación del material se realiza manualmente al pie de la cantera.

La explotación “Angelita 2^a fracción” (Nº 130) es de tipo cielo abierto ladera, de tamaño grande con un solo frente lineal de más de 200 m de largo por 160 m de anchura, y que afecta a una altura de hasta 30 (40) m distribuida en 7 bancos bien definidos y bastante continuos.

Esta cantera se ubica en la Cuarcita Superior de Cándana, en un potente paquete areniscoso-cuarcítico de color blanco a blanco amarillento y grisáceo, con dos tramos limo-arcillosos de color gris, uno de ellos en la base de la explotación y el otro intercalado en la parte alta, con 20 m de potencia. La potencia total de la serie afectada por la explotación supera los 110 m. Las cuarcitas se presentan bien estratificadas (en bancos centimétricos a decimétricos), según $S_0 = N160/60^{\circ}O$ y, exceptuando algunos tramos en que intercalan términos areniscosos y limo-arcillosos, son en general útiles como piedra natural si bien con un rendimiento bajo. Se extraen cuarcitas, de grano fino a medio, de color blanco y con pátinas de alteración de coloración rojizo a granate, en capas tabulares de entre 5 a 40 cm de espesor.

Para el arranque se utilizan explosivos de poca potencia (pólvora, amonita, etc.) para esponjar la roca a favor de los planos de estratificación y se arranca con retro o utilizando un martillo picador adaptado en retro o pala cargadora bien sobre ruedas o cadenas (Figura 15).

Los productos más habituales son chapa para revestimiento de 2 cm, loseta para suelos de 5-7 cm y taco para muros y paredes. Se obtienen cuarcitas de tonos claros a muy blancos y también con manchas rojizas a granate.

En la parte oriental del municipio de Mondoñedo y en el de Lourenza, se localizan seis explotaciones activas para piedra natural, de las cuales cinco se sitúan en el monte Padornero: “Cantera Homar”, “Folgueirosa”, “Lucía”, “Cantera Marisol”, y “Padornela”, y la



Figura 15.- Maquinaria extrayéndo bloque primario en la cantera “Angelita 2^a fracción”.

sexta en el Monte da Arca, del que toma el nombre, geológicamente todos ellas se sitúan sobre los niveles cuarcíticos de la Formación Cándana.

Se trata de canteras de tamaño medio a pequeño de tipo cielo abierto ladera, con un solo frente, en general menor de 150 m de longitud máxima, con anchuras máximas desde pocos metros a 115 m, y alturas máximas inferiores a 35 m, distribuidas en bancos (1 a 5 bancos) en general con alturas menores de 6 m, no bien definidos ni continuos, y en ocasiones escalonados y de talud muy irregular.

En estas canteras se utilizan retroexcavadoras o palas, y en muy pocos casos, se utilizan explosivos para eliminar tramos estériles. El arranque del bloque primario o rachón se realiza manualmente con ayuda de palancas, picos o patas de cabra, y también utilizando palas de carga frontal o retroexcavadoras a las que, en algunos casos, se las ha adaptado un punzón o martillo hidráulico; en muy pocas ocasiones se usan explosivos y martillo picador con este fin.

El bloque primario se trabaja en la misma cantera de forma manual mediante mazas, martillos, cuñas y cinceles, y solamente en alguna cantera existe el corte de algunos productos mediante sierras circulares. Los productos obtenidos se paletizan en la misma cantera disponiéndose, en algunas de ellas, de carretillas para el transporte interno y carga de palets. En general se produce gran cantidad de rechazos ya que los rendimientos no parecen superar el 50% del todo uno.

La "Cantera Homar" (Nº 125) explota alternancias de cuarzoesquistos gris-verdosos y arenosos, con laminaciones lenticulares y paralelas con direcciones N30/10-15° al E, y una falla normal aproximadamente N-S cruza la explotación por el centro de la plataforma del banco superior hundiendo el bloque oriental. El material elaborado se comercializa en chapa de distintos tamaños preferentemente para revestimiento.

La "Cantera Marisol" (Nº 133) es de tamaño medio con un frente con tres bancos mal definidos, a lo largo de todo el frente. La explotación se realiza por banqueo descendente, utilizando en ocasiones explosivos para esponjar la roca y también para eliminar los tramos estériles, ricos en cuarzo.

La estructura a escala de cantera en monoclinal, con superficies de estratificación dispuestas según N50/24° E. El desarrollo de suelo es muy escaso en toda esta zona alta del Monte Padornelo y en esta cantera la serie está constituida por unos 4-6 m de esquistos gris verdosos a cuarzoesquistos grises, con intercalaciones de metareniscas finas claras, que presentan laminaciones.

La "Cantera Padornela" (Nº 132) es también una cantera de tamaño medio, con dos bancos con una altura total de unos 15 m y una longitud máxima del frente de trabajo de unos 120 m. En la parte sur tiene una gran escombrera ya que se generan abundantes residuos.

El paquete explotado consiste en 1 a 7 m de cuarzoesquistos gris verdosos bajo los que se sitúan 2 a 5 m de cuarcitas-cuarzoesquistos grises claras a blancas, de grano fino, recristalizadas, con laminación paralela, muy resistentes y no permiten la obtención de piedra natural. En la base de la explotación se cortan 3 m de cuarzoesquistos a esquistos con laminaciones, muy resistentes, que en su parte inferior intercalan algún nivel decimétrico de metareniscas verdosas a ocres de grano medio, menos resistentes y algo deleznables. En la serie se intercalan pasadas delgadas de esquistos grises a verdosos con laminaciones

arenosas. La estructura general es monocinal ($S_0 = N30/20-30^\circ E$), con estratificación planar y cruzada de bajo ángulo, dando cuerpos tabulares y en cuña.

Se utiliza prácticamente todo el material de la cantera, pero con un rendimiento menor del 50%. La exfoliación, grosera, se produce a favor de la laminación y foliación, tanto en los términos más cuarcíticos como en los más pizarrosos, obteniéndose superficies planas con descamaciones.

Las canteras “Lucía” (Nº 128) y “Folgueirosa” (Nº 127) son de pequeño tamaño y se explotan esquistos grises, metareniscas grises y pizarras esquistosas grises de grano grueso con laminaciones. La serie tiene en este sector buzamientos sobre 10° con la esquistosidad subparalela a la estratificación.



Figura 16.- “Cantera Monte da Arca”. Detalle de la metarenisca con laminaciones.

La “Cantera Monte da Arca” (Nº 157) es de tamaño medio, con dos bancos con un máximo de 10-15 m de talud. La disposición de los estratos es monocinal con la $S_0 = N160/20 O$, observándose dos familias de fracturación: $F_1 = 60/78$ con espaciado entre 0,8 m y $F_2 = 300/45$ con un espaciado de 2,0 m. En el material beneficiado predominan las metareniscas con laminaciones (Figura 16) y esquistos con cloritoide de color verde-azulado.

Las tres canteras “Santaballa”, (Nºs 206, 208, 209) próximas entre sí, son tres unidades de explotación que quedan dentro del mismo derecho minero y geológicamente se sitúan sobre el tramo cuarcítico inferior de la Formación Cándana.

Son canteras a cielo abierto del tipo ladera con forma semi a subcirculares, de tamaño medio a grande no superando los 250 m de longitud de frente y los 140 m de anchura, así como los 10 m a 20 m de altura en un solo banco o con pendientes tendidas y escalonadas según los distintos niveles útiles.

Se explota aquí una serie de cuarcitas blancas y grises con laminaciones, con lechos pelíticos y micáceos, en capas tabulares centimétricas, metareniscas y metalimolitas en niveles centimétricos, y pizarras grises gruesas más o menos arenosas con laminaciones, y esquistos grises a oscuros. El recubrimiento de suelo es escaso y la zona de alteración puede alcanzar los 10 m de espesor. La estructura de las capas es aparentemente monoclinal en cada cantera y la estratificación se dispone NNO-SSE con buzamientos entre 25º y 35º hacia el Sur. Se han realizado algunos sondeos de investigación por la empresa explotadora.

La explotación en estas canteras se realiza con retroexcavadora y palas de carga frontal, no utilizándose explosivos, y el bloque primario se labra y paletiza manualmente en la misma cantera. Se produce chapa irregular para revestimiento de 1-2 cm de grosor, para suelos de 4-5 cm de grosor y tacos para paredes y muros de 15 cm de fondo, con lo que se obtenga de largo y alto. Se comercializan varias variedades que de visu pueden describirse como sigue: Variedad multicolor; Variedad gris y Variedad marrón.

En el sector de Incio se explotan tres pequeñas canteras para piedra natural (Nºs 475, 479 y 480), que geológicamente se sitúan sobre el tramo cuarcítico inferior de la Formación Cándana.

Se extraen cuarcitas de color claro y pizarras de color gris claro que presentan pátinas de oxidación en algunos casos en las superficies de exfoliación. Se explota la zona superficial alterada y con los planos de fracturación y foliación teñidos por óxidos, hasta una profundidad de unos 3 metros. El espesor de la zona alterada es irregular no sobrepasando los 5 m, continuando luego pizarras grises. Se producen materiales, cuarcitas y pizarras gruesas, para revestimientos de muros y solados.

La “Cantera de Incio” (Nº 483) se ubica en el tramo superior de la Serie de Vilalba y corresponde a una pequeña zona de explotación de cuarcitas que se realiza de modo artesanal, utilizando mazas y picas, y de forma intermitente, para la producción de losas y taco.

Se explotan areniscas cuarcíticas de color gris y tonos claros, con colores de alteración pardos y ocres con un tamaño de grano fino a muy fino. Están bien estratificadas en capas tabulares en bancos de entre 50 cm y 90 cm. Se observa una estratificación cruzada de bajo ángulo y una laminación cruzada planar.

En el municipio de Ribadeo existen cuatro explotaciones activas para la explotación de piedra natural: “Quintas do Porto” (Nº 35), “Figueiredo” (Nº 37), “La Devasa” (Nº 39) y “La Devasa-2” (Nº 34). Geológicamente se sitúan en la unidad litoestratigráfica Serie de Los Cabos, en el tramo de Capas de Villamea de edad Cámbrico medio-Ordovícico inferior.

Las canteras explotan niveles de pizarras y lutitas alternando con areniscas lutíticas. Estos materiales aparecen bien estratificados en bancos centimétricos a decimétricos y con buzamientos suaves.

Las canteras suelen ser de pequeño tamaño, de tipo corta (Figura 17), de unos 100x100 m de superficie abierta y no más de 15 m a 20 m de altura máxima de frente.

El material elaborado, de tipo cuarcítico, se utiliza para revestimiento, suelos, etc., y los niveles más pizarrosos se comercializan como pizarra rústica, también para revestimientos.



Figura 17.- Cantera tipo corta en el sector de Ribadeo.

La “Cantera Rencaños” (Nº 56) corresponde a una explotación de cierta importancia, que desarrolla una minería a cielo abierto en ladera en dos frentes escalonados separados 400 m entre ellos, con 9 bancos de unos 15 m de altura de banco (Figura 18).

La cantera se sitúa en los terrenos más altos de la formación conocida como Serie de Los Cabos, equivalente a la Formación Barrios. El material explotado es un tramo preferentemente cuarcítico, en bancos potentes con alguna intercalación de pizarras limosas.

El arranque del material se realiza mediante voladura con explosivo y es transportado hasta la planta de transformación situada en la misma cantera, en donde los materiales procedentes de los niveles pizarrosos y areniscosos son separados para material de relleno, que representa el 10% de la producción, el resto es tratado en planta para la elaboración de diferentes tipos de áridos, según tamaño. Las condiciones de afloramiento y acceso son razonables y las reservas enormes.

La explotación “Veiral” (Nº 51), corresponde a una pequeña cantera intermitente de aspecto abandonado, aunque administrativamente está activa. La cantera se sitúa en los terrenos más altos de la Serie de Los Cabos, de edad Cámbrico medio-Ordovícico inferior. El material explotado son cuarcitas en bancos con niveles más pelíticos y con un cierto grado de fracturación. Presenta una dirección de N25ºE y un buzamiento 65º al SE.



Figura 18.- Aspecto que presenta uno de los dos frentes de la “Cantera Rencaños” (Navia, Asturias)

El arranque del material se realiza mediante pala excavadora y se utiliza como material para relleno (áridos naturales) para obras locales. Las condiciones de afloramiento y acceso son buenas y las reservas aceptables.

La cantera “Braña del Río” (Nº 63), abierta en el año 2007, desarrolla una minería a cielo abierto en ladera en un frente con tres bancos de unos 20 m de altura cada uno.

La explotación beneficia los niveles de techo de la Serie de Los Cabos, que son equivalentes a la Formación Barrios, de edad Ordovícico inferior. El material explotado es un tramo preferentemente cuarcítico en bancos decimétricos, con niveles pelíticos intercalados y dirección N50°E y buzamiento 60°NO. Todo el afloramiento aparece muy roto y replegado. Por encima de la explotación existe un importante desarrollo de un suelo de sedimento detrítico tipo eluvial-coluvionar (Figura 19).

El arranque de material se realiza mediante voladura con explosivo y el producto es transportado hasta una pequeña planta de tratamiento, situada en la misma cantera, en donde los materiales procedentes de los niveles pelíticos son separados para ser utilizados como material de relleno y el resto es tratado en planta para la elaboración de áridos de machaqueo. Las condiciones de afloramiento y acceso son aceptables y las reservas son importantes.



Figura 19.- Detalle de niveles pelíticos replegados e intercalados en los bancos cuarcíticos en la cantera “Braña del Río” (Navia, Asturias)

La explotación “Las Palearais” (Nº 119), corresponde a una pequeña labor intermitente a cielo abierto, en ladera, de forma circular y con dos bancos, de los que el más alto es incompleto (Figura 20).



Figura 20.- Aspecto general de la explotación “Las Palearais” (Vegadeo, Asturias).

La cantera se sitúa en un tramo de areniscas cuarcíticas en bancos decimétricos con niveles limoareniscosos de la Serie de Los Cabos de edad Cámbrico medio-Ordovícico inferior. El arranque del material se realiza mediante pala excavadora y es utilizado en bruto como material para relleno en obras, preferentemente del titular de la explotación.

La labor “Peña del Calvario” (Nº 174) corresponde a una pequeña cantera intermitente, que trabaja según las necesidades de una empresa constructora que es titular de la explotación.

Es una explotación a cielo abierto, en un solo frente y con un único banco y beneficia un tramo de areniscas cuarcíticas, en bancos decimétricos a centimétricos con niveles limolíticos (pizarrosos) de la Serie Los Cabos, de dirección NNE-SSO y buzamiento 60°SE. El arranque del material se realiza mediante pala excavadora y es tratado con una criba, para separar el material en dos tamaños (> 15 cm y < 15 cm).

La pequeña cantera intermitente, “Liñeiras” (Nº 247), desarrolla una minería a cielo abierto en ladera con un único frente.



Figura 21.- Aspecto general de la explotación “Colombrilla-Rozaliebre” (Noceda de El Bierzo, León).

Esta labor explota alternancias de areniscas en bancos con niveles pelíticos en una zona muy fracturada y plegada, presentando un alto grado de alteración, lo que favorece la extracción del material.

Geológicamente pertenece a las Capas de Villamea de la Serie de Los Cabos, de edad Cámbrico medio-Ordovícico inferior. El arranque del material se realiza mediante pala excavadora y el material arrancado es utilizado en bruto como árido natural sin ningún tipo de tratamiento.

“Colombrilla-Rozaliebre” (Nº 455) es una cantera intermitente, de tamaño mediano que desarrolla una minería a cielo abierto en ladera cuyo frente se ajusta al afloramiento del material a beneficiar.

La cantera explota un nivel de cuarcitas blancas en capas de hasta 1 m, muy recristalizadas, rotas y muy alteradas, de la unidad litoestratigráfica Cuarcita de Vega, del Ordovícico superior. La dirección de las capas es N110°E y el buzamiento 60° al NE. El arranque de material se realiza con pala excavadora, favorecido por la fuerte fracturación existente que permite un fácil arranque y posterior tratamiento. La explotación crea una gran cantidad de residuos procedentes de los materiales pelíticos que afloran a techo y muro de la Cuarcita de Vega (Figura 21).

Las condiciones de acceso y afloramiento son aceptables. Sus reservas requieren un estudio de investigación, dado el carácter irregular que poseen los afloramientos en esta corrida cuarcítica.



Figura 22.- Vista panorámica de “Peña Caldera” (Molinaseca, León).

La explotación “Peña Caldera” (Nº 534), corresponde a una labor activa de tamaño medio, que desarrolla una minería a cielo abierto en ladera con dos frentes, separados unos 200 m entre ellos. En la plaza del más bajo topográficamente, actualmente parado, se sitúa la planta de machaqueo y una escombrera adosada. (Figura 22).

La cantera se ubica en una suave estructura en anticlinal de la parte alta de la Serie de Los Cabos. Las cuarcitas que se explotan están muy recristalizadas y afloran en bancos métricos-decimétricos, de tonos claros y con escasa presencia de material pelítico fino. La dirección de las capas en uno de los flancos es N80°E, y el buzamiento 20° al N. Hay

numerosas diaclasas, más o menos verticalizadas, con direcciones N120°E y N20°E. Las condiciones de afloramiento y acceso son razonables y las reservas enormes.

La explotación “Os Beodos” (Nº 283) perteneciente a *Erimsa* produce, de manera intermitente, cerca de 70.000 toneladas anuales de material utilizado para la fabricación de áridos en la planta de tratamiento de Begonte. Es ésta una explotación para la producción de áridos finos en la planta de tratamiento de la empresa situada en las cercanías. Es una explotación de tamaño medio del tipo cielo abierto ladera. Se extrae cuarcita de color blanco, de grano grueso, en bancos de potencia decimétrica a métrica. Estas cuarcitas aparecen ligeramente alteradas en los primeros metros cerca de la superficie con una ligera oxidación a tonos rosados y cierta arenización de la roca. La estratificación se dispone según N20/30°E.

La explotación “Monte Picois” (Nº 297) corresponde a una cantera a cielo abierto en ladera, de tamaño medio, y beneficia niveles del tramo superior de la Serie de Los Cabos (Capas de Villamea). Se extraen cuarcitas grises muy resistentes y duras en bancos centimétricos a decimétricos, densamente fracturadas. En la parte inferior de la cantera afloran pizarras grises. La estratificación se dispone según N150-50-O.

No se utilizan explosivos al estar el frente muy fracturado, arrancándose el todo por medios mecánicos. El material extraído se comercializa como “Cuarcita de Fonsagrada” y corresponde a un árido de buena calidad apto para la fabricación de mezclas bituminosas en frío, caliente y de hormigones hidráulicos.

La cantera “San Román” (Nº 64) es una cantera a cielo abierto de tipo ladera, de tamaño medio, y con una planta de tratamiento de áridos de machaqueo aparentemente parada desde hace poco tiempo.

La cantera se sitúa en las capas del Río Eo de la Serie de Los Cabos. El material explotado son pizarras de color verde grisáceo, alternando con areniscas feldespáticas de tonos blanquecinos, cuarcitas grises y claras, así como pizarras grises gruesas con laminaciones. Aunque aparentemente se trata de una serie monocinal, la deformación es intensa como puede deducirse por los cambios de dirección, buzamiento y foliación que presentan las diferentes capas.

La explotación “A Corva” (Nº 262) se sitúa sobre la cuarcita O Xistral, es de tamaño medio y consta de dos huecos (Norte y Sur) separados por una zona de 30 m. Se explotan bancos de cuarcitas de color blanco de potencias decimétricas a métricas, con intercalaciones de esquistos biotíticos de espesor métrico y de forma irregular. La estructura general se dispone según una estratificación N168/35°E. Por alteración de las cuarcitas se producen depósitos importantes de arenas silíceas que se explotan como áridos naturales.

La explotación “Monterrey” (Nº 270) se sitúa sobre la cuarcita superior de Cándana, tiene una forma alargada, también con un tamaño medio. La zona de explotación consta de un hueco de unos 170 metros de longitud por unos 150 metros de anchura, con varios bancos de trabajo de pequeña altura, de entre 1,5 metros y 4 metros, con una altura total de unos 12 metros. Se aprovechan capas de cuarcita de color blanco, muy arenizadas (sobre todo en la parte oriental), con intercalaciones de pizarras en niveles centimétricos. Las capas están suavemente plegadas en la parte oriental del frente. La estratificación se dispone según N-S/40°E.

La explotación “Cañotal” (Nº 257) se sitúa sobre la cuarcita O Xistral. Corresponde a una explotación de tipo corta de tamaño pequeño. Se explotan capas de cuarcita de color blanco, muy amenizada y con intercalaciones de pizarras. Las capas de pizarras tienen una potencia de hasta 1 m de espesor. Las capas aparecen ligeramente replegadas y cerca de la planta de tratamiento se observan grandes pliegues cerrados de las capas cuarcíticas con intercalaciones de pizarras. Las pizarras aparecen oxidadas en estas zonas coloreando a las cuarcitas. La estratificación se dispone en general aquí siguiendo N30/30ºE.

La cantera “Palomo” (Nº 252) situada geológicamente sobre la cuarcita de O Xistral, parece tener poca actividad extractiva y ésta se centra en la obtención de zahorras. Es una cantera de tamaño pequeño, de tipo corta en la que se explotan, al igual que en las otras canteras de esta zona, cuarcitas blancas más o menos amenizadas con intercalaciones de pizarras. También de pequeño tamaño, del tipo cielo abierto ladera es la cantera “Penas de Fonfría” (Nº 268) en la que se explota la misma unidad geológica, con similares características a las ya señaladas.

La cantera “Riocobo-2” (Nº 200) se sitúa en la cuarcita superior de Cándana o cuarcita de O Xistral. La explotación es de tamaño grande, con unos 350 m de longitud máxima de frente, 180 m de anchura y 20 m de altura distribuida en cuatro bancos bien definidos. La roca aflora en superficie y debido a su dureza, forma algunos resalte que destacan sobre un escaso recubrimiento de suelo arenoso.

Se extrae cuarcita blanca de grano fino, algo micácea y arena amarillenta en las zonas más alteradas (hasta 2 m de espesor), en las que aparece desintegrada constituyendo un suelo residual arenoso-limoso (perfiles de alteración que profundizan a favor de las fracturas). Presenta laminaciones grises milimétricas a centimétricas (aparentemente debidas a cambios composicionales y de tamaño de grano). Presentan una estructura marcada por una $S_0 = N160/45^\circ O$.

Bajo este tramo se sitúan areniscas, limolitas y cuarcitas amarillentas y blancas y en el talud del banco inferior afloran areniscas ferruginosas, amarillentas a rojizas, de grano fino a medio, con una potencia del orden de los 80 m. En la parte inferior de la cantera se aprecia un potente banco de cuarcitas blancas de unos 15 a 20 m de potencia, bajo el que se sitúan unos 35 m de cuarcitas y areniscas finas amarillentas y menos resistentes, con niveles más cuarcíticos blancos como los que ocupan el talud del banco más alto.

La cantera “Caizno” (Nº 204), que beneficia para áridos la parte más superficial de la cuarcita de O Xistral, corresponde a una explotación de tamaño medio con tres bancos de unos 15 m de altura mal definidos (Figura 23).



Figura 23.- Aspecto general del frente de explotación en la cantera “Caizno”.

En las proximidades de Oural se sitúa una pequeña cantera activa (Nº 32) a cielo abierto de tipo ladera, que tiene unos 70 m de longitud de frente por 95 m de anchura y unos 30 m de altura de talud, distribuida en tres bancos y que beneficia los niveles cuarcíticos del tramo superior de la Formación Cándana.

Se extraen cuarcitas de color blanco, gris y rosado, de grano medio a fino, recristalizadas, bien estratificadas en bancos centimétricos a decimétricos y con laminaciones. La estructura es compleja por estar intensamente fracturadas y plegadas, obteniéndose distintas medidas de la estratificación con buzamientos desde 40º a 65º y subverticales.

8.3.2.- Explotaciones mineras abandonadas e indicios

Las explotaciones abandonadas e indicios existentes en el ámbito de la ZAOL quedan reflejadas en la siguiente tabla.

Tabla 6. Explotaciones abandonadas e indicios de arenisca y cuarcita

Nº de hoja 1:50.000	Término municipal	Prov.	Nº en el Mapa	UTM		Unidad litoestratigráfica	Uso anterior	Estado
				X	Y			
50	Allande	A	223	694784	4795984	Fm. Cándana	4	EB
50	Allande	A	230	695520	4794625	Serie de Los Cabos	4	IN
50	Allande	A	239	685179	4792230	Serie de Los Cabos	3 y 4	EB
75	Allande	A	302	678112	4777076	Serie de Los Cabos	4	EB
25	Boal	A	113	673260	4812684	Fm. Cándana	3 y 4	EB
26	Boal	A	167	675060	4806740	Serie de Los Cabos	4	EB
75	Cangas de Narcea	A	308	680565	4775550	Serie de Los Cabos	4	EB
25	Castropol	A	79	658754	4816594	Serie de Los Cabos	3 y 4	EB
25	Castropol	A	82	662240	4816550	Serie de Los Cabos	3 y 4	EB
25	Castropol	A	147	668965	4808850	Serie de Los Cabos	3 y 4	EB
12	Cudillero	A	27	721090	4825780	Serie de Los Cabos	4	IN
12	Cudillero	A	30	721652	4824986	Fm. Cándana	4	IN
11	El Franco	A	46	677090	4821690	Serie de Los Cabos	4	EB
11	El Franco	A	61	674880	4819830	Serie de Los Cabos	4	EB

26	El Franco	A	71	675876	4818060	Fm. Cándana	4	EB
49	Grandas de Salime	A	276	667803	4784105	Fm. Agüeria	3 y 4	EB
75	Ibias	A	312	680745	4766396	Serie de Los Cabos	4	EB
100	Ibias	A	392	686940	4756463	Serie de Los Cabos	4	EB
11	Navia	A	65	688660	4819060	Serie de Los Cabos	4	EB
27	Pravia	A	420	726430	4819345	Serie de Los Cabos	4	EB
27	Salas	A	458	714318	4813564	Fm. Cándana	4	EB
49	Santa Eulalia de Oscos	A	228	659709	4795059	Serie de Los Cabos	4	EB
49	Santa Eulalia de Oscos	A	242	659072	4791345	Serie de Los Cabos	3 y 4	EB
10	Tapia de Casariego	A	60	670980	4819880	Serie de Los Cabos	4	IN
25	Tapia de Casariego	A	80	665715	4816560	Serie de Los Cabos	2	EB
25	Taramundi	A	183	659030	4804883	Serie de Los Cabos	4	EB
49	Taramundi	A	214	658083	4798136	Serie de Los Cabos	4	EB
26	Tineo	A	161	698390	7807403	Serie de Los Cabos	4	EB
12	Valdés	A	44	701495	4821997	Serie de Los Cabos	4	EB
11	Valdés	A	45	699918	4821820	Serie de Los Cabos	4	EB
11	Valdés	A	49	698985	4821170	Serie de Los Cabos	4	EB
11	Valdés	A	53	698450	4820750	Serie de Los Cabos	4	EB
27	Valdés	A	455	707880	4817948	Serie de Los Cabos	4	EB
27	Valdés	A	75	711755	4817590	Serie de Los Cabos	4	EB
27	Valdés	A	92	709224	4814929	Serie de Los Cabos	4	IN
27	Valdés	A	76	708605	4817379	Serie de Los Cabos	4	IN
26	Villayón	A	83	686389	4816368	Serie de Los Cabos	4	IN
26	Villayón	A	101	686340	4813640	Serie de Los Cabos	4	IN
26	Villayón	A	122	686829	4811204	Serie de Los Cabos	4	EB
26	Villayón	A	145	689905	4809132	Serie de Los Cabos	4	IN
25	Vegadeo	A	134	665865	4810300	Serie de Los Cabos	3 y 4	EB
12	Valdés	A	41	718050	4823180	Serie de Los Cabos	4	IN
193	Astorga	LE	551	740180	4705995	Serie de Los Cabos	4 y 2	EB
160	Brazuelo	LE	547	738350	4709660	Serie de Los Cabos	4	EB
192	Lucillo	LE	546	725190	4696159	Serie de Los Cabos	2	EB
127	Noceda de El Bierzo	LE	452	708914	4733524	Cuarcita de Vega	4	EB
126	Vega de Espinareda	LE	457	693710	4732520	Cuarcita de Vega	4	EB
24	Abadín	LU	155	625839	4808010	Fm. Cándana	3 y 4	EB
24	Abadín	LU	156	625758	4808008	Fm. Cándana	3 y 4	EB
73	Baleira	LU	290	643560	4780104	Serie de Los Cabos (capas Río Eo)	2	EB
73	Baleira	LU	332	644887	4770720	Serie de Los Cabos (capas Río Eo)	2	EB
74	Baleira	LU	341	648715	4768152	Serie de Los Cabos (capas Vilamea)	4	EB
9	Barreiros	LU	48	645862	4821304	Serie de Los Cabos (capas Río Eo)	4	EB
99	Becerrea	LU	400	653371	4748009	Serie de Los Cabos (capas Río Eo)	3 y 4	EB
47	Begonte	LU	272	609000	4785200	Cuarcita Superior de Cándana o Cuarcita O Xistral	4	EB
47	Begonte	LU	274	609146	4784992	Cuarcita Superior de Cándana o Cuarcita O Xistral	4	EB
73	Castro de Rey	LU	293	627612	4779366	Fm. Cándana	2	EB
99	Cervantes	LU	408	656117	4745952	Serie de Los Cabos (capas de Vilamea)	3 y 4	EB
125	Cervantes	LU	422	667293	4743881	Serie de Los Cabos (capas de Vilamea)	4	EB

125	Cervantes	LU	431	668310	4741929	Serie de Los Cabos (capas de Vilamea)	4	EB
9	Cervo	LU	13	623556	4836029	Cuarcita Superior de Cándana o Cuarcita O Xistral	4	EB
9	Cervo	LU	23	628949	4827784	Cuarcita Superior de Cándana o Cuarcita O Xistral	4	EB
74	Fonsagrada	LU	296	660348	4778931	Serie de Los Cabos (capas de Rio Eo)	4	EB
74	Fonsagrada	LU	298	666100	4778106	Serie de Los Cabos (capas de Rio Eo)	4	EB
74	Fonsagrada	LU	317	659393	4773612	Serie de Los Cabos (capas de Vilamea)	3 y 4	EB
74	Fonsagrada	LU	319	660700	4773140	Serie de Los Cabos (capas de Vilamea)	2	EB
74	Fonsagrada	LU	321	656989	4772955	Serie de Los Cabos (capas de Riotorto)	3 y 4	EB
74	Fonsagrada	LU	326	664761	4771330	Fm. Agüeira	3 y 4	EB
74	Fonsagrada	LU	328	665053	4771149	Fm. Agüeira	3 y 4	EB
74	Fonsagrada	LU	333	657115	4770508	Serie de Los Cabos (capas de Riotorto)	3 y 4	EB
74	Fonsagrada	LU	338	656517	4769219	Serie de Los Cabos (capas de Vilamea)	2	IN
9	Foz	LU	15	632397	4833510	Cuarcita Superior de Cándana o Cuarcita O Xistral	4	EB
9	Foz	LU	16	631096	4832216	Cuarcita Superior de Cándana o Cuarcita O Xistral	4	EB
9	Foz	LU	17	631999	4832022	Cuarcita Superior de Cándana o Cuarcita O Xistral	4	EB
9	Foz	LU	18	632017	4831862	Cuarcita Superior de Cándana o Cuarcita O Xistral	4	EB
124	Incio	LU	482	628290	4728197	Serie de Los Cabos (techo tramo cuarcítico)	2	EB
124	Incio	LU	484	632460	4727686	Serie de Los Cabos (techo tramo cuarcítico)	2	EB
24	Mondoñedo	LU	131	636132	4810498	Fm. Cándana	2	EB
24	Mondoñedo	LU	136	636194	4810043	Fm. Cándana	2	EB
24	Mondoñedo	LU	178	635345	4805431	Fm. Cándana	2	EB
24	Mondoñedo	LU	181	634437	4805093	Fm. Cándana	2	EB
23	Muras	LU	89	609000	4815540	Cuarcita Superior de Cándana o Cuarcita O Xistral	4	EB
99	Navia de Suarna	LU	386	672507	4758683	Fm. Agüeria	3 y 4	EB
99	Navia de Suarna	LU	387	663165	4758486	Serie de Los Cabos (capas de Vilamea)	4	EB
99	Navia de Suarna	LU	391	666093	4757760	Serie de Los Cabos (capas de Vilamea)	4	EB
125	Nogais	LU	435	653525	4740385	Fm. Cándana	3 y 4	EB
125	Nogais	LU	446	650629	4736069	Serie de Los Cabos (capas de Riotorto)	3 y 4	EB
8	Ourol	LU	31	610975	4824891	Cuarcita Superior de Cándana o Cuarcita O Xistral	4	EB
24	Pastoriza	LU	197	632497	4802674	Precámbrico (Serie de Villalba)	4	EB
48	Pastoriza	LU	236	629328	4793408	Fm. Cándana	4	EB
125	Piedrafita do Cebreiro	LU	454	654136	4733267	Serie de Los Cabos (capas de Riotorto)	3 y 4	EB
73	Pol	LU	292	637255	4779680	Fm. Cándana	4	IN
25	Pontenova	LU	196	647322	4802179	Serie de Los Cabos (capas de Rio Eo)	4	IN
48	Pontenova	LU	211	645648	4798301	Serie de Los Cabos (capas de Rio Eo)	4	EB
49	Pontenova	LU	212	647115	4798266	Serie de Los Cabos (capas de Rio Eo)	4	EB
49	Pontenova	LU	213	649085	4798264	Serie de Los Cabos (capas de Vilamea)	3 y 4	EB
48	Pontenova	LU	219	646386	4796645	Fm. Pizarras de Luarca	2	EB
49	Pontenova	LU	224	653350	4795750	Serie de Los Cabos (capas de Vilamea)	4	EB
25	Ribadeo	LU	72	656800	4817950	Serie de Los Cabos (capas de Vilamea)	2	EB
25	Ribadeo	LU	84	657166	4816359	Serie de Los Cabos (capas de Vilamea)	2	EB
48	Ribera de Piquín	LU	267	646606	4786217	Fm. Cándana	4	EB
24	Riotorto	LU	186	637430	4804480	Fm. Cándana	4	EB
48	Riotorto	LU	210	639380	4798494	Fm. Cándana	4	EB
25	Trabada	LU	175	647480	4805751	Serie de Los Cabos (capas de Rio Eo)	4	EB

125	Triacastelo	LU	434	648904	4740385	Fm. Cándana	4	EB
23	Vilalba	LU	203	604413	4799783	Cuarcita Superior de Cándana o Cuarcita O Xistral	4	EB
23	Xermade	LU	165	600790	4807020	Cuarcita Superior de Cándana o Cuarcita O Xistral	4	IN
23	Xermade	LU	203	600784	4801170	Cuarcita Superior de Cándana o Cuarcita O Xistral	4	EB
3	Xove	LU	9	623320	4836890	Cuarcita Superior de Cándana o Cuarcita O Xistral	4	EB
3	Xove	LU	11	623402	4836443	Cuarcita Superior de Cándana o Cuarcita O Xistral	4	EB
3	Xove	LU	12	623326	4836298	Cuarcita Superior de Cándana o Cuarcita O Xistral	4	EB

EB: Explotación abandonada; IN: Indicio.

Usos: 2.- Rocas de construcción; 3.- Áridos naturales; 4.- Áridos de machaqueo

8.3.3.- Ensayos, especificaciones y usos

8.3.3.1.- Ensayos

A continuación, se exponen los resultados de los ensayos tecnológicos realizados sobre las cuarcitas de la explotación “La Chana” (Nº 558) en el término municipal leonés de Lucillo (Junta de Castilla y León, 1991).

Peso específico (gr/cm ³)	Absorción (%)	Desgaste por rozamiento (mm)	Resistencia al SO ₂ (%)	Resistencia a los anclajes (N)	Resistencia a las heladas (%)
2,57	1,03	3,82	0,11	1.411	0,05

8.3.3.2.- Propiedades físicas

A continuación, se recogen una serie de análisis realizados a los materiales procedentes tanto de canteras activas como abandonadas de la zona de estudio:

Explotación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
Colombrilla-Rozaliebre (Nº 455)	0127-002 A	ITGE								1992
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P.F. (100º)
		93,40	3,00	2,30	0,10	0,30	0,08	1,00	< 0,10	0,90

Fuente. ITGE (1992a)

Explotación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
Riocobo-2 (Nº 200)	30046-A	IGME								2004
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PCC
		97,46	1,43	0,268	0,024	0,1	0,065	0,403	0,244	0,17
	Análisis granulométrico	Tamiz: 10 mm = 100%; 8 mm = 99,86%; 4 mm = 99,86%; 2 mm = 93,69 %; 1 mm = 81,92%; 0,5 mm = 55,62%; 0,5 mm = 22,59%; 0,125 mm = 3,21 %; 0,063 = 0,97% (todo uno acopio)								
	Análisis mineralógico	Principal cuarzo: 90%; Óxidos: 10%								

Fuente: Ferrero et al. (2004) empresas

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
61	3-1/180	IGME								1972
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PCC
		82,80		4,01						
	Ensayo de áridos	Desgaste de Los Angeles		Peso específico aparente		Peso específico real		Absorción agua		Estabilidad al So ₄ Mg
		24,5		2,63		2,76		0,72		1,134
Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
46	3-1/181	IGME								1972
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PCC
		68,58		5,54						
	Ensayo de áridos	Desgaste de Los Angeles		Peso específico aparente		Peso específico real		Absorción agua		Estabilidad al So ₄ Mg
		35,0		2,66		2,80		1,864		1,54
Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
53	3-1/167	IGME								1972
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PCC
		91,95		1,96						
	Ensayo de áridos	Desgaste de Los Angeles		Peso específico aparente		Peso específico real		Absorción agua		Estabilidad al So ₄ Mg
		24,7		2,63		2,66		0,53		3,252
Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
79	3-1/185	IGME								1972
	Estudio petrográfico	Cuarcita								
	Análisis mineralógico	Cuarzo: 80%; Accesorios: turmalina, albita, sericitita, moscovita y círcón								
Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
167	3-1/588	IGME								1972
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PCC
		95,72		2,14						
	Ensayo de áridos	Desgaste de Los Angeles		Peso específico aparente		Peso específico real		Absorción agua		Estabilidad al So ₄ Mg
		27,7		2,63		2,65		0,372		3.882

Estación	Referencia	Organismo / Empresa							Año
75	3-1/535	IGME							1972
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂
		93,30		2,00					PCC

Estación	Referencia	Organismo / Empresa							Año
455	3-1/537	IGME							1972
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂
		94,16		1,91					PCC

Estación	Referencia	Organismo / Empresa							Año
92	3-1/534	IGME							1972
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂
		90,27		2,87					PCC

Estación	Referencia	Organismo / Empresa							Año
167	3-1/588	IGME							1972
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂
		95,72		2,14					PCC
	Análisis granulométrico	40 mm = 76%; 30 mm = 68%; 20 mm = 47%; 10 mm = 30%; 5 mm = 23%							
	Ensayo de áridos	Desgaste de Los Angeles			Densidad real			Humedad	
		31			2,05 g/cm ³			9,50%	

Estación	Referencia	Organismo / Empresa							Año
457	0126-009 A	ITGE							1991
	Análisis mineralógico	Cuarzo=95%; Accesarios: Sericita, circón y rutilo							
	0126-009 B	ITGE							1991
	Análisis mineralógico	Cuarzo, sericita, clorita (principal); turmalina, circón (accesorios)							

Estación	Referencia	Organismo / Empresa							Año
547	0160-001 A	IGME							1974
	Ensayo de áridos	Desgaste de Los Angeles	Peso específico aparente	Peso específico real	Absorción agua	Estabilidad al So ₄ Mg			
		25,0	2,610	2,654	0,64				

Fuente: IGME (1974)

Estación	Referencia	Organismo / Empresa					Año
551	0193-007A	IGME					1974
	Estudio petrográfico	Cuarcita micácea esquistosa					
	Ensayo de áridos	Desgaste de Los Angeles	Peso específico aparente	Peso específico real	Absorción agua	Estabilidad al SO_4Mg	
		32,86	2,561	2,642	1,185		

Fuentes: IGME (1972-1974), ITGE (1991-1992).

Estación	Referencia	Organismo / Empresa							Año
15	30215-A	IGME							2004
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	PCC
		94,37	3,52	0,403	0,028	< 0,1	< 0,065	0,315	0,164
	Análisis mineralógico	Principal cuarzo: Accesorios: Caolinita, Moscovita							

Fuente: Ferrero et al. (2004) empresas

Estación	Referencia	Organismo / Empresa							Año
16	30216-A	IGME							2005
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	PCC
		97,28	1,43	0,555	0,027	< 0,1	< 0,065	< 0,1	0,1
	Análisis mineralógico	Principal Cuarzo: Accesorios: Caolinita, Moscovita							

Fuente: Ferrero et al. (2004) empresas

Estación	Referencia	Organismo / Empresa					Año
11	30009-C	IGME					2005
	Análisis granulométrico	Todo uno - Tamiz: 1/4 = 100%; n° 4 = 98%; n° 8 = 80,8%; n° 16 = 66,3%; n° 30 = 41,2%; n° 50 = 24,3%; n° 100 = 7,7%; n° 200 = 2,6					
	Ensayo de áridos	Desgaste de Los Angeles	Peso específico aparente	Peso específico real	Absorción de agua	Estabilidad al SO_4Mg	
		22,3%	2,62	2,64	0,32	-	

Fuente: Ferrero et al. (2004) empresas

8.4.- CALIZA Y DOLOMÍA

En la ZAOL la sedimentación es eminentemente detrítica, con la excepción de los niveles lenticulares de calizas y dolomías presentes en la Formación Cándana del Cámbrico inferior, preferentemente en el área de Ponferrada, y de la Caliza Aquiana del Ordovícico inferior, que aparece en pequeños afloramientos situados en el Dominio del Manto de Mondoñedo-Peñalba. Más importancia tiene la Caliza de Vegadeo, del Cámbrico inferior-medio, presente de forma más o menos continua en todo el ámbito de la ZAOL.

8.4.1.- Explotaciones mineras activas

En la zona de estudio existen actualmente las siguientes explotaciones activas, cuyos datos más significativos quedan recogidos en la Tabla 7.

Tabla 7. Explotaciones activas, continuas e intermitentes, de caliza y dolomía

Nº de hoja 1:50.000	Término municipal	Prov.	Nº en el Mapa	UTM		Nombre explotación	Unidad litoestratigráfica	Uso	Empresa explotadora	Producción 2008	Estado
				X	Y						
75	Cangas de Narcea	A	346	693380	4765489	Reguero de los Prados	Fm. Cal. Vegadeo	3 y 4	CALIZA ALPER, S.A.	90.000	EA
25	Vegadeo	A	90	657720	4815320	Peña-Merión	Fm. Cal. Vegadeo	3 y 4	LAVINCOS, S.L.	33.700	EA
157	Corullón	LE	525	674605	4719484	San Pedro	Fm. Cal. Vegadeo	2	CUPIRE-PADESA, S.A.	4.000	EA
158	Corullón	LE	526	677315	4716845		Fm. Cal. Vegadeo	2	CUPA PIEDRAS, S.A.		EI
158	Corullón	LE	538	680805	4713361	Cosmos I	Fm. Cándana	6	Cementos COSMOS, S.A.	1.300.000	EA
158	Sobrado	LE	543	680050	4710750	Santa Bárbara	Fm. Cal. Vegadeo	3 y 4	Construcciones Orenco Rodríguez		EA
157	Trabadelo	LE	512	670500	4722670	Encinar	Fm. Cal. Vegadeo	2 y 4	Mármoles de Seo, S.A.	5.000	EA
157	Vega de Valcarce	LE	491	669410	4725523	Maria Luisa	Fm. Cal. Vegadeo	2	Piedras Bercianas, S.L.	2.000	EA
158	Villadecanes	LE	536	681750	4713600	Cristina	Fm. Cándana	3 y 4	Canteras y Concretos, S.L.	280.000	EA
98	Baralla	LU	402	644475	4747876	Quinta	Fm. Cal. Vegadeo	4	CAMPESA	800.000	EA
98	Baralla	LU	407	643153	4746677	Estefanía	Fm. Cal. Vegadeo	4	EXCANSA	250.250	EA
99	Becerrea	LU	396	648770	4749250	Furco	Fm. Cal. Vegadeo	4	HERGAYA, S.A.	339.150	EA
99	Becerrea	LU	415	652590	4745002	Peña Lavada	Fm. Cal. Vegadeo	4	CAMPESA	2.000	EI
48	Becerrea	LU	426	646312	4743007	Monte Penedo	Fm. Cal. Vegadeo	4	EXCANSA		EI
24	Lourenza	LU	91	636233	4815025	Valiña	Fm. Cal. Vegadeo	4	Isidro Otero García	343.590	EA
24	Lourenza	LU	99	636093	4813870	Do Licho	Fm. Cal. Vegadeo	2 y 1	Rosendo Díaz Marful	1.458	EA
24	Lourenza	LU	100	636111	4813865	Louseiras	Fm. Cal. Vegadeo	4	Construcciones Isidro Otero, S.L.	2.900	EA
24	Lourenza	LU	124	640330	4811084	O Coto	Fm. Cal. Vegadeo	2	Excavaciones y Transportes Miguel y Lucía S.L.	1.600	EA
24	Lourenza	LU	126	640296	4811035	Coto	Fm. Cal. Vegadeo	2	David Helios	4.410	EA
24	Mondoñedo	LU	104	635666	4813362	Miragre	Fm. Cal. Vegadeo	2 y 1	Rosendo Díaz Marful	468	EA
24	Mondoñedo	LU	107	635400	4813180	Trinidad	Fm. Cal. Vegadeo	2, 4, 1	Canteras Santa Cecilia	5.000	EA
24	Mondoñedo	LU	170	637617	4806560	Grande Mesada	Fm. Cándana	4	Cantera Isidro Otero, S.L.	125.000	EA
48	Pastoriza	LU	250	635392	4789043	Peñas do Cal	Fm. Cal. Vegadeo	4	José Sanjurjo Lozano	137.970	EA

73	Pol	LU	299	631327	4777584	Arcos	Fm. Cándana	4 y 6	EXCANS	345.000	EA
124	Samos	LU	489	642775	4726050	La Perla	Fm. Cal. Vegadeo	4 y 2	Mármoles de Luozara	215.380	EA
124	Triacastela	LU	444	647342	4736352	Montepenedo y Don Isidro	Fm. Cándana	6	Cementos Cosmos, S.L.	755.376	EA

EA: Explotación activa (continua); EI: Explotación activa (intermitente).

Usos: 1.- Rocas ornamentales; 2.- Rocas de construcción; 3.- Áridos naturales; 4.- Áridos de machaqueo; 6.- Cementos

La producción está dada en toneladas /año (Fuente: Archivos Delegación Provincial de Minas).

La explotación “Maria Luisa” (Nº 491) desarrolla una minería a cielo abierto en ladera, en un único frente y banco. Esta cantera explota un único tramo de 11 m de espesor de calizas marmorizadas, en vetas de tonos rosados. Se observa un diaclasado E-O con fuerte buzamiento al S, que no es muy denso, en el que se percibe una débil karstificación.

Las condiciones del afloramiento, así como las reservas, son buenas. Tiene una pequeña planta de transformación para el corte de los niveles más potentes, así como para el pulido de algunas placas (Figura 24), aunque otra parte importante del material extraído se clasifica manualmente. La variedad se comercializa con el nombre de **Cuarcita Berciana**.



Figura 24.- Detalle de unas placas pulidas de caliza

La explotación “Encinar” (Nº 512) es una cantera de pequeño tamaño, en lo que se refiere a la roca de construcción, pero de tamaño mediano en el aprovechamiento de los áridos. Es la explotación de mayor desarrollo en el contexto de la roca de construcción, con un frente escalonado (Figura 25). El material se obtiene por arranque directo y posterior selección por grosor.



Figura 25.- Aspecto general de la explotación “Encinar”.

Los materiales extraídos, desde el punto de vista ornamental, son calizas marmorizadas en bancos de orden deci-centimétrico, con tonalidades rosadas, grises o veteadas. Dichos niveles están en los flancos de un pliegue anticinal cerrado, de amplitud y longitud de orden hectométrico. Los tramos aprovechables son una docena de metros en cada flanco.

Las condiciones de afloramiento son buenas, y las reservas grandes. El material extraído para uso ornamental es transportado a la planta de tratamiento, situada a 2,5 km de la cantera. El resto del material, calizas y dolomías, con intercalaciones de lutitas y areniscas de la Formación Vegadeo, se utiliza para áridos y se procesa en la planta de machaqueo situada en el mismo lugar que la anterior.

La cantera “San Pedro” (Nº 525) desarrolla una minería a cielo abierto en ladera, con un frente escalonado, siendo explotada por *CUPIRE-PADESA*, S.A. Esta cantera beneficia, dentro de las calizas y dolomías con intercalaciones de lutitas y areniscas de la Formación Vegadeo, un tramo decamétrico de dirección N130°E y buzamiento 70°SO, constituido por carbonatos en bancos deci-centimétricos de tonos rosados, grises y blanquecinos, afectados por dos familias de diaclasas.

Las condiciones de afloramiento, así como las reservas, son buenas. El material se clasifica al pie de cantera de forma manual, y se utiliza para revestimientos y solados, comercializándose como **Cuarcita Dragonte**. El resto del material se utiliza, de forma intermitente, para áridos.

La explotación de *CUPA PIEDRAS*, S.A, en Corullón (Nº 526), es intermitente, desarrollada a cielo abierto en ladera con un único frente en dos bancos. Los materiales que

se observan en la cantera son cuarcitas con calizas, calizas marmóreas, mármoles y areniscas que siguen una dirección N150°E con buzamiento al E de 60°.



Figura 26.- Tubo kárstico formado a favor de la red de fracturación en la explotación Nº 526 en Corullón.

Los carbonatos están karstificados (Figura 26) a favor de fracturas paralelas a la estratificación. También se observan fracturas ortogonales de dirección N20°E con buzamiento 50°O. La marmorización es subparalela a las fracturas. El producto, que se extrae de manera intermitente y se clasifica “in situ” de un modo manual, se utiliza como material de construcción en solados, revestimiento de fachadas, etc., comercializándose, también, como **Cuarcita Dragonte**.

La explotación “Trinidad” (Nº 107) es una cantera de tamaño grande que comparte la producción de piedra natural con la de áridos de machaqueo a partir de los rechazos generados. Esta explotación beneficia, dentro de la Formación Caliza de Vegadeo, un tramo consistente fundamentalmente en calizas recristalizadas, de grano grueso, de color gris azulado, bandeadas, que intercala niveles delgados de color blanco con algún nivel centimétrico (menos de 50 cm) de color rosa pálido. Aparecen en tramos masivos hacia la parte inferior y media del frente y en niveles delgados, tableados, con transición a las pizarras hacia la parte superior.

La explotación desarrolla una minería a cielo abierto en bancos descendentes y el arranque se realiza mediante perforación con martillo neumático y voladuras de unos 100 kg (dinamita) y retroexcavadora. El material no útil del recubrimiento se utiliza para rellenos. El material útil para piedra natural se trabaja manualmente y se paletiza a pie de cantera. Los productos de piedra natural que se obtienen son chapa de 2-3 cm de espesor, para revestimientos y placa de 3-6 cm, para suelos. Se obtiene también piedra para muros y para rellenos. Se comercializa como piedra natural simplemente desvastada o cortada para revestimientos y suelos con mercados nacionales e internacionales (Francia), con las denominaciones de **Piedra Reiriz gris-azulada** y **Piedra Reiriz verdosa**.

La explotación “Miragre” (Nº 104) beneficia, dentro de la Formación Calizas de Vegadeo, el mismo tramo de calizas con las mismas facies (gris, blanca y rosa) ya descrito en la cantera “Trinidad”, ya que ambas se localizan muy próximas y situadas en una estructura anticlinal de primera fase, disponiéndose las capas NNE-SSO a NE-SO, con buzamientos de 25º a 30º, hay tres bancos generales con el banco intermedio mal definido. En cada banco se realiza la extracción siguiendo las capas de caliza, en escalones métricos.

El material útil para piedra natural se comercializa de igual manera que el de la Cantera Trinidad.

La cantera “Do Licho” (Nº 99) se encuentra muy próxima, al norte de las anteriores y en la misma litología y estructura general. Se trata de una cantera de tamaño medio, con dos bancos que, al igual que sucede en las canteras antes mencionadas, se escalonan según el espesor de la capa a extraer, no alcanzando más de 25 m de altura.

En la planta de tratamiento que el titular de las canteras “Miragre” y “Do Licho” tiene en Vilamor (en el municipio de Mondoñedo), el bloque de caliza se corta inicialmente en una sierra de 1200 mm y se dimensiona con otras tres sierras menores (de 300 mm a 600 mm). Para el acabado se dispone de una pulidora y una máquina de chorro de arena, comercializándose con las denominaciones ya citadas en la cantera “Trinidad”.

Las labores “Coto” (Nº 126) y “O Coto” (Nº 124) son colindantes y ocupan un pequeño cerro, geológicamente se ubican en las calizas de la Formación Vegadeo, considerándose canteras de tamaño medio para la sustancia y uso, con longitud máxima del orden de los 90 m y altura afectada de unos 12 m, distribuida en dos bancos con pendientes medias a fuertes o escalonadas.

Se extrae una caliza marmórea gris, de grano fino, recristalizada, foliada y con pátinas marrones. Estratificada en bancos centimétricos a métricos ($S_0 = N165/15^{\circ}O$). Puntualmente presenta signos de karstificación y grietas llenas de cristales de calcita o espeleotemas depositados en las paredes de grietas verticales. Esta roca abre mal y en grueso, a favor de la foliación, dando superficies irregulares.

De un modo manual se extraen calizas simplemente desvastadas para revestimientos y suelos para el mercado local.

La explotación “Peña-Merión” (Nº 90) desarrolla una minería a cielo abierto en ladera con un frente escalonado. La cantera presenta ciertas limitaciones al encontrarse muy próxima a la villa de Vegadeo y en la proximidad de la Ría del Eo.

El material beneficiado está constituido por calizas, calizas dolomitizadas y dolomías en bancos hasta métricos, con niveles deleznables de pizarras calcáreas y margocalizas dolomitizadas. Los niveles deleznables se separan y son utilizados para material de relleno. Los bancos calizos métricos se utilizan como bloques de escollera en construcción, y el resto de los niveles carbonatados son tratados en una pequeña planta de machaqueo dentro de la propia cantera, en donde se obtienen tres calibres de áridos.

“Reguero de los Prados” (Nº 346), en el término de Cangas de Nancea, desarrolla una minería a cielo abierto en ladera con un único frente escalonado hasta con 5 bancos, de unos 12 m de altura cada uno (Figura 27). El arranque del material, favorecido por la alta

densidad de fracturación, se realiza mediante voladura con explosivos; una vez fragmentado es cargado en camión y transportado hasta la planta, situada a una distancia de 2 km y que dispone de sistemas de machaqueo, clasificación y fabricación de hormigón. La explotación se ubica en calizas grises muy recristalizadas y dolomitizadas con tramos de pizarras negras calcáreas y niveles de calizas marmóreas y mármoles.



Figura 27.- Tramo superior de la Caliza de Vegadeo, con niveles de mármoles y calizas marmóreas, en la explotación "Reguero de los Prados".

Se trata de una cantera pequeña, donde las condiciones de acceso y afloramiento son buenas y las reservas son aceptables.

La explotación "Santa Bárbara" (Nº 543) desarrolla una minería a cielo abierto de ladera con dos frentes de explotación. La cantera, de tamaño mediano, se ubica en calizas totalmente dolomitizadas, muy fracturadas y oxidadas (tonalidades rojas) pertenecientes a la Formación Vegadeo, de edad Cámbrico inferior-medio. Esta formación está constituida por calizas y dolomías con intercalaciones de lutitas y areniscas.

Las condiciones de acceso y afloramiento son buenas. La alta densidad de fracturación favorece la extracción y las reservas son interesantes. El material extraído se procesa en una planta de tratamiento ubicada en las inmediaciones de la cantera.

La explotación "Cristina" (Nº 536) desarrolla una minería a cielo abierto en ladera con un frente escalonado que culmina con un recubrimiento terciario, de arcillas y arcillas arenosas que dificultan su avance. Además, la cantera tiene otras limitaciones, al encontrarse entre el río Burbia, por una parte, y la carretera nacional N-120, por otra, por lo que el diseño de la explotación se va pareciendo a una corta.

La cantera, de tamaño mediano, beneficia niveles de calizas y dolomías intercaladas con areniscas y pizarras de la Formación Cándana, de edad Cámbrico inferior.

Las calizas son de tonos gris oscuro, están muy veteadas por niveles de calcita y muy tectonizadas, por una fracturación norteada y verticalizada.

Las condiciones de acceso son buenas, pero el afloramiento presenta ciertas limitaciones, ya apuntadas; no obstante, tiene grandes reservas, ya que al oeste del río el afloramiento de calizas manifiesta gran continuidad. El material extraído se procesa en una planta de tratamiento en las inmediaciones de la cantera.



Figura 28.- Vista panorámica de la explotación “Cosmos I”: planta de tratamiento, cinta transportadora y frente superior de la cantera, con sus respectivos bancos.

En general, para todas las canteras activas, el método de explotación es el de perforación y voladura a base de barrenos verticales con la inclinación necesaria para asegurar la estabilidad del talud. El principal tratamiento realizado en cantera, cuando el uso principal es para áridos de machaqueo, es la trituración del material hasta la obtención del tamaño de grano deseado. Para esto se suelen utilizar machacadoras, molinos y distintos tipos de cribas.

En el ámbito de la zona de estudio existe una explotación activa, cuyo material se utiliza para la fabricación de cemento Portland artificial. Se trata de “Cosmos I” (Nº 538), propiedad de *CEMENTOS COSMOS, S.A.* Desarrolla una minería a cielo abierto en ladera con dos frentes escalonados, de bancos de explotación de longitud variable, en torno a los 20 m de altura cada uno (Figura 28).

Es una cantera de gran tamaño, y la explotación se ubica en la Formación Candana, constituida por areniscas, pizarras con intercalaciones de calizas y dolomías del Cámbrico inferior. El material que se extrae de la cantera se compone de calizas masivas grises, con vetas de calcita blanca, de grano fino, muy recristalizadas, bastante dolomitizadas y muy tectonizadas. La dirección es N115ºE y el buzamiento subvertical.

Los niveles carbonatados, observados al microscopio, presentan caliza como mineral principal y la textura es granoblástica. Se trata de una roca prácticamente monomineral y al no existir minerales índices no se puede indicar su grado de metamorfismo. Se clasifica como mármol.

Las condiciones de afloramiento son buenas y las reservas grandes. Se arranca el material mediante explosivos y una vez machacado en la planta de tratamiento, a pie de cantera, el producto triturado (calizas, margas y pizarras) es transportado, mediante una cinta transportadora de 3.100 m de longitud, a la cementera que la empresa posee en la localidad de Toral de los Vados.

La explotación "Quinta" (Nº 402) desarrolla una minería a cielo abierto en ladera, con dos frentes de explotación y es considerada de tamaño grande. Esta cantera sobre la Formación Caliza de Vegadeo, explota una caliza de color gris oscuro a negro muy recristalizada de grano fino. En esta zona la caliza se encuentra plegada por un pliegue sinclinal de segunda fase que tiene una dirección N140º, y situado en el flanco normal de un gran sinclinal tumbado de la misma dirección con vergencia E. A nivel de cantera pueden observarse pliegues menores en las capas de caliza y ondulaciones en las mismas

El material extraído se destina a la fabricación de áridos de trituración de diferentes granulometrías para carreteras y hormigones.

La explotación "Estefanía" (Nº 407) geológicamente se sitúa sobre la Formación Vegadeo y se la considera de tamaño medio, se extrae caliza de color gris oscuro a negro muy recristalizada de grano fino. En algunas zonas esta caliza se encuentra alterada y con rellenos de arcillas de color rojizo. Las capas de caliza se encuentran replegadas a nivel métrico estando dentro de una estructura mayor, en el flanco invertido de un anticlinal con una dirección N140º y vergencia al E.

La explotación "Monte Penedo" (Nº 426) se desarrolla sobre la Formación Caliza de Vegadeo y es de tamaño medio. Esta cantera explota una caliza de color gris con niveles de dolomías en capas subverticales en el flanco normal de un sinclinal tumbado de dirección NO-SE. En esta zona la potencia estimada de la Caliza de Vegadeo es de unos 60-70 m.

En el frente de explotación se observan grandes fracturas selladas de calcita y huecos kársticos llenos de arcillas con bloques y cantos de pizarras y calizas.

La explotación "Furco" (Nº 396), desarrollada geológicamente sobre la Formación Caliza de Vegadeo, es de tipo corta y de tamaño grande. Están definidos dos fondos de corta (inundados) separados por un umbral de unos 40 m de anchura y pudiendo considerarse un único frente continuo por encima de la cota de este umbral. La profundidad alcanzada es del orden de los 30 m.

La roca parece corresponder en general a términos más dolomíticos que calcíticos y tiene un color gris oscuro a casi negro, bien estratificada en bancos decimétricos a métricos, y en zonas presenta abundantes vetas blancas, milimétricas a centimétricas de calcita. En un sector de los bancos superiores, en la parte central de la zona de extracción, se localiza el paso de una falla a la que se asocian calcoesquistos densamente foliados y plegados y rocas de aspecto cataclástico y con presencia de pirita

En la zona de acceso a los huecos de extracción se sitúa la planta principal de tratamiento que consiste en una instalación de machaqueo y clasificación esencialmente en seco. El material obtenido se utiliza para áridos de machaqueo y fabricación de cementos.

La explotación “Louseiras” (Nº 100), sobre la Formación Caliza de Vegadeo, es de tamaño pequeño y cuenta con un banco bien desarrollado y otro superior en avance de reducidas dimensiones.

La caliza es de color blanco, de grano grueso, recristalizada, y presenta bandas centimétricas de caliza gris oscura, tene mala exfoliación. Se ha observado algún hueco en parte lleno de material arcilloso y fragmentos de caliza que parecen corresponder a huecos producidos por la circulación de agua subterránea.

El material arrancado se fragmenta mediante una retro de cadenas con martillo picador y se carga con otra retro de cadenas sobre camión (material de escollera) o directamente en la tolva de alimentación de una planta móvil para la obtención de gravas y arenas para viales.

La cantera “Pena Lavada” (Nº 415), con escasa a nula actividad en los últimos años, es del tipo cielo abierto ladera, de tamaño medio. El macizo calcáreo está muy fracturado y se trata de caliza gris oscura, fina, recristalizada, muy resistente y dura, estratificada en bancos centimétricos a decimétricos. Presenta niveles más finos de color beige y también de color más oscuro a negro. Son abundantes en algunos sectores las vetas milimétricas a centimétricas de calcita, transversales a la estructura. En la parte superficial hay algún sector con inicios de karstificación. La cantera se alarga NO-SE en la dirección de las capas (N140°E).

La explotación “Valiña” (Nº 91) desarrolla una minería a cielo abierto en ladera con un frente en tres bancos. El material extraído, calizas de la Formación Vegadeo, es predominantemente de color gris, de grano fino, muy recristalizadas. Están bien estratificadas en niveles desde centimétricos a métricos e intensamente plegadas, constituyendo un pliegue apretado y tumbado (Figura 29) con eje subparalelo a la dirección de las capas ($S_0 = N32/35^\circ E$).

Presentan un recubrimiento de unos 20 cm de espesor de suelo pardo arcilloso y en la parte izquierda (borde SE) del hueco está muy desarrollado un deposito coluvionar, predominantemente arcilloso, de espesor irregular de hasta unos 10 m. Las calizas aparecen bastante alteradas en este sector del hueco.

La empresa ha realizado investigación por sondeos para el cálculo de reservas, dada la importante altura alcanzada y la necesidad de replantear el diseño de la explotación, por cuestiones relativas a la propiedad minera.

La producción se centra en la obtención de gravas y gravillas (64%), arena 0/6 mm (25%) y escollera (11%). Se utilizan sobre todo para carreteras.



Figura 29.- Aspecto general del frente con las capas plegadas en la cantera “Valiño”.

La cantera “Penas do Cal” (Nº 250), es una labor de amplias dimensiones, de tipo corta, con una morfología alargada y una longitud de unos 500 m, situada geológicamente sobre la Formación Calizas de Vegadeo.

El material que se extrae es dolomía blanquecina, de grano fino a muy fino, en bancos de un metro de espesor, con estratificación planar y laminación paralela, y que aparece muy foliada. También en la serie calcárea se encuentran tramos de calizas masivas, de color gris oscuro, con tamaño de grano medio-fino, algo recristalizada.

Las capas se encuentran en un sinclinal ligeramente acostado en dirección E. En la zona media del banco intermedio tiene una dirección y buzamiento de N-S/26°E, que corresponde al flanco E del sinclinal.

Explotación “Monte Penedo y Don Isidro” (Nº 444) se ubica en la Formación Cándana y corresponde a una cantera de gran tamaño. El material que se extrae se compone de calizas de color grisáceo, en bancos de espesores decimétricos a métricos y en ocasiones de aspecto masivo. Pueden presentar laminaciones paralelas, lo que permite, si se aprecian los planos de foliación, determinar el criterio de flanco (normal o invertido), si bien no resulta fácil. La potencia estimada de la formación, en esta zona, entre muro y techo y en flanco normal, oscila entre 60 y 80 m. La caliza presenta en zonas abundantes recristalizaciones de calcita. Hacia techo y muro se observan niveles métricos de calizas más oscuras. Afloran en cantera algunos niveles silíceos de apenas algún metro de potencia.

Una cierta karstificación del macizo ha originado huecos que aparecen en el frente de cantera, con tamaños métricos, llenados por arcillas rojizas que engloban cantos y bloques calcáreos, y en casos también de pizarras.

La estructura general de la zona corresponde a un anticlinal, de dimensión kilométrica, con la zona de charnela replegada y con pliegues asociados de orden menor, de escala métrica a decamétrica y también ondulaciones o variaciones en la verticalidad de las capas, las cuales son bastante tendidas hacia el Oeste y más inclinadas desde la parte central hacia el Este.

En la planta anexa se obtienen los granulares que se transportan a la fábrica de cemento Portland que la empresa tiene en la localidad de Oural, en el municipio de Sarria.

La explotación “Arcos” (Nº 299) está geologicamente localizada sobre las Calizas de Cándana, es de tamaño grande y de tipo corta, se extraen en ella calizas dolomíticas de color gris oscuro, de grano medio, con textura sacaroide y buen desarrollo de la pizarrosidad en bancos medios. Se observan intercalaciones de pizarras de poca potencia.

La cantera “Grande Mesada” (Nº 170) es una labor activa de tamaño mediano, situada en la parte basal de la Formación Cándana. La zona afectada por esta cantera se alarga en dirección NE-SO, quedando la planta de tratamiento en la entrada al hueco de cantera. El hueco tiene una forma circular constituyendo una explotación a cielo abierto tipo ladera a semicorta, de unos 100 m de diámetro con dos bancos bien definidos, el superior de 15 m de altura máxima y el inferior de 10 m de altura máxima, y 50 m de diámetro. Por encima del banco superior se ha iniciado el desmonte y preparación de un tercer banco, habiéndose rebajado por el momento unos 10 m distribuidos en dos escalones mal definidos.

Se trabaja en un potente paquete de calizas grises claras de grano fino, de aspecto marmóreo y muy resistente. La caliza aparece en bancos bien estratificados (N134/24ºO) con espesores decimétricos a métricos. En la parte alta se observa la caliza muy alterada y con huellas de karstificación, que se manifiestan también en profundidad, ya que en el banco inferior aparece algún hueco lleno de arcillas con fragmentos muy angulosos de caliza. Hay también pequeños huecos de disolución en la caliza llenos por calcita bien cristalizada, en cristales grandes.

8.4.2.- Explotaciones mineras abandonadas e indicios

Existe un cierto número de explotaciones abandonadas e indicios de calizas y dolomías para roca de construcción, pero siempre con un cierto carácter artesanal, dada la imposibilidad de sacar bloques representativos para un proceso industrial moderno, debido tanto a la ausencia de espesores idóneos como al grado de fracturación que presentan dichos niveles carbonatados.

Tabla 8. Explotaciones abandonadas e indicios de caliza y dolomía

Nº de hoja 1:50.000	Término municipal	Prov.	Nº en el Mapa	UTM		Unidad litoestratigráfica	Uso anterior	Estado
				X	Y			
75	Cangas de Narcea	A	349	692957	4766816	Fm. Calizas de Vegadeo	2 y 4	EB
75	Cangas de Narcea	A	359	696186	4763975	Fm. Calizas de Vegadeo	2 y 4	IN
75	Cangas de Narcea	A	361	693720	4763910	Fm. Calizas de Vegadeo	2 y 4	EB
100	Cangas de Narcea	A	367	695360	4762875	Fm. Calizas de Vegadeo	2 y 4	EB
100	Cangas de Narcea	A	368	698540	4762535	Fm. Calizas de Vegadeo	2 y 4	EB
25	Castropol	A	77	658654	4817240	Fm. Calizas de Vegadeo	4	EB
26	El Franco	A	87	675328	4816260	Fm. Calizas de Vegadeo	4 y 7	EB

158	Borrenes	LE	550	685864	4708036	Fm .Calizas de Vegadeo	2 y 4	EB
158	Corullón	LE	532	681380	4715280	Fm. Calizas de Vegadeo	6	EB
158	Corullón	LE	537	676937	4714233	Fm. Cándana	4	EB
127	Murias de Paredes	LE	428	726240	4742800	Fm. Calizas de Vegadeo	2	EB
128	Murias de Paredes	LE	436	732760	4740340	Fm. Calizas de Vegadeo	2	EB
128	Riello	LE	440	738865	4739625	Fm. Calizas de Vegadeo	2	IN
128	Riello	LE	441	735470	4739610	Fm. Calizas de Vegadeo	2	IN
157	Trabadelo	LE	509	670520	4722870	Fm. Calizas de Vegadeo	2	EB
157	Trabadelo	LE	517	671436	4721940	Fm. Calizas de Vegadeo	2	EB
157	Trabadelo	LE	518	671357	4721865	Fm. Calizas de Vegadeo	2	EB
128	Valdesamario	LE	453	259740	4733420	Fm. Calizas de Vegadeo	2	IN
157	Vega de Valcarce	LE	490	669402	4725982	Fm. Calizas de Vegadeo	2 y 4	EB
157	Vega de Valcarce	LE	492	667844	4725450	Fm. Calizas de Vegadeo	2	EB
158	Villadecanes	LE	542	680870	4710750	Fm. Calizas de Vegadeo	2 y 4	EB
24	Abadín	LU	185	628326	4804550	Fm .Calizas de Vegadeo	4 y 17	EB
98	Baralla	LU	406	644812	4746960	Fm .Calizas de Vegadeo	4	EB
99	Becerrea	LU	399	649489	4748352	Fm .Calizas de Vegadeo	4	EB
99	Becerrea	LU	403	650160	4747257	Fm .Calizas de Vegadeo	4 y 7	EB
73	Castroverde	LU	337	635119	4769230	Fm. Cándana	7 y 4	EB
125	Cervantes	LU	425	660625	4743041	Fm. Calizas de Vegadeo	4	EB
157	Folgoso do Courel	LU	493	650457	4725331	Fm. Cándana	17 y 4	EB
157	Folgoso do Courel	LU	513	653816	4722585	Fm. Calizas de Vegadeo	4	EB
157	Folgoso do Courel	LU	515	654343	4722256	Fm. Calizas de Vegadeo	4	EB
157	Folgoso do Courel	LU	516	651098	4722119	Fm. Calizas de Vegadeo	1 y 2	EB
157	Folgoso do Courel	LU	520	655000	4721700	Fm. Cándana	2	IN
156	Incio	LU	501	635900	4724100	Fm. Cándana	1 y 2	EB
156	Incio	LU	504	635450	4723230	Fm. Cándana	2 y 1	EB
156	Incio	LU	507	635240	4723125	Fm. Cándana	2 y 1	EB
156	Incio	LU	506	635500	4723050	Fm. Cándana	1 y 4	EB
156	Incio	LU	508	637000	4723000	Fm. Cándana	1	EB
156	Incio	LU	510	637900	4722850	Fm. Calizas de Vegadeo	1	EB
156	Incio	LU	511	637300	4722700	Fm. Calizas de Vegadeo	2	IN
124	Láncara	LU	424	644870	4743805	Fm. Calizas de Vegadeo	4	EB
24	Lourenza	LU	94	636190	4814904	Fm. Calizas de Vegadeo	2 y 4	EB
24	Lourenza	LU	96	636798	4814784	Fm. Calizas de Vegadeo	4	EB
24	Lourenza	LU	118	639581	4811563	Fm. Calizas de Vegadeo	4 y 17	EB
24	Lourenza	LU	142	640316	4809486	Fm. Calizas de Vegadeo	4	EB
24	Lourenza	LU	149	637478	4808644	Fm. Cándana	2	EB
24	Lourenza	LU	154	641030	4808012	Fm. Calizas de Vegadeo	4 y 17	IN
24	Mondonedo	LU	97	635624	4814570	Fm. Calizas de Vegadeo	4	EB
24	Mondonedo	LU	111	635651	4812940	Fm. Calizas de Vegadeo	7 y 17	EB
24	Mondonedo	LU	169	632604	4806653	Fm. Cándana	2 y 4	IN
24	Mondonedo	LU	172	632494	4806147	Fm. Cándana	4	EB
24	Mondonedo	LU	182	635225	4804947	Fm. Cándana	2	EB
125	Nogais	LU	448	660426	4734374	Fm. Calizas de Vegadeo	4 y 7	EB

123 Paradela	LU	449	615898	4734231	Fm. Cándana	4	EB
123 Paradela	LU	450	615855	4733682	Fm. Cándana	4	EB
48 Pastoriza	LU	263	636684	4786466	Fm. Calizas de Vegadeo	4	EB
48 Pastoriza	LU	269	636735	4786106	Fm. Calizas de Vegadeo	4	EB
125 Pedrafita do Cebreiro	LU	481	657847	4729039	Fm. Calizas de Vegadeo	4	EB
156 Samos	LU	494	645800	4725300	Fm. Calizas de Vegadeo	2	IN
156 Samos	LU	497	643220	4725080	Fm. Calizas de Vegadeo	2 y 1	EB
156 Samos	LU	496	643400	4725030	Fm. Calizas de Vegadeo	2 y 1	EB

EB: Explotación abandonada; IN: Indicio.

Usos: 1.- Rocas ornamentales; 2.- Rocas de construcción; 4.- Áridos de machaqueo; 6.- Cementos; 7.- Cales; 17.- Agrícolas.

Las canteras localizadas en el municipio leonés de Trabadelo (Nºs 509, 517, 518), que fueron aprovechadas por *CUPIRE-PADESA, S.A. (CUPA)*, explotaban el mismo tramo de caliza marmorizada que beneficia actualmente "Encinar" (Nº 512), propiedad de *Mármoles de Seo, S.A.*, de la que se encuentran muy próximas. En un futuro cercano, posiblemente el avance de la explotación, hará desaparecer estas pequeñas canteras.

La estación 532, localizada en el término municipal de Corullón, corresponde a una pequeña cantera donde se explotaron calizas grises con tramos dolomitizados. El material era transportado por teleférico a la fábrica de *Cementos Ural*, en Parandones (León), industria ya abandonada. Las condiciones de afloramiento y las reservas son buenas, pero los accesos actuales presentan ciertas limitaciones.

8.4.3.- Ensayos, especificaciones y usos

8.4.3.1.- Ensayos

Además de una evaluación geológica de la roca, se deben determinar las propiedades físicas, químicas y mineralógicas de la misma. Los ensayos dependen del uso al que esté destinada la caliza y/o dolomía, siendo los más significativos:

- Análisis químico. Determina el contenido en CaO y MgO, para establecer su uso.
- Comportamiento ante la calcinación, determina la tendencia de material a decrepitar, con la consiguiente formación de finos y producción de interferencias en los procesos industriales.
- La reactividad, informa de sus propiedades como producto acabado, calculando el porcentaje de CaO y MgO útil.

En caso de uso para ornamentación los ensayos son de pulido, choque térmico, heladidad y todos los normalizados para rocas ornamentales.

Otros ensayos más específicos son el de blancura, alcalinidad, residuo insoluble en ácido (para el sector del vidrio), etc.

A continuación, se recogen una serie de análisis y de ensayos, realizados sobre materiales procedentes tanto de canteras activas como abandonadas:

Explotación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
Reguero de los Prados (Nº 346)	0075-008 A	IGME								1988
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PPC
		0,10	0,01	0,20	51,20	35,00				44,40
	0075-008 B	IGME								1988
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PPC
		2,00	0,02	2,50	49,90	18,50				45,80

Fuente. IGME (1988)

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
537	0158-012 A	JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN (Consejería de Fomento)								1990
	Ensayo de áridos	Desgaste de Los Angeles		Equivalente de arena (%)		Densidad relativa (gr/cm ³)		Absorción agua		Estabilidad al So ₄ Mg
		26,9		15		2,68		0,45		Sí

Fuente: Junta de Castilla y León (1990)

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
440	0128-005 A	ITGE								1991
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PCC
		0,12		0,60	51,00	2,05	0,02	0,01	< 0,10	44,20

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
441	0128-006 A	IGME								1988
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PPC
		3,70	0,80	0,60	51,00	0,47	0,14	0,14	< 0,10	41,40
	0128-006 B	IGME								1988
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PPC
		0,58	-	0,30	56,00	0,21	0,01	0,01	< 0,10	43,50
	0128-006 C	ITGE								1991
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	
		3,70	1,00	1,10	47,00	2,58	0,03	0,19	< 0,10	41,40

Fuente. IGME (1988)

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
87	3-1/574	IGME								1972
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PCC
		2,10	0,62	2,04	30,67	19,29	0,06	0,13	-	45,09
	Ensayo de áridos	Desgaste de Los Angeles	Peso específico aparente		Peso específico real		Absorción de agua		Estabilidad al SO ₄ Mg	
		27,90	2,71		2,78		0,967		1,964	

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
359	0075-009 A	GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS (Consejería de Industria)								1988
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PCC
		0,62	0,12	0,21	55,00	0,07				43,70
	Ensayo de áridos	Contenido en materia orgánica (%)		Decrepitación		Humedad (%)		Alcalinidad		
		0,08		6,90		0,09		0,35		

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
349	0075-010 A	GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS (Consejería de Industria)								1988
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PCC
		0,30	0,01	0,20	51,60					43,60
	Ensayo de áridos	Desgaste de Los Angeles		Absorción de agua (%)		Densidad real (gr/cm ³)		Densidad aparente (gr/cm ³)		
		19		0,31		2,74		2,71		

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
367	0100-003 A	GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS (Consejería de Industria)								1988
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PCC
		0,19	0,01	0,45	51,40	3,30				45,50
	Ensayo de áridos	Contenido en materia orgánica (%)		Decrepitación		Humedad (%)		Alcalinidad		
		0,13		5,70		0,10		0,40		

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
550	0158-001 C	EMPRESA EXPLOTADORA								1985
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PCC
		0,80	0,32	0,24	53,74	0,34				40,98

Fuente: CENILESA:CATISA (1985)

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
550	0158-001 A	IGME								1974
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PCC
		4,70	0,20	0,70	41,23	10,44				42,73
	Ensayo de áridos	Desgaste de Los Angeles		Absorción de agua (%)		Densidad real (gr/cm ³)		Densidad aparente (gr/cm ³)		
		26,3		0,59		2,77		2,72		
	0158-001 B	IGME								1974
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PCC
		0,64	0,30	0,24	53,64	0,39				42,28

Fuente: IGME (1974)

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
542	0158-002 C	IGME								1972
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PCC
		1,06	0,03	0,97	3,92	18,74				46,28

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
542	0158-002 D	JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN (Consejería de Fomento)								1989
	Ensayo de áridos	Desgaste de Los Angeles		Densidad aparente		Absorción de agua		Índice de lajas (5 a 8 mm)	Coeficiente de pulido acelerado	
		21,4						29	0,38	
	0158-002 E	JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN (Consejería de Fomento)								1989
	Ensayo de áridos	Desgaste de Los Angeles		Densidad aparente		Absorción de agua		Índice de lajas (5 a 8 mm)	Coeficiente de pulido acelerado	
		22,6		2,78		0,51				

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
537	0158-012 A	JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN (Consejería de Fomento)								1990
	Ensayo de áridos	Desgaste de Los Angeles (%)			Densidad real (gr/cm ³)			Absorción de agua (%)		
		27,90			2,67			0,35		

Fuente: Junta de Castilla y León (1990)

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
Cosmos I 538	0158-010 B	JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN (Consejería de Fomento)								1990
	Ensayo de áridos	Desgaste de Los Angeles (%)			Densidad aparente (gr/cm ³)			Absorción de agua (%)		
		33,40			2,67			0,25		

Fuente: Junta de Castilla y León (1990)

Estación	Referencia	Organismo / Empresa							Año
Cosmos I 538	0158-010 A	IGME							1974
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂
		1,18	0,03	0,20	54,91	0,28			PCC
	CEMENTOS COSMOS							43,40	
	0158-010 C	CEMENTOS COSMOS							1990
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂
		6,72	2,12	1,08	48,96	0,26			39,86
	0158-010 D	CEMENTOS COSMOS							1990
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂
		8,10	2,90	1,20	47,60				38,70
	0158-010 E	CEMENTOS COSMOS							1990
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂
		44,65	12,00	8,00	11,90				PPC
									12,75

Fuente: IGME (1974); Cementos Cosmos, S.A. (1990)

Estación	Referencia	Organismo / Empresa							Año
532	0158-005 A	ITGE							1991
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂
		1,99	0,64	0,74	49,39	3,80	0,03	0,38	42,26

Estación	Referencia	Organismo / Empresa							Año
Quinta 402	23148-A	CAMPESA							2008
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	CO ₂	K ₂ O	TiO ₂
		7,72	1,28	0,61	34,4	13,1	42,35	0,18	0,04
									-

Estación	Referencia	Organismo / Empresa							Año
Miragre 104	30264-B,C,G	IGME							2008
	Análisis químico (%) B C	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂
		5,6 27,2	1,6 7,6	0,6 3,3	51,7 30,4	0,6 1,3	0,09 0,02	0,6 2,2	-
	Análisis mineralógico G	Principal: Calcita; Accesorios: Cuarzo y Moscovita							
	Estudio petrográfico	Tipo de roca: Caliza marmórea. Textura: granoblástica equigranular							

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
Furco 396	23548-D,E,F	IGME								2008
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na	K ₂ O	TiO ₂	PCC
		11,2 38,14 16,11	1,49 12,34 2,92	1,71 2,54 7,55	26,84 12,92 22,00	18,45 8,32 15,17	< 0,065 < 0,067 < 0,065	0,46 4,96 0,82		39,56 20,16 34,49

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
149	3024- A	IGME								2008
	Análisis mineralógico	Principal: Calcita; Accesorios: Cuarzo y Moscovita								

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
Arcos 299	3099-C	ITGE								1990
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PCC
		6,3	0,6	0,5	49,9	0,22				42,5
	Ensayo de áridos	Desgaste de Los Ángeles			Sulfatos (%)			CO ₃ Ca (%)		
		33,02			0,26			89,12		

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
Grande Mesada 170	30110-G	IGME								2008
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PCC
		5,06	0,87	0,46	52,05	0,025	< 0,06	0,18	-	40,18
	Análisis mineralógico	Principal: Calcita y Dolomía; Accesorios: Cuarzo, Moscovita y Opacos.								
	Estudio petrográfico	Tipo de roca: Caliza (esparita) con dolomitización Textura: esparítica								

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
149	3024-A	IGME								2005
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PCC
		4,88	0,47	0,73	51,54	1,19	< 0,06	0,25	0,03	40,79
	Análisis mineralógico	Principal: Calcita; Accesorios: Cuarzo, Moscovita y Dolomita								

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
510	28036-A	IGME								1972
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PCC
		3,76	0,22	0,31	30,37	19,76	< 0,11	0,06	0,0	45,41
	Análisis mineralógico	Principal: Dolomita y Calcita; Accesorios: Cuarzo, Moscovita y Opacos Clasificación: Mármol dolomítico-calizo								

Estación	Referencia	Organismo / Empresa						Año
507	28301-A	EMPRESA EXPLOTADORA						1996
	Ensayos para piedra natural	Peso específico ap.	Absorción de agua	Resistencia a compresión	Resistencia desgaste	Resistencia impacto	Resistencia ácidos	Resistencia anclajes
		2,62 %	0,08 %	352 kg/cm ²	221 kg/cm ²	35 cm	-	-

Fuente: GMT,EY

Estación	Referencia	Organismo / Empresa						Año
496	28304-A	EMPRESA EXPLOTADORA						1996
	Ensayos para piedra natural	Peso específico ap.	Absorción de agua	Resistencia a compresión	Resistencia desgaste	Resistencia impacto	Resistencia ácidos	Resistencia anclajes
		2,58 %	0,28 %	548 kg/cm ²	2,1 kg/cm ²	32 cm	-	-

Fuente: GMT,EY

Estación	Referencia	Organismo / Empresa						Año
Trinidad (107) Miragre (104) Do Licho (99)	Piedra Reiriz	QUIROGA et al. ROC-MÁQUINA						1997 2007
	Ensayos tecnológicos	Peso específico	Absorción de agua	Resistencia a la flexión	Resistencia a compresión	Resistencia desgaste	Resistencia a los ácidos	Resistencia anclajes
		2,71 gra/cm ³ 2,71 gra/cm ³	0,15 % 0,15 %	6,61 MPa 6,48 MPa	55,6 MPa 54,51 MPa	7,81 mm 7,81 mm	1,92 % -	1,723 (N) -

8.4.3.2.- Usos y especificaciones

El uso principal de las rocas carbonáticas es para construcción y en la fabricación de cal y cemento. Asimismo, son ampliamente utilizadas en la industria del hierro y acero, en la industria química, en la manufactura de vidrio, como carga, y otros usos específicos, requiriéndose una alta pureza. Las dolomías son utilizadas, además, como refractario, uso no compartido con las calizas.

Los factores que condicionan su uso son la calidad y el factor económico. En muchos casos se prefiere una caliza de peor calidad, aunque se aconseje otra de mejor calidad, quedando justificada esta elección por la relación calidad/precio. Además, se encuentra en competencia con una gran cantidad de materiales.

La demanda queda condicionada por la influencia del transporte, que limita la distancia a la que pueden llegar estos materiales, salvo en casos muy determinados de calidad muy especial.

Hoy en día, más de la mitad de las materias primas minerales que consume la sociedad corresponden a los áridos. La segunda materia prima consumida a nivel mundial, después del agua, es el árido. En el sector de la construcción y aglomerantes, suponen un 58,2 % y un 38,6 % respectivamente del tonelaje total de calizas extraído en España.

Debido al elevado número de procesos industriales en los que las calizas intervienen, las especificaciones son muy diversas, basándose en sus cualidades físicas o químicas según el uso a que se destinan:

- ROCA ORNAMENTAL

El principal uso del mármol es en ornamentación y en la construcción, además de otros marginales como áridos, cargas, etc., en cuyo caso se trata como si fuera una caliza normal. Las aplicaciones principales son:

- Revestimientos
- Pavimentos, solería
- Peldaños
- Rodapiés
- Funerarios

También es muy utilizado en elaboración de monumentos, estatuas y otros productos artesanales.

Las especificaciones para sillares y columnas, o para revestimientos (ITGE, 1989) quedan definidas en las Tablas 9 y 10.

Tabla 9. Especificaciones en la caliza y el mármol para su utilización en sillares y columnas

	Peso específico (gr/cm ³)	Absorción de agua (%)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Resistencia a la flexión (kg/cm ²)	Resistencia a las heladas (%)	Resistencia agentes químicos
Mármol	2,5	< 1,6	> 500	> 70	Baja	Atacable
Caliza	2,0	< 2,0	> 400	> 70	Baja	Atacable

Tabla 10. Especificaciones en la caliza y el mármol para su utilización como revestimientos

	Peso específico (gr/cm ³)	Absorción de agua (%)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Resistencia a la flexión (kg/cm ²)
Mármol	2,5	< 0,75	> 500	> 70
Caliza	2,0	< 3,0	> 400	> 70

- CONSTRUCCIÓN

En este sector se determinan fundamentalmente:

- Resistencia al desgaste, mediante el ensayo Los Ángeles
- Resistencia a la meteorización, mediante el ensayo de heladidad
- Porosidad
- Densidad
- Capacidad de absorción de agua

Cuando se usa como árido de machaqueo, además de la solidez hay que tener en cuenta la resistencia a la abrasión, la dureza, la estabilidad química, la absorción de agua, el peso específico y la granulometría. Las especificaciones, se refieren fundamentalmente a la presencia de sustancias no deseadas, como son arcillas, yesos, piritas y rocas friables o porosas en exceso.

Los agregados de caliza son más usados en la subbase y base del camino donde son requeridos por ser limpios y fuertes con baja porosidad. Las calizas son típicamente menos durables que otros agregados de rocas arenosas o rocas ígneas al tener baja resistencia a la abrasión y de aquí que, generalmente, no sean empleados como materiales superficiales de rutas, dado que requieren ser resistentes al desgaste y al deslizamiento.

■ FABRICACIÓN DE CEMENTO

El cemento se fabrica mediante la calcinación de una mezcla donde las calizas representan el mayor porcentaje, con un 75%. Este porcentaje de calizas junto a un 25% de arcilla, dan lugar al clinker, que luego es molido y mezclado con una pequeña cantidad de yeso que procede como retardante de fraguado.

En la manufactura del cemento se dan cambios en los procesos de producción. Dependiendo de las especificaciones requeridas, se modifican las mezclas de materias primas para alterar la composición química del producto final, permitiendo así el uso de calizas con altos contenidos en MgO.

En la Tabla 11 se muestran las especificaciones que debe tener una caliza para su empleo en la fabricación de cemento.

Tabla 11. Especificaciones (%) que debe tener una caliza para su empleo en la industria cementera

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Álcalis	SO ₃	S=	Cl ⁻
< 13	< 6	< 3	> 45	< 3,5	< 1	< 0,7	< 0,3	< 0,1

■ FABRICACIÓN DE CAL

La cal es muy usada en la industria de la construcción, en la manufactura de ladrillos de silicato de calcio, bloques livianos de hormigón, morteros, en el estuco de cemento y de yeso y cal hidratada para la decoración de paredes y estabilización de superficies.

La caliza, como materia prima de ésta, no se somete a especificación alguna para su elaboración. La presencia de magnesio, hierro, azufre y materia orgánica influyen en la naturaleza del producto final.

La norma **UNE-41-066** clasifica las cales como:

- Cales aéreas:
 - cal dolomítica (cal gris): MgO > 5 %
 - cal grasa: MgO < 5 %
 - cal viva
 - cal apagada, en polvo o en pasta

- **Cales hidráulicas:**
de bajo contenido en MgO: MgO < 5 %
de alto contenido en MgO: MgO > 5 %

La norma **UNE-41-067** clasifica la cal aérea, atendiendo a criterios composicionales, cuyas especificaciones quedan resumidas en la Tabla 12.

Tabla 12. Especificaciones de la cal aérea

Tipología	CaO+MgO	CO ₂	Residuo tamiz UNE	
			0,2	0,8
Cal aérea I	90 %	5 %	5 %	10 %
Cal aérea II	60 %	5 %	15 %	-

La norma **UNE-41-068** clasifica la cal hidráulica atendiendo tanto a criterios físicos como químicos, dichas especificaciones se resumen en la Tabla 13.

Para que una caliza sea de buena calidad se requieren unas propiedades físicas, referidas al tipo de cristalinidad, que hagan que durante la calcinación no tenga tendencia a decrepitarse. Respecto a su calidad química son preferibles calizas con un alto contenido en carbonato cálcico, pero teniendo en cuenta que es necesario la presencia de más de un 5% en arcillas para la obtención de cales hidráulicas. La composición química apta del material se rige por el índice hidráulico.

Tabla 13. Especificaciones de la cal hidráulica

	CO ₂ (%)	SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃ (%)	RESIDUOS (%)		Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
			Tamiz 0,2	Tamiz 0,08	
Cal hidráulica I	< 5	20	5	20	50
Cal hidráulica II	< 5	15	10	-	30
Cal hidráulica III	< 5	10	10	-	15

El índice hidráulico es la proporción de los compuestos de sílice, aluminio y hierro presentes en las arcillas en forma de silicatos, y el magnesio y el calcio de la caliza, expresados en porcentaje en peso de los óxidos correspondientes.

De este índice hidráulico depende fundamentalmente el tiempo de fraguado, pudiéndose clasificar las cales según se recoge en la siguiente tabla.

Tabla 14. Clasificación de las cales en función del índice hidráulico

Naturaleza de productos	Índice Hidráulico	Contenido de arcilla en la caliza primitiva (%)	Tiempo de fraguado (h)
Cal grasa	0,0-0,1	0,0- 5,3	-
Cal débilmente hidráulica	0,0-0,16	5,3 -8,2	16-30
Cal medianamente hidráulica	0,16-0,31	8,2-14,8	10-15
Cal propiamente hidráulica	0,31-0,42	14,8 -19,1	5-9
Cal eminentemente hidráulica	0,42-0,5	19,2-21,8	2-4
Cal límite, cemento lento	0,5-0,65	21,8-26,7	1-12
Cemento rápido	0,65-1,20	26,7-40,0	5-15

- INDUSTRIA QUÍMICA

Caliza triturada cuyas propiedades químicas son importantes. La gran mayoría de los procesos demandan cal o cal hidratada, a excepción de la producción de hierro, vidrio y desulfurización de tubos de gas que utilizan caliza en bruto. Los procesos más importantes son:

- Industria del hierro y el acero
- Manufactura de "soda-ash"
- Refinación de azúcar
- Manufactura de vidrio
- Desulfuración de gases
- Extracción de magnesia del agua de mar
- Purificación de agua y tratamiento de efluentes

- PAPEL Y PULPA DE PAPEL

La caliza se emplea en la manufactura de pulpa de papel por medio del "proceso del sulfito", en el cual el carbonato reacciona con el dióxido de azufre para obtener el bisulfito de calcio, que se utiliza como digestor de madera en la torre del sistema Jennsen.

- CARGAS BLANCAS

La caliza, finamente pulverizada, tiene una importante aplicación como cargas inorgánicas en numerosas industrias, debiendo tener el producto un color blanco y una granulometría adecuada, con tamaños de 200 # o más.

- VIDRIO

La caliza se emplea, ya sea en crudo o calcinada, como constituyente en el baño de vidrio, actuando como fundente, pues el aporte de óxido de calcio aumenta tanto la estabilidad química como la mecánica del vidrio. La materia prima ha de ser de gran pureza y homogeneidad en su composición y sin elementos considerados como perjudiciales

- METALURGIA

La caliza es empleada en la industria del hierro y de los metales no férreos, principalmente como fundente; aunque también se puede emplear por sus características químicas, para que participe en una reacción química específica (como el proceso Bayer para la obtención de aluminio).

- TRATAMIENTO DE AZÚCARES

La caliza se emplea para purificar el zumo de la remolacha azucarera.

- DESULFURACIÓN DE LOS GASES DE COMBUSTIÓN

El azufre se puede eliminar antes, durante y después de la combustión. El procedimiento más utilizado es la eliminación del azufre en los gases de salida. El

proceso puede llevarse a cabo por vía seca o húmeda, en la que la caliza actúa como reactivo absorbente en forma de carburo de calcio y en mezclas y lechadas de cal o caliza.

■ CALIZAS COMO CORRECTORAS DE SUELOS EN AGRICULTURA

El efecto de la adición de encalantes al suelo viene determinado por:

- El Ca o Mg que se aporta suele expresarse como: elementos (Ca, Mg), óxidos (CaO, MgO) o Carbonato de Calcio Equivalente (C.C.E.).
 - C.C.E. calcita = 100
 - C.C.E. magnesita = 118
 - C.C.E. dolomía = 108,6
- Elementos metálicos pesados que se aportan indeseadamente: Pb, Hg, Cd, Cr, etc.
- Granulometría: afecta a la rapidez de la neutralización y a la homogeneidad de su distribución sobre el terreno. CaO que tendría la misma capacidad de neutralización que 100 kg del producto considerado.
- Valor Neutralizante (V.N.): número que representa la cantidad de CaO que tendría la misma capacidad de neutralización que 100 kg del producto considerado.
- Rapidez del efecto neutralizante: Los productos cárnicos presentan una neutralización rápida y los magnésicos más lenta y duradera. Se mide por la solubilidad carbónica (% de producto disuelto en una solución saturada de gas carbónico).

Como valores generales se pueden tomar:

- C.C.E. > 80 %
- V.N. > 45 %
- Solubilidad carbónica > 45 %

En España no existe una normativa al respecto, aunque se puede tomar como referencia la norma francesa (**NF-U-44-001, NF-U-44-173 y NF-U-44-174**)

■ CALIZAS EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

La adición de harina de caliza en la alimentación animal, como complemento composicional en piensos y forrajes, tiene como objetivo principal el engorde de la ganadería y de la avicultura, así como la potenciación de los productos obtenidos, a partir de las mismas, en calcio.

■ REFRACTARIOS

Se trata de un uso exclusivo de la dolomía. Se utiliza en tres formas, la dolomía cruda, calcinada o calcinada a muerte. Se exige que la dolomía contenga > 20 % de carbonato de magnesio, < 0,05 % de azufre y < 2 % de sílice, siempre en tamaños de 2 cm.

8.5.- CAOLÍN

Los depósitos de caolín en el ámbito de la ZAOL se localizan en su conjunto dentro de la Hoja 1:50.000 de Foz y presentan dos génesis diferentes:

- Caolines originados por la alteración hidrotermal y meteórica de rocas graníticas (yacimientos de tipo Laxe).
- Caolinas procedentes de la alteración hidrotermal, autometamorfismo y meteorización de diques de rocas ácidas del tipo felsítico (yacimientos de tipo Burela).

8.5.1.- Explotaciones mineras activas

En el ámbito considerado existen actualmente las siguientes explotaciones activas, cuyos datos más significativos quedan recogidos en la Tabla 15.

Tabla 15. Explotaciones activas contínuas e intermitentes de caolín

Nº de hoja 1:50.000	Término municipal	Prov.	Nº en el Mapa	UTM		Nombre explotación	Unidad litoestratigráfica	Uso	Empresa explotadora	Producción 2008	Estado
				X	Y						
9	Cervo	LU	14	630854	4834241	Grupo Minero Monte Castelo	Rocas graníticas caolinizadas	16- 10	Explotaciones Espanolas, S.A. (ECESA) Cerámicas	24.000	EA
9	Foz	LU	24	635089	4827777	Grupo Minero Regovallo-San Andrés	Dique ígneo	10	Explotaciones Espanolas, S.A. (ECESA) Cerámicas	2.750	EA
9	Foz	LU	25	632889	4827114	Grupo Minero Efesa-Ramón	Dique ígneo	10	Explotaciones Espanolas, S.A. (ECESA) Cerámicas	10.500	EA
9	Foz	LU	43	639670	4822046	Nº Sra. de Begóna	Dique ígneo	10-16	ALBITA, S.L.	2.000	EI

EA: Explotación activa (continua); EI: Explotación activa (intermitente).

Usos: 10.- Cerámica de revestimiento (grés, azulejo, porcelana, etc.); 16.- Cargas, filtros y absorbentes

La producción está dada en toneladas /año (Fuente: Archivos Delegación Provincial de Minas).

La explotación “Grupo Minero Monte Castelo” (Nº 14) beneficia un caolín procedente de la caolinización del granito de dos micas leucocrático, de grano medio, con textura xenomórfica equigranular, del macizo de San Ciprián, en la zona de contacto con cuarcitas blancas de la formación Cuarcitas de O Xistral del Cámbrico inferior. Estas cuarcitas afloran en la parte alta del talud de la explotación y están intensamente replegadas, siguiendo una estructura general submeridiana y buzamientos fuertes. La presencia de coluviones constituidos por fragmentos cuarcíticos muy angulosos y heterométricos es extensiva en la ladera, alcanzando puntualmente espesores decamétricos. El suelo es arcilloso-turboso oscuro a negro con espesor centimétrico a métrico.

Se han observado varias apófisis del granito muy caolinizado inyectadas en la serie cuarcítica. La alteración del granito lleva a la pérdida de biotita y a la caolinización del feldespato, quedando gran cantidad de granos de cuarzo, que constituyen uno de los productos comerciales (Figura 30).

Según los resultados de las investigaciones realizadas por la empresa, la zona caolinizada tiene una estructura arrosariada siguiendo un horizonte irregular según N30º, oculto bajo la serie de cuarcitas de O Xistral. Localmente se observa una coloración anaranjada del caolín debido a la movilización de compuestos de hierro.

La explotación consta de dos huecos (dos frentes) de explotación, separados unos 150 m, siendo el mayor y más antiguo el situado más al norte. Se prevé la unión de ambos frentes o huecos.

El hueco norte es el de mayor tamaño con una planta rectangular de 700 m x 300 m. El segundo hueco tiene unas dimensiones del orden de 160 m x 160 m. En ambos huecos o frentes, se trata de explotaciones a cielo abierto de tipo ladera en las que se trabaja mediante banqueo descendente. Las alturas de frente están entre los 80 y 90 m, distribuidas en 5 a 6 bancos de trabajo de unos 15 m cada uno, rebajándose puntualmente su altura o el ángulo de banco, en función de la estabilidad que presenten.

La extracción del material caolinítico se realiza mediante la utilización de una retroexcavadora de ruedas, con carga directa a camiones bañera, que llevan el material a la planta de tratamiento que la empresa tiene en Burela. Para el desmonte de las cuarcitas que recubren el yacimiento de caolín se utilizan explosivos, retroexcavadora de cadenas y dumperes articulados. Una pala cargadora se dedica a labores de restauración.



Figura 30.- Detalle del granito caolinizado del “Grupo Minero Monte Castelo”.

Las explotaciones “Ramón” (Nº 25) y “San Andrés” (Nº 24), pertenecen ambas al *Grupo Minero ECESA*. Se trata de yacimientos tipo “felsítico” intruidos subconcordantemente en la Cuarcita Superior de Cándana, del Cámbrico inferior.

La explotación “San Andrés”, tiene un frente a cielo abierto en ladera cuyas dimensiones en la parte no restaurada o parte norte, son de 400 m de longitud por unos 215 m de anchura. La altura afectada alcanza hasta unos 90 m, 50 m de media. El frente actual cuenta con 4 bancos de unos 6 m de altura, con un trazado muy irregular.

La explotación “Ramón” ha alcanzado una longitud máxima del orden de los 670 m de frente por una anchura próxima a los 400 m máximos. La altura de ladera afectada es de unos 120 m, estando la zona en actividad estructurada en 5 bancos de unos 6 m de altura cada uno (Figura 31).



Figura 31.- Detalle del frente de la explotación “Ramón”, Nº 25.

En la extracción del caolín no se utilizan explosivos, y se realiza de forma similar a la ya descrita para la estación del “Grupo Minero Monte Castelo” (Nº 14). Se comparte personal y maquinaria en todas las explotaciones de caolín que ECESA tiene en la zona.

La planta de tratamiento se encuentra en la población de Burela, muy próxima a las minas. En resumen, el tratamiento del mineral consiste en una clasificación gravimétrica por vía húmeda y posterior eliminación de agua por decantación, filtración y secado hasta la humedad comercial del producto.

La explotación “Ntr^a Sra. de Begoña” (Nº 43) corresponde a una cantera en fase de investigación, donde se han abierto dos pequeños huecos o frentes experimentales, en los cuales se observa por debajo de un suelo arcilloso de unos 2 m un nivel de caolín de forma lentejornar, según lo establecido mediante sondeos. Este cuerpo tiene una longitud en dirección E-O de unos 75 m y un espesor máximo de 22 m. Al parecer (no se ve en el campo) se intercala en una serie pizarrosa. Su asignación a la tipología felsítica no se ha podido comprobar (Figura 32).



Figura 32.- Aspecto que presenta el caolín en el frente de la cantera “Ntr^a Sra. de Begoña”.

En IGME (1992) se incluye la mina “Begoña” (Monte de los Castiogos, Espiñeira) para caolín, dándose como minerales principales caolinita, illita y montmorillonita, y como accesorios haloisita. Se daba como una masa de morfología irregular acompañada de arcillas rojas y amarillentas y arenas. Podría corresponder a un nivel felsítico o bien a un nivel de origen sedimentario alterado a caolín, incluido en la serie pizarrosa-arenosa.

8.5.2.- Explotaciones mineras abandonadas

En el mismo ámbito geográfico existen dos explotaciones abandonadas cuyos datos más significativos se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 16. Explotaciones abandonadas de caolín

Nº de hoja 1:50.000	Termino municipal	Prov.	Nº en el Mapa	UTM		Nombre explotación	Unidad litoestratigráfica	Uso anterior	Estado
				X	Y				
3	Cervo	LU	6	631886	4837053		Rocas graníticas caolinizadas	10	EB
9	Cervo	LU	19	626995	4831665		Rocas graníticas caolinizadas	16	EB

EB: Explotación abandonada; IN: Indicio.

Usos: 10.- Cerámica de revestimiento (grés, azulejo, porcelana, etc.); 16.- Cargas, filtros y absorbentes

8.5.3.- Ensayos, especificaciones y usos

A continuación, se recogen una serie de ensayos y análisis llevados a cabo sobre las explotaciones y concesiones de la empresa ACESA (Nºs 14, 24, 25).

Caolín: Carácterísticas de calidad promedio		
Tipo de caolín	C-201	C-301
Residuo 63 µm (10.000 mallas/cm ²)	0,9%	0,9%
Tamizado por vía húmeda-DIN 4188		1,7%
Residuo 40 µm (16.900 mallas/cm ² tamizado por vía húmeda-DIN 4188)	1,6%	
Blancura, patrón 92,5 OMg (Medida con aparato Lange)	80,0%	77,0%
Plasticidad (a húmedo-medida con aparato Pfefferkorn)	34,5%	35,0%
Retracción en húmedo a seco	6,5%	7,0%
Retracción en cocido 1.300 °C	7,0%	7,5%
Retracción en cocido 1.400 °C	13,5%	
Retracción total (1.400 °C)	19,0%	14,0%
Color en cocido	Blanco	Blanco
Punto de Fusión	SK 34	
Pérdida por calcinación	12 ± 0,2%	11,9%
Resistencia a rotura en crudo (secado 45 °C)	17,0 Kg/cm ²	17,5 Kg/cm ²
Humedad (caolín lavado)	12,0 ±2%	12,0 ±2%
Barbotinas 100 g de de caolín seco y 75 cm ³ de agua destilada		
Formsil	0,40% + 0,20%	0,48% + 0,60%
Silicato de sosa (vidrio soluble)	0,20% + 0,01%	0,22% + 0,03%

Fuente: Gómez Moreno *et al.* (1998)

Caolines de ACESA.- C-201: cerámico-porcelana. C-301: cerámico-refractarios aislantes

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
Ramón 25	C-201	EMPRESA EXPLOTADORA								1989
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PCC
		57,0	31,0	0,8	0,2	0,12	0,04	0,95	0,05	10
	Análisis mineralógico	Cuarzo: 6%; Feldespato: 5%; Min. Caolín: 89%								

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
GM Monte Castelo 14	C-301	EMPRESA EXPLOTADORA								1989
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PCC
		51,50	33,80	0,75	0,17	0,23	Ind.	1,25	0,05	11,8
	Análisis mineralógico	Cuarzo: 8%; Feldespato: 6%; Min. Caolín: 86%								

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
San Andrés 24	C-201	EMPRESA EXPLOTADORA								1989
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PCC
		58,50	30,40	0,5	0,2	0,15	0,04	0,60	0,03	9,9

Fuente: ACESA

8.6.- CUARZO

La explotación de cuarzo se realiza en dos tipos de yacimientos: por un lado, los diques de cuarzo y por otro los depósitos aluviales y fondos de vaguada cuaternarios, y terciarios en algunos casos.

Los filones de cuarzo cicatrizan, en la mayoría de los casos, fracturas tardívariscas con corridas muy variables que llegan a alcanzar varios kilómetros.

8.6.1.- Explotaciones mineras activas

En la zona minera de estudio existen actualmente las siguientes explotaciones activas, cuyos datos más significativos quedan recogidos en la Tabla 17.

Tabla 17. Explotaciones activas continuas e intermitentes de cuarzo

Nº de hoja 1:50.000	Término municipal	Prov.	Nº en el Mapa	UTM		Nombre explotación	Unidad litoestratigráfica	Uso	Empresa explotadora	Producción 2008	Estado
				X	Y						
47	Begonte	LU	285	604090	4781251	Villalba-I	Depósito aluvial	18, 3 y 4	ERIMSA, S.A.	480.000	EA
48	Castro de Rey	LU	254	628641	4787867		Filones de cuarzo	3 y 4			EI
47	Cospeito	LU	261	619119	4786655	Penas Blancas	Filones de cuarzo	12 y 14	Hermanos Pico Yáñez S.L.	1.397	EI

EA: Explotación activa continua; EI: Explotación activa intermitente.

Usos: 3.- Áridos naturales; 4.- Áridos de machaqueo; 12.- Vidrio; 14.- Industria química; 18.- Fundentes

La explotación “Penas Blancas” (Nº 261) se encuentra sobre el filón de Cospeito, que tiene una corrida de unos 2.000 m en dirección N-90º-E. Se trata de una explotación en trinchera, de unos 100 m de longitud y anchura variable entre los 30 y los 60 m.

En la zona de Castro de Rey existe una explotación intermitente (Nº 254) que se sitúa en los llamados “Filones de Abroiti” donde aparecen dos diques de cuarzo paralelos, con corridas de 3.000 y 5.000 m de longitud.

La explotación “Villalba I” (Nº 285) beneficia depósitos aluviales y se explotan gravas, arenas y cantos de cuarzo, existiendo varios huecos de extracción en el entorno de la planta de tratamiento.

El hueco de explotación actual tiene una planta cuadrada de 200 metros de anchura y longitud con una profundidad de hasta 20 metros en bancos irregulares que van cambiando durante la extracción (Figura 33). La plaza de cantera se encuentra parcialmente inundada. La explotación de este tipo de material es sencilla, pasando por varias fases hasta el abandono de la zona explotada. En primer lugar, se procede a la eliminación de la tierra vegetal de la superficie a explotar, que se acopia temporalmente para la posterior restauración. Excavación mediante medios mecánicos y extracción de todo-uno que se suele prescribir directamente en la zona de extracción dependiendo de la distancia a la planta de tratamiento principal.

Hay que señalar la gran restauración de las zonas explotadas, sin duda uno de los puntos fuertes de este tipo de minería. En otros casos la opción elegida tras la explotación del cuarzo es permitir la inundación del hueco de mina ayudando a la creación de nuevos ecosistemas (Figura 34).



Figura 33. - Vista general del hueco de explotación activo de la cantera “Villalba I”



Figura 34. - Vista general de uno de los huecos de extracción de arenas, gravas y cantes de cuarzo de la explotación “Villalba I”, que se encuentra totalmente inundado.

El tratamiento de los materiales comienza con la recepción del todo-uno que se vierte en una tolva hasta llegar a un *scalper* de barras que hace un primer corte de material a 300 mm y que se machaca junto con el mayor de 120 mm procedente de una criba. Tras una serie de cribas y lavado el material con granulometrías entre 20 mm y 120 mm es separado para su utilización, si los análisis químicos lo permiten, para ferroaleaciones, mientras que las granulometrías menores de 20 mm son utilizadas para la fabricación de áridos. Los lodos procedentes del proceso de lavado son utilizados en las restauraciones de los huecos de extracción.

8.6.2.- Explotaciones mineras abandonadas e indicios

En el ámbito de la ZAOL, en su área occidental, existen un cierto número de explotaciones abandonadas e indicios de cuarzo cuyos datos más significativos se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 18. Explotaciones abandonadas e indicios de cuarzo

Nº de hoja 1:50.000	Término municipal	Prov.	Nº en el Mapa	UTM		Nombre explotación	Unidad litoestratigráfica	Uso anterior	Estado
				X	Y				
159	Bembibre	LE	503	705416	4723325		Filones de cuarzo	4 y 18	EB
24	Abadín	LU	143	623545	4809172		Filones de cuarzo	4 y 6	IN
48	Castro de Rey	LU	255	631307	4787863		Filones de cuarzo	4	EB
48	Castro de Rey	LU	259	626569	4786819		Filones de cuarzo	3 y 4	EB
48	Cospeito	LU	240	622080	4791528		Depósito aluvial	14, 3 y 4	IN
47	Cospeito	LU	260	617136	4786781		Filones de cuarzo	4 y 14	EB
48	Cospeito	LU	273	621721	4785515		Depósito aluvial	14 y 4	IN
48	Pastoriza	LU	222	636798	4796444		Depósito aluvial	14 y 4	IN

EB: Explotación abandonada; IN: Indicio.

Usos: 3.- Áridos naturales; 4.- Áridos de machaqueo; 6.- Cementos; 14.- Industria química; 18.- Fundentes

8.6.3.- Ensayos, especificaciones y usos

En la estación Nº 503 se ha tomado una muestra para la realización del análisis químico cuyos resultados se exponen a continuación.

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
503	0159002-A	ITGE								1991
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₄	PCC
		99,83	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,02	0,07	0,79

8.7.- FELDESPATO

Los feldespatos constituyen el grupo más importante de minerales silicatados que entran en la constitución de las rocas, especialmente en las de origen ígneo y metamórfico. Dentro de ellos existen cuatro grupos químicamente diferentes: feldespatos potásicos ($KAlSi_3O_8$), feldespatos sódicos ($NaAlSi_3O_8$), feldespatos cárnicos ($CaAlSi_3O_8$) y feldespatos básicos ($BaAlSi_3O_8$). Raramente se presentan puros, pudiendo distinguirse dos grupos de feldespato mixtos: grupo de las plagioclasas y grupo de los feldespatos alcalinos.

Desde el punto de vista comercial, se conoce como feldespato potásico aquél que contiene más de un 10% de K_2O , y como feldespato sódico el que contiene 7% o más de Na_2O . A grandes rasgos, la distribución industrial de la aplicación de los materiales feldespáticos en España es la siguiente: industria cerámica, el 60%; industria del vidrio, el 20%; pigmentos, el 11%, y otros destinos, el 9%.

8.7.1.- Explotaciones mineras activas

En la zona de estudio existen actualmente las siguientes explotaciones mineras activas cuyos datos más significativos quedan resumidos en la Tabla 19.

Tabla 19. Explotaciones activas contínuas de feldespato

Nº de hoja 1:50.000	Término municipal	Prov.	Nº en el Mapa	UTM		Nombre explotación	Unidad litoestratigráfica	Uso	Empresa explotadora	Producción 2008	Estado
				X	Y						
9	Barreiros	LU	38	643034	4824024	Grupo Minero Pozomouro-Quinta	Grupo Cándana (capas de tránsito)	10	ALBITA, S.L.	50.000	EA
8	Muras	LU	70	612960	4818213	Grupo Minero Silán	Diques pegmatíticos	10 y 11	MINERALES CERÁMICOS, S.A.		EA

EA: Explotación activa continua.

Usos: 10.- Cerámica de revestimiento (grés, azulejo, porcelana, etc.); 11.- Refractarios

La explotación “Quinta” (Nº 38) se trata de una serie de pequeñas explotaciones a cielo abierto, tipo corta que se trabajan en distintas ubicaciones, desplazándose a medida que se agotan las posibilidades de extracción.

La extracción se realiza con perforación y voladura, tanto para la eliminación del recubrimiento como para el arranque de material útil. Se aplica el método de avance con transferencia, con relleno del hueco ya explotado con el material estéril, por lo que hasta el momento no hay escombrera exterior. La explotación (Figura 35) se estructura en tres bancos, con dos bancos inferiores de unos 6 m de alto y el superior, iniciándose (año 2007), de 2 m. La plataforma del banco intermedio alcanza hasta 15 m y la del superior 5 m.

En la operación de extracción se utilizan habitualmente retroexcavadoras y palas cargadoras. Dada la frecuente presencia de agua en los fondos de estas pequeñas cortas, hay que utilizar bombas para extraerla.



Figura 35.- Vista general de la explotación “Quinta”.

La explotación beneficia niveles lentejonares interestratificados dentro de las areniscas feldespáticas del Grupo Cándana, dentro del Tramo Capas de Tránsito, de edad Cámbrico inferior. Se extrae una roca albítica en varias facies, la rosada es la más típica y la que permite reconocer fácilmente el material feldespático (Figura 36). Puede presentarse en lechos finos intercalados con pizarra, ó bien en potentes paquetes métricos. Se caracteriza por un bandeadado laminar muy fino y constante formado por variaciones del tamaño de grano de la albita y la alternancia de niveles de sericita-albita. La facies blanca puede presentarse masiva, sin laminación, o bien laminada en bancos decimétricos. Por su aspecto y color pueden confundirse fácilmente con cuarcitas. A veces se intercalan con los lechos rosados de la facies anterior. Una tercera facies es la gris, que en campo se confunde fácilmente con cuarcitas grises. Puede presentar un aspecto masivo, pero normalmente muestra laminaciones.



Figura 36.- Explotación “Quinta”. Detalle de la albítita rosa fresca en contacto neto con las pizarras inferiores

La roca albitita aparece, en la zona actualmente en explotación, bajo un recubrimiento muy escaso de suelo esencialmente arcilloso, de color rojizo o amarillento-ocre. La albitita está muy alterada en sus 7-8 m más superficiales.

Bajo la zona alterada se encuentra la albitita fresca a la que se pasa con un límite bastante neto, siendo predominantemente de la facies rosa, con laminaciones de distintos tamaños de grano y coloración y muy cuarteada. Intercala niveles pizarrosos grises a algo rosados, de 0,3 m hasta 3 m de espesor, de extensión y localización muy variables. En ocasiones, estos niveles de pizarras tienen cierto contenido en sodio. La presencia de albitita de las facies gris y blanca es muy escasa. La potencia total reconocida mediante sondeos mecánicos, en esta explotación, es de 20 m de los que 7-8 m corresponden a la albitita alterada. La estructura general de las capas es E-O con buzamientos del orden de 25º a 28º hacia el Sur.

El “Grupo Minero Silán” (Nº 70) se corresponde con una cantera en preparación (año 2007), a partir de los datos aportados por la investigación geológico-minera llevada a cabo. El yacimiento objeto a beneficiar consiste en diques pegmatíticos, con texturas granular y gráfica, con importantes variaciones en el tamaño de grano. Mineralógicamente son pegmatitas simples constituidas por cuarzo, feldespato potásico y moscovita, con turmalina frecuente, que en casos se dispone perpendicular a planos de discontinuidad.

En el sector del dique actualmente en preparación, el recubrimiento de suelo vegetal y eluvión es muy escaso. Se trata de un dique de pegmatita de unos 15-20 m de potencia, orientado NNE-SSO, con buzamiento subvertical. Este dique incluye una parte central de grano fino (tipo aplítico, con turmalina de grano fino) de más de una decena de metros de longitud y un espesor de 1 a 2,5 m visto. Algunos diques de cuarzo se disponen en la zona de forma submeridiana y buzamientos entre 40º y subverticales.

Hacia la parte norte de la zona preparada, corta netamente al dique un tramo de gneises bióticos oscuros, de grano fino, que tiene una anchura de 10 a 13 m y su estructura es N120/60º SO, transversal al dique de pegmatita. Otro tramo gnéisico corta al filón en la proximidad de la pista de acceso y tiene unos 10-15 m de anchura. El encajante de los diques pegmatíticos de esta zona son migmatitas y granitoides de dos micas del Macizo de San Ciprián.

La planta de tratamiento se ubica cerca de Viveiro, y se está preparando (julio de 2007) el mismo proceso que tenía en su anterior fase de actividad, hace ya más de 10 años. El proceso de tratamiento previsto se hará en seco. Consistirá en machaqueo y molienda en seco y separación magnética para obtener arena de cuarzo y arena feldespática (80% a 90% de feldespato), con destino a la industria de gres cerámico.

8.7.2.- Explotaciones mineras abandonadas e indicios

Tabla 20. Explotaciones abandonadas e indicios de feldespato

Nº de hoja 1:50.000	Término municipal	Prov.	Nº en el Mapa	UTM		Nombre explotación	Unidad litoestratigráfica	Uso anterior	Estado
				X	Y				
27	Valdés	A	93	702660	4814910		Dique ígneo	10	IN
10	Barreiros	LU	29	647285	4825007		Grupo Cándana (capas de tránsito)	10	EB
23	Vilalba	LU	184	615200	4804550		Diques pegmatíticos	11 y 10	EB
2	Viveiro	LU	4	614240	4837740		Diques pegmatíticos	11 y 10	EB

EB: Explotación abandonada; IN: Indicio Usos: 10.- Cerámica de revestimiento (grés, azulejo, porcelana, etc.); 11.- Refractarios

8.7.3.- Ensayos, especificaciones y usos

A continuación, se recoge una relación de los diferentes ensayos y análisis realizados en estas estaciones de feldespato.

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
GM Pozomouro- Quinta 38	30030-A,D,F	EMPRESA EXPLOTADORA								1992 2006 2007
	Análisis químico	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PCC
	1992 2006 2007	70,0 68,68 66,31	17,0 18,2 19,86	0,3 0,21 0,92	0,1 0,39 0,37	0,3 0,15 0,59	10,0 11,46 9,76	1,0 0,31 0,76	0,2 0,98 -	1,1 0,38 -

Fuente: ALBITA, S.L.: concentrado vendible (1992); D: Tesugo de sondeo (2006); F: (200)

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
184	30048-A,B,G,Z	IGME-EMPRESA								1978 2007
	Análisis químico	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PCC
	2007 2007 1978 1978	67,82 72,50 64,46 64,48	17,50 16,20 28,74 20,72	0,1 0,3 0,08 0,13	0,1 0,2 0,08 0,15	0,4 0,15 0,02 0,03	2 5 2,22 3,09	10,74 2 11,78 11,4	0 0 0 0	1,34 3,65 - -

A y B: Empresa (2007). G y Z: IGME (1978)

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
GM Silán 70	30022-C,D,E	IGME /EMPRESA								1987 1989
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PCC
	C D F	76,83 73,6 68,01	13,79 15,4 17,95	0,15 0,26 0,1	0,51 0,4 -	0,06 0,07 -	3,4 3,72 2,62	5,24 6 10,88	0 0 -	- 0,43 -
	Análisis granulométrico	> 500 μ 2%; 500 a 200 μ 14,5%; 200-125 μ 17%; 125-100 μ 5%; 100-76 μ 12%; 76-40 μ 10%; 40-20 μ 21%; 20-10 μ 9%; 10-5 μ 3,5%; 5-2 μ 3,5%; 2-1 μ 2%; > 1 μ 0,5%								

Fuente: IGME, 1989; Minerales cerámicos, SA. 1987.

8.8.- GRANITO

Como ya se ha mencionado en el apartado de rocas ígneas, los plutones graníticos (rocas plutónicas variscas) se sitúan en la ZAOL en relación con dos domos térmicos: Domo de Lugo y Domo de Boal-Los Ancares (Figura 9). Se distinguen cuatro tipos de granitos en función de criterios estructurales (postcinemáticos y sincinemáticos) y composicionales (bióticos y de dos micas). Los situados en el domo occidental todos los tipos están bien representados menos los granitos de dos micas postcinemáticos, mientras que este último tipo predomina en el Domo Boal-Los Ancares que, en general, los afloramientos graníticos son muy escasos y de mínimas dimensiones, dado el alto grado de alteración de recubrimiento que presentan los plutones.

8.8.1.- Explotaciones mineras activas

Los datos más significativos de las explotaciones activas de granito, todas ellas situadas geológicamente en el Domo de Lugo, quedan resumidas en la siguiente tabla.

Tabla 21. Explotaciones activas continuas e intermitentes de granito

Nº de hoja 1:50.000	Término municipal	Prov.	Nº en el Mapa	UTM		Nombre explotación	Unidad litoestratigráfica	Uso	Empresa explotadora	Producción 2008	Estado
				X	Y						
24	Abadín	LU	116	623303	4812226	Os Agros	Granitos bióticos postcin. (G4) Mz.Toxiza	1, 2	INGEMARGA, S.A.	442	EA
98	Corgo	LU	376	629861	4761444	Aday	Granitos bióticos postcin. (G4) Mz.Castroverde	1, 2	INGEMARGA, S.A.	6.705	EA
98	Corgo	LU	397	623329	4749100	Comesende	Granitos bióticos postcin. (G4) Mz.Neira	1, 2	COMPANÍA MINEIRA DE PEDRAS GALLEGAS, S.A.		EI
72	Friol	LU	363	604331	4763554	Santa Marta	Granitos de 2 micas sincin. (G2) Mz Ombreiro	1, 2, 4			EI
72	Friol	LU	269	605680	4762467	Pena das Vestas	Granitos de 2 micas sincin. (G2) Mz Ombreiro	1	ÁRIDOS H. CARBALLIDO, S.L.	3.750	EI
98	Láncara	LU	412	629346	4745617	Costal Vello	Granitos bióticos postcin. (G4) Mz.Neira	4	CANTERAS DE MURO, S.L.	107.138	EA
73	Lugo	LU	331	621400	4771050	San Lucas	Granitos bióticos postcin. (G4) Mz.Lugo	1, 2	INGEMARGA, S.A.	2.584	EI
73	Lugo	LU	335	624487	4769852	Traspenalba	Granitos bióticos postcin. (G4) Mz.Lugo	1, 2	ÁRIDOS H. CARBALLIDO, S.L.	2.000	EI
73	Lugo	LU	357	627436	4764416	Os Penedos	Granitos bióticos postcin. (G4) Mz.Lugo	4	CONDESMO, S.A.	341.319	EA
73	Lugo	LU	366	624500	4763030	Ampliación a Berlita	Granitos bióticos postcin. (G4) Mz.Lugo	4	PREBETONG LUGO, S.A.	96.500	EA
72	Lugo	LU	372	607716	4761998	Vilachá de Mera	Granitos de 2 micas sincin. (G2) Mz Ombreiro	1, 2	ROCAS INDUSTRIALES DE VILACHÁ	6.995	EA
97	Lugo	LU	383	606354	4760233	Santa Eulalia	Granitos de 2 micas sincin. (G2) Mz Ombreiro	1, 2	CANTERAS VILANOVA, S.L.	8.022	EA
2	Xove	LU	2	616264	4838074	Santa Rosa	Migmatitas	4	CUIÑA, S.A.	96.725	EA
2	Xove	LU	10	617062	4836673	Abilleira	Migmatitas	4	ÁRIDOS DEL CANTÁBRICO	150.000	EA

EA: Explotación activa (continua); EI: Explotación activa (intermitente).

Usos: 1.- Rocas ornamentales; 2.- Rocas de construcción; 4.- Áridos de machaqueo

La producción está dada en toneladas /año (Fuente: Archivos Delegación Provincial de Minas).

- Relación de canteras que benefician preferentemente piedra natural

La explotación “Santa Eulalia” (Nº 383) se sitúa geológicamente sobre el Macizo de Ombreiro (granitos de dos micas sincinemáticos), es una explotación de grandes dimensiones donde se extrae un granito de dos micas leucocrático de grano fino equigranular con textura alotriomórfica. En algunas zonas aparece más alterado produciendo un cambio de coloración

a tonos marrones claros. En esta explotación se cortan con sierra circular o hilo diamantado los materiales antes de enviarlos a los telares.

La explotación “Penas das vestas” (Nº 269) también situada sobre el Macizo de Ombreiro, corresponde a una cantera intermitente en la que se puede extraer un granito de dos micas leucocrático de tamaño de grano medio, con textura alotriomórfica muy homogéneo. Presenta alteración ligera y cambios de coloración por oxidación a tonos “morenos” que lo hace atractivo como roca ornamental o de construcción.

La explotación “San Lucas” (Nº 331) situada sobre el Macizo de Lugo (granitos biotíticos postcinemáticos), de ella se extrae un granito de textura porfídica de grano grueso con una coloración rosada que se comercializa con el nombre de **Rosa Delta**.

La explotación “Traspenalba” (Nº 335) es una cantera intermitente, situada también sobre el Macizo de Lugo, y se extrae un granito de textura porfídica de grano medio de color gris rosado que se comercializa con el nombre de **Perla Kaxigal**.

La explotación “Aday” (Nº 376), situada sobre el Macizo de Castroverde (granitos biotíticos postcinemáticos), beneficia un granito de textura porfídica de grano fino a medio que presenta unas tonalidades rosadas a marrones muy características y se comercializa con el nombre de **Marrón Estrella**.

Estos macizos postcinemáticos (Lugo y Castroverde) presentan una fracturación que favorece su explotación para la producción de bloque y semibloque de granito ornamental para telares, aunque también son aprovechados para la fabricación de áridos de trituración.



Figura 37. – De izquierda a derecha, variedades **Rosa Delta** (Nº 331), **Perla Kaxigal** (Nº335) y **Marrón Estrella** (Nº376).

La explotación “Os Agros” (Nº 116), situada sobre el Macizo A Toxiza (granitos biotíticos postcinemáticos), se trata de una cantera pequeña con dos frentes separados unos 500 m. En el situado en la parte más alta del monte, se explota una pequeña cúpula granítica y el otro se sitúa sobre un liso en la parte media de la ladera. No se superan los 10-12 m de altura de frente en un solo banco. La extracción se realiza mediante perforación y pequeñas voladuras. En el frente a media ladera se ha cortado en banco con hilo diamantado.



Figura 38.- Detalle textural del granito extraído en “Os Agros”.

Se beneficia un granito de color claro a gris claro, biotítico, de grano grueso xenomorfo y heterogranular, con cristales subautomorfos de feldespato potásico de 1-2 cm. (Figura 38).

La fracturación sistemática tiene un espaciado amplio a muy amplio realizándose en el frente de ladera los cortes con perforación y voladura según N50-70° E, que coincide con la fracturación natural y los cortes con hilo se hacen N-S.

Se ha explotado y comercializado poco el material extraído observándose en el entorno de los frentes algunos bloques y semibloques de tamaños entre 5 y 9 m³.

- Relación de canteras que benefician roca granítica para áridos.

La explotación “Ampliación a Bertita” (Nº 366), situada sobre el Macizo de Lugo (granitos biotíticos postcinemáticos), beneficia este granito para la producción de áridos de diferentes granulometrías, que son utilizados para la fabricación de hormigones y aglomerados asfálticos, siendo especialmente utilizadas las granulometrías finas (0/2) para la fabricación de morteros, mientras que las zahorias y el macadam (32/63) se utiliza en la construcción de bases y subbases de todo tipo de carreteras y autovías.



Figura 39.- Cantera “Abilleira”, detalle de las migmatitas del frente de explotación.

La explotación “Abilleira” (Nº 10) desarrolla una minería a cielo abierto, tipo ladera, con un solo frente. La cantera es de tamaño grande, con dimensiones máximas del orden de 660 m x 375 m y altura de frente hasta 70 m en cinco bancos.

El material beneficiado corresponde a gneises migmatíticos y metasedimentos grises a negros. Se trata de metasedimentos asignados a la Serie de Vilalba muy

migmatizados. Las litologías que aparecen en esta cantera son muy variadas. La montera aparece sobre todo en el banco superior alcanzando los 10 m de espesor, y está constituida por metasedimentos más o menos inyectados y migmatizados, muy disgragados y oxidados, dando colores pardo-amarillentos, por lo que sólo se utilizan como zahorras.

En la cantera afloran granitoides con diferentes tamaños de grano, gneises, esquistos y pegmatitas. La heterogeneidad litológica es muy alta, y dentro de los granitoides varían desde de dos micas beiges, de tamaño de grano grueso, equigranulares y textura alotriomórfica, a granitos de grano fino de color claro, leucocráticos, o cuerpos de color rosa pálido con variaciones en el tamaño de grano (Figura 39).

La explotación “Santa Rosa” (Nº 2) corresponde a una cantera a cielo abierto, tipo ladera, con un solo frente. La cantera es de tamaño medio, se explota en bancos descendentes, realizándose el arranque como en la mayoría de las explotaciones de este tipo, mediante perforación y grandes voladuras.

La cantera beneficia metasedimentos asignados a la Serie Vilalba, muy migmatizados, similares a los ya descritos en la explotación “Abilleira”.

En ambas canteras de migmatitas se dispone de planta de machaqueo, lavado y clasificación anexa. Tanto los procesos de extracción como de tratamiento son los habituales para los áridos de machaqueo.

8.8.2.- Explotaciones mineras abandonadas e indicios

Las explotaciones abandonadas e indicios existentes en el ámbito de la ZAOL quedan reflejadas en la siguiente tabla:

Tabla 22. Explotaciones abandonadas e indicios de granito

Nº de hoja 1:50.000	Término municipal	Prov.	Nº en el Mapa	UTM		Nombre explotación	Unidad litoestratigráfica	Uso anterior	Estado
				X	Y				
26	Boal	A	114	676515	4812530		Granitos de dos micas postcinemáticos (G3) Mz. de Boal	2	EB
73	Castroverde	LU	343	630021	4767173		Granitos biotíticos postcinemáticos (G4) Mz. de Lugo	2,4	EB
98	Castroverde	LU	373	637549	4761830		Granitos biotíticos postcinemáticos (G4) Mz. de Castroverde	1,2	IN
3	Cervo	LU	1	625820	4838980		Granitos de dos micas sincinemáticos (G2) Mz. de San Ciprián	4	EB
9	Cervo	LU	5	629793	4837520		Granitos de dos micas sincinemáticos (G2) Mz. de San Ciprián	4,3	IN
3	Cervo	LU	8	630647	4836983		Granitos de dos micas sincinemáticos (G2) Mz. de San Ciprián	4	EB
98	Corgo	LU	378	630130	4761230		Granitos biotíticos postcinemático (G4) Mz. de Castroverde	1,2	EB
98	Corgo	LU	390	624623	4757872		Granitos biotíticos postcinemáticos (G4) Mz. de Castroverde	4,2	EB
9	Foz	LU	47	635364	4821464		Granitos de dos micas sincinemáticos (G2)	4	EB
9	Foz	LU	50	633925	4820768		Granitos biotíticos postcinemáticos (G4) Mz. de Toxiza	4	EB
73	Lugo	LU	334	627185	4770258		Granitos biotíticos postcinemáticos (G4) Mz. de Lugo	1,2	EB
72	Lugo	LU	350	619530	4765317		Granitos biotíticos postcinemáticos (G4) Mz. de Lugo	4,3	EB
72	Lugo	LU	356	620286	4764204		Granitos biotíticos postcinemáticos (G4) Mz. de Lugo	4	EB
72	Lugo	LU	360	619976	4763949		Granitos biotíticos postcinemáticos (G4) Mz. de Lugo	4,3	EB
73	Lugo	LU	365	621367	4763200		Granitos biotíticos postcinemáticos (G4) Mz. de Lugo	4	EB
97	Lugo	LU	381	610729	4761147		Granitos de dos micas sincinemáticos (G2) Mz. de Ombreiro	2	EB

97	Lugo	LU	382	611684	4760837		Granitos de dos micas sincinemáticos (G2) Mz. de Ombreiro	4	EB
23	Muras	LU	110	604240	4813000		Granitos biotíticos sincinemáticos (G1)	4	EB
72	Outeiro de Rei	LU	311	607907	4775196		Granitos de dos micas sincinemáticos (G2) Mz. de Santa Eulalia de Peña	2, 4	EB
72	Outeiro de Rei	LU	325	619028	4771958		Granitos biotíticos postcinemáticos (G4) Mz. de Lugo	2, 4	EB
124	Sarria	LU	432	628975	4741050		Granitos de dos micas sincinemáticos (G2) Mz. de Santa Eulalia de Sarria	4	EB
124	Sarria	LU	442	628542	4739237		Granitos de dos micas sincinemáticos (G2) Mz. de Santa Eulalia de Sarria	2, 4	EB
124	Sarria	LU	443	628986	4738896		Granitos de dos micas sincinemáticos (G2) Mz. de Santa Eulalia de Sarria	4	EB
2	Viveiro	LU	3	615156	4838067		Migmatitas	4	EB

EB: Explotación abandonada; IN: Indicio.

Usos: 1.- Rocas ornamentales; 2.- Rocas de construcción; 3.- Áridos naturales; 4.- Áridos de machaqueo

8.8.3.- Ensayos, especificaciones y usos

Entre los principales ensayos se encuentran: estudios petrográficos, análisis químicos y mineralógicos (DRX) y ensayos para conocer el peso específico aparente, la absorción de agua, y la resistencia a la compresión, flexión, al impacto, al desgaste por rozamiento, a las heladas y a los cambios térmicos.

La aplicación comercial de los granitos está condicionada por su aspecto, dureza, color, uniformidad de textura entre otras propiedades físicas. Sus aplicaciones quedan limitadas, en ocasiones, por su facilidad de disgregación ante los agentes de la dinámica externa.

El término comercial “granito”, abarca una gran diversidad de rocas que se agrupan dependiendo de su color en:

- Granitos claros: granitos, cuarzo-monzonitas, granodioritas, adamellitas y sienitas.
- Granitos oscuros: gabros, dioritas y rocas volcánicas.

Los usos principales de los granitos son:

- Piedra de escollera, en forma de grandes bloques.
- Árido de machaqueo.
- Construcción: hormigones, morteros, en distintas capas de viales de carreteras, pistas y ferrocarril, para rellenos, lechos filtrantes, etc.
- Piedra de construcción y ornamental: sillería, pavimentos, muros rústicos, revestimientos y en la obtención de muy diversos productos como bordillos, adoquines, chimeneas, esculturas, etc. Este es el uso más destacado.
- Manufacturas, en la fabricación de cilindros para moler pulpa en molinos de la industria papelera.

Los resultados de los análisis y ensayos realizados se recogen a continuación:

Estación	Referencia	Organismo / Empresa	Año
114	A-1/15	IGME	1985
	Estudio petrográfico	Textura: granuda hipidiomórfica con megacristales de plagioclasa Clasificación: Granodiorita biotítica Minerales principales: cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y biotita Minerales secundarios: sericitia, moscovita y clorita	
	Ensayo de choque térmico	Apreciable pérdida de pulido y color	

Fuente: *IGME. Posibilidades de rocas ornamentales en Asturias y Cantabria*

Estación	Referencia	Organismo / Empresa	Año
San Lucas 331	ROSA DELTA	IGME	1986
	Ensayos tecnológicos	Peso específico Absorción de agua Resistencia flexión Resistencia compresión Resistencia desgaste Resistencia impacto Módulo heliacidad Choque térmico	2,67 gr/cm ³ 0,36 % 187 kg/cm ² 957 kg/cm ² 0,058 65 0,1 Sin alterar

Estación	Referencia	Organismo / Empresa	Año
Traspenalba 335	PERLA KAXIGAL	IGME	1986
	Ensayos tecnológicos	Peso específico Absorción de agua Resistencia flexión Resistencia compresión Resistencia desgaste Resistencia impacto Módulo heliacidad Choque térmico	2,46 gr/cm ³ 0,48 % 187 kg/cm ² 928 kg/cm ² 0,04 70 Sin alterar

Estación	Referencia	Organismo / Empresa	Año
Aday 376	MARRÓN ESTRELLA	IGME	1986
	Ensayos tecnológicos	Peso específico Absorción de agua Resistencia flexión Resistencia compresión Resistencia desgaste Resistencia impacto Módulo heliacidad Choque térmico	2,64 gr/cm ³ 0,43 % 56 kg/cm ² 1.001 kg/cm ² 58 0,03 Sin alterar

Estación	Referencia	Organismo / Empresa	Año
110	30043-B	ROEL et al.	1991
	Otros ensayos	Adhesibilidad al betún = 98,8	
	Ensayo de áridos	Desgaste de Los Angeles (%) B=36,5 F=18,6	Peso específico aparente 2,64 gr/cm ³ Peso específico real 2,68 gr/cm ³ Absorción agua 0,61 % Estabilidad al So ₄ Na 0,70 %

Estación	Referencia	Organismo / Empresa	Año
Santa Rosa 2	30068-A	X. G.-COTOP	1988
	Otros ensayos	Eq. Arena (%)=48; LL=21,8; IP=72	
	Ensayo de áridos	Desgaste de Los Angeles (%) A=47 F=33	Peso específico aparente - Peso específico real - Absorción agua - Estabilidad al So ₄ Na -

Estación	Referencia	Organismo / Empresa				Año
Abilleira 10	30006-A,B	X. G.-COTOP				1979 1988
	Otros ensayos	A: frac. (40/60 = Reactividad Alc.-cemento No; Terrones de arcilla (%)=0,2 B: frac. (Zahorra) Eq. Arena (%)=35; LL=24,8; LP=6,4; Reactividad Alc.-cemento No; Terrones de arcilla >0,8=3,8				
	Ensayo de áridos	Desgaste de Los Angeles (%) G=37 A=43	Peso específico aparente - 2,55	Peso específico real - 2,67	Absorción agua 1,73 1,57	Estabilidad al So ₄ Na 1,73 1,57

Ensayos realizados a los áridos de granito en las cercanías de la explotación "Ampliación a Bertita" (Nº 366)		
Densidad de la roca	2,61	
Densidad del árido sobre camión	1,55	
Absorción de agua	0,3 %	
Equivalente de arena	UNE EN 933-8	> 80 %
Partículas blandas	UNE7134	0 %
Terrones de arcilla	UNE 7133	0,1 %
Reactividad Álcali-silice	UNE 146528	no reactivo
Índice de lajas	UNE EN 933-3	< 10 %

Fuente: PREBETONG LUGO, S.A

8.9.- GRAVA Y ARENA

Se incluyen en este apartado aquellas rocas detríticas no consolidadas que, por su granulometría, independientemente de su naturaleza litológica, pueden ser clasificadas como arenas o gravas, ya que suelen estar íntimamente relacionadas. En la clasificación granulométrica de la "British Standard" se considera arena al material granular cuyo tamaño oscila entre 0,06 y los 2 mm (arena para hormigón, el límite superior es de 5 mm).

Las rocas detríticas (terrígenas o clásticas) están formadas por fragmentos de rocas o minerales procedentes de rocas preexistentes que han quedado expuestas a la meteorización en la superficie de la tierra. El cuarzo es uno de los minerales más estables en las condiciones de la superficie terrestre, por tanto, suele estar habitualmente presente en dichas rocas.

Su uso principal es como áridos naturales que se utilizan como materia prima para construcción e industrias derivadas y afines, ya sean naturales o elaboradas.

Se sitúan en este grupo un conjunto de estaciones que benefician arenas y gravas con diferente origen: materiales cuaternarios procedentes de los lechos de los ríos, terrazas y otros sedimentos fluviales, rañas, depósitos coluvionares y eluvionares, glaciares (morrenas) depósitos antrópicos y depósitos procedentes de la alteración "in situ" de rocas graníticas (Lehm granítico) denominados Jabre o en gallego "Xabre".

Estas explotaciones presentan ventajas técnicas frente a las de otros tipos de sustancias, tanto en el laboreo como en el procesado. Al tratarse de materiales, en general, fácilmente ripables, poco consolidados, se pueden arrancar con retroexcavadora, para ser utilizados como áridos tras un primer y único cribado a pie de la cantera (preferentemente para los sedimentos fluviales) o bien ser lavados para mejorar la calidad y valor de venta. En algunos casos se utilizan plantas de machaqueo. Esta facilidad en la extracción y uso de esta sustancia, unida a la abundancia de afloramientos con posibilidades, ha supuesto la proliferación de explotaciones no controladas, generalmente de carácter temporal y pequeñas dimensiones, que suelen cubrir demandas de obras locales, pero que suponen al final un problema administrativo medioambiental y de mercado.

Durante el año 2008 se ha confirmado la existencia de explotaciones activas, ya sea de modo continuo o intermitente y administrativamente legales o ilegales. Los datos identificativos de estas explotaciones se resumen en las siguientes tablas, en función del origen de los diferentes sedimentos.

8.9.1.- Explotaciones mineras activas

En la zona de estudio existen actualmente las siguientes explotaciones activas, cuyos datos más significativos quedan recogidos en la Tabla 23.

Las canteras (graveras) que benefician depósitos de llanuras aluviales explotan gravas, arenas y conglomerados de composición preferentemente cuarcítica y desarrollan una minería de exterior, generalmente en corta. Se trata de graveras que se explotan bajo lámina de agua y el avance se suele realizar en un frente único con un solo banco.

En la explotación “San Pelayo” existe una planta de machaqueo con clasificadora y una planta de hormigones y asfalto a pie de cantera. En esta grava las zonas explotadas son restauradas y repobladas con vegetación autóctona.

Tabla 23. Explotaciones activas, continuas e intermitentes, de grava y arena

Nº de hoja 1:50.000	Término municipal	Prov.	Nº en el Mapa	UTM		Nombre explotación	Unidad litoestratigráfica	Uso	Empresa explotadora	Producción 2008	Estado
				X	Y						
159	Bembibre	LE	498	705319	4724884	Las Lomas	Coluvionar	3 y 4		50.000	EI
127	Páramo del Sil	LE	420	704110	4744004	Graveras de Anllares	Rañas	3 y 4	ANLLACO, S.A.		EA
192	Santa Colomba de Somoza	LE	553	725710	4703945		Terrazas y rañas	3 y 4	Graveras Turienzo	60.000	EA
73	Castroverde	LU	355	630047	4764447	A Pallota	Lehm granítico	3 y 4	Manuel Lamas Tojeiro	40.000	EA
73	Castroverde	LU	362	632406	4763690	Sampayo-2	Lehm granítico	3 y 4	Wenceslao Forneas Rodríguez		EA
73	Castroverde	LU	364	631560	4763250	Sampayo	Lehm granítico	3 y 4	Wenceslao Forneas Rodríguez	7.455	EA
73	Castroverde	LU	371	631611	4762378	Gracián	Lehm granítico	3 y 4	Áridos Besteiro, S.L.	30.600	EA
47	Cospeito	LU	282	615631	4782475	Bestar	Depósitos Terciarios	3 y 4	Aríbes, S.A.	113.320	EA
97	Lugo	LU	389	613966	4757910	Ramos	Lehm granítico	3 y 4	José Manuel Ramos López	24.020	EA
97	Lugo	LU	384	615805	4759775	Las Arrieiras de Torrón	Lehm granítico	3 y 4	Jesús Fdez. Nuñez	8.250	EA
72	Outeiro de Rey	LU	324	619598	4772005	Arbillosa	Lehm granítico	3 y 4	T.A.I.Hnos. Blanco Trigo, S.L.	6.100	EI

EA: Explotación activa (continua); EI: Explotación activa (intermitente).

Usos: 3.- Áridos naturales; 4.- Áridos de machaqueo;

La producción está dada en toneladas/año (Fuente: Archivos Delegación Provincial de Minas).

Las graveras relacionadas con terrazas y rañas extraen gravas con cantos y bloques, principalmente de cuarcita, subredondeados, de tamaño variable, con matriz arenoso-limosa y desarrollan una minería exterior generalmente en corta. El avance se suele realizar con un frente único en un solo banco y se explota sin lámina de agua.

La explotación Nº 553, localizada en el municipio de Santa Colomba de Somoza, tiene una planta de tratamiento móvil a pie de cantera (machacadora y clasificadora).

Entre las explotaciones mineras activas relacionadas con depósitos antrópicos y coluvionares se encuentran las siguientes.

La cantera “Las Lomas” (Nº 498) explota depósitos gravitacionales sin consolidar, de naturaleza cuarcítica, muy poco rodados, sin organización interna y con matriz arenosa. Se trata de una explotación pequeña e intermitente que dispone de una pequeña planta de tratamiento móvil para separar por tamaños (Figura 40).



Figura 40.- Planta móvil para la separación por tamaños (los de mayor tamaño son desechados) en la cantera “Las Lomas”.

La explotación “Graveras de Anllares” (Nº 420) beneficia depósitos “tipo raña”, de naturaleza silícea, con granulometrías muy diversas y sin ningún tipo de organización interna. En la propia cantera existe una criba para seleccionar el material de tamaño arena y grava que se transporta hasta la planta de tratamiento de áridos, situada a 3,5 km (Figura 41).



Figura 41.- Detalle de la heterometría del depósito de la explotación “Graveras de Anllares”.

La explotación “Bestar” (Nº 371) beneficia las graveras superiores, compuestas de arenas y gravas, así como cierta cantidad de bloques, de los depósitos terciarios de la Cuenca de Villalba.

Esta explotación consta de varios huecos (se han contabilizado hasta 13 zonas en fotografía aérea) de extracción, con profundidades de hasta 30 metros, algunos de los cuales se encuentran inundados, mientras que otros están llenos con los lodos procedentes del proceso de lavado.

La alteración “in situ” de las rocas graníticas origina unos depósitos granulares constituidos por partículas de cuarzo, feldespato muy alterado a minerales sericítico-arcillosos (caolinita, montmorillonita, illita) y micas (moscovita y biotita), que tienen el carácter de un suelo residual o alterita granítica. La presencia de estos depósitos sobre las rocas graníticas es bastante extensiva, si bien presentan una morfología irregular y discontinua (que incluye, en casos, residuales o bolos de roca más o menos fresca), con espesores muy variables que no suelen superar unos pocos metros, pero que pueden llegar a superar los 20 metros. Aunque es frecuente el desarrollo de cierto espesor de alteritas en los macizos graníticos, parece más importante en relación con los granitoides biotíticos de grano grueso.

La extracción de alteritas granítica, o Lehm granítico, se realiza en la mayoría de los casos en pequeños huecos de extracción intermitente con medios mecánicos, para la utilización del material obtenido como zahorras naturales en la construcción de plataformas ya que presentan una aptitud adecuada para que pueda obtenerse una buena compactación gracias a su porcentaje adecuado en finos. También se utilizan para rellenos. Por ello el uso se generaliza en la construcción de plataformas y pistas en el entorno.

El desarrollo de estas explotaciones es superficial dado que se basan en la extracción de la zona alterada que profundiza en el macizo granítico de forma irregular, con espesores menores, en general, menores de 5 m (Figura 42)



Figura 42.- Explotación “A Pallota” (Nº 355). Vista parcial de la cantera donde se explotan alteritas de granito con parte de la plaza de cantera inundada.

La zona más importante en la actualidad donde se extraen alteritas de granito se sitúa en los macizos postcinemáticos de Lugo y Castroverde, encontrándose la totalidad de

las explotaciones en activo y la gran mayoría de las abandonadas en este último y concentradas en la parte sur del macizo de A Toxiza.

La extracción se realiza mediante la utilización de retroexcavadoras que cargan el material en camiones. Las plazas de cantera suelen estar inundadas. Hay que señalar que muchos de los antiguos huecos se encuentran totalmente restaurados.

Las explotaciones de lehm señaladas son todas a cielo abierto del tipo ladera, con morfología semicircular o irregular, y un solo frente. No superan los 135 m de longitud máxima de frente y los 125 m de anchura media, con alturas afectadas de hasta 15 (30) m, siendo lo normal de menos de 10 m y con taludes tendidos e irregulares, con un solo banco de trabajo. Como en el resto de las canteras de este capítulo, la explotación se realiza sin voladuras, mediante arranque mecánico con pala y/o retroexcavadora y carga a camión para su traslado.

Normalmente las graveras poseen un número reducido de operarios que oscila entre 1 y 4 obreros para el frente de explotación, dedicados a labores de manejo de las palas y retroexcavadoras para el arranque y transporte de material al centro de transformación. Asimismo, cuentan con un número variable, entre 2 y 6, para la gestión y funcionamiento de las instalaciones de tratamiento.

8.9.2.- Explotaciones mineras abandonadas e indicios

En el ámbito de la ZAOL existe un gran número de explotaciones abandonadas e indicios de arenas y gravas, cuyos datos más significativos se recogen en la siguiente tabla.

Tabla 24. Explotaciones abandonadas e indicios de grava y arena

Nº de hoja 1:50.000	Termino municipal	Prov.	Nº en el Mapa	UTM		Nombre explotación	Unidad litoestratigráfica	Uso anterior	Estado
				X	Y				
50	Allande	A	217	689445	4796780		Depósito coluvionar-eluvionar	3 y 4	EB
50	Allande	A	220	690246	4796463		Derrubio de ladera	3 y 4	EB
50	Allande	A	234	687915	4793752		Derrubio de ladera con canchales	3 y 4	EB
50	Allande	A	235	688738	4793415		Derrubio de ladera con canchales	3 y 4	EB
50	Allande	A	238	685048	4792480		Depósito coluvionar-eluvionar	3 y 4	EB
75	Allande	A	306	678823	4775825		Depósito coluvionar	3 y 4	EB
26	Boal	A	139	677630	4810030		Depósito eluvionar (en granítico)	3	EB
26	Boal	A	146	675950	4808920		Derrubio de ladera	3 y 4	EB
26	Boal	A	163	681162	4807260		Derrubio de ladera	3 y 4	IN
75	Cangas de Narcea	A	312	678247	4774861		Derrubios de ladera	3 y 4	IN
100	Ibias	A	385	691468	4759170		Derrubio de ladera	3 y 4	EB
26	Tineo	A	164	700022	4807135		Depósitos terciarios	3 y 4	IN
12	Valdés	A	58	702825	4820110		Derrubios de ladera	3 y 4	EB
12	Valdés	A	59	702426	4819940		Derrubios de ladera	3 y 4	EB
26	Valdés	A	98	698920	4813965		Depósito coluvionar-eluvionar	3 y 4	EB
25	Villanueva de Oscos	A	189	667224	4803590		Derrubios de ladera	3 y 4	EB
26	Villayón	A	103	688198	4813465		Derrubios de ladera	3 y 4	EB
26	Villayón	A	115	668420	4811730		Derrubios de ladera	3 y 4	EB
26	Villayón	A	153	690488	4808062		Derrubios de ladera	3 y 4	EB

159	Bembibre	LE	499	606612	4724618	Derrubio de ladera	3 y 4	EB
100	Candín	LE	401	675564	4748240	Depósito eluvionar (lehm granítico)	3	IN
126	Candín	LE	427	686600	4742995	Depósito glaciar (morrena)	3 y 4	EB
126	Candín	LE	429	686130	4742520	Depósito coluvionar-eluvionar	3 y 4	IN
158	Carracedelo	LE	540	682936	4711037	Depósito aluvial	3 y 4	EB
159	Castropodame	LE	522	708033	4720353	Derrubios de ladera	3 y 4	EB
159	Castropodame	LE	528	713452	4716440	Derrubios de ladera	3 y 4	EB
158	Cubillos del Sil	LE	505	697640	4723020	Depósito aluvial	3 y 4	EB
127	Noceda de El Bierzo	LE	458	713263	4732897	Depósito aluvial (terrazas)	3 y 4	EB
126	Páramo del Sil	LE	430	694840	4742480	Depósito coluvionar-eluvionar	3 y 4	EB
158	Ponferrada	LE	529	700255	4716040	Depósito eluvial (lehm granítico)	3	EB
158	Priaranza del Bierzo	LE	541	692203	4710978	Depósito aluvial (llanura)	3 y 4	EB
193	Val de San Lorenzo	LE	555	734195	4702130	Depósito aluvial (llanura)	3 y 4	EB
158	Villadecanes	LE	544	680686	4710007	Derrubios de ladera	3 y 4	EB
159	Villagatón-Brañuelas	LE	527	725502	4718516	Derrubios de ladera	3 y 4	EB
24	Abadín	LU	138	621999	4809897	Lehm granítico	3 y 4	EB
24	Abadín	LU	137	621706	4809760	Lehm granítico	3 y 4	EB
24	Abadín	LU	140	622198	4809609	Lehm granítico	3 y 4	EB
24	Abadín	LU	141	623041	4809609	Lehm granítico	3 y 4	EB
24	Abadín	LU	144	624500	4809167	Lehm granítico	3 y 4	EB
9	Alfoz	LU	55	628290	4820494	Lehm granítico	3 y 4	EB
73	Baleira	LU	354	644430	4765201	Depósito coluvionar	3 y 4	EB
73	Castro de Rey	LU	248	630201	4789705	Depósitos terciarios (Cuenca de Villalba)	3 y 4	EB
73	Castro de Rey	LU	307	623759	4775589	Depósito aluvial (terrazas)	3 y 4	EB
73	Castro de Rey	LU	310	623608	4775227	Depósito aluvial (terrazas)	3 y 4	EB
73	Castroverde	LU	351	636100	4765300	Lehm granítico	3 y 4	EB
73	Castroverde	LU	370	631047	4762386	Lehm granítico	3 y 4	EB
98	Castroverde	LU	374	637971	4761658	Lehm granítico	3 y 4	EB
9	Cervo	LU	7	628651	4837000	Lehm granítico	3 y 4	EB
9	Cervo	LU	21	625185	4829873	Lehm granítico	3 y 4	EB
48	Cospeito	LU	279	624964	4783248	Depósito aluvial	3 y 4	EB
47	Cospeito	LU	280	615825	4783114	Depósitos terciarios (Cuenca de Villalba)	3 y 4	EB
9	Foz	LU	20	633027	4830294	Depósito aluvial	3 y 4	EB
97	Friol	LU	375	602824	4761407	Lehm granítico	3 y 4	EB
97	Guntín	LU	393	612142	4752383	Lehm granítico	3 y 4	EB
97	Guntín	LU	395	606699	4749934	Depósito aluvial	3 y 4	EB
97	Guntín	LU	416	615468	4744922	Depósito aluvial	3 y 4	EB
73	Lugo	LU	265	624563	4786284	Lehm granítico	3 y 4	EB
73	Lugo	LU	342	622172	4767512	Lehm granítico	3 y 4	EB
72	Lugo	LU	345	612557	4766990	Lehm granítico	3 y 4	EB
72	Lugo	LU	353	620217	4765011	Lehm granítico	3 y 4	EB
73	Lugo	LU	358	625891	4764023	Lehm granítico	3 y 4	EB
97	Lugo	LU	388	605873	4758104	Lehm granítico	3 y 4	EB
24	Mondónedo	LU	112	633035	4812854	Lehm granítico	3 y 4	EB
24	Mondónedo	LU	123	627105	4811213	Lehm granítico	3 y 4	EB

73	Outeiro de Rey	LU	314	612771	4773615		Lehm granítico	3 y 4	EB
72	Outeiro de Rey	LU	323	618861	4772315		Lehm granítico	3 y 4	EB
72	Outeiro de Rey	LU	330	617725	4770850		Lehm granítico	3 y 4	EB
98	Páramo	LU	409	623468	4746454		Lehm granítico	3 y 4	EB
98	Páramo	LU	410	624250	4746375		Lehm granítico	3 y 4	EB
98	Páramo	LU	411	622851	4745941		Lehm granítico	3 y 4	EB
97	Páramo	LU	418	617597	4745206		Depósito aluvial	3 y 4	EB
123	Páramo	LU	439	614982	4740067		Arcillas, arenas y gravas	3 y 4	EB
125	Pedraflita do Cebreiro	LU	461	660720	4732172		Depósito eluvio-coluvionar	3 y 4	EB
73	Pol	LU	304	636090	4776839		Depósito aluvial	3 y 4	EB
124	Sarria	LU	465	625265	4732044		Lehm granítico	3 y 4	EB
124	Sarria	LU	464	626050	4731670		Lehm granítico	3 y 4	EB

EB: Explotación abandonada; IN: Indicio.

Usos: 3.- Áridos naturales; 4.- Áridos de machaqueo

8.9.3.- Ensayos, especificaciones y usos

Los usos de la totalidad de las arenas y gravas de la ZAOL se limitan a áridos naturales y de machaqueo.

Las arenas y gravas aluviales y coluviales componen áridos aptos para la elaboración de hormigones y morteros debido a su alto equivalente en arena y escasez de impurezas de origen orgánico. Su alto contenido en fragmentos silíceos rebaja su utilidad en capas de rodadura, al disminuir la adhesividad de los ligantes bituminosos. El grado de dureza de estos materiales, sin embargo, les confiere características de aptitud para su empleo en bases y subbases.

Aplicaciones de los áridos para la construcción (ANEFA, 2007):

- Morteros: empleados para unir ladrillos o revestir paredes.
- Hormigones: pueden ser estructuras (cimientos, vigas y pilares) o en masa (pavimentos).
- Balasto de vías férreas: sobre el que se apoyan las traviesas y los raíles.
- Piedras y bloques de escollera para puertos.
- Prefabricados: ladrillos, bloques, vigas, bordillos, aceras, etc.
- Bases, subbases y aglomerados asfálticos, elementos que componen las carreteras, calles, aparcamientos, etc.

La distribución de tamaños y su denominación más usual, una vez cribado el material, se refleja en la tabla siguiente (Baltuille Martín et al., 2006).

Tabla 25. Distribución de tamaños y denominación

Denominación	Tamaño (mm)
Morro	> 100
Grava gruesa	100-50
Grava media	60-40
Grava menuda	50-30
Gravilla gruesa	40-30

Gravilla media	30-15
Gravilla menuda	25-15
Garbancillo	15-7
Arena gruesa	5-2
Arena media	2-0,5
Arena fina	0,5-0,1
Filler o polvo	0,08-0,005

8.10.- MAGNESITA

La magnesita, o espato amargo, es un carbonato de magnesio ($MgCO_3$) que se suele encontrar en la naturaleza en forma compacta, con brillo vítreo y de color generalmente blanco, por lo que a simple vista se confunde con la calcita y la dolomita; teóricamente se compone de 47,7% de MgO y 52,3% de CO_2 .

Un análisis químico tipo de una magnesita daría valores situados en el siguiente rango: MgO , del 38 al 44%; CaO , del 1 al 5%; FeO_3 , del 1 al 8%; Al_2O_3 , del 1 al 8%; SiO_2 , del 1 al 4%; CO_2 , del 48 al 54%. Valores de sílice y óxidos de hierro más altos perjudicarían la calidad del producto.

En cuanto a sus aplicaciones, en estado natural la magnesita es poco utilizada, ya que se comercializa calcinada bajo dos calidades distintas:

- a) magnesita calcinada cáustica (entre 700 y 1.000°C), con usos en la agricultura, construcción, industria papelera, etc.
- b) magnesita calcinada “a muerte” o clinker de magnesita (entre 1.500 y 2.000°C), que adopta una estructura similar al óxido de magnesio natural (periclasa), actuando como buen refractario básico.

En el ámbito de la ZAOL la magnesita se encuentra asociada a un nivel carbonatado dolomitizado de la Formación Cándana, del Cámbrico inferior. Dicho nivel carbonatado, a veces constituido por más de un tramo, presenta un cierto desarrollo regional, tanto en el Dominio del Manto de Mondoñedo como en el de Navia-Alto Sil. En general suele presentar una morfología estratiforme, si bien localmente puede presentarse en bolsadas masivas.

8.10.1.- Explotaciones mineras activas

Las mineralizaciones de magnesitas se sitúan todas ellas al norte de Salas y a lo largo del nivel dolomítico de la base del Cámbrico, lo que la relacionaría con un origen metasomático. Los datos más significativos de la única explotación activa, se recogen en la siguiente tabla.

Tabla 26. Explotaciones activas, continuas e intermitentes, de magnesita

Nº de hoja 1:50.000	Término municipal	Prov.	Nº en el Mapa	UTM		Nombre explotación	Unidad litoestratigráfica	Uso	Empresa explotadora	Producción 2008	Estado
				X	Y						
124	Incio	LU	486	627716	4727980	Impensada	Fm. Cándana (nivel carbonatado-dolomitizado)	17	Magnesita de Rubián, S.A.	71.040	EA

EA: Explotación activa (continua).

Usos: 17.- Agrícolas

Es preciso destacar la importancia que representa esta explotación activa en el ámbito de la ZAOL, Impensada (Nº 486). Litoestratigráficamente se sitúa en la base del Cámbrico, en los niveles carbonatados de las capas de Cándana y Vegadeo.

La deformación que sufren estos materiales origina una estructura plegada y vergente al NE que en el área, supone una disposición monoclinal E-O y buzamiento entre 15 y 30° hacia el sur, acompañada por un metamorfismo que alcanza la isógrada de la biotita.

Actualmente la explotación se lleva a cabo tanto por minería de interior como a cielo abierto. El yacimiento está formado por numerosas capas de carbonato magnésico, de diferente riqueza y espesor (Figura 43), que pueden agruparse en tres conjuntos, que de techo a muro son: Capas de Vegadeo, Capa de Pondais y Capa Principal, siendo las dos últimas objeto de beneficio.

Las capas de Pondais representan un conjunto de capas carbonatadas alternantes con pizarras, de potencia comprendida entre 20 m y 55 m, de los que, 8 m a 16 m están mineralizados y agrupados en cuatro tramos diferentes. La capa Principal, con una potencia de entre 14 y 17 m, constituye un conjunto masivo que es el objetivo de la explotación.



Figura 43.- Capas de caliza ricas en magnesita dentro de las galerías de explotación Impensada, de la empresa *Magnesitas de Rubián, S. A.*

Existe un conjunto de fallas directas con una componente horizontal importante, que compartimenta el yacimiento en una serie de bloques, que son: Bloque de Rubián, Bloque de Vilademoiros, Bloque de Castelo y Bloque de Santalla. Dentro del Bloque de Castelo, donde se sitúa la explotación en estos momentos, y con la actual infraestructura minera, son susceptibles de explotación un total de 7.000.000 Tm como reservas medidas, con un contenido medio de MgO de 84,9% y 2,6% de CaO.

El carbonato de magnesio (magnesita) extraído de la mina, es sometido a un proceso de calcinación para obtener óxido de magnesio ya que para su comercialización la magnesita, como óxido, debe contener un mínimo del 83% de MgO y sus aplicaciones más frecuentes son como corrector de suelos, en alimentación animal y como neutralizador de efluentes ácidos. El tratamiento consta de tres fases fundamentales: Trituración, Calcinación (proceso metalúrgico a 800º) y Clasificación y envasado.

8.10.2.- Explotaciones mineras abandonadas e indicios

En el ámbito de la ZAOL existe un número de explotaciones abandonadas e indicios de magnesita cuyos datos más significativos se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 27. Explotaciones abandonadas e indicios de magnesita

Nº de hoja 1:50.000	Término municipal	Prov.	Nº en el Mapa	UTM		Nombre explotación	Unidad litoestratigráfica	Uso anterior	Estado
				X	Y				
27	Salas	A	74	723950	4817810		Fm. Cándana	11	IN
27	Salas	A	95	720650	4814850	Magnesitas de Valderrodero	Fm. Cándana	11	EB
27	Salas	A	106	718610	4813220		Fm. Cándana	11	IN
124	Incio	LU	485	628689	4727766		Fm. Cándana (nivel carbonatado dolomitizado)	-	EB

EB: Explotación abandonada; IN: Indicio.

Usos: 11.- Refractarios

8.10.3.- Ensayos, especificaciones y usos

A continuación, se recoge una relación de los diferentes análisis realizados en algunas de las estaciones de magnesitas.

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
95	0027-006 A	<i>Gutiérrez Claverol y García Iglesias (ETSIMO)</i>								1982
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PPC
		5,10	0,80	4,06	0,63	39,44	0,05	< 0,03	< 0,03	49,82
	Análisis mineralógico	magnesita, talco, clorita y cuarzo								
	1985-27-O-LB-16	<i>IGME</i>								1985
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PPC
		12,00	0,94	5,00	0,65	42,40	0,02	0,17	-	41,2

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
106	1985-27-O-LB-23	<i>IGME</i>								1985
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PPC
		4,00	0,17	3,60	1,30	41,80	0,04	0,09	-	46,10

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
74	1985-27-O-LB-26	<i>IGME</i>								1985
	Estudio petrográfico	Minerales principales: magnesita y dolomita / Minerales secundarios: clorita, cuarzo y opacos								

IGME, 1985. Explotación de baritas en Asturias y Cantabria.



8.11.- PIZARRA

Las pizarras son rocas metamórficas formadas por partículas de grano de tamaño arcilla, con o sin limo, hasta un 65% de proporción, y con una foliación planar muy bien desarrollada, denominada pizarrosidad o esquistosidad, que permite el exfoliado regular de estas rocas en láminas de superficie planar.

Las pizarras son rocas utilizadas preferentemente como roca ornamental, como bloques, losas y placas y, en menor proporción, fragmentadas a tamaño grava y arena para su utilización como árido. El grueso de la producción de las explotaciones mineras se destina a su utilización como placas para cubiertas ("pizarras de techar"), basada en su impermeabilidad, altos valores de flexión y el buen comportamiento que presentan frente a los ajustes atmosféricos.

En la ZAOL las zonas con yacimientos en explotación y con recursos reconocidos para pizarras ornamentales (para uso de cubiertas) se agrupan en las siguientes áreas: dentro del Dominio del Navia-Alto Sil, Los Oscos-Villarchao y Alto Bierzo, y en el Dominio del Manto de Mondoñedo-Peñalba, las áreas de A Terra Cha y Caurel-Quiroga. En general, los niveles válidos como yacimientos de pizarra se encuentran en las formaciones Pizarras de Luarca (Ordovícico medio) y Formación Agüeira (Ordovícico superior).

8.11.1.- Explotaciones mineras activas

Los datos más significativos de las explotaciones activas de pizarra quedan resumidos en la Tabla 28.

Tabla 28. Explotaciones activas, continuas e intermitentes, de pizarra

Nº de hoja 1:50.000	Término municipal	Prov.	Nº en el Mapa	UTM		Nombre explotación	Unidad litoestratigráfica	Uso	Empresa explotadora	Producción 2008	Estado	
				X	Y							
100	Páramo del Sil	LE	404	701120	4747131	Las Cabadiñas	Pizarras Luarca. Zona Alto Bierzo	1	Rocas Bercianas	10.000	EA	
127	Páramo del Sil	LE	414	705486	4745226	Asunción y Manola	Pizarras Luarca. Zona Alto Bierzo	1	Pizarras Páramo	6.500	EA	
9	Barreiros	LU	57	644522	4820120	Miralmar	Serie de Los Cabos (capas de Vilamea)	2	Pizarras Miralmar, S.L.		EA	
49	Fonsagrada	LU	275	662710	4784820	Lamas-Vilarchao	Pizarras Luarca. Los Oscos-Vilarchao	1	EURO-PIZARRAS, S.A.	3.000	EA	
74	Fonsagrada	LU	291	650902	4779740			3			EI	
9	Foz	LU	40	634494	4823801		Fm. Cándana	2	Pizarras Sta. Cecilia, S.L.	600	EI	
124	Incio	LU	467	641129	4730198	Vetusta	Precámbrico (Vilalba)	(Serie	2	Pizarras del Oribio, S.A.	8.251	EA
124	Incio	LU	468	653652	4730112	Rondela	Precámbrico (Vilalba)	(Serie	2	Pizarras Vega, S.L.	1.050	EI
124	Incio	LU	469	640447	4730105		Fm. Cándana		2	Pizarras Vega, S.L.		EA
124	Incio	LU	470	639227	4729839		Precámbrico (Vilalba)	(Serie	2			EI
124	Incio	LU	472	639387	4729788		Precámbrico (Vilalba)	(Serie	2			EI
124	Incio	LU	473	637541	4729738	Cadamonte	Fm. Cándana		2,4,6	Cementos Cosmos, S.A.	18.608	EA
124	Incio	LU	477	639530	4729588	Rabaceira	Fm. Cándana		2	Pizarras Balbón, C.B.	205	EA
98	Lugo	LU	377	621251	4761406	Gándara	Precámbrico (Vilalba)	(Serie	2,1	Amador Sánchez Vázquez	330	EA
98	Lugo	LU	379	621191	4761161	Castelos	Precámbrico (Vilalba)	(Serie	2	CUPA PIEDRAS	1.440	EA
98	Lugo	LU	380	612386	4761150	Fonterrabel	Precámbrico (Vilalba)	(Serie	2	José Traseira Ferruquiño, C.B.	342	EA
24	Mondoñedo	LU	152	636548	4808173	As Revas	Fm. Cándana		1,2	Pizarras Veiras do Río, S.L.	37.475	EA

48	Pastoriza	LU	227	630814	4795091	Cañoteira	Fm. Cándana	1, 2	Pizarras Vega, S.L.	400	EA	
24	Pastoriza	LU	191	633457	4803265	Mondonedo 2 ^a fracción Pastoriza	Fm. Cándana	1	Emeterio Vega Rodriguez	5.200	EA	
73	Pol	LU	294	633342	4779020	Da Ponte	Fm. Cándana	2	PINAGA, S.L.		EA	
48	Pol	LU	284	634941	4781356	Pol 2 ^a frac.3	Fm. Cándana	2	IBEROITALIANA PIZARRAS, S.A.	DE	19.800	EA
48	Ribera de Piquín	LU	281	643077	4782885		Fm. Pizarras Luarca	2			EI	
24	Riotorto	LU	177	640446	4805587	Folgueiras 2	Fm. Cándana	2			EI	
24	Riotorto	LU	179	640521	4805406	Folgueiras 1	Fm. Cándana	2			EI	
24	Riotorto	LU	180	640569	4805232	Folgueiras 3	Fm. Cándana	2		5.000	EI	
124	Samos	LU	447	641283	4735398	Mandelo	Precámbrico (Serie de Villalba)	2	PIZARRAS NANDELO	212	EI	
124	Samos	LU	451	637997	4733507	San Martino	Precámbrico (Serie de Villalba)	2	José Goyanes	25,2	EA	
124	Samos	LU	459	639833	4732246	Focara	Precámbrico (Serie de Villalba)	2		5.000	EA	
124	Samos	LU	463	638847	4731799	Rixo	Precámbrico (Serie de Villalba)	2	Antonio Regueiro Fdez.	832	EA	

EA: Explotación activa (continua); EI: Explotación activa (intermitente).

Usos: 1.-Rocas ornamentales; 2.- Rocas de construcción; 3.- Áridos naturales; 4.- Áridos de machaqueo; 6.- Cementos.

La producción está dada en toneladas /año (Fuente: Archivos Delegación Provincial de Minas).

En la zona Los Oscos-Vilarchao se sitúa la explotación activa “Lamas-Vilarchao” (Nº 275), en el municipio de Fonsagrada. Es una cantera grande con tres frentes o huecos de explotación principales a cielo abierto, dos del tipo ladera y otro tipo corta. La cantera se sitúa en la Formación Pizarras de Luarca y, estructuralmente, se localiza en la Escama de Santa Eulalia de Oscos y beneficia un paquete de 100 m de anchura de pizarras negras a grises finas a medias, con presencia de laminaciones finas, y que se sitúa entre dos paquetes métricos de areniscas cuarcíticas, areniscas y pizarras. La pizarra es muy homogénea de color negro a gris, fina con buena exfoliación. Como heterogeneidades presenta algunos hilos de cuarzo de menos de 1 mm de espesor, no presentando sulfuros metálicos.

La estratificación se dispone aproximadamente N165/35º O y la pizarrosidad N150/30º O. Se observan tramos microplegados (kink-bands) en el tramo de pizarras útiles y algunos niveles subparalelos a la pizarrosidad aparecen intensamente deformados y pueden alcanzar espesores métricos (2 m). A estas zonas de deformación se asocian lentejones de cuarzo de pequeño recorrido (métrico). Otra eventual heterogeneidad es la presencia de “flores” o manchas amarillentas a beiges-pardas subcirculares, de 4 a 5 cm de diámetro y décimas de mm de espesor y que corresponden a carbonatos.

La explotación se realiza mediante la eliminación del recubrimiento estéril mediante perforación y voladura de media a alta potencia y el corte en la pizarra útil se realiza con hilo diamantado, realizándose en cada banco cortes de unos 10 m de altura, definiendo bloques que avanzan transversalmente al avance general del frente.

Durante el año 2006 se llevó a cabo una investigación de reservas de pizarra, habiéndose realizado una calicata de 15.000 m³ y 7 sondeos mecánicos con un total de 860 m perforados.

En la Zona del Alto Bierzo aparecen dos explotaciones activas de pizarra, ámbas en el término municipal de Páramo del Sil. La primera corresponde a una explotación de cierta importancia, “Las Cabadiñas” (Nº 404), que desarrolla una minería a cielo abierto en ladera en un frente escalonado, con 3 bancos que culminan con depósitos detríticos de cobertura de más de 10 m de potencia, lo que dificulta el avance de la cantera (Figura 44). La cantera se sitúa en la Formación Pizarras de Luarca y beneficia un tramo de pizarras grises masivas, de grano medio-fino, con visibilidad media y escasas piritas dispersas.



Figura 44.- Vista general del frente de la explotación “Las Cabadiñas”, con los tres bancos que presenta.
En la parte superior se observan depósitos detriticos de cobertura.

En el frente de la cantera es muy difícil apreciar las estructuras de la 1^a Fase (pliegues), debido a que es muy difícil la observación de la estratificación. Las estructuras más importantes presentes son la esquistosidad (S_1), con dirección NO-SO y buzamiento 80° al NE. También se observan “kind bands” de dirección N120°E y buzamiento 60° al NO. Existe, además, en mayor o menor grado, en todo el frente de cantera un diaclasado con tres familias preferentes: N40°/90°E, N120°/40S0 y N130/45 NO.

“Asunción y Manola” (Nº 414) corresponde a la segunda cantera activa de la zona del Alto Bierzo, en donde se explotaron dos niveles pizarrosos diferentes. Se trata de una cantera a cielo abierto en ladera, con un solo frente activo escalonado con 4 bancos que, actualmente, beneficia un nivel de unos 45 m de pizarra gris compacta, con escasa pirita, de grano fino y buena visibilidad, que alterna con pizarras más duras, rugosas y con mala visibilidad.

En el frente de explotación la estratificación (S_0) y la esquistosidad (S_1) parecen coincidir en cuanto a dirección y buzamiento, pero presenta una densidad de fracturación (diaclasado) importante, con direcciones variables, con predominio de las paralelas y ortogonales a las direcciones estructurales. Las condiciones de afloramiento son razonables y las reservas buenas. Dispone de una buena y moderna planta de elaboración de la pizarra en las cercanías de la cantera.

En la Zona de Terra Chá (Lugo), la actividad minera se centra, preferentemente, en las Pizarras de Cándana.

Se trata de una formación de entre 450 y 500 metros que comienza con unos 50 metros de pizarras grises verdosas sobre las que se encuentran unos 35 metros de pizarras

negras ampelíticas. Por encima aparecen unas calizas en bancos de potencias decimétricas junto con cuarcitas y pizarras. El tramo superior está constituido por unos 100 metros de pizarras negras ampelíticas, 40 metros de pizarras grises verdosas, culminado por unos 200 metros de pizarras verdes con abundantes cristales de pirita. Estas pizarras se suelen comercializar bajo la denominación genérica de **Pizarra Verde Lugo**.

La explotación más importante se sitúa en el término municipal de Pol, donde se encuentra la explotación "Pol" (Nº 284). Se trata de una cantera para la extracción de pizarras de construcción con una morfología de planta rectangular de unos 190 metros de longitud por unos 90 metros de anchura. Se explota en una corta de hasta 35 metros de profundidad con un número de bancos variable.

Para la explotación se utilizan explosivos de potencia media en la zona de pizarra estéril que luego se retira con medios mecánicos hasta la escombrera. Las pizarras comerciales son cortadas mediante el uso de sierras de disco en paralelepípedos que posteriormente se abren con mazas y cuñas. Las dimensiones de los bloques no son uniformes y se retiran hasta la zona de carga de camiones mediante grúas de pluma desde los bancos de trabajo o la plaza de cantera. El corte con sierra circular se realiza en todo el banco en forma de mallas por lo que los bloques no se cortan uno a uno (Figura 45).



Figura 45.- Corte en mallas con sierra circular en el hueco de la explotación "Pol".

La Cantera "As Revas" (Nº 152) es una explotación de tipo corta (en su parte baja) y ladera (en la parte alta), de tamaño medio, con unos 170 m de dimensión mayor (N-S) por 60 m de anchura y afectando una altura máxima en la ladera del orden de los 35 m, con tres bancos no bien definidos (Figura 46) y los cortes de la pizarra se realizan en bancos menores.



Figura 46.- Aspecto del frente de explotación de la cantera “As Revas” (Nº 152).

La explotación se realiza por banqueo descendente. Se realiza perforación y voladura de pequeño tamaño para el desmonte, cortándose la pizarra útil con sierra de disco y más recientemente con hilo diamantado, que parece que es el método actualmente adoptado en la cantera.

La serie cortada en la cantera es monoclinal con la pizarrosidad N70/20° E, subparalela a la estratificación. Los 5 m superiores del macizo rocoso corresponden a pizarras muy manchadas y meteorizadas, estériles. Por debajo, la potencia de pizarra explotada es de unos 15 m – 20 m y aparece cortada por pequeñas fallas normales de salto hasta métrico.

Se extrae una pizarra gris verdosa fina que exfolia bien con superficies planas y bastante lisas, y tramos de pizarras de grano más grueso, silíceas, con presencia de nódulos de cuarzo y laminaciones arenosas.

El importante tonelaje de producción (40.000 Tm) se debe sobre todo a la pizarra para suelos y revestimientos, siendo menor la producción para cubiertas. Los productos habituales son la pizarra para cubiertas de 5 mm de espesor que se comercializa en palets de unos 40 m², y la pizarra para suelos y revestimientos de hasta 3 cm de espesor, cortada, y con distintos acabados (flameado, pulido...) en palets de unos 15 m². El material estéril procedente de la elaboración se cede para el afirmado de pistas.

La explotación “Mondoñedo 2^a fracción Pastoriza” (Nº 191), es una cantera de tipo ladera, de tamaño medio, con dimensiones máximas de frente de 250 m, con una altura afectada en la ladera del orden de los 65 m máximos, con 4 bancos mal definidos y no continuos, de hasta 15 m de altura de banco con taludes fuertes.

Se está rebajando el talud superior mediante perforación y voladura (dinamita) para eliminar el recubrimiento de estéril (areniscas cuarcíticas y pizarras silíceas). Para la extracción del rachón se utilizan explosivos de poca potencia (pólvora) para evitar que se rompa la pizarra y se ha implantado el corte con hilo diamantado.



Figura 47.- “Cantera Pastoriza”. Superficie de pizarra que muestra la lineación de intersección.

La cantera se sitúa en las Pizarras de Cándana y beneficia un tramo de más de 200 m de pizarras grises finas con una estructura uniforme en la cantera ($S_0 = N30-50/20^\circ E$).

La pizarra es de calidad, con buena exfoliación dando superficies lisas y planas y presenta escasas heterogeneidades. Localmente se observa microplegamiento (pliegues menores tipo *kink-bands*) y nivelillos de grano más grueso que dan una lineación de intersección o “hebra” (Figura 47). Otra heterogeneidad a evitar son algunos “hilos” con sulfuros metálicos que favorecen la rotura de la pizarra.

En el municipio de Barreiros, se localiza la explotación “Miramar” (Nº 57), donde se extrae pizarra de las Capas de Vilamea, de edad Cámbrico medio-superior. Se trata de pizarras grises a oscuras, en zonas con tonalidades verdosas, y en ocasiones con pátinas de oxi-hidróxidos de hierro en las superficies de discontinuidad. Se encuentran ligeramente plegadas y presentan algunos lentejones arenosos de espesor milimétrico, así como presencia de sulfuros metálicos (pirita). Se puede observar en toda la cantera gran cantidad de venas de cuarzo centimétricas a decimétricas, en muchos casos plegadas, siguiendo el plegamiento de las pizarras y en otros rompiendo su continuidad. La parte más occidental de la cantera está afectada por estructuras tipo *kink-bands*. Se han realizado sondeos en la zona de la cantera y su entorno, llegándose hasta 70 m de profundidad.

En el Municipio de Incio (Lugo) existen dos explotaciones activas para la obtención de chapa de revestimientos y solados. Se trata de las canteras “Rabaceira” (Nº 477) y la cantera Nº 469. Son canteras de pequeño tamaño y en la primera hay dos pequeñas zonas de extracción separadas unos 450 m. En la zona E se explotan unas capas de pizarras de color gris azulado y cuarcitas de color blanco alteradas hasta una profundidad de unos 5 metros. En la zona O la explotación se aprovechan pizarras de color gris con los planos de foliación teñidos con óxidos de hierro.

En la explotación 469, se explota también la parte superficial oxidada de las capas de pizarras hasta una profundidad de unos 3 metros, ya que ésta es la profundidad media que alcanza la zona de oxidación. Son pizarras gris-azuladas con los planos de foliación muy oxidados dando tonalidades rojas y marrones. Las pátinas de oxidación se deben a la presencia de pirita.

En ambas canteras la extracción se realiza mediante medios mecánicos y se desbasta la pizarra en la misma cantera.

Por último, existen una serie de canteras que benefician niveles pizarrosos de la Serie de Vilalba dentro del Dominio del Manto de Mondoñedo-Peñalba, dichas pizarras afloran extensamente ocupando una gran superficie desde la localidad de Vilalba, al norte, hasta la de Samos al sur. La zona más importante se encuentra al S de esta última localidad donde son explotados los dos tramos de la formación en 8 explotaciones y donde se sitúan la mayor parte de las explotaciones abandonadas. La segunda zona importante se encuentra en las cercanías de la localidad de Lugo donde se explotan tres canteras en el tramo inferior de la Serie de Vilalba.



Figura 48.- Aspecto que presentan las pizarras mosqueadas del tramo inferior de la Serie de Villalba.

El tramo inferior, formado por una alternancia de pizarras grises y areniscas, se explota en las canteras Gándara (Nº 377), Fonterabel (Nº 380) y Castelos (Nº 379). Las tres explotaciones tienen tamaños grandes, donde se extraen pizarras mosqueadas (Figura 48) para su utilización como techo y solado principalmente. La producción conjunta es de unas 2.000 toneladas anuales, mientras que las reservas en éste área son de unas 85.000 toneladas.

8.11.2.- Explotaciones mineras abandonadas e indicios

En el ámbito de la ZAOL existe un gran número de explotaciones abandonadas e indicios de pizarra, cuyos datos más significativos se recogen en la siguiente tabla.

Tabla 29. Explotaciones abandonadas e indicios de pizarra

Nº de hoja 1:50.000	Término municipal	Prov.	Nº en el Mapa	UTM		Nombre explotación	Unidad litoestratigráfica	Uso anterior	Estado
				X	Y				
26	Boal	A	117	674560	4811840		Fm. Pizarras de Luarca	2 y 4	EB
26	Boal	A	171	675180	4806260		Fm. Pizarras de Luarca	2 y 4	EB
25	Castropol	A	85	664590	4816320		Fm. Pizarras de Luarca	1	EB

26	Coaña	A	68	680085	4818388	Fm. Pizarras de Luarca	2	EB
50	Grandas de Salime	A	266	674800	4786250	Fm. Pizarras de Luarca	2 y 4	EB
27	Salas	A	78	724910	4817220	Fm. Pizarras de Luarca	4	IN
25	S. Tirso de Abres	A	168	647675	4806690	Fm. Pizarras de Luarca	1	EB
27	Tineo	A	151	714170	4808345	Pizarras del Narcea	4	EB
27	Tineo	A	199	705195	4801940	Pizarras del Narcea	2 y 4	IN
26	Valdés	A	88	691831	4816180	Fm. Pizarras de Luarca	2 y 4	EB
25	Vilanueva de Oscos	A	193	663950	4803200	Fm. Pizarras de Luarca	1	EB
49	Villanueva de Oscos	A	207	663315	4798973	Fm. Pizarras de Luarca	1 y 2	IN
26	Villayón	A	135	687872	4810044	Fm. Pizarras de Luarca	2 y 4	IN
100	Candín	LE	394	678354	4751480	Fm. Agüeria	1 y 2	EB
126	Candín	LE	419	685315	4744290	Fm. Agüeria	2	EB
126	Candín	LE	423	684420	4743840	Fm. Pizarras de Luarca	1 y 2	EB
159	Congosto	LE	514	703307	4722382	Fm. Agüeria	2	EB
158	Cubillos del Sil	LE	502	701324	4723446	Fm. Agüeria	2	EB
159	Molinaseca	LE	531	705611	4715460	Fm. Agüeria	2	EB
159	Molinaseca	LE	533	706091	4715061	Fm. Agüeria	2	EB
157	Oencia	LE	539	664368	4712899	Fm. Pizarras de Luarca	1	EB
127	Palacios del Sil	LE	413	704820	4745550	Fm. Pizarras de Luarca	1	EB
127	Páramo del Sil	LE	417	707180	4744375	Fm. Pizarras de Luarca	1 y 2	EB
158	Toreno	LE	500	702321	4724800	Fm. Agüeria	2	EB
126	Vega de Espinareda	LE	438	687380	4740110	Fm. Agüeria	2	EB
126	Vega de Espinareda	LE	456	688460	4733075	Fm. Agüeria	2	EB
126	Vega de Espinareda	LE	466	686265	4731240	Fm. Pizarras de Luarca	1	EB
126	Villafranca del Bierzo	LE	460	684540	4732180	Fm. Pizarras de Luarca	2	EB
24	Abadín	LU	150	625982	4808457	Fm. Cándana	3	EB
24	Abadín	LU	198	624740	4802002	Precámbrico (Serie Villalba)	2	EB
48	Abadín	LU	231	622249	4794604	Precámbrico (Serie Villalba)	2	EB
73	Baleira	LU	303	644591	4776927	Fm. Pizarras de Luarca	2	EB
73	Baleira	LU	313	640597	4774651	Serie de Los Cabos (capas de Riotorto)	4	EB
99	Becerrea	LU	405	652353	4747082	Fm. Cándana (tramo superior)	3	EB
48	Castro de Rey	LU	278	630500	4783900	Fm. Cándana (pizarras de Cándana)	4	EB
48	Castro de Rey	LU	277	629502	4783542	Fm. Cándana (pizarras de Cándana)	4	EB
73	Castroverde	LU	329	636109	4771133	Fm. Cándana (pizarras de Cándana)	2 y 4	EB
73	Castroverde	LU	340	633987	4767993	Fm. Cándana capas de transición)	2 y 4	EB
73	Castroverde	LU	339	631525	4769221	Fm. Cándana (pizarras de Cándana)	2 y 4	EB
73	Castroverde	LU	344	637197	4767489	Fm. Cándana (pizarras de Cándana)	2 y 4	EB
72	Cospeito	LU	309	612967	4775262	Precámbrico (Serie Villalba)	3	EB
47	Cospeito	LU	264	611021	4786392	Fm. Cándana	4	EB
49	Fonsagrada	LU	253	649234	4788510	Serie de los Cabos (capas de Villamea)	3	EB
74	Fonsagrada	LU	286	662916	4781064		3	EB
74	Fonsagrada	LU	289	649584	4780286	Pizarras de Luarca	1 y 2	EB
74	Fonsagrada	LU	295	662980	4778942	Fm. Agüeria	3	EB
74	Fonsagrada	LU	300	663409	4777270	Fm. Agüeria	2	EB
74	Fonsagrada	LU	316	652866	4773619	Serie de los Cabos (capas de Villamea)	3	EB

74	Fonsagrada	LU	318	651381	4773282	Pizarras de Luarca	1 y 2	EB
74	Fonsagrada	LU	322	661753	4772893	Serie de los Cabos (capas de Villamea)	3	EB
74	Fonsagrada	LU	327	665390	4771601	Fm. Agüeira	3	EB
74	Fonsagrada	LU	336	650189	4769800	Serie de los Cabos (capas de Villamea)	3	EB
9	Foz	LU	36	639426	4824163	Fm. Cándana (capas de transición)	3	EB
24	Lourenza	LU	86	638331	4816304	Serie de Los Cabos (capas de Riotorto)	3	EB
48	Meira	LU	251	638992	4789029	Fm. Cándana (capas de transición)	3	EB
24	Mondónedo	LU	173	639088	4805814	Fm. Cándana	2 y 1	EB
24	Mondoñedo	LU	160	632637	4807599	Fm. Cándana (capa de transición)	1 y 2	EB
74	Navia de Suarna	LU	347	661565	4765896	Serie de Los Cabos (capas de Riotorto)	2	EB
74	Navia de Suarna	LU	352	662561	4764666	Serie de Los Cabos (capas de Riotorto)	3	EB
74	Negreira de Muñiz	LU	320	668127	4773016		3	EB
125	Nogais	LU	437	658869	4740255	Serie de Los Cabos (capas de Río Eo)	3	EB
24	Pastoriza	LU	194	633500	4803120	Fm. Cándana	2 y 1	EB
48	Pastoriza	LU	216	633970	4796841	Fm. Cándana (capas de transición)	4	EB
48	Pastoriza	LU	218	630648	4796777	Fm. Cándana (pizarras de Cándana)	2	IN
48	Pastoriza	LU	246	639808	4790355	Serie de Los Cabos (capas de Riotorto)	3	EB
73	Pol	LU	288	639691	4780322	Serie de los Cabos (capas de Villamea)	4	EB
73	Pol	LU	301	641134	4777127	Serie de los Cabos (capas de Villamea)	4	EB
73	Pol	LU	305	634093	4776056	Fm. Cándana (pizarras de Cándana)	2 y 3	EB
73	Pol	LU	315	632318	4774501	Fm. Cándana (pizarras de Cándana)	2	EB
24	Pontenova	LU	176	643554	4805700	Pizarras de Luarca	2	EB
49	Pontenova	LU	215	648309	4797543	Serie de los Cabos (capas de Villamea)	3	EB
48	Pontenova	LU	398	646078	4748426	Serie de los Cabos (capas de Río Eo)	3	EB
10	Ribadeo	LU	67	649086	4818924	Pizarras de Luarca	2	EB
25	Ribadeo	LU	81	656933	4816555	Serie de Los Cabos	2	EB
48	Ribeira de Piquín	LU	249	647413	4789477	Pizarras de Luarca	1 y 2	EB
74	Ribeira de Piquín	LU	287	648922	4780406	Pizarras de Luarca	1 y 2	EB
24	Riotorto	LU	190	637054	4803383	Fm. Cándana (capas de transición)	2	EB
24	Riotorto	LU	192	636801	4803245	Fm. Cándana (capas de transición)	3	EB
24	Riotorto	LU	195	637871	4802741	Fm. Cándana (capas de transición)	2	EB
48	Riotorto	LU	226	640372	4795335	Serie de Los Cabos (capas de Riotorto)	4	EB
124	Samos	LU	445	640965	4736308	Precámbrico (Serie de Villalba)	2 y 4	EB
124	Samos	LU	462	639141	4732048	Precámbrico (Serie de Villalba)	2	EB
124	Samos	LU	471	641976	4730003	Precámbrico (Serie de Villalba)	2	EB
25	Trabada	LU	108	649157	4813151	Pizarras de Luarca	1 y 2	EB
25	Trabada	LU	109	649748	4813066	Pizarras de Luarca	1 y 2	EB
25	Trabada	LU	121	652660	4811240	Serie de los Cabos (capas de Villamea)	2 y 4	EB
25	Trabada	LU	129	652320	4810653	Serie de los Cabos (capas de Villamea)	2	EB
47	Vilalba	LU	232	611297	4794517	Precámbrico (Serie de Vilalba)	2	EB

EB: Explotación abandonada; IN: Indicio.

Usos: 1.- Roca ornamental; 2.- Roca de construcción; 3.- Áridos naturales; 4.- Áridos de machaqueo

8.11.3.- Ensayos, especificaciones y usos

8.11.3.1.- Ensayos

A continuación, se recogen una serie de análisis y de ensayos, tanto sobre canteras activas como abandonadas:

Estación	Referencia	Organismo / Empresa							Año
Las Cabadiñas 404	LB-138	IGME							1985
	Estudio petrográfico	Textura: No muy homogénea							
	Ensayos tecnológicos	Peso específico	Absorción de agua	Resistencia a la flexión	Resistencia heladas	Resis. cambio térmico	Resistencia a ácidos	Contenido en carbonatos	
		2,80 gr/cm ³	2,30 %	300-400 kg/cm ²	No se observan alteraciones	Alteración en minerales metálicos	Ligera decoloración	0,10 %	
Cantera Anllares	Cantera Anllares	IGME							1987
	Estudio petrográfico	Minerales principales: sericitita, clorita y cuarzo / Minerales accesorios: opacos, turmalina y círcón							
	Certificado Homologac.	EMPRESA EXTRACTIVA							1993
	Ensayos tecnológicos	Peso específico	Absorción de agua	Resistencia a la flexión	Resistencia heladas	Resis. cambio térmico	Resistencia a ácidos	Contenido en carbonatos	
		2,80 gr/cm ³	2,30 %	300-400 kg/cm ²	No se observan alteraciones	Alteración en minerales metálicos	Ligera decoloración	0,10 %	

Fuente: IGME (1985): Pizarras de España. IGME (1987): Potencial geológico de pizarras en Asturias-León. Empresa extractiva: ROCABER.

Estación	Referencia	Organismo / Empresa							Año
Asunción y Manola 414	0127-010 A	ITGE							1992
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂
		57,00	22,00	6,40	1,64	-	1,42	3,12	0,10
	Estudio petrográfico	Textura: Lepidoblástica. Pizarra metamórfica Minerales principales: cuarzo, sericitita, clorita, moscovita y biotita / Minerales accesorios: círcón, opacos y turmalina							
Sondeo S-3	Certificado Homologac.	EMPRESA EXTRACTIVA							2006
	Ensayos tecnológicos	Peso específico	Absorción de agua	Resistencia a la flexión	Resistencia heladas	Resis. cambio térmico	Exposición al SO ₂	Contenido en carbonatos	
		-	0,23 %	60-44 MPa	No se observan alteraciones	-	Aparición de manchas blanquecinas	-	
Estudio petrográfico	GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS (Consejería de Industria)								1995
		Minerales principales: moscovita, sericitita, clorita y cuarzo / Minerales accesorios: rutilo, pirita y epidota							
	Ensayos tecnológicos	Peso específico	Absorción de agua	Resistencia a la flexión	Resistencia heladas	Resis. cambio térmico	Resistencia a los ácidos	Contenido en carbonatos	
		2,39-2,90 gr/cm ³	0,14-1,45 gr/cm ³		0,13 %		0,0-0,2 %		

Fuente. ITGE (1992); empresa extractiva Pizarras Páramo (2006); Consejería de Industria del Principado de Asturias (1995).

Estación	Referencia	Organismo / Empresa	Año
168	3-1/194	IGME	1972
	Estudio petrográfico	Tipo de roca: Filita grafitosa con cloritoide Textura: Pizarrosidad de flujo. Minerales: Grafito, sericitita, moscovita, cuarzo, cloritoide	

Fuente: Archivo Nacional de Rocas y Minerales Industriales

Estación	Referencia	Organismo / Empresa	Año
117	3-1/585	IGME	1972
	Estudio petrográfico	Tipo de roca: Pizarra clorítica Textura: Porfioblastico con matriz pizarrosa	

Fuente: Archivo Nacional de Rocas y Minerales Industriales

Estación	Referencia	Organismo / Empresa	Año
135	3-1/598	IGME	1972
	Estudio petrográfico	Tipo de roca: Filita grafitosa Textura: Pizarrosidad de flujo Minerales principales: cuarzo, sericitita, ilmenita y pirita	

Fuente: Archivo Nacional de Rocas y Minerales Industriales

Estación	Referencia	Organismo / Empresa	Año
88	3-1/603	IGME	1972
	Estudio petrográfico	Tipo de roca: Pizarra grafitosa Textura: Pizarrosidad de fracturas Minerales principales: cuarzo y sericitita	

Fuente: Archivo Nacional de Rocas y Minerales Industriales

Estación	Referencia	Organismo / Empresa	Año
171	3-1/589	IGME	1972
	Estudio petrográfico	Tipo de roca: Pizarra chiestolítica Textura: Porfioblastico con matriz pizarrosa	

Fuente: Archivo Nacional de Rocas y Minerales Industriales

Estación	Referencia	Organismo / Empresa	Año
78	3-1/515	IGME	1972
	Estudio petrográfico	Tipo de roca: Pizarra limolítica Minerales principales: sericitita, moscovita, clorita y cuarzo	

Fuente: Archivo Nacional de Rocas y Minerales Industriales

Estación	Referencia	Organismo / Empresa	Año
151	3-1/524	IGME	1972
	Estudio petrográfico	Tipo de roca: Pizarra limolítica Minerales principales: sericitita, clorita y cuarzo	

Fuente: Archivo Nacional de Rocas y Minerales Industriales

Estación	Referencia	Organismo / Empresa	Año
199	3-1/529	IGME	1972
	Estudio petrográfico	Tipo de roca: Semiesquisto cuarzo-albitico Textura: Pizarrosidad de fractura Minerales principales: cuarzo, albita y moscovita	

Fuente: Archivo Nacional de Rocas y Minerales Industriales

Estación	Referencia	Organismo / Empresa							Año
207	0049-009 B	EMPRESA EXTRACTIVA							1988
	Sondeo 1	Se han cortado 40 m de pizarras grises de grano fino con buena exfoliación y constituye un nivel productivo para su aprovechamiento industrial							
	Ensayos tecnológicos	Peso específico	Absorción de agua	Resistencia a la flexión	Resistencia heladas	Resis. cambio térmico	Resistencia a los ácidos	Contenido en carbonatos	
		2,74 gra/cm ³	0,61 %	-	-	-	0,80 %	-	
	Sondeo S-5	GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS (Consejería de Industria)							1995
Sondeo 5		Corresponde a un tramo de pizarras negras de grano fino con buena exfoliación aunque incluye una intensa fracturación que inutiliza su aprovechamiento como pizarras de techar							

Fuente: Gobierno del Principado de Asturias (1995) y empresa extractiva (Pizarras de Los Oscos, S.A.)

Estación	Referencia	Organismo / Empresa							Año
394	0100-008 A	ITGE							1992
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂
		57,00	21,00	8,00	0,80	2,30	0,53	4,09	0,80
	Estudio petrográfico	Tipo de roca: Pizarra metamórfica Textura: Lepidoblástica-granoblástica elongada Minerales principales: cuarzo, sericitita, clorita y moscovita / Minerales accesorios: opacos y turmalina							

Fuente. ITGE (1992)

Estación	Referencia	Organismo / Empresa							Año
456	0126-003 A	ITGE							1992
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂
		54,00	23,00	8,50	0,50	1,93	1,36	2,92	0,10
	Estudio petrográfico	Tipo de roca: Pizarra metamórfica (esquistosidad tipo "Slaty cleavage") Textura: Lepidoblástica Minerales principales: cuarzo, sericitita y clorita / Minerales accesorios: opacos (hierro, turmalina)							

Fuente. ITGE (1992)

Estación	Referencia	Organismo / Empresa							Año
423	0126-004 A	ITGE							1992
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂
		57,00	21,00	7,70	0,70	1,97	1,58	3,18	0,10
	Estudio petrográfico	Tipo de roca: Pizarra metamórfica (esquistosidad tipo "Slaty cleavage") Textura: Bandeada, alternancia lepidoblástica-granoblástica Minerales principales: cuarzo, sericitita, moscovita, clorita y plagioclasa Minerales accesorios: opacos (circón y turmalina)							

Fuente. ITGE (1992)

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
419	0126-005 A	ITGE								1992
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PCC
		61,00	21,00	6,90	0,70	1,68	1,72	3,17	0,10	3,80
	Estudio petrográfico	Tipo de roca: Pizarra metamórfica (esquistosidad tipo "Slaty cleavage") Textura: Lepidoblástica-granoblástica elongada Minerales principales: cuarzo, sericitita, moscovita, clorita, plagioclasa y biotita Minerales accesorios: opacos (circón y turmalina)								

Fuente. ITGE (1992)

Estación	Referencia	Organismo / Empresa							Año
466	0126-007 A	ITGE							1992
	Ensayos tecnológicos	Peso específico	Absorción de agua	Resistencia a la flexión	Resistencia heladas	Resis. cambio térmico	Resistencia a los ácidos	Contenido en carbonatos	
		2,83 gra/cm ³	2,18	432 kg/cm ²	0,02 %	-	-	-	

Fuente. ITGE (1992)

Estación	Referencia	Organismo / Empresa							Año
500	LB-115	IGME							1985
	Estudio petrográfico	Tipo de roca: Pizarra limolítica de grano medio Textura: Esquistosidad continua tipo "Slaty cleavage" Minerales principales: sericitita, moscovita y cuarzo / Minerales accesorios: opacos							

Fuente: IGME (1985) Potencial geológico de pizarras en Asturias-León.

Estación	Referencia	Organismo / Empresa							Año
514	LB-116	IGME							1985
	Estudio petrográfico	Tipo de roca: Pizarra de grano medio-fino Textura: Esquistosidad continua tipo pizarrosidad grosera poco penetrativa Minerales principales: sericitita, moscovita, cuarzo y clorita / Minerales accesorios: opacos							

Fuente: IGME (1985) Potencial geológico de pizarras en Asturias-León.

Estación	Referencia	Organismo / Empresa							Año
531	LB-117	IGME							1985
	Estudio petrográfico	Tipo de roca: Pizarra de grano fino Textura: Esquistosidad continua tipo pizarrosidad "Slaty cleavage" Minerales principales: sericitita, moscovita, cuarzo y clorita / Minerales accesorios: opacos							

Fuente: IGME (1985). Potencial geológico de pizarras en Asturias-León.

"Cantera Cañoteira" (Nº 227): Ensayos tecnológicos		
Resistencia a la compresión		
C. Rotura medio	Perpendicular	650 Kp/cm ²
	Paralela	559 Kp/cm ²
Resistencia a la flexión: Mod de rotura medio		22.20 Mpa
Absorción		0.27 %
Peso específico		2.71 gr/cm ³
Heladididad	Módulo de rotura medio	28.40 Mpa
	Resistencia flexión – Variación	27.70 %

Resistencia a los ácidos	Peso – Variación	0%
	Módulo de rotura medio	25.90 Mpa
	Resistencia flexión – Variación	16.20 %
	Peso – Variación	1.02 %
Resistencia cambios térmicos	Módulo de rotura medio	11.70 Mpa
	Resistencia flexión – Variación	-54.70 %
	Peso – Variación	0
Resistencia al choque:	Altura rotura media	106.0 cm
Calcimetría	CaCO ₂	1.46 %
Resistencia al desgaste		3.32 mm
Dureza de Mohs		5.00

Fuente: Empresa.

Pizarras: Composiciones mineralógicas (%) del todo uno por DRX

Año	Muestra	Coordinadas UTM	Principal	Accesorio
1987 y 1992	"Verde Lugo"		sericita, cuarzo, clorita, biotita	opacos, carbonatos, turmalina
1994	"Verde Lugo" (grano medio)		sericita, cuarzo, clorita, biotita	opacos, turmalina, carbonatos
1994	"Mondoñedo Verde" (grano medio)		sericita, cuarzo, clorita, biotita	opacos, carbonatos, turmalina
1975	Rango composicional de las pizarras		sericita (38-42); cuarzo (31-45) clorita (6-18)	hematites (3-6) rutilo (1-1,5) pirita (variable)

Fuente: IGME (1987 y 1992); FEPN (1994); IGME 2008

Pizarras: Ensayos de Piedra Natural.

U. geológica	Muestra Coordinadas UTM	Año	Peso Esp. Ap. (g/cm ³)	Ab. Agua (%)	R. Flexión (Kg/cm ²)	R. Compresión (Kg/cm ²)	R. Desgaste (mm)	Resistencia Choque térmico (%)	Coef. de Hedadidad (%)	Resistencia al impacto (cm)	R. Ácidos	Carbonatos (%)	R. al SO ₂ (%)	R. a los anclajes (N)
Pizarras de Cándana	"Xemil"	1997	2,88	0,23	51,02 MPa	83,62 MPa	5,39	0,03	1,1	>150	0,92	0,73	2.330	
	"Verde Mondoñedo"	1997	2,76	0,66	52,60 MPa	76,32 MPa	5,96	0,13	0,73	>150	1,15	0,67	2.306	
	"Mondoñedo Verde"	1994	2,80	1,03	410-530				No se altera		:			
	"Verde Lugo"	1987 y 1992	2,79	1,08	300-400			Alteración y decoloración superficial	No alteraciones		Alteraciones	1,0		
		1994	2,80	1,03	410-530				No alteraciones		Carbonatos: 0,7%			

Fuente: IGME (1987 y 1992); FEPN (1994); Quiroga et al. (1997)

8.11.3.2.- Usos y especificaciones

Hay una serie de factores geológicos que afectan a la explotabilidad de las pizarras para techar:

- Defectos composicionales: presencia de sulfuros de hierro (manchas de oxidación), presencia de carbonatos (manchas blanquecinas), intercalaciones arenosas.
- Anisotropías texturales: porfiroblastos y dominios.
- Estructuras de deformación.
- Discontinuidades.
- Potencia de capa (> 12 m).

El proceso productivo consiste en:

- Retirada de recubrimiento y estéril (pizarra no explotable).
- Separación de bloques.
- Transporte a fábrica.
- Exfoliado primario (fragmentos de 30-50 cm de espesor).
- Aserrado en tochos (bloques paralepípedos de tamaño normalizado y conservación en húmedo).
- Exfoliado secundario (lajas de 20-30 cm de espesor y placas de 3-5 mm de espesor).
- Recorte en piezas normalizadas.
- Embalado y comercialización.

8.12.- TURBA

8.12.1.- Explotaciones mineras activas

Los datos más significativos de las explotaciones activas de turba quedan resumidos en la Tabla 30.

Tabla 30.- Explotaciones activas de turba

Nº de hoja 1:50.000	Término municipal	Prov.	Nº en el Mapa	UTM		Nombre explotación	Unidad litoestratigráfica	Uso	Empresa explotadora	Producción 2008	Estado
				X	Y						
9	Viveiro	LU	22	621176	4827977	Turbera del Buyo	Depósitos cuaternarios (turberas)	17	TURBERAS DEL BUYO Y GISTRAL S.A.	6.700	EA

EA: Explotación activa (continua).

Usos: 17.- Agrícolas

En el ámbito de la ZAOL sólo existe un depósito de turba con un cierto interés industrial: Explotación Turbera del Buyo (Nº 22). Este yacimiento ha sido investigado por la empresa concesionaria (Turberas del Buyo y Gistral, S.A.), habiéndose realizado en los años ochenta un estudio geológico apoyado en zanjas y en perforaciones realizadas con trialeta. Las reservas se estimaron en unos 4 Mm³ de turba húmeda.

Se trata de una turba que mantiene la presencia de fibras vegetales siendo del tipo de la denominada turba rubia. Se dispone sobre un sustrato constituido en la parte norte o zona de explotación actual por una roca muy recristalizada, que se localiza en la zona de contacto entre las cuarcitas de la formación Cuarcitas de O Xistral y el granito sincinemático, deformado, del Macizo de San Ciprián.



Figura 49.- Detalle del nivel de turba explotado.

Se beneficia una capa de turba de 1,75 m de potencia media (no suele superar los 3 m), bajo el suelo vegetal de espesor centimétrico (Figura 49). En estado bruto la turba

contiene entre el 75% y el 95% de agua, pero por secado al aire puede rebajarse este contenido hasta el 50%.

La mayor parte de la materia turbosa está constituida por ácidos húmicos, cuya composición empírica corresponde a la fórmula $C_{48}H_{32}O_{24}$. La turba seca y libre de cenizas, se compone de un 60% de carbono, 6% de hidrógeno y 34% de oxígeno ($C_{24}H_{18}O_{10}$).

La extracción de turba se hace en verano y se trata durante todo el año. La explotación se inicia retirando el escaso suelo vegetal que recubre el depósito. El frente de explotación abierto tiene forma semicircular lo que permite tener una gran longitud de frente en poco espacio facilitándose así el oreo de la turba *in situ*. La extracción se realiza sucesivamente de distintas zonas del frente.

El arranque se hace con una retroexcavadora sobre cadenas y la turba arrancada se transporta en camión y extiende en capas hasta un espesor del orden de 20 cm, en unas zonas planas ya explotadas, en las que aflora el sustrato, denominadas parvas y donde la turba queda expuesta al aire, se orea y pierde parte de humedad que tiene *in situ*. En las parvas, la turba se manipula para facilitar la pérdida de humedad mediante un tractor provisto de una cuchilla posterior para trocearla. La turba, ya seca al aire, se traslada mediante camión a la zona de secado bajo cubierta o se apila para su posterior venta en bruto mediante carga directa a camión.

8.12.2.- Indicios mineros

En el ámbito de la ZAOL existe un indicio de turba, cuyos datos más significativos se recogen en la siguiente tabla.

Tabla 31. Indicios de pizarra

Nº de hoja 1:50.000	Término municipal	Provincia	Nº. en el Mapa	UTM		Nombre de la explotación	Unidad geológica	Uso posible	Estado
8	Ouro	LU	52	618050	4820750		Depósitos cuaternarios (turberas)		IN

IN:Indicio

8.13.- MINERÍA HISTÓRICA

En la Zona Asturoccidental-leonesa existen una serie de sustancias que han sido beneficiadas en el pasado pero que en la actualidad no están siendo extraídas, es el caso de la: barita, feldespato, granito y gneis

8.13.1.- Barita

La barita es el producto comercial resultante de la concentración mineralógica de la baritina, principal mena mineral del bario, aunque por extensión se toman como sinónimos. La baritina es un mineral de elevada densidad (del griego “bays”, pesado) compuesto mayoritariamente por sulfato de bario ($BaSO_4$). En mezclas con otros componentes mantiene una gran estabilidad química, por lo que es apta para diversos usos como carga inerte.

El uso más importante de la barita es como agente pesado en lodos de perforación, destinándose a este fin el 85% de las baritas comercializadas. Otras aplicaciones son su uso como carga en las industrias de papel y plástico y en la industria química para la obtención de óxidos de bario.

8.13.1.1.- Explotaciones mineras abandonadas

En el ámbito de la ZAOL existen dos explotaciones abandonadas de barita, cuyos datos se recogen en la Tabla 32.

Tabla 32. Explotaciones abandonadas de barita

Nº de hoja 1:50.000	Término municipal	Prov.	Nº en el Mapa	UTM		Nombre explotación	Unidad litoestratigráfica	Uso anterior	Estado
				X	Y				
12	Cudillero	A	33	723840	4824630	Argantón	Fm. Cándana	22	EB
27	Tineo	A	148	700910	4808830	Muñalén	Fm. Cándana	22	EB
24	Lourenza	LU	105	639276	4813304		Fm. Calizas de Vegadeo	16	EB

EB: Explotación abandonada.

Usos: 16.- Cargas, filtros y absorbentes; 22.- Otros (lodos de perforación)

En general el conjunto de explotaciones abandonadas de barita, atendiendo a la morfología que presentan y la forma de encajarse la mineralización, parece indicar un origen epigenético, ya que los filones son posteriores en el tiempo a las rocas en las cuales están encajados.

8.13.1.2.- Ensayos, especificaciones y usos

A continuación, se recogen una serie de análisis y ensayos sobre muestras recogidas en las diferentes explotaciones abandonadas:

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
33	257-85-12-O-10	IGME								1985
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PPC
		90,94		0,046	0,41	0,02	0,05	0,005		4,31
	Análisis mineralógico (%)	barita: 87; sílice: 13								
33	257-85-12-O-11	IGME								1985b
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PPC
		88,28		0,745	0,76	0,06	0,12	0,02		4,35
	Análisis mineralógico (%)	barita: 84; sílice: 16								

Fuente: IGME (1985) Exploración de baritas en Asturias y Cantabria

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
148	257-85-27-O-07	IGME								1985
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PPC
		56,20		2,99	1,08	0,13	0,0035	0,006		4,29
	Análisis mineralógico (%)	barita: 70; sílice: 30								

Fuente: IGME (1985) Exploración de baritas en Asturias y Cantabria

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
105	-	IGME								-
	Análisis mineralógico (%)	barita: 51,15; sílice: 42,03; hierro: 2,32; Peso específico: 2,94 g/cm ³								

8.13.2.- Diabasa

8.13.2.1.- Explotaciones mineras abandonadas

En el ámbito de la ZAOL tan solo existe referencia de una explotación de cierta entidad, que haya beneficiado diques de rocas básicas, cuyos datos más significativos se recogen en la siguiente tabla.

Tabla 32. Explotaciones abandonadas de diabasa

Nº de hoja 1:50.000	Término municipal	Prov.	Nº en el Mapa	UTM		Nombre explotación	Unidad litoestratigráfica	Uso anterior	Estado
				X	Y				
2	Trabada	LU	120	649534	4811248		Diques de rocas básicas	1, 2	EB

EB: Explotación abandonada

Uso: 1.- Rocas ornamentales; 2.- Rocas de construcción

8.13.3.- Gneis

En el sector nororiental de la ZAOL existen dos cuerpos ígneos de granitoides que se conocen clásicamente como “Gneis de Pola de Allande”, cuyos afloramientos presentan en general un alto grado de alteración, lo que no ha impedido que las zonas con macizos rocosos hayan podido ser utilizadas como material de construcción artesanal, como puede comprobarse en el mundo rural del entorno de la localidad de Pola de Allande.

8.13.3.1.- Indicios mineros

En este ámbito se han seleccionado tres indicios mineros, cuyos datos más significativos se recogen en la siguiente tabla (Tabla 33).

Tabla 33. Indicios de gneis

Nº de hoja 1:50.000	Término municipal	Provincia	Nº. en el Mapa	UTM		Nombre explotación	Unidad litoestratigráfica	Uso anterior	Estado
				X	Y				
50	Allande	A	229	649571	4794916		Rocas plutónica prevariscas	2	IN
50	Allande	A	237	694623	4793238		Rocas plutónica prevariscas	2	IN
50	Cangas de Narcea	A	271	695317	4785714		Rocas plutónica prevariscas	2	IN

IN: Indicio
Uso: 2- Rocas de construcción



Figura 50.- Aspecto del afloramiento gnésico de la estación N° 229 con una intensa red de fracturación

8.13.3.2.- Ensayos, especificaciones y usos

Los resultados de los análisis realizados en una muestra de la primera estación se exponen en el cuadro adjunto:

Estación	Referencia	Organismo / Empresa	Año
229	0050-014 A	ITGE	1991
	Análisis Mineralógico (%)	Minerales principales: albita, cuarzo y moscovita / Minerales accesorios: esfera, circón y apatito	

8.13.4.- Mica

8.13.4.1.- Explotaciones mineras abandonadas e indicios

La única estación, dentro del ámbito de la zona de estudio, relacionada con las micas corresponde a una pequeña labor o excavación en el fondo del valle del río Navelgas, donde la observación se hace difícil por el recubrimiento coluvionar que presenta el afloramiento. El material que aparece, untuoso, con aspecto masivo y terroso que hace recordar al talco, parece tener un origen filoniano, pues la mineralización es ortogonal a las rocas encajantes y debe corresponder a un posible dique felsítico.

Los datos más significativos de este yacimiento se recogen en la Tabla 34.

Tabla 34. Explotaciones abandonadas e indicios de mica

Nº de hoja 1:50.000	Término municipal	Prov.	Nº en el Mapa	UTM		Nombre explotación	Unidad litoestratigráfica	Uso anterior	Estado
				X	Y				
26	Tineo	A	166	691645	4806842		Serie de los Cabos	11	EB / IN

EB: Explotación abandonada; IN: Indicio

Uso: 20.- Aislantes

8.13.4.2.- Ensayos, especificaciones y usos

A continuación, se reflejan los resultados de los análisis realizados en esta estación.

Estación	Referencia	Organismo / Empresa	Año
166	3-1/223	IGME	1972
	Análisis mineralógico (%)	Muestra global: cuarzo: 15; feldespato: Ca-Na < 5; dolomitas: < 5; Arcillas: 80 Fracción <20 μ : mica: 95; kanditas: 5	
	Análisis granulométrico (%)	arenas: 71,4; limo: 18,2; arcilla: 10,1	
	0026-026 A	IGME	2007
	Análisis mineralógico (%)	mica (moscovita y flogopita): 80; K ₂ O: 8,4; MgO: 1,5	

Fuente: IGME (2007) Mapa de la ZAOL.

8.13.5.- Ocre

8.13.5.1.- Explotaciones mineras abandonadas

En el inventario anterior del IGME (1989) ya se señalaba el punto de extracción de ocres catalogado aquí y también como abandonado. Se trata de un depósito de hierro sedimentario del Terciario, situado en el paraje Lagoa da Mina en las proximidades de O Moiñonovo, en el municipio de Xermade (Lugo), cuyos datos más significativos se recogen en la siguiente tabla.

Tabla 35. Explotaciones abandonadas de ocres

Nº de hoja 1:50.000	Término municipal	Prov.	Nº en el Mapa	UTM		Nombre explotación	Unidad litoestratigráfica	Uso anterior	Estado
				X	Y				
23	Xermade	LU	162	602822	4807361		Depósitos terciarios	6, 13	EB

EB: Explotación abandonada.
Uso: 6.- Cementos; 13.- Pigmentos

8.13.5.2.- Ensayos, especificaciones y usos

A continuación, se reflejan los resultados de los análisis realizados en esta estación.

Estación	Referencia	Organismo / Empresa								Año
162	N2 (257)	IGME								1998
	Análisis químico (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MnO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PPC
		12,70	5,31	31,88	-	0,15	-	-	-	-

Fuente: Gómez Moreno et al. (1998)

8.13.6.- Sillimanita

8.13.6.1.- Indicios mineros

En el ámbito de la ZAOL existen dos áreas con un desarrollo de metamorfismo de contacto, suficiente para desarrollar fenómenos de pizarras mosqueadas, con la presencia de blastos por neoformación de minerales sillicoaluminosos tales como sillimanita. Tales áreas se desarrollan sobre el Macizo de A Toxiza (Lugo) y sobre el Granito de Boal (Asturias), cuyos datos más significativos se recogen en la siguiente tabla.

Tabla 36. Indicios mineros de sillimanita

Nº de hoja 1:50.000	Término municipal	Prov.	Nº en el Mapa	UTM		Nombre explotación	Unidad litoestratigráfica	Uso anterior	Estado
				X	Y				
25	Illano	A	201	673375	4801309		Fm. Pizarras de Luarca	22	IN
9	Valadouro	LU	54	620453	4820699		Fm. Cándana (Pizarras de Cándana)	17	IN

IN: Indicio.
Uso: 17.- Agrícolas; 22.- Otros (Artesanía)

8.13.6.2.- Ensayos, especificaciones y usos

Estación Nº 54: Composiciones químicas (%) del todo uno													
N_2	N_R	H_5	Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	PPC
133	30027	9	30027A (1)	48,43	29,11	1,35	8,36						
133	30027	9	30027B (1)	64,06	20,82		7,66						
133	30027	9	30027C (1)	62,00	29,30		4,13						
133	30027	9	30027D (1)	74,80	15,12		1,72						
133	30027	9	30027E (1)	58,00	33,44		3,70						
133	30027	9	30027F (1)	58,22	32,68		3,86						

Estación Nº 54: Composiciones químicas (%) del todo uno														
N_2	N_R	H_5	Muestra		SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	PPC
133	30027	9	30027G (2)		45,87	35,04	1,912	8,724	0,091	1,417	0,247	0,431	1,98	4,25

Fuente: (1) IGME (1981); (2) Toyos (1990)

Estación Nº 54: Composiciones mineralógicas (lámina delgada)											
N_2	N_R	H_5	Año	Muestra	Minerales principales			Accesorios			
					biotita	sillimanita	moscovita	cuarzo	opacos	Minerales de hierro	circón
133	30027	9	1989	30027G	cuarzo	moscovita	sillimanita	biotita	minerales de hierro	opacos	
133	30027	9	1989	30027H	biotita	cuarzo	sillimanita	granate	plagioclasas	opacos	circón
133	30027	9	1989	30027I							

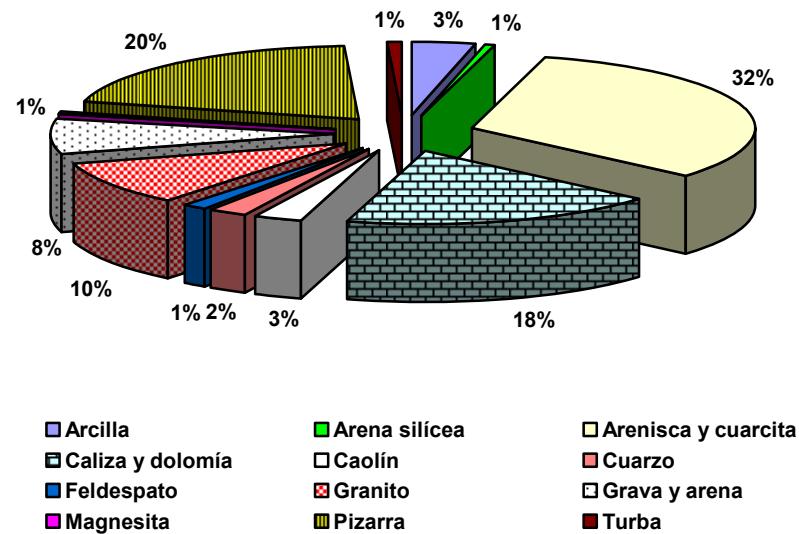
Fuente: Toyos (1990).

9.- VALORACIÓN MINERO-INDUSTRIAL

En la Zona Asturoccidental-leonesa existen un total de 143 explotaciones activas de rocas y minerales industriales, tanto activas continuas como intermitentes, con 12 sustancias diferentes. A continuación, se muestra una valoración cualitativa y cuantitativa del potencial minero industrial de la ZAOL.

Tabla 37.- Canteras activas, continuas e intermitentes, de la ZAOL

SUSTANCIA	Nº. DE CANTERAS	PORCENTAJE DEL TOTAL
Arcilla	5	3
Arena silícea	1	1
Arenisca y cuarcita	46	32
Caliza y dolomía	26	18
Caolín	4	3
Cuarzo	3	2
Feldespato	2	1
Granito	14	10
Grava y arena	11	8
Magnesita	1	1
Pizarra	29	20
Turba	1	1
TOTAL	143	100,00



Por el número de explotaciones para cada una de las sustancias se pueden separar en tres grandes grupos. Un primero formado por las más abundantes y compuesto por canteras de areniscas y cuarcitas, calizas y dolomías, y pizarras que suman un total de 101 canteras activas y representan el 70% del total; un segundo grupo, formado por explotaciones pertenecientes a arcillas, granitos y gravas y arenas, que suman 30 canteras activas y con un porcentaje del 21% del total; y, por último, un tercer grupo en donde el número total de canteras (12) para sustancia es igual o inferior a 4 y representan tan solo el 9% del total de las explotaciones existentes en el ámbito de la ZAOL.

En la Figura 51, se representa la distribución de las canteras activas de rocas y minerales industriales en la ZAOL.

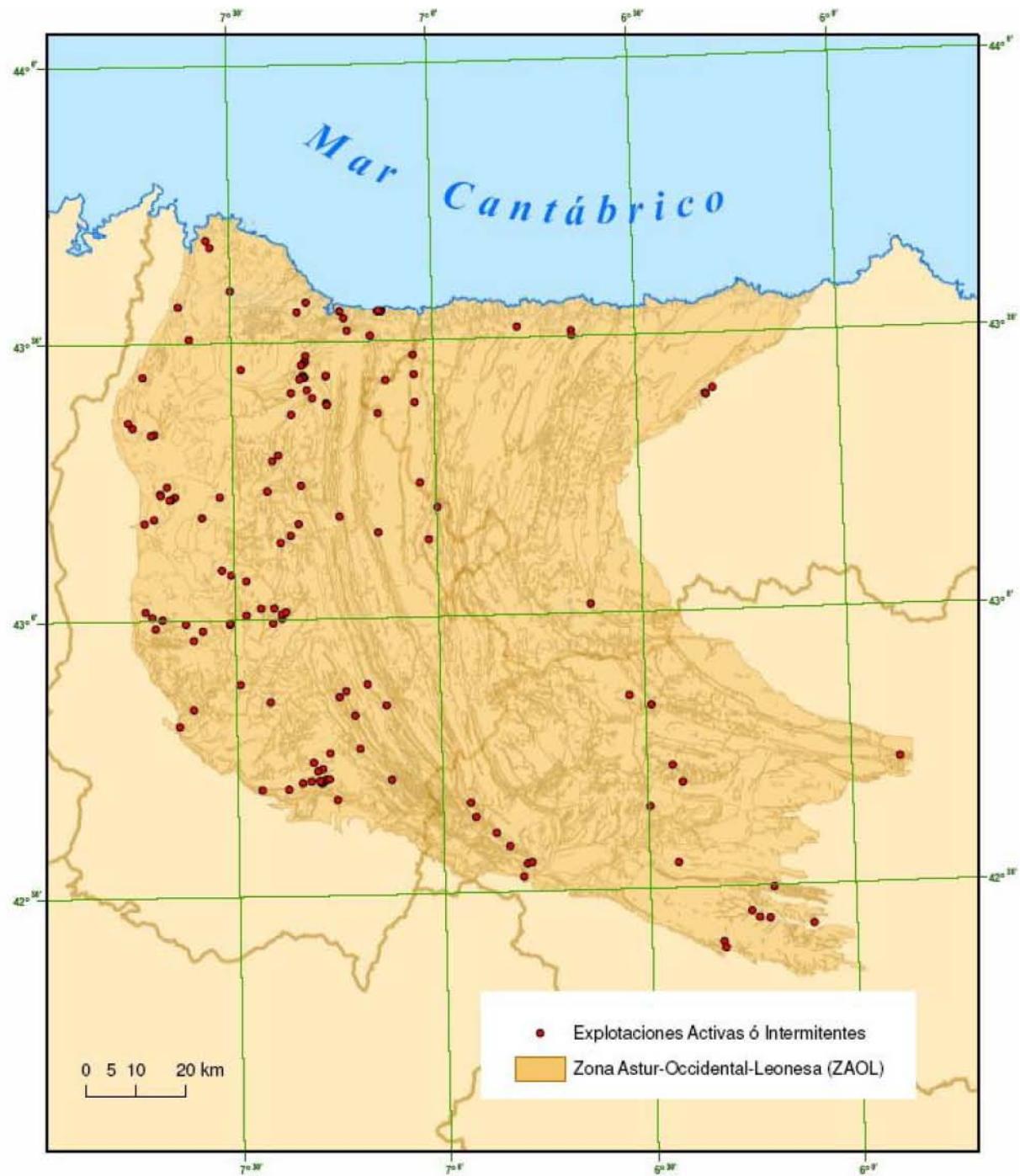


Figura 51.- Distribución geográfica de las canteras activas en la ZAOL

10.- USOS Y DESTINOS DE LA PRODUCCIÓN

A continuación, se ofrecen los datos de producción recogidos durante los años 2007-2008, valores que han sido obtenidos a través de los datos facilitados por las Secciones de Minas y por los propios explotadores.

Tabla 38.- Usos y producción (en toneladas) para las sustancias explotadas en la ZAOL (2007/2008)

USOS	Roca ornamental	Rocas de construcción	Aridos naturales y de machaqueo	Cementos	Cerámica estructural	Cerámica de revestimiento	Refractarios	Vidrio	Industria química	Abrasivos	Cargas de papel	Agrícolas	Fundentes	TOTAL
SUSTANCIAS														
Arcilla					153.190									153.190
Arena sílica			10.500											10.500
Arenisca y Cuarcita		43.344	2.008.692											2.052.036
Caliza y Dolomía	1.926	22.010	2.964.940	2.055.376										5.044.252
Caolín						32.250					7.000			39.250
Cuarzo			452.500					1.000	397			27.500		481.397
Feldespato						50.000	*							50.000*
Granito	9.731	20.767	791.682											822.180
Grava y arena			339.745											339.745
Magnesita											71.040			71.040
Pizarra	24.700	80.962	*	18.608										124.270*
Turba											6.700			6.700
TOTAL	36.357	167.083	6.568.059	2.072.984	153.190	82.250	*	1.000	397		7.000	77.740	27.500	9.194.560

Datos referidos a explotaciones de las que se tiene certeza de sus producciones.

*: Uso (subproducto), sin datos de su producción.

Se observan unos valores de producción muy desiguales en las distintas rocas y minerales industriales, destacando fundamentalmente los áridos naturales y de machaqueo procedentes de diferentes tipos de rocas, con valores del orden de 6,5 Mt/año, con un consumo regional y local dado su escaso valor añadido y la roca ornamental y/o de construcción, centrada preferentemente por su importancia económica en la pizarra, el granito y, en menor medida, la cuarcita y la caliza.

Ambos sectores mineros están representados por un buen número de explotaciones que poseen una cierta dispersión en todo el ámbito de la ZAOL. Los otros sectores mineros ofrecen un número bajo de explotaciones y éstas se encuentran muy localizadas en ciertos ámbitos geológicos y geográficos.

No obstante, la extracción de materias primas en la ZAOL en el periodo 2007-2008 asciende a unos 9,2 Mt repartidos de la forma que se muestra en la Figura 52:

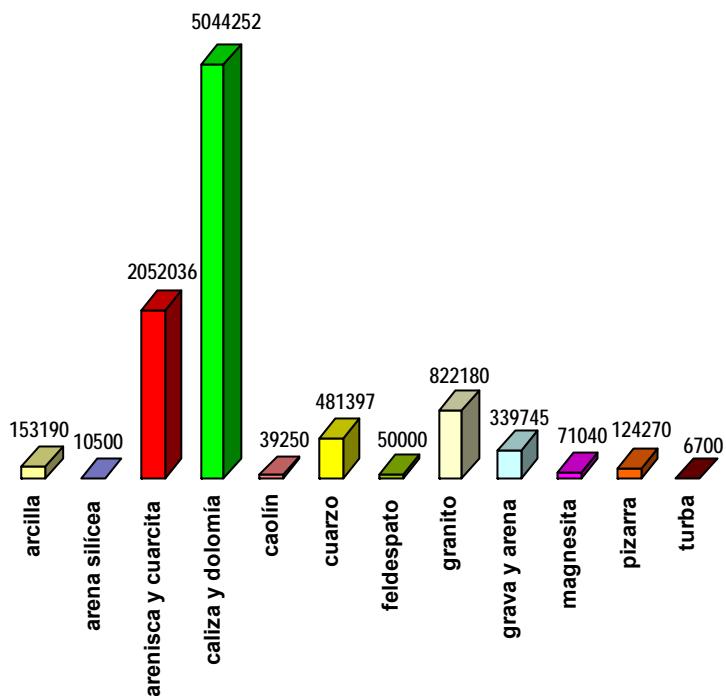


Figura 52.- Distribución de las producciones de las diferentes sustancias extraídas en la ZAOL.

10.1.- ÁRIDOS

Los áridos son una materia prima imprescindible para la sociedad y, en especial, para la construcción, tanto de edificios, como vías de comunicación, obras de infraestructura, etc. Al mismo tiempo, se trata de uno de los mejores indicadores del grado de desarrollo económico de una sociedad.

Existen numerosas definiciones del concepto de áridos, aunque nosotros vamos a traer aquí dos que creemos se ajustan mejor a la aplicación actual de los áridos en España y en Europa. Entendemos por áridos a “los materiales minerales, sólidos inertes, que con las granulometrías adecuadas se utilizan para la fabricación de productos artificiales resistentes, mediante su mezcla íntima con materiales aglomerantes de activación hidráulica (cales, cementos, etc.) o con ligantes bituminosos” (López Jimeno, 1994).

El IGME (1986) define los áridos como “una serie de rocas que, tras un proceso de tratamiento industrial (simple clasificación por tamaños en el caso de los áridos naturales, o trituración, molienda y clasificación en el caso de los áridos de machaqueo), se emplean en la industria de la construcción en múltiples aplicaciones, que van desde la elaboración, junto con un material ligante, de hormigones, morteros y aglomerados asfálticos, hasta la

construcción de bases y sub-bases para carreteras, balastos y sub-balastos para las vías de ferrocarril, o escolleras para la defensa y construcción de puertos marítimos”.

Dentro de este apartado vamos a agrupar a los materiales empleados en los usos 3, 4 y 5, es decir: áridos naturales, áridos de machaqueo y áridos ligeros que se extraen de un total de 54 canteras activas.

En base a su composición existen dos tipos de áridos, los áridos silíceos y los calcáreos. Dado el carácter preferentemente silicatado de los sedimentos que componen la columna litológica de la ZAOL y la abundancia de materiales ígneos, existe un buen número de afloramientos con posibilidades de ser utilizados industrialmente como áridos silíceos. De esta manera la mayoría, o una buena parte de la producción generada en las canteras, de arena silícea, areniscas y cuarcitas, granito, grava, arena y cuarzo, es destinada a áridos para construcción preferentemente de depósitos detríticos no consolidados y de machaqueo cuyo macizo rocoso precisa un cierto tratamiento extractivo, buscándose para estas explotaciones, además de lugares próximos a los centros de consumo, dado su bajo valor añadido, zonas que presentan una fracturación y/o estratificación muy marcada para favorecer el arranque del material.

De las 39 canteras que explotan áridos silíceos, 1 beneficia arenas silíceas, 20 extraen cuarcitas o areniscas, 5 explotan granito, 11 gravas y arenas y 2 de cuarzo, obteniéndose una producción anual de 3.603.119 t.

La cantera de arenas silíceas (Tabla 3) extrae materiales detríticos no consolidados procedentes del Mioceno. Está situada en el borde sur-oriental de la ZAOL (hoja 1:50.000, nº 127) en el municipio de Noceda del Bierzo, León. La pequeña producción de este material empleada como áridos naturales es de 10.500 t/año.

Existen 20 canteras que explotan cuarcitas, areniscas o areniscas cuarcíticas (Tabla 5), distribuidas en todo el ámbito de la ZAOL, situadas mayoritariamente, desde el punto de vista geológico, en el Grupo Candana, de edad Cámbrico inferior-medio y sobre la Serie de Los Cabos, de edad Cámbrico medio-Ordovícico inferior. De todas ellas destaca por los valores de producción (900.000 t/año) y la calidad de sus instalaciones la “Cantera Rencaños” en el término de Navia (Asturias), situada en los niveles más altos de la Serie de Los Cabos, equivalente a la Formación Barrios en donde las condiciones de afloramiento son razonables y las reservas enormes.

Las explotaciones “Veiral”, “Liñeiras”, “Peña del Calvario” y “Las Paleirais”, situadas todas ellas en Asturias, en la Serie de Los Cabos, dedican la totalidad de su pequeña producción anual (30.000 t) a los áridos naturales. Las explotaciones “Rencaños” (Asturias), “Colombrilla-Rozaliebre” (León) y la totalidad de las existentes en Lugo, hasta alcanzar un total de 14 dedican su producción (1.628.692 t) a los áridos de machaqueo. Finalmente, los dos restantes, “Braña del Río” (Asturias) y “Peña Caldera” (León), ámbas en la Serie de Los Cabos, presentan una producción de 350.000 t que se emplean tanto en el campo de los áridos naturales como de los de machaqueo, no siendo posible desligar ámbos, por lo que se les denomina áridos mixtos.

Otro tipo de rocas silíceas explotadas son las de naturaleza plutónica, granitos y migmatitas, situadas todas ellas geográficamente en la provincia de Lugo y geológicamente en el Domo de Lugo (Tabla 21). Existen un total de 5 canteras que producen 791.682 t/año

destinados a áridos de machaqueo, entre ellas sobresale “Os Penedos”, en el término de Lugo, con una producción de 341.319 t/año.

Existen también dos explotaciones de cuarzo. “Villalba-I”, en el término de Begonte (Lugo), cuya producción mayoritaria (452.500 t) se emplea como árido mixto y otra, en el término de Castro de Rey (Lugo), que beneficia material procedente de dos diques paralelos de cuarzo.

Finalmente existe un tipo de explotación que beneficia depósitos detríticos sueltos, bien de origen fluvial o gravitacional, cuyo número es de 11 (Tabla 23), situándose geográficamente en las provincias de León y de Lugo y cuya producción anual de 339.745 t corresponde a los denominados áridos mixtos (naturales y de machaqueo). Existe una grava asociada a las terrazas fluviales, del río Turienzo, afluentes del río Órbigo, con una producción de 60.000 t/año. En el borde occidental de la ZAOL se sitúan 7 explotaciones de depósitos eluvionares procedentes de la interacción in situ de rocas graníticas (lehm o xábre) de los macizos postcinemáticos de Lugo y Castroverde, por el valor de su producción, dentro del tamaño pequeño que todas ellas presentan, se señala la cantera “A Pallota” en el término de Castroverde (Lugo), con una producción de 40.000 t/año. Por último, cabe destacar la cantera “Bestar”, en el municipio de Cospeito (Lugo), con una producción de 113.320 t/año y que beneficia material detrítico procedente de depósitos terciarios.

Los áridos calcáreos, están compuestos por 15 explotaciones de calizas y dolomías, (Tabla 7). De ellas 12 se sitúan sobre la Formación Caliza de Vegadeo, del Cámbrico inferior-medio, y presentan una cierta dispersión; otras 3 canteras benefician niveles de calizas y dolomías intercaladas con areniscas y pizarras de la Formación Cándana, de edad Cámbrico inferior, obteniéndose una producción anual de 2.964.940 t.

Del conjunto total de canteras de áridos calizos, 6 presentan valores de producción por encima de 250.000 t/año, destacando “Cantera Quinta” en el término de Baralla (Lugo) con 800.000 t/año y “Cantera Arcos” en el término de Pol (Lugo), en la que una parte de la producción de 345.000 t/año, se usa en la fabricación de cemento.

La relación existente entre áridos silíceos y calcáreos en la ZAOL, tanto en el número de explotaciones como en las producciones, queda reflejada en la Figura 53:

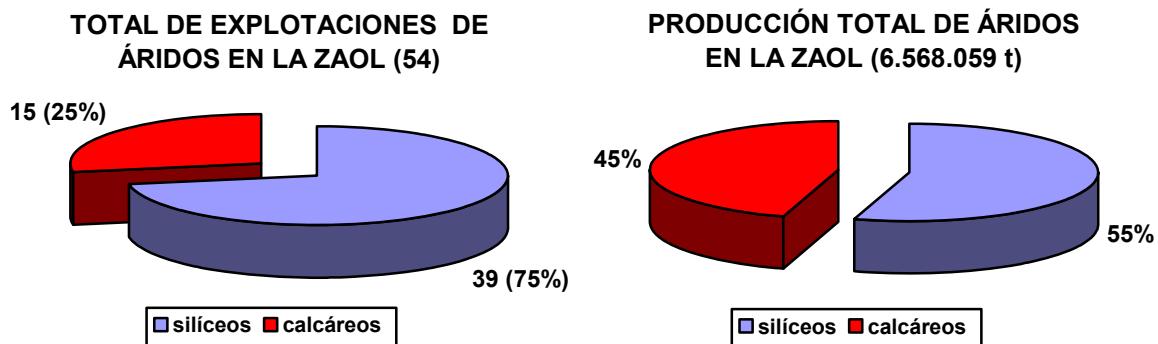


Figura 53.- Comparación entre el número de explotaciones de áridos y su producción, atendiendo a la composición de los mismos, en el ámbito de la ZAOL.

De la misma forma, la Figura 54 recoge la distribución de los áridos silíceos en función de su composición litológica, tanto respecto al número de explotaciones como por su producción.

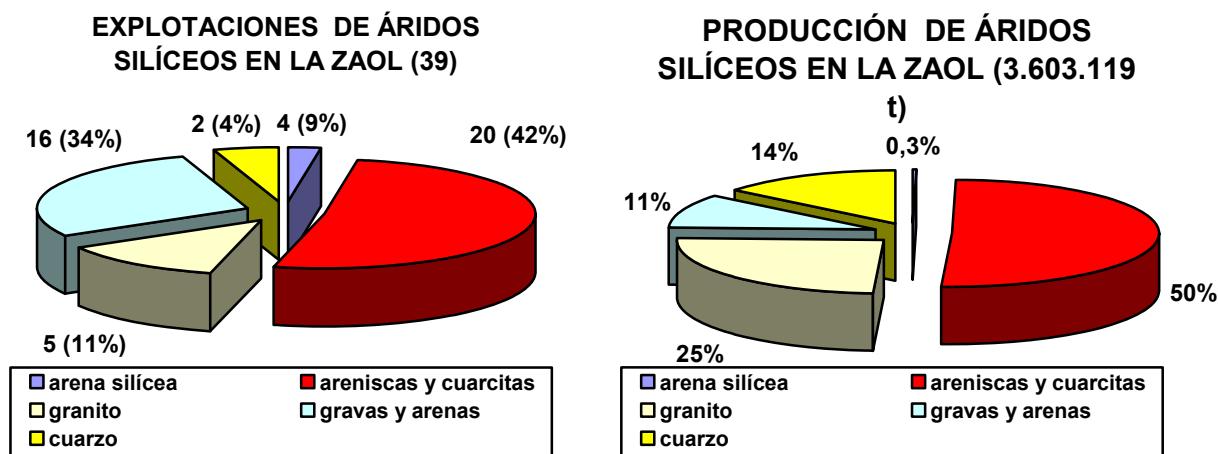


Figura 54.- Comparación entre el número de explotaciones de áridos silíceos y su producción, atendiendo a la composición de los mismos, en el ámbito de la ZAOL.

Según datos de ANEFA, el consumo total de áridos para la construcción, en el año 2008, ha sido de unos 332 Mt con un descenso del 30,6% con respecto al año anterior (2007), y el consumo se ha retrotraído a los niveles del bienio 1999-2000, manteniendo el consumo per capita en 7,2 t/habitante/año, como media a nivel nacional.

En el ámbito de la ZAOL, con una población próxima a los 400.000 habitantes y una producción total de áridos de 6.568.059 t, el consumo per cápita de áridos sería de 16,42 t/habitante/año, con lo que más que duplicaría la media nacional, lo que indicaría el enorme potencial minero-industrial con que cuenta esta zona y dicho superávit sólo se explicaría por su salida a las áreas próximas.

ANEFA destaca que, a pesar de la crisis que atraviesa el conjunto de la economía, el sector de los áridos en España continúa siendo el sector minero más importante en cuanto a volumen de producción, número de explotaciones y empleo total generado.

Con los últimos datos publicados por la "Estadística Minera" para 2006 y comparados con los que se obtienen en el ámbito de la ZAOL, éstos revelan que las 63 canteras activas representan el 3,32% del total de las explotaciones mineras españolas, y que corresponden al 1,97% del total de la producción.

Por último, ANEFA indica que, en las actuales circunstancias económicas del país, se espera para el año 2009 una reducción del consumo de áridos para la construcción en una horquilla de entre -15% y -20% y con importantes diferencias entre Comunidades.

10.2.- CEMENTO

Se entiende por cemento el resultado de la mezcla de caliza y arcilla que se cuece en hornos a temperaturas del orden de 1.600 °C (Bustillo Revuelta et al., 2001).

Entre las diferentes materias primas minerales utilizadas en la fabricación de cemento, por orden de consumo, están: calizas y otras rocas calcáreas, margas, arcillas, yeso y anhidrita, pizarra, caolín y arcillas caoliníferas, etc., destacando las calizas que representan un 60% del total.

En el ámbito de la ZAOL existen 2 fábricas de cemento de las 41 existentes en España, ambas propiedad de la empresa *Cementos Cosmos, S.A.*, en Oural (Lugo) y Toral de Los Vados (León), que mantienen activas dos explotaciones: "Cosmos I", en el término de Corullón (León) y "Montepenedo", en el término de Triacastela (Lugo) (ver Tabla 7). Ambas benefician tramos carbonatados de la Formación Cándana, con una producción conjunta de 2.055.376 t, destinada a la fabricación de cemento.

10.3.- CERÁMICA

El término cerámica, del griego "*keramikos*", significa "sustancia quemada" y también se refiere al arte de la alfarería, procediendo de una raíz sánscrita que alude al proceso de cocción o calcinación. En la actualidad, el término cerámica se aplica a cualquier material sólido inorgánico, no metálico, que se fabrica por calentamiento a alta temperatura.

La mayoría de los productos cerámicos parten de la arcilla, con mayor o menor proporción de arena, siendo conformados en estado húmedo plástico y continuándose con el secado y la cocción, a alta temperatura, para dar al objeto su resistencia final.

Este proceso básico, común al de la alfarería tradicional, es el usual en la fabricación de ladrillos, tejas baldosas o tuberías (cerámica estructural). El proceso aparece más complejo y perfeccionado en la fabricación de los productos cerámicos hechos a base de pastas blancas, baldosas y azulejos, equipamientos sanitarios, etc. (cerámica de revestimiento).

Los materiales cerámicos presentan dos características sobresalientes: son inertes químicamente y poseen una estructura interna compleja, fruto de la unión de diferentes iones mediante enlaces fuertes que confieren al producto cerámico una gran resistencia estructural. Ello redonda en propiedades útiles, tales como dureza y elevada resistencia a compresión, baja conductividad eléctrica (uso como aislante), resistencia a altas temperaturas (cerámicas hechas con arcillas refractarias) y baja alterabilidad en ambientes químicamente agresivos. Como contrapartida, los materiales cerámicos suelen ser frágiles y de baja resistencia a flexotracción, aspecto que aparece netamente modificado en productos que, como el grés, han sufrido un proceso de vitrificación intenso de la masa arcillosa (Bustillo Revuelta, op. cit.).

10.3.1- Cerámica de revestimiento

Las materias primas que entran en la fabricación de la cerámica de revestimiento y están presentes en el ámbito de la ZAOL son:

- Arcillas plásticas de cocción blanca (ver Tabla 1)
Existe 1 explotación en el ámbito de estudio, en el término de Barreiros (Lugo) que explota arcillas de alteración y sedimentos tipo rasa.
- Caolines

De las 4 explotaciones activas existentes de caolín, 3 de ellas se localizan en el área de Foz (Lugo) y 1 en el municipio de Cervo (Lugo) y presentan dos génesis distintas: por alteración hidrotermal y meteórica de rocas graníticas y por alteración de diques ígneos de tipo felsítico (Tabla 15). Según IGME (2007) representan el 6,40% del total de las explotaciones y el 13,5% de la producción de caolín lavado.

– **Feldespatos**

En la actualidad se encuentran sólo dos explotaciones activas en el ámbito de la ZAOL (Tabla 19), ámbas en la provincia de Lugo (municipios de Barreiros y Muras), denominadas “G.M. Pozomouro-Quinta” y “G.M. Silán”. La primera explota las denominadas “capas de tránsito” del Grupo Cándana, con una génesis volcánica y beneficia feldespato sódico (albitico); mientras que la segunda explota un haz de diques pegmatíticos y beneficia feldespatos mixtos (K+Na).

La producción total obtenida, con destino al sector de la cerámica de revestimiento es de 82.250 t.

10.3.2.- Cerámica estructural

Este sector cerámico beneficia arcillas comunes para obtener: ladrillos, tejas, bovedillas, etc., productos íntimamente relacionados con la construcción. Ello ha originado, como consecuencia de la fuerte crisis del sector, una fuerte caída de precios y de producción para esta industria minera desde finales del año 2007.

Aunque probablemente España es el primer productor y consumidor de arcilla roja o común, en la actualidad, en el ámbito de la ZAOL, solo existen activas 4 canteras (Tabla 1) que producen un total de 153.190 t con destino a este sector, lo que da idea del escaso peso minero que representan (un 1% del total de las explotaciones con 0,60% de la producción total nacional).

Como dato curioso resaltaremos, la existencia de dos empresas, *UMINSA* y *Ceraespina, S.L.*, que benefician la misma cantera sita en el depósito terciario de La Espina, en el término municipal de Salas (Asturias).

10.4.- PIEDRA NATURAL (ROCA ORNAMENTAL Y DE CONSTRUCCIÓN)

El término Piedra Natural se refiere, genéricamente, a todas aquellas rocas susceptibles de ser utilizadas como elemento constructivo tras ser extraídas de su yacimiento natural, ser dimensionadas de acuerdo con su disposición en obra y ser sometidas a tratamientos diversos en superficie, desde el simple desbastado hasta el pulido.

La denominación Piedra Natural engloba tanto la roca ornamental (aquella que se comercializa pulida) como la roca de construcción (la que se utiliza tras un serrado o, a veces, tras un lajado natural).

El sector de la Piedra Natural tradicionalmente se divide en tres grandes grupos o subsectores: Granito, Mármol y Pizarra.

- **Granito comercial** (granito y otras rocas ígneas similares)

En las explotaciones el material extraido se suele comercializar en bruto, en bloques entre 5 y 7 m³, y productos semielaborados que son tableros aserrados de espesor entre 2 y 4 cm.

- **Mármol comercial** (mármol, calizas marmóreas, calcarenitas y serpentinitas, todas ellas admiten pulido)
El material beneficiado se comercializa en bloques (entre 3 a 6 m³), tableros y placa de 1 cm de espesor (como producto acabado). Este sector tiene muy escasa representación en el ámbito del estudio.
- **Pizarra comercial** (pizarra para cubierta)
El único producto que se comercializa es la teja de pizarra, no existiendo comercio de bloques ni de semielaborados.

Un cuarto subsector, dentro de la Piedra Natural, correspondería a la roca de construcción o piedra de cantería, que beneficia cualquier tipo de roca: granitos, cuarcitas, areniscas, calizas, pizarras, esquistos, etc., generando dos tipos de material para su comercialización, piedras en lajas y piedras para bloques (ver Fig. 15). Suele suceder que una misma cantera produzca ambos tipos de producto.

La producción de todo este sector se eleva a 203.440 t, de las cuales 167.083 t correspondería a rocas de construcción y 36.357 t a roca ornamental

10.4.1.- Pizarra

La pizarra, como piedra natural, es utilizada preferentemente para cubiertas y en menor proporción para mampostería, enlosados, recubrimientos y en general para cualquier tipo de ornamentación.

El subsector español de la pizarra es un referente a nivel mundial ya que es el mayor productor del mundo, con una producción por encima de las 900.000 t de las cuales el 70% es para el comercio exterior.

En el ámbito de la ZAOL existen actualmente 29 canteras activas (18,01% de las existentes en España) que benefician tramos pizarrosos, preferentemente, de la Fm. Pizarras de Luarca (Ordovícico inferior-medio), del Grupo Candana (Cámbrico inferior-medio) y de la Serie de Villalba (Precámbrico) obteniendo una producción de 105.662 t, que representa el 11,42% del total del producto nacional.

Del total de las explotaciones, 8 presentan valores de producción por encima de 4.000 t/año de producto elaborado, ya dentro de lo que se considera industrial. De todas ellas destacan por sus valores "Las Cabadinas", en Páramo del Sil (León), sobre las Pizarras de Luarca, con 10.000 t/año para uso como cubierta, y "As Revas", en Mondoñedo (Lugo), sobre niveles pizarrosos de la Fm. Cándana con 37.475 t/año para cubierta y piedra de cantería.

10.4.2.- Granito

Según datos oficiales de la Estadística Minera para el año 2006, algo más del 30% de la producción se destinó a la exportación. Se estima que en 2008 la producción es del orden de 1.761.837 t, repartida en 193 explotaciones, lo que representaría que del conjunto de la Piedra Natural un 20,8% del total sería para el granito.

En el ámbito de la ZAOL, existen 9 explotaciones activas, todas ellas en la provincia de Lugo (Tabla 21), que representan en la totalidad de España el 4,6% y que alcanzan un total de 30.498 t que representa el 3,46% de la producción nacional. Del conjunto de estas explotaciones merece destacarse por sus valores de producción “Santa Eulalia”, en el término de Lugo, situada sobre el Macizo de Ombreiro, con 8.022 t para uso como roca ornamental y piedra de cantería.

10.4.3.- Mármol y caliza

Hay 9 explotaciones activas que benefician rocas carbonatadas en la ZAOL y todas explotan la Formación Calizas de Vegadeo con una producción absoluta de 23.936 t.

Se encuentran repartidas entre las provincias de Lugo y León. En Lugo hay un total de 5 canteras, 3 en el municipio de Lourenza y 2 en Mondoñedo, con una producción de 12.936 t, de las que 1.926 t se emplean como roca ornamental. En la provincia de León, términos de Corullón, Trabadelo y Vega de Valcarce, se encuentran las 4 restantes que alcanzan una producción de 11.000 t

10.4.4.- Arenisca y cuarcita

Con uso preferentemente como piedra de cantería destacan las cuarcitas (Tabla 5), con la presencia de 26 canteras que benefician niveles de cuarcitas o areniscas cuarcíticas en los sectores de Ribadeo, Mondoñedo e Incio en Lugo, Lucillo y Astorga en León. Son canteras de pequeño tamaño con comercializaciones por debajo de las 10.000 t/año.

Geológicamente se sitúan preferentemente sobre alternancias cuarcíticas de la Serie de Los Cabos, de edad Cámbrico medio-Ordovícico superior o de los niveles cuarcíticos de la Formación Cándana, de edad Cámbrico inferior. De todas ellas, merece mención por sus valores de producción la cantera “Padornela” con 7.950 t en el término de Mondoñedo y que se comercializa como **Cuarcita de Mondoñedo**, como chapa para revestimientos y suelos y taco natural o cortado para paredes y muros.

La producción alcanzada por estas rocas es de 43.344 t.

10.5.- OTROS USOS

10.5.1.- Agrícolas

Dos sustancias presentes en este estudio tienen como uso principal el sector agrícola: la magnesita, como corrector de suelos ácidos y aporte de magnesio, que corresponde a *Magnesitas de Rubián, S.A.* en el término de Incio (Lugo), en cuya planta de tratamiento con una producción de 71.040 t/año se fabrica magnesita cáustica de la que el 90% se exporta, y la turba, que se emplea como substrato agrícola y en jardinería y que se beneficia en la “Turbera del Buyo” en el término de Viveiro (Lugo) que pertenece al *Grupo Tolsa*, con una producción de 6.700 t que representan aproximadamente el 7% del total nacional.

10.5.2.- Fundentes

El cuarzo es la materia prima utilizada para este destino en el ámbito del estudio. La empresa *ERIMSA* (100% capital noruego) es la propietaria de la cantera “Villalba I” o “Mina de Ladra”, en el término de Begonte (Lugo), productora de bolos de cuarzo para ferrosilicio a partir de una grava cuaternaria. Un 5,6% la producción total de dicha cantera, (27.500 t), es para uso industrial, exportándose en su totalidad a los países escandinavos; el resto de la producción es, preferentemente, para áridos de la construcción.

10.5.3.- Cargas, filtros y absorbentes

El *Grupo Explotaciones Cerámicas Españolas, SA (ECESA)* que es el mayor productor español de caolines cerámicos y segundo productor de caolines en general de Europa, posee una explotación en Cervo (Lugo), “G.M. Montero Castelo”, que produce 24.00 t de caolín proveniente de un granito caolinizado; el 29,1% de la producción, 7.000 t, las utiliza como carga para papel.

10.5.4.- Vidrio e industria química

La explotación “Penas Blancas” (Cospeito, Lugo), propiedad de *Hermanos Pico Yáñez, S.L.* beneficia unos filones de cuarzo de los que extrae una producción de 1.397 t.

De esta reducida producción 1.000 t vende al sector del vidrio y las 397 t restantes a la industria química.

11.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para la elaboración del Mapa de Rocas y Minerales Industriales de la ZAOL se han visitado y revisado un total de 832 explotaciones e indicios (estaciones) de las que 558 han sido representadas en el sobre la cartografía, en el Mapa Nacional de Rocas y Minerales Industriales de la Zona Asturoccidental-Leonesa a escala 1/200.000. Las 274 restantes han sido dadas de baja, al estar antropizadas, restauradas, situarse en zonas urbanas o áreas de especial protección, que impediría cualquier tipo de labor minera. No obstante, en algunos, casos se han dejado dado su interés geológico o minero.



Figura 55.- Estación localizada dentro del Parque Natural de Los Ancares, correspondiente a un depósito detritico (morrena glaciar).

Se han valorado un total de 18 variedades de rocas y minerales industriales:

- **Arcilla**
- **Arena silícea**
- **Arenisca y Cuarcita**
- **Barita**
- **Caliza y Dolomía**
- **Caolín**
- **Cuarzo**
- **Diabasa**
- **Feldespato**
- **Gneis**
- **Granito**
- **Grava y arena**
- **Magnesita**
- **Mica**
- **Ocre**
- **Pizarra**
- **Sillimanita**
- **Turba**

Las 558 estaciones reconocidas en campo y representadas sobre la cartografía, quedan repartidas tal como se recoge en la Tabla 39.

Tabla 39.- Distribución de las estaciones representadas en la cartografía

SUSTANCIA	EXPLOTACIONES			INDICIOS	TOTAL		
	ACTIVAS		ABANDONADAS				
	Continuas	Intermitentes					
Arcilla	2	3	25	-	30		
Arena Silícea	1	-	-	1	2		
Arenisca y Cuarcita	33	13	97	14	157		
Caliza y Dolomía	23	3	51	9	86		
Caolín	3	1	2	-	6		
Cuarzo	1	2	4	4	11		
Feldespato	2	-	3	1	6		
Granito	9	5	22	2	38		
Grava y Arena	9	2	71	5	87		
Magnesita	1	-	2	2	5		
Pizarra	19	10	83	5	117		
Turba	1	-	-	1	2		
Barita	-	-	3	-	3		
Diabasa	-	-	1	-	1		
Gneis	-	-	-	3	3		
Mica	-	-	-	1	1		
Ocres	-	-	1	-	1		
Siillimanita	-	-	-	2	2		
TOTAL	104	39	365	50	558		

En el área de la ZAOL destacan dos sectores mineros: el de los áridos de construcción, siendo el sector con mayor volumen, con un 71% del total de la producción. Destaca también el sector de la Piedra Natural, no tanto por su volumen de producción como en la importancia económica del sector, centrada principalmente en la pizarra, y en menor medida en la cuarcita y caliza y el granito.

Ambos sectores destacan no sólo por el alto número de explotaciones activas, sino por disponer de sobradas reservas para su futura actividad y posibilidades de desarrollo.

Otras sustancias a destacar son el caolín, con el 8,5% del total de las explotaciones en el territorio nacional, fedespato, con el 22,2% del total y la magnesita con uno de los dos yacimientos en explotación existentes en España.

En el mapa se representan un total de 365 explotaciones abandonadas. En algunas de ellas se desconoce la causa del abandono (Figura 56), en otras, como es el caso preferente de los áridos, la causa es su situación alejada de los centros de consumo, aunque sean utilizadas ocasionalmente para arreglos de carreteras, pistas, etc. próximas a la zona (Figura 57), o la finalización de la obra que dio origen a su apertura.



Figura 56.- Estación N° 118, Cantera Freilán, explotación abandonada de caliza con destino a áridos de machaqueo, localizada en el municipio de Lourenzá (Lugo).



Figura 57.- Estación Nº 202, cantera de cuarcitas para áridos en Xermade (Lugo).

Sobre la cartografía también aparecen representados 50 indicios que corresponden a estaciones con un cierto interés minero, que son buenos puntos de observación de las características geológicas para valorar una futura explotación (Figura 58).



Figura 58.- Estación Nº 338, indicio en Fonsagrada (Lugo), donde afloran unas cuarcitas grises muy duras y resistentes, bien estratificadas en bancos decimétricos y centimétricos, con posibilidad de ser utilizadas como roca de construcción.

Por último, 274 estaciones (canteras abandonadas e indicios) han sido dadas de baja, todas ellas sin posibilidades de desarrollo industrial, por carecer de interés geológico-minero, por encontrarse en zonas urbanas, áreas protegidas o corresponder a antiguas explotaciones, hoy en día restauradas o antropizadas.

BIBLIOGRAFÍA

Alonso, J.L. y Pulgar, J.A. (2004).- Estructura alpina de la Cordillera Cantábrica: Generalidades. *Geología de España*. (Vera, J.A. Ed. Pral.). Madrid: Sociedad Geológica de España; IGME.

Alonso, J.L.; Pulgar, J.A.; García Ramos, J.C. & Barba, P. (1996).- Tertiary basins and Alpine tectonics in the Cantabrian Mountain (NW Spain). In: "Tertiary basins of Spain" (P.F. Friend y C.J. Dabrio, Eds), *Cambridge Univ. Press*, 19-22. Cambridge, U.K.

ANEFA (2007). Estadísticas de áridos. Asociación Nacional de Empresarios Fabricantes de áridos.

Aramburu, C. (1989).- El Cantábrico-Ordovícico en la Zona Cantábrica (NO de España). *Tesis Doctoral. Universidad de Oviedo*. Oviedo, España.

Aramburu, C.; Bastida, F. (editores) (1995).- Geología de Asturias. Ediciones Trea, S.L.

Aranguren, A.; Cuevas, J.; Roman-Berdiel, T.; Casas-Sainz, A. y Casas Pinsati, A. (2003).- Granite lcololith emplacement in the iberian arc: NAMS and granite study of the La Tojiza pluto (NW Spain). *Jour. Geol. Soc. (London)*. 160: 435-446.

Arias, D.; Corretgé, L.G.; Villa, L.; Gallastegui, G.; Suárez, O. y Cuesta, A. (1997).- A sulphur isotopic study of the Navia gold belt (Spain). *Jour. Geochem. Explor.*, 59: 1-10.

Baltuille Martín, J.M.; Ferrero Árias, Á.; López López, Mª.T.; Monteserín López, V.; del Olmo Sanz, A.; Fernández Suárez, J.; Nuño Ortea, C. y Rubio Navas, J. (2006).- Protocolo de realización del Mapa Nacional de Rocas y Minerales Industriales (MANARMIN). *Inst. Geol. Min. España*. 87 pp. Madrid, España.

Baltuille Martín, J.M.; Peón Peláez, A.; Fernández de la Llave, F.; Fernández Rodríguez-Arango, R.; García Sánchez, M.; Nuño Ortea, C.; Rodríguez Suárez, R.; Vargas Alonso, I. & Manjón Rubio, M. (1984).- Exploración de lignitos en áreas circungalaicas (Asturias-León-Zamora). Fase I. *IGME (informe inédito nº 10.997)*, 7 vol. Madrid, España.

Barrois, C. (1882).- Recherches sur les terrains anciens de Asturias et de la Galice. *Mem. Soc. Geol. Norde.*, (2), 1, 630 pp.

Bastida, F. (1980).- Las estructuras de la primera fase de deformación herciana en la Zona Asturooccidental-leonesa (Costa Cantábrica, NW de España). *Tesis Doctoral, Universidad de Oviedo*, 276 pp. Oviedo, España

Bastida, F. & Pulgar, J.A. (1978).- La estructura del Manto de Mondoñedo entre Burela y Tapia de Casariego (Costa Cantábrica, NW de España). *Trabajos de Geología*, 10: 75-124. Oviedo, España.

Bellido, F.; González Lodeiro, F.; Klein, E.; Martínez Catalán, J.R. & Pablo Maciá, J.G. (1987).- Las rocas graníticas hercínicas del norte de Galicia y occidente de Asturias. *Memorias IGME*, 101. Madrid, España.

Brell, J. (1972).- Estudio litoestratigráfico del Terciario del Oeste de Asturias y Galicia. *Tesis Doctoral. Universidad Complutense*, 341 pp. Madrid, España.

Bustillo Revuelta, M. ; Calvo Sorando, J.P. & Fueyo, L. (2001).- Rocas industriales: tipología, aplicaciones en la construcción y empresas del sector. *Ediciones Rocas y Minerales*, 415 pp. Madrid.

Capdevila, R. (1969).- Le metamorphisme régional progressif et les granites dans le segment hercynien de Galice Nordorientale (NW de L'Espagne). *Thèse Doctorale. Université de Montpellier*, 430 pp. Montpellier, Francia.

Carle, W. (1945).- Ergebnisse geologisher Untersuchungen im grundgebirge von Galicien (Nordwest Sapanien). *Geotekt. Forschungen*, 6, 13-36. *Trad. en Public. Extr. Serv. Geol. de España*, 1950, V, 61-90.

Cementos Cosmos, S.A. (1990).- Análisis de muestras. Toral de los Vados. Ponferrada. León, España.

Cocherie, A. (1978).- Géochimie des terres rares dans le granitoides. *Thèse Doctorale.. Université de Rennes*. 207 pp. Rennes, Francia.

Colmenero, J.R.; Bahamonde, J.R. & Barba, P. (1996).- Las facies aluviales asociadas a los depósitos de carbón en las cuencas estefanienses de León (borde sur de la Cordillera Cantábrica). *Cuad. Geol. Ibérica*, 21: 71-92. Madrid, España.

Corretgé, L.G. (1969).- El complejo orto-neísico de Pola de Allande (Asturias). *Bol. Geol. Min.* 80: 289-306.

Corretgé, L.G. & Suárez, O. (1990).- Cantabrian Zone, Igneous Rocks. In: "PreMesozoic Geology of Iberia". (Eds. Dallmeyer, R.D. and Martínez García, E.), *Springer-Verlag*, 72-79. Berlin. Alemania.

Federación Española de la Piedra (1994).- Granitos, Piedra Natural, Granitos de España. Catálogo de la Federación Española de la Piedra Natural. Madrid.

Fernández, J.; Ferrero, A.; Pérez, F. & Baltuille, J.M. (2008).- Mapa de Rocas y Minerales Industriales. Escala 1:200.000. Hoja nº 8. Lugo. *Documentos del Instituto Geológico y Minero de España*. Madrid. 215 pp. y un mapa. Inédito.

Fernández-Suárez, J. (1994).- Petrología de los granitos peralumínicos y metamorfismo de la banda Boal-Los Ancares. *Tesis Doctoral, Universidad de Oviedo*, 1-418.

Fernández-Suárez, J.; Dunning, G.; Jenner, J.A. & Gutiérrez Alonso, G. (2000).- Variscan collisional magmatism and deformation in NW Iberia: constraints from U-Pb geochronology of the granitoids. *Jour. Geol. Soc.*, 157: 565-576. London, U.K.0a

Fernández-Suárez, J.; Dunning, G.; Jenner, J.A. & Tubrett, M. (2000).- New ideas on the Proterozoic-early Paleozoic evolution of NW Iberia: Insights from U-Pb detrital zircon ages. *Precambrian Res.*, 102: 185-206.

Fernández-Suárez, J.; Gutiérrez Alonso, G.; Jenner, G.A. & Jackson, S.E. (1998).- Geochronology and geochemistry of the Pola de Allande granitoids. Their bearing on the Cadomian/Avalonian evolution of NW Iberia. *Canadian Jour. Earth Sci.*, 35: 1439-1453.

Ferrero, A. (2004).- Materias primas silíceas en España. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid, 189 pp. *Publicación en CD-ROM*. ISBN: 84-7840-556-9.

Ferrero, A.; Fernández, J.; Pérez, F. & Baltuille, J.M. (2008).- Mapa de Rocas y Minerales Industriales. Escala 1:200.000. Hoja nº 1. A Coruña. *Documentos del Instituto Geológico y Minero de España*. Madrid. 383 pp. y un mapa. Inédito.

Gobierno del Principado de Asturias (1995).- Proyecto de Investigación de pizarras ornamentales de Los Oscos. Principado de Asturias. Oviedo, España.

Gobierno del Principado de Asturias (1988-1989).- Ensayos y análisis. *Consejería de Industria*. Principado de Asturias. Oviedo, España.

Gómez Moreno, G.; Barros Lorenzo, J.C.; Jordán Arias, L. & Lombardero Barceló, N. (1998).- Mapa de Rocas y Minerales Industriales. A Coruña, Nº 1. *Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*. Madrid, 161 pp. Memoria y 2 mapas. ISBN: 84-7840-352-3.

Gutiérrez-Alonso, G. (1992).- El Antiforme del Narcea y su relación con los mantos occidentales de la Zona Cantábrica. *Tesis Doctoral, Universidad de Oviedo*, 1-318. Oviedo, España.

Gutiérrez-Alonso, G. (2004).- La transición de la Zona Asturoccidental-leonesa con la Zona Cantábrica: el Antiforme del Narcea. En: "Geología de España". (Vera, J.A., Ed. pral.). *Sociedad Geológica de España-IGME*. Madrid, España.

Gutiérrez Alonso, G. & Fernández-Suárez, J. (1996).- Geología y geoquímica del Granitoide pre-Varisco de Puente de Selce (Antiforme del Narcea, Asturias). *Rev. Soc. Geol. Esp.*, 9, 227-239. Madrid, España.

Gutiérrez Claverol, M. & García Iglesias, I. (1982).- El yacimiento de magnesitas de Valderrodero (Asturias). *Bol. Geol. y Minero*. 93 (3), 233-243. Madrid, España.

Harris, M. (1979).- Alteration and mineralization at the Salave gold prospect (NW Spain). *Doctoral thesis. University of London*. London, U.K.

Heredia, N.; Rodríguez Fernández, L.R.; Vegas, R.; De Vicente, G.; Cloetingh, S.; Giner, J. & Gonozález Casado, J.M. (2004).- Cadenas ceonozoicas del Noroeste peninsular. Geología de España. (Vera, J.A., Ed. Pral.). Madrid: *Sociedad Geológica de España*; IGME.

Hernández Sampelayo, P. (1942).- El sistema Siluriano. Explicación del nuevo mapa geológico de España. IGME. 848 pp.

IGME (1974).- Archivo Nacional de Rocas y Minerales Industriales. Ensayos y Análisis. *IGME*. Madrid, España.

IGME (1978).- Normativa para la cualificación tecnológica de feldespatos. Aplicación a zonas de interés de la provincia de Lugo. *Documentos del Instituto Geológico y Minero de España*. Tomo I, 321 pp.; Tomo II, 233 pp. y planos.

IGME (1980).- Exploración de lignitos en la región gallega. IGME (*informe inédito nº 10825*). Madrid, España.

IGME (1981).- Investigación de lignitos en Galicia. Fase III. IGME (*informe inédito nº 10831*).

IGME (1981).- Concentración de sillimanitas de Valle de Oro (Lugo). IGME (*informe inédito nº 10738*). Madrid, España.

IGME (1982).- Mapa Geológico de la Península Ibérica, Baleares y Canarias. Escala 1:1.000.000. *IGME*. Madrid, España.

IGME (1985).- Posibilidades de arcillas especiales en Asturias. Fase I. IGME (*informe inédito nº 11128*). Madrid, España.

IGME (1985).- Estudio de los principales yacimientos de áridos detríticos en Asturias. *IGME (informe inédito nº 11112)*. Madrid, España.

IGME (1985).- Potencial básico de granitosgneises ornamentales de Castilla y León. *IGME (informe inédito)*. Madrid, España.

IGME (1985).- Exploración de Baritas en Asturias y Cantabria. *IGME (informe inédito nº 11114)*. Madrid, España.

IGME (1985).- Posibilidades de rocas ornamentales en Asturias-Cantabria. *IGME (informe inédito nº 11135)*. Madrid, España.

IGME (1985).- Potencial geológico de Pizarras en Asturias-León. *IGME (informe inédito nº 11134)*. Madrid, España.

IGME (1986).- Estudio básico de magnesitas, dolomías y ofitas en Asturias, Cantabria y País Vasco. *IGME (informe inédito)*. Madrid, España.

IGME (1986).- Granitos de España. *Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*.

IGME (1987).- Investigación de pizarras ornamentales en Villarchao-Santa Eulalia de Oscos (2ª fase). *IGME (informe inédito)*. Madrid, España.

IGME (1987).- Pizarras de España. *IGME*. Madrid, España.

IGME (1988).- Aprovechamiento industrial de rocas calcáreas existentes en la Cordillera Cantárica. *IGME (informe inédito nº 11213)*. Madrid, España.

ITGE (1989).- Manual de metodología para la elaboración de los Mapas de Rocas y Minerales Industriales Escala 1:200.000. *ITGE (informe inédito)*, 402 pp. Madrid, España.

ITGE (1990 a 1992).- Archivo Nacional de Rocas y Minerales Industriales. Análisis y ensayos. *ITGE*. Madrid. España.

ITGE (1991).- Pizarras de España. *IGME*. Madrid, España.

ITGE (1991): Mapa de Rocas y Minerales Industriales (Escala 1:200.000), Nº 18-Ponferrada. *IGME*. Madrid.

ITGE (1992).- Investigación de rocas silíceas en la Cordillera Cantábrica. Zona occidental (Asturias y León). *ITGE (informe inédito nº 11341)*. Madrid. España.

IGME (1996).- Panorama Minero. *IGME*. Madrid, España.

IGME (2005).- Cuarcitas de Galicia. *Documentos del Instituto Geológico y Minero de España*. 5 volúmenes. Madrid

IGME (2007).- Panorama Minero. *IGME*. Madrid, España.

Jiménez Benayas, S.; García de los Ríos J.I. & Baez Mezquita, J.M. (2001).- La piedra en Castilla y León. *Junta de Castilla y León*. Valladolid, España.

Julivert, M.; Fontboté, J.M.; Ribeiro, A. & Conde, L. (1972).- Memoria explicativa del Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares. Escala 1:1.000.000. *IGME*. Madrid, España.

Junta de Castilla y León (1989-1991).- Ensayos y análisis. *Consejería de Fomento*. Valladolid, España.

Leyva, F.; Matas, J. & Rodríguez Fernández, L.R. (1985).- Mapa Geológico de España Escala 1:50.000 (2ª Serie), Hoja nº 129 (13-08) (La Robla). *IGME*. 98 pp. Madrid, España.

López, M.T.; Nuño, C.; Baltuille, J.M.; Monteserín, V. & Gumié, P. (2003).- Evaluación de las posibilidades de roca ornamental en el Principado de Asturias, dentro de un contexto minero sostenible. *IGME-Gobierno del Principado de Asturias. Informe inédito. (informe inédito)* Madrid. España.

López Jiménez, C., editor (1994).- Manual de áridos. 620 pp. Madrid

López Jimeno, C. (1994).- Áridos. Manual de Prospección, Explotación y Aplicaciones. *Ed. Entorno Gráfico, S.L.*, 607 pp. Madrid, España.

Lotze, F. (1956).- El Precámbrico en España. *Notas y Com.* *IGME*. 227-240. Madrid, España.

Lotze, F. (1958).- Estratigrafía del Cámbrico Español. *Notas y Com.* *IGME*. 61: 131-164. Madrid, España.

Mallada, L. (1885-1911).- Explicación del Mapa Geológico de España. *Varias monografías publicadas en el Bol. y Mem. y Com. Mapa Geológico*. España.

Marcos, A. (1970).- Sobre la presencia de un flysch del Ordovícico Superior en el occidente de Asturias. *Breviora Geológica Astúrica*, 15 (1): 2-6. Oviedo, España.

Marcos, A. (1973).- Las series del Paleozoico inferior y la estructura hercíniana del occidente de Asturias (NO de España). *Trab. Geol. Univ. Oviedo*, 6, 3-313, Oviedo, España.

Marcos, A. & Bastida, F. (1980).- Mapa Geológico de España E: 1:50.000 (2ª Serie), Hoja nº 10 (09-03) (Ribadeo). *IGME*. 26 pp. Madrid, España.

Marcos, A & Pulgar, J.A. (1980).- Memoria explicativa de la Hoja nº 26 (Boal) del Mapa Geológico de España Escala 1:50.000, 2ª Serie. *IGME*. Madrid, España.

Martín Izard, A.; Combrink, S.; Rodríguez Torente, L.; García-Nieto, J.; Barrio-Alonso, H. & Rodríguez-Pevida, L. (2001).- Geology and mineralogy of the Linares area, a new gold mineralization in the Navelgas Gold Belt, Westen Asturias, Spain. In: "Mineral Deposit at the Beginning of the 21 st century". Piestraynski et al. (eds). *Swets & Zeitlinger Publishers Lisse*.

Martin Parra, L.; Enrile, A. ; González Lastra, J. ; Maymo, A. & Bardají, M.T. (1989).- Memoria explicativa de la Hoja nº 128 (Riello) del Mapa Geológico de España, Escala 1:50000, 2ª Serie. *IGME*. Madrid, España.

Martín Serrano, A. (1989).- Rasgos generales y problemática de las superficies de erosión de Galicia. *Cuad. Lab. Xeol. de Laxe*, 14, 7-18. Sada, La Coruña, España.

Martínez, F.J.; Reche, J. & Arboleya, M:L: (2001).- P-T Modelling of the andalusite-kyanite-andalusite séquense and related assemblages in the graphitic pelites. Prograde and retrograde paths in a late Kyanite belt in the Variscan Iberia. *Jour. Metam. Geol.*, 19: 661-677.

Martínez Catalán, J.R. (1985).- Estratigrafía y estructura del Domo de Lugo (Sector Oeste de la Zona Asturoccidental-leonesa). *Hábeas Corpus Geologicum Gallaeciae*. 2ª Serie, *Laboratorio Geológico de Lugo*. 2, 1-291. Sada, La Coruña, España.

Martínez Catalán, J.R.; Fernández-Suárez, J.; Jenner, G.A.; Belousova, E. & Díez Montes, A. (2004).- Provenance constraints from detrital circón U-Pb ages in the northwestern Iberian Massif: Implications for Paleozoic plate configuration adn Variscan evolution. *Journ. Geol. Society*, 161: 461-473. London, U.K.

Matas, J.; Abejaro, V.; Fernández, L. & Fernández-Pello, J. (1978).- Mapa Geológico de España E 1:50.000 (2ª Serie), Hoja 127 (11-08) (Noceda). *IGME*. 63 pp. Madrid, España.

Matte, Ph. (1968).- La structure de la virgation hercynienne de Galice (Espagne). *Rev. Geol. Alpine*, 44, pp 1-12.

Nissen, H.V. (1959).- Deformation und kristallisation in Nordwest Spanishen Küstengebirge bei Vivero. *Diss. Math. Natur. Fak. Univ. Münster*. 300 pp.

Olmo Sanz, A. (1985).- Estudio geológico-sedimentario de las cuencas terciario-cuaternario de Monforte de Lemos, Maceda y Quiroga. *Cuad. Lab. Xeol. de Laxe*, 10: 89-93. Sada, La Coruña, España.

Palacios, T. & Vidal, G. (1992).- Lower Cambrian acritarchs from northern Spain: the Precambrian-Cambrian boundary and biostratigraphic implications. *Geol. Mag.*, 129: 421-436.

Parga Pondal, I. (1963).- Mapa petrográfico estructural de Galicia. *IGME*.

Parga Pondal, I. et al. (1967).- Carte géologique du Nord-Ouest de la péninsule Iberique (Hercynien et ante-hercynien). *Serv. Geol. Portugal*. E: 1:500.000.

Parga, J.R. (1969).- Sobre la distribución de las manifestaciones efusivas en el Cámbrico de Asturias y León. *Com. Serv. Geol. Portugal*, 53, 43-56 pp.

Pérez Estaún, A. (1978).- Estratigrafía y estructura de la rama Sur de la Zona Asturoccidental-leonesa. *Mem. Inst. Geol. Min. España*, 92, pp.1-51. Madrid.

Pérez Estaún, A & Martínez, F.J. (1978).- El Precámbrico del antiforme del Narcea, en el sector de Tineo-Cangas del Narcea (NW de España). *Trab. de Geología. Universidad de Oviedo*, 10: 367-377. Oviedo, España.

Pérez Estaún, A.; Marcos, A.; Martínez-Catalán, J.R.; Bastida, F. & Pulgar, J.A. (1992).- Estratigrafía de la Zona Asturoccidental-leonesa. *En: Paleozoico inferior de Iberoamérica (J.C. Gutiérrez Marco et al., eds)*. Universidad de Extremadura, 453-461. Badajoz, España.

Pulgar, J.A. (1980).- Análisis e interpretación de las estructuras originadas durante las fases de replegamiento en la Zona Asturoccidental-leonesa (Cordillera Herciniana, NW de España). *Tesis Doctoral, Universidad de Oviedo*. Oviedo, España.

Pulgar, J.A.; Bastida, F.; Marcos, A.; Pérez-Estaún, A.; Vargas, I. & Ruiz, F. (1981).- Mapa Geológico de España E 1:50.000 (2ª Serie), Hoja nº 100 (10-07) (Degaña). *IGME*, 35 pp. Madrid, España.

Quiroga, J.R.; Casares, A.; Mínguez, V. & Vidal, J.R. (1997).- La piedra de Galicia. *Xunta de Galicia*, 319 pp. ISBN: 84-453-2037-8.

Ramsay, J.G. (1967).- *Folding and fracturing rocks*. McGraw-Hill Books Co. 568 pp.

Rebollo Rodríguez, J.L.; Baltuille Martín, J.M.; Rey de la Rosa, J.; Delgado Gutiérrez, G.; González Lastra, J.; Hernáiz Huerta, P.P.; Maymó Assés, A.; Díaz de Neira, A.; Martín Serrano, A.; Chamorro Pozo, M.; Orellana, E.; Higueras, M.; Recio, A.; Pendás, F. & García Ramos, J.C. (1986).- Exploración lignítifera en la región Astur-Galaica y experiencia piloto en la Cuenca del Duero (Borde Zamorano-Leonés). *IGME (informe inédito nº 10.813)*, 4 vol. Madrid, España.

Riemer, W. (1963).- Entwicklung des Pälaozoïkums in der südlichen Provinz Lugo (Spanien). *N. Jb. Geol. Pälaont.*, 117: 273-285.

Riemer, W. (1966).- Datos para el conocimiento de la estratigrafía de Galicia. *Notas y Com. Inst. Geol. Min. España*, 81, 7-20.

ROC MAQUINA (2007).- La Piedra Natural de España. *Roc Máquina Ed.*, Bilbao.

Roel, J.; Toyos, J.M.; Díaz, L.A. & Ferrero, A. (1991).- Prospección de áridos en Galicia. *Documentos del Instituto Geológico y Minero de España*. 6 volúmenes, 995 pp. Madrid.

Ruiz, F. (1971).- Geología del Sector Norte del anticlinal del Narcea. *Breviora Geol. Astúrica*, 3, 39-46. Oviedo, España.

Schulz, W. (1835).- Descripción geognóstica del Reino de Galicia. *Gráficas Reunidas, S.A.* 176 pp. Madrid, España.

Suárez, A.; Barba, P.; Heredia, N. & Rodríguez Fernández, L.R. (1994).- Mapa geológico de la provincia de León. Escala 1:200.000. *IGME-Diputación de León*. Madrid.

Suárez, O. (1970a).- Estudio petrológico de los afloramientos plutónicos de la Zona Asturoccidental-leones (NO de España). *Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca*. Salamanca, España.

Suárez, O. (1970b).- Los granitos de Ponferrada (León). *Bol. Geol. Min.*, 86, 185-19. Madrid, España.

Suárez, O. & Corretgé, L.G. (1987).- Plutonismo y metamorfismo en las zonas Cantábrica y Asturoccidental-leonesa. En: "Geología de los granitoides y rocas asociadas del Macizo Hespérico". (F. Bea, A. Carnicero, J.C. Gonzalo, M. López-Plaza y M.D. Rodríguez Alonso, Eds.). *Rueda*, 13-23. Madrid, España.

Suárez, O. & Suárez del Río, L.M. (1976).- Estudio petrológico de los porfiroides precámbricos en la zona de Cudillero (Asturias). *Estudios geol.*, 32, 53-59. Madrid, España.

Suárez, O.; Corretgé, L.G. & Martínez, F.J. (1990).- West Asturias-Leonese Zone Distribution and characteristics of the Hercynian metamorphism. In: "Pre-Mesozoic Geology of Iberia" (R.D. Dallmeyer y E. Martínez García, Eds). *Springer-Verlag*, 129-133. Berlin. Alemania.

Suárez, O.; Ruiz, F. & Vargas, I. (1978).- Edades Rb-Sr de granitoides del Occidente de Asturias (NW de España). *Trab. de Geología. Universidad de Oviedo*, 10: 437-442. Oviedo, España.

Tena Dávila, N.; Capdevilla, R. (1975).- Mapa geológico de España. Escala 1:50.000 (2^a Serie). Hoja 47. *IGME*. Madrid.

Tollos, J.M. (1990).- Investigación de minerales silico-aluminosos en Galicia. *Documentos del Instituto Geológico y Minero de España*. Madrid. 2 Tomos (Memoria y Planos).

Vera, J.A. (editor) (2004). Geología de España. *Sociedad Geológica de España-IGME*, 890 pp. Madrid, España.

Villa, L. (1992). Estudio petrológico y geoquímico de las rocas volcanoclásticas de Lago-Fontarón (Lugo, España). *Tesis de Licenciatura. Universidad de Oviedo*. Oviedo, España.

Walter, R. (1963).- Beitrag zur Stratigraphie des Kambriums in Galicen (Nordwest Spanien). *N. Jb. Geo. Paläont.*, 117. 360-371.

Walter, R. (1966).- Resultados de investigaciones geológicas en el Noreste de la provincia de Lugo (NO de España). *Notas y Com. Inst. Geol. Min. España*, 78, pp. 7-16.

Walter, R. (1968).- Die geologie in der nordöstlichen Provinz Lugo (Nordwest Spanien). *Geotek. Forsch.*, 27, 30-70 p. Stuttgart.

XUNTA DE GALICIA-Conselleria de Ordenación Territorial y Obras Públicas (1979-1988).-
Datos de análisis y ensayos de granulares de canteras en Galicia.

Zamarreño, I. & Perejón, A. (1976).- El nivel carbonatado del Cámbrico de Piedrahita (Zona Asturooccidental-leonesa, NO de España): tipos de facies y faunas de arqueociatos. *Breviora Geol. Astúrica*. 20, pp 17-32.