

MAPA DE ROCAS
Y
MINERALES INDUSTRIALES
E. I: 200000

SANTIAGO DE COMPOSTELA

Hoja nº 7

11247

La presente hoja ha sido confeccionada por
CONSULTING DE INGENIEROS Y ECONOMISTAS S.A. (CIECSA)
en régimen de contratación con
el *Instituto Tecnológico GeoMinero de España*

EQUIPO DE TRABAJO

* Dirección y supervisión del Proyecto (I.T.G.E.)
Sección de Rocas y Minerales Industriales
Dirección de Recursos Minerales

* Director técnico (CIECSA)
Fernando Alfonso de Molina, Ing. Superior de Minas.

* Geología de campo e informes técnicos (CIECSA)
José Carlos Barros Lorenzo, Lic. en Ciencias Geológicas.
Liliana Jordan Arias, Lic. en Ciencias Geológicas.

* Ensayos y análisis
GEOLAB, S.A

Deseamos expresar muy especialmente al Dr. Ricardo Arenas
nuestro agradecimiento por los consejos brindados en la
elaboración de la síntesis geológica.

INDICE

1.	PRESENTACION	1
2.	INTRODUCCION	4
	2.1. SITUACION GEOGRAFICA	4
	2.2. ANTECEDENTES	6
3.	SINTESIS GEOLOGICO-MINERA	8
	3.1. SITUACION GEOLOGICA	8
	3.1.1. Dominio Esquistoso de Galicia - Tras - Os - Montes	8
	3.1.2. Dominio de los Complejos con rocas máficas y relacionadas	9
	3.1.3. Terciario (30)	15
	3.1.4. Cuaternario (40)	16
	3.2. TECTONICA	17
	3.3. ROCAS IGNEAS	20
	3.3.1. Ortogneis glandular de dos micas	20
	3.3.2. Ortogneis granítico de la Unidad Malpica-Tuy	20
	3.3.3. Metagabros	20
	3.3.4. Rocas graníticas hercínicas	20
	3.3.5. Rocas filonianas	28
	3.4. MINERIA	29
4.	DESCRIPCION DE EXPLOTACIONES E INDICIOS	31
	4.1. ANFIBOLITA (Anf)	32
	4.2. APLITA (Apl)	34
	4.3. ARCILLAS (Arc)	35
	4.4. ARENAS, GRAVAS y LEHM GRANITICOS (Are,Grv,Leh)	41
	4.5. CAOLIN (Kao)	45
	4.6. CUARZO (Qu)	50
	4.7. ESQUISTOS (Esq)	53
	4.8. FELDESPATO (Fel)	55
	4.9. GABRO (Gab)	56
	4.10. GNEIS (Gne)	58
	4.11. GRANITO (Gr)	60
	4.11.1. Granitos para áridos de trituración	61
	4.11.1.1. Ortogneis	62
	4.11.1.2. Granitoides de dos micas facies común, deformados ..	63
	4.11.1.3. Granitoides de dos micas facies común, no deforma-	65
	dos	
	4.11.1.4. Granitoides de dos micas facies porfídica, deforma-	66
	dos	
	4.11.1.5. Granitoides biotíticas facies porfídica deformados	67
	4.11.1.6. Granitoides inhomogeneos	68
	4.11.2. Granitos para rocas ornamentales	69
5.	EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL	74
6.	VALORACION MINERO INDUSTRIAL	79
	6.1. CONSIDERACIONES GENERALES.	79
	6.2. GALICIA	80
	6.3. ROCAS ORNAMENTALES	82
	6.4. ARIDOS NATURALES.	83
	6.5. ARIDOS DE MACHAQUEO.	84
	6.6. LADRILLERIA Y REFRACTARIOS	85
	6.7. CARGAS, FILTROS Y ABSORBENTES	86
	6.8. OTROS USOS	87
7.	CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES INDUSTRIALES	89
	7.1. ANFIBOLITAS	89
	7.2. APLITA	91
	7.3. ARCILLA COMUN	94
	7.4. ARENAS Y GRAVAS	97

7.5.	CAOLIN	98
7.6.	CUARZO	104
7.7.	ESQUISTOS	106
7.8.	FELDESPATO	107
7.9.	GABROS	110
7.10.	GNEIS	112
7.11.	GRANITOS	114
8.	USOS Y SECTORES ECONOMICOS DE CONSUMO DE LAS ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES.	118
8.1.	ROCAS ORNAMENTALES Y DE CONSTRUCCION	119
8.2.	ARIDOS NATURALES Y DE MACHAQUEO	123
8.2.1.	Aridos para hormigones	123
8.2.2.	Aridos para tratamientos con ligantes bituminosos, por penetra- cion.	126
8.2.3.	Aridos para bases de carreteras	129
8.2.4.	Subbases granulares	130
8.2.5.	Balasto de ferrocarriles	130
8.3.	ARIDOS LIGEROS	133
8.4.	CEMENTOS, CALES Y YESOS	135
8.4.1.	Cementos.	135
8.4.2.	Cales	137
8.4.3.	Yesos	138
8.5.	CERAMICA ESTRUCTURAL	139
8.6.	REFRACTARIOS	142
8.7.	LOZAS Y PORCELANAS	148
8.8.	VIDRIO	151
8.9.	INDUSTRIA QUIMICA	156
8.10.	ABRASIVOS	158
8.11.	CARGAS, FILTROS Y ABSORBENTES	161
8.12.	USOS AGRICOLAS	164
8.13.	FUNDENTES	166
8.14.	ARENAS DE MOLDEO	168
8.15.	AISLANTES	170
9.	RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	172
9.1.	RESUMEN	172
9.2.	CONCLUSIONES	175
9.3.	RECOMENDACIONES	177
10.	BIBLIOGRAFIA	179

1. PRESENTACION

1. PRESENTACION

El sector de rocas y minerales industriales ha experimentado en los últimos años un importante desarrollo, especialmente en el campo de los áridos, tanto naturales como de machaqueo. Esto ha sido como consecuencia la apertura de un gran número de explotaciones, así como el abandono de otras.

El dinamismo de este tipo de actividad trae como consecuencia la necesidad de desarrollar actualizaciones permanentes de los inventarios de las explotaciones tanto activas como inactivas. De esta manera, el ITGE ha iniciado a partir del año 1.988 una revisión de los mapas de rocas industriales a escala 1:200.000 a partir de una serie de normas nuevas recogidas en el **"Manual de metodología para la realización del Mapa de Rocas Industriales a Escala 1:200.000"** (ITGE, 1.988). La hoja "Lugo" a escala 1:200.000 (ITGE, 1.989) fue la primera en realizarse siguiendo estas normas. De la misma manera la Hoja "La Coruña" , N° 1 a escala 1:200.000, se ha realizado siguiendo estas directrices.

Para la elaboración de la presente memoria y su mapa correspondiente se han seguido las siguientes etapas de trabajo:

- * Una fase previa de gabinete:
 - Recopilación de bibliografía existente
 - Estudio de toda la zona por medio de fotografías aéreas

- * Una fase de campo:
 - Toma de datos de las Jefaturas de Minas de La Coruña y Lugo.
 - Inventario de todas las explotaciones activas, inactivas en indicios de interés.
 - Toma de muestras.

* Una fase final de ensayos y análisis y confección de la memoria y el mapa a escala 1:200.000.

Acompaña a la presente memoria la siguiente documentación complementaria:

- Fichas inventario de las explotaciones e indicios.
- Mapa a escala 1:200.000 de las explotaciones e indicios.
- Mapa a escala 1:200.000 de recursos y litotectos.
- Fotografías aéreas con explotaciones e indicios señalados.
- Mapas a escala 1:50.000 con la ubicación de las explotaciones.
- Informes de laboratorio.

2.- INTRODUCCION

2 INTRODUCCION

2.1 SITUACION GEOGRAFICA

La hoja a escala 1:200.000 N° 7 (1-2) "Santiago de Compostela" está delimitada por los paralelos 42° 40' 04" y 43° 20' 04" latitud Norte y los meridianos 8° 31' 10" y 9° 51' 10" de latitud W. La división de la misma en hojas 1/50.000 es la siguiente:

	43 (3-5)	44 (4-5)
67 (2-6)	68 (3-6)	69 (4-6)
92 (2-7)	93 (3-7)	94 (4-7)
	119 (3-8)	120 (4-8)

Administrativamente la zona estudiada abarca casi la totalidad de la provincia de "La Coruña" y el ángulo SE de la provincia de Pontevedra. Geográficamente se halla limitada por el océano Atlántico destacándose las rías de Noya, Corcubión, Camariñas, Corme y Lage.

El relieve general de la zona disminuye su altitud de E a W desde las sierras de dirección NNE-SSO, que aislan Galicia de la Meseta, hasta el Atlántico y el Cantábrico, no sin encontrar antes las sierras septentrionales y las interiores, tendidas en dirección NE-SO. La altitud máxima se alcanza en el Monte Gesteiras con 718 metros, (ángulo SE de la Hoja).

La red fluvial tiene como vertiente el Océano Atlántico. Los ríos tienen un recorrido corto, excepto el Ulla (115 Km de longitud y 2.764 Km² de cuenca) que termina en la ría de Arosa y el Tambre de 111 Km de largo, y donde se ubica el embalse de Barriede La Maza. Se destacan asimismo los ríos Allones, Grande y Jallas, en cuyo curso se encuentra el Embalse de Fervenza.

Entre las ciudades más importantes se destacan. Santiago de Compostela con 104.045 habitantes, Carballo (25.156 hab), Ortigueira (15.053 Hab.) y Ordenes con 11.676 Hab. (Fuente: INE, 1987).

La N-550 constituye la columna vertebral de las comunicaciones en el interior de Galicia, que une La Coruña y Vigo. Otras carreteras importantes son la N-525 de Zamora a Santiago, N-640 de Vegadeo a Pontevedra, C-543 de Santiago a Noya y C-547 de Lugo a Santiago.

Con respecto a la infraestructura portuaria destacan los puertos del Ferrol y La Coruña (que no están ubicados en ámbito de Hoja), que por su proximidad los señala como un factor determinante para el comercio exterior de algunas de las sustancias que extraen en la zona. También, se debe destacar el puerto de Laxe que se utiliza para la comercialización internacional de los caolines del yacimiento de Vimianzo-Baiñas.

El acceso de la región por ferrocarril se hace desde dos puntos, por el sur desde Portugal y el otro desde el SE de Galicia, que comunica con Madrid.

2.2. ANTECEDENTES

A partir del año 1.970 en el que el Ministerio de Industria y Energía inicia el Plan Nacional de Investigación Minera (P.N.I.M) el I.T.G.E comienza a desarrollar una serie de actividades encaminadas a la promoción de determinadas sustancias minerales. Dentro del sector de las rocas industriales, y en concreto con respecto al mapa "Santiago de Compostela" a escala 1:200.000 se destacan:

- Mapa de rocas industriales escala 1:200.000 del año 1.973.
- Inventario Nacional de rocas y minerales industriales. Año 1.973-1.979.
- Mapa metalogénico a escala 1:200.000. Año 1.975.

Asimismo se han realizado una serie de estudios sectoriales sobre arcillas (1.984), granitos ornamentales (1.973-1.988), estudios sobre cuencas terciarias (1.972), caolín (1.979), y catálogos sobre granitos ornamentales (1.986).

3.- SINTESIS GEOLOGICO-MINERA

3. SINTESIS GEOLOGICO-MINERA

3.1. SITUACION GEOLOGICA

La hoja N°7 (1-2), "Santiago de Compostela", escala 1:200.000, está situada al noroeste del Macizo Ibérico, en la denominada Zona de Galicia Tras - Os - Montes (Farias et. al., 1.987, Arenas et. al., 1.988) actualmente separada de la Zona Centro-Ibérica de Julivert (1.972). Sus características más importantes son a) la presencia de complejos alóctonos con rocas máficas y relacionadas ; b) la existencia de un magmatismo hiperalcalino de edad ordovícico inferior y medio y c) un vulcanismo importante de edad Silúrica.

La zona de Galicia - Tras-Os-Montes (ZGTM) representa un sector interno de la cadena hercínica y se halla superpuesta tectónicamente sobre la zona Centro-Ibérica. Su característica más notable es la intensidad y extensión del metamorfismo y magmatismo hercínicos, así como la remarcable ductilidad de la deformación que se asocia a diferentes generaciones de estructuras. Dentro de esta zona se pueden distinguir dos dominios independientes:

- 1.- Dominio Esquistoso de Galicia - Tras - Os - Montes (DE)
- 2.- Dominio de los Complejos con rocas máficas y relacionadas (DC)

3.1.1. Dominio Esquistoso de Galicia - Tras - Os - Montes

Las sucesiones litológicas están extensamente intruidas por granitos hercínicos. Las rocas predominantes de este dominio son esquistos y paragneises, junto con cantidades subordinadas de ampelitas, cuarcitas y rocas calcosilicatadas. En los niveles inferiores del dominio también llegan a ser abundantes las rocas ortoderivadas de carácter volcánico o subvolcánico. Estos

materiales se hallan en contacto con materiales de naturaleza similar a los pertenecientes a la banda Malpica - Tuy de las que se diferencian fundamentalmente por los niveles cuarcíticos y encontrarse afectados por procesos de migmatización más o menos intensos. Los materiales están afectados por una deformación polifásica hercínica, contemporánea con el desarrollo de metamorfismo y por un importante magmatismo granítico también hercínico.

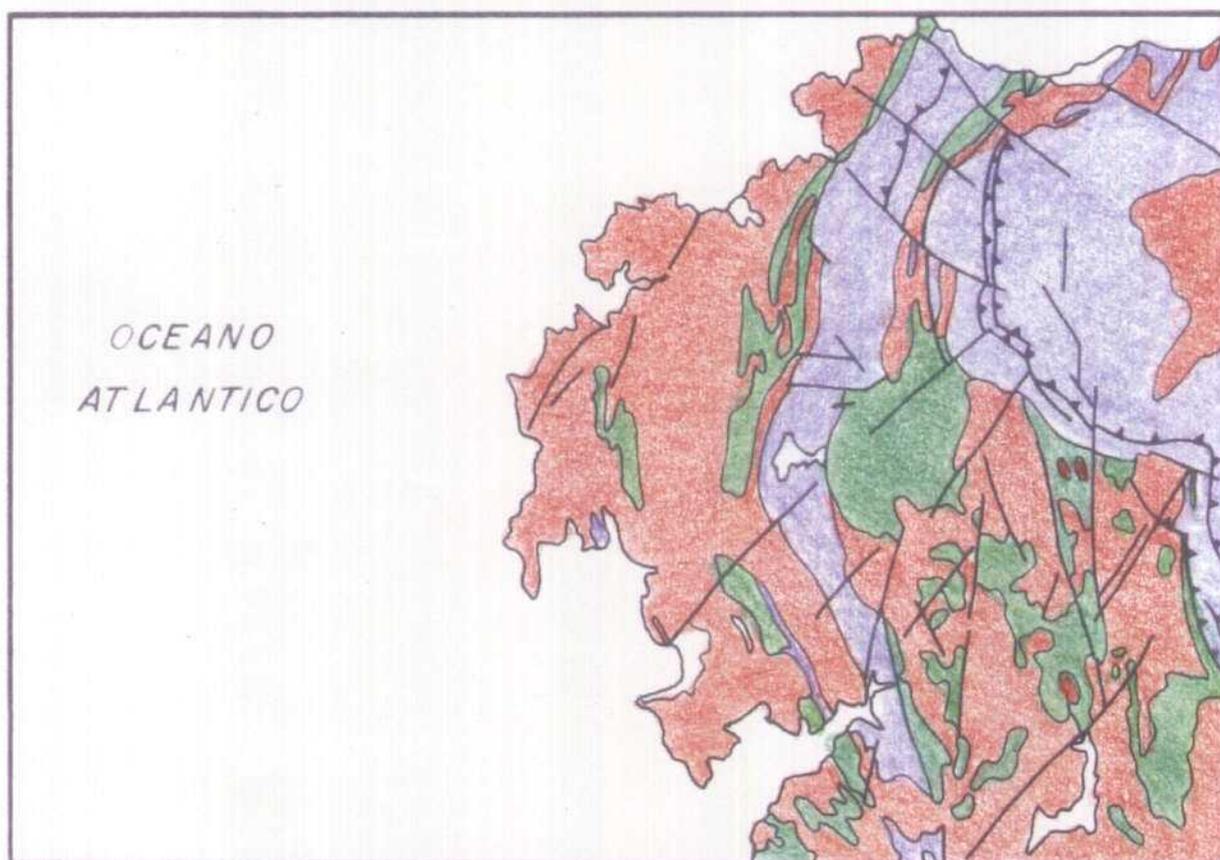
3.1.2. Dominio de los Complejos con rocas máficas y relacionadas

Este dominio ocupa la posición estructural culminante en el noroeste del Macizo Ibérico. Los complejos han sido preservados de la erosión en el núcleo de amplias sinformas de tercera fase de deformación hercínica que representan "klippes" residuales de un gran apilamiento de mantos. Son cinco complejos que forman parte de este dominio de los cuales sólo afloran en la región de estudio los Complejos de Ordenes y la Banda Malpica - Tuy . El Complejo de Ordenes se encuentra formado por varias unidades alóctonas independientes, que muestran diferentes asociaciones litológicas, características geoquímicas y evoluciones tectonometamórficas. Por el contrario la Banda Malpica-Tuy está constituida por un conjunto de materiales relacionados, pertenecientes a una unidad alóctona individual que forma parte de la lámina basal.

De acuerdo con Arenas et.al. (1.986) el dominio de los Complejos está constituido por un mínimo de siete unidades alóctonas independientes, separadas entre sí y del Dominio Esquistoso por cabalgamientos mayores. Los cabalgamientos de menor entidad son también frecuentes en el interior de algunas unidades que aparecen por esta razón como conjuntos fuertemente deformados y fragmentados.

La denominación de las unidades, de base a techo, y de acuerdo con el

ESQUEMA TECTONICO



Escala 1:1.000.000

ZONA DE GALICIA-TRAS-OS-MONTES



Dominio esquistoso



Rocas graníticas hercínicas



Dominio de las rocas basicas y relacionadas

orden de apilamiento, es como se enumera a continuación:

- U₁: Unidad basal de metasedimentos, ortogneises y metabasitas localmente eclogitizadas.
- U₂: Unidad de metasedimentos epizonales.
- U₃: Unidad ofiolítica epizonal inferior.
- U₄: Unidad catazonal inferior.
- U₅: Unidad ofiolítica epi-mesozonal superior.
- U₆: Unidad catazonal superior.
- U₇: Unidad culminante de metabasitas, metasedimentos y ortogneises.

La Unidad basal (U₁) constituye la totalidad de la Banda Malpica - Tuy y el nivel inferior del Complejo de Ordenes en su sector occidental. Está constituida por ortogneises de afinidad calcoalcalina y metasedimentos, junto con una menor proporción de rocas básicas (eclogitas, retroeclogitas, y anfibolitas) y ortogneises alcalinos y peralcalinos.

La Banda Malpica -Tuy afectada por un metamorfismo de alta presión y temperatura media, que alcanza condiciones apropiadas para la formación de eclogitas de tipo C, así como una retrogradación posterior hasta la facies de los esquistos verdes. En la parte occidental del Complejo de Ordenes, el metamorfismo es sincrónico con la tectónica tangencial y prograda desde la facies de los esquistos azules hasta la de las anfibolitas epidóticas.

La Unidad de metasedimentos epizonales (U₂) y la ofiolítica epizonal inferior (U₃) no afloran en el ámbito de la Hoja, encontrándose únicamente en el área del Complejo de Cabo Ortegale.

La unidad catazonal inferior y la catazonal superior (U₄, U₅) están

representadas en el Complejo de Ordenes. Está formada por un conjunto litológico muy variado de que incluye rocas básicas (eclogitas, granulitas de alta presión, anfibolitas y metagabros), ultrabásicas (metaperidotitas y metapiroxenitas), paragneises y ortogneises.

La unidad ofiolítica epi-mesozonal superior (U₆) está formada por gruesos paquetes de metagabros, anfibolitas y rocas ultramáficas.

La unidad culminante (U₇) forma parte del Complejo de Ordenes y está constituido por metabasitas con intercalaciones lenticulares de rocas ultramáficas, metasedimentos y rocas intrusivas prehercínicas con composiciones variables entre granodioritas y gabros.

Complejo de Ordenes

El Complejo de Ordenes se considera un apilamiento de mantos (Martínez Catalán, 1.984). De esta manera el Complejo se encuentra emplazado tectónicamente sobre el dominio Esquistoso de Galicia Tras - Os - Montes existiendo asociada una fuerte deformación de cizalla, que da lugar a una deformación generalizada en las rocas y al desarrollo de numerosos cabalgamientos que hacen complicada su estructura interna.

La posición de estas láminas se mantiene en ocasiones próxima a la horizontal, aunque por lo general presenta un buzamiento variable como consecuencia del replegamiento posterior y de la actuación de importantes fallas subverticales, que configuran la estructura actual del Complejo. Está formado por las siguientes unidades:

- Unidad Carballo-El Pino

- Unidad Agualada
- Unidad Santiago
- Unidad de Malpica-Tuy

Unidad Malpica-Tuy (U₁)

Esta unidad anteriormente denominada "fosa blastomilonítica" (DEN TEX & FLOOR, 1.967), posteriormente "Complejo de Noya" (Naval et. al., 1.981), aflora en una franja de 4 y 9 km de ancho que partiendo de la región de Malpica al norte de la Hoja, la recorre marcando el arco de la virgación hercínica, con su parte meridional fuera de los límites de la misma. Presenta como materiales dominantes, metasedimentos con metablastos de plagioclasa y gneises félsicos con intercalaciones de rocas básicas con metamorfismo de alto grado (eclogitas, retroeclogitas y anfibolitas granatíferas).

Constituye parte de la Unidad Basal (U₁) y considerando la asociación litológica de la unidad, sus características geoquímicas, su evolución tectonometamórfica, lo más probable es que represente un fragmento de un margen continental con una historia compleja (Arenas et. a. 1.986). Este margen fue subducido al comienzo del ciclo orogénico Hercínico, siendo posteriormente exhumado y cabalgado por varias láminas alóctonas, algunas de afinidad oceánica, durante la colisión final.

Unidad de Santiago (U₂)

La Unidad de Santiago se sitúa en la parte basal de complejo en su sector occidental. Se halla formada por un conjunto de materiales que constituyen una asociación litológica característica que la diferencia del Dominio Esquistoso de Galicia Tras-Os- Montes. La parte inferior de esta unidad en el sector norte está

en contacto, mediante un falla normal, con esquistos y migmatitas penetran en la unidad y obliteran el contacto cabalgante.

La parte inferior de la sucesión está formada por esquistos y cuarzoesquistos con escasas intercalaciones de anfibolitas y gneises leucocráticos. Sobre éstos apoya el gneis de Santiago, de edad Ordovícico inferior. En su interior se encuentran cuerpos lenticulares de tamaño métrico de anfibolitas granatíferas. Por encima, se dispone de una sucesión de esquistos, cuarzoesquistos y esquistos con porfidoblastos de albita y grante, con frecuentes intercalaciones de anfibolitas de espesores que oscilan entre 1 y 30 metros, y más raramente de delgados niveles de gneises leucocráticos.

La deformación sufrida por los materiales de la Unidad Santiago es polifásica y la foliación corresponde a una segunda fase, durante la cual se desarrollan distintos tipos de microestructuras de que dependen del tipo de material y grado de evolución.

Unidad Agualada (U₄)

Esta unidad es una delgada lámina alóctona de unos 350 metros de espesor, intercalada tectónicamente entre las unidades de Santiago y Carballo-El Pino, que se apoya en su parte superior (Díaz García, 1.986). Desde el punto de vista litológico, está formada por gneises que presentan inclusiones de rocas máficas, anfibolitas granatíferas, de tamaño métrico.

Unidad Carballo-El Pino (U₃, U₇)

Esta unidad se apoya tectónicamente sobre las unidades de Santiago y de Agualada. Comprende una gran variedad de materiales y una región muy extensa

dentro del Complejo de Ordenes En su parte basal se hallan una alternancia de rocas máficas y ultramáficas, anfibolitas homogéneas y bandeadas, por encima de los cuales se sitúan una sucesión de esquistos, paragneises y migmatita, en los que se encuentran emplazados cuerpos de gabros, y en menor proporción de ortogneises. La parte superior de esta unidad está formada por una sucesión de metapelitas alternancias de metagrauvas y metapelitas. Todos estos materiales se hallan afectados por un metamorfismo medio a alto, con intensidad creciente hacia la base de la unidad y por una deformación D_2 .

Está formada por la siguiente sucesión litológica:

Alternancia de rocas máficas y ultramáficas (4): Estas rocas aparecen formando una franja de decenas de Km de longitud y unos dos Km de ancho.

Gabronoritas y anfibolitas homogéneas (3): Estas rocas ocupan gran extensión dentro de la unidad siendo en su mayor parte anfibolitas homogéneas, dentro de las cuales se encuentran escasos cuerpos de gabronoritas preservadas de la deformación.

Anfibolitas bandeadas (4): Los tipos de anfibolitas más importantes que constituyen estas láminas son anfibolitas bandeadas.

Esquistos, paragneises y migmatitas (2): Estos materiales son los que ocupan mayor extensión dentro de la Unidad de Carballo- El Pino y están constituidos por esquistos y paragneises que se sitúan por encima de las anfibolitas bandeadas y presentan intercalaciones de éstas. Poseen una deformación D_2

Gabros de Monte Castelo y ortogneises (1): Los dos tipos de rocas

aparecen íntimamente ligados, se los encuentra en forma discontinua a lo largo de todo el Complejo y hacia la parte basal de la sucesión metasedimentaria de Ordenes. Los gabros de tipo Monte Castelo tienen por lo general un carácter homogéneo a escala del afloramiento y un aspecto masivo. Sólo en escasas ocasiones se encuentran diques de grano más fino y otros de aspecto pegmatoide.

Metapelitas y filitas negras (2): Estas rocas se sitúan sobre los esquistos, paragneises y migmatitas en dos estructuras sinformales en la parte central del Complejo de Ordenes y presentan un espesor aparente de unos 800 metros. Tienen un aspecto uniforme con numerosas venas de cuarzo. Son frecuentes los lechos grafitosos con pirita.

3.1.3. Terciario (30)

Dentro de la superficie de la Hoja, se encuentran dos afloramientos importantes de materiales terciarios. El primero de ellos, situado al NE, en el municipio de Laracha y el segundo en la zona de Bertamirans, en el SE.

La cuenca de Laracha que ocupa aproximadamente 1 km² está relacionada con una falla tardía de dirección ONO-ESE, paralela a la falla de Baldayo, que constituye el límite norte de esta cubeta, siendo el contacto sur discordante con los materiales migmatíticos sobre los que se apoya.

La cuenca de Bertamirans, situada en el tercio Sw de la Hoja, ocupa una extensión cercana a los 6 Km². Presenta escasos afloramientos básicamente arcillo-arenosos, que se hallan enmascarados por depósitos posteriores.

3.1.4. Cuaternario (40)

Está representado ampliamente en toda la superficie de la Hoja y corresponde a depósitos de muy diverso origen. Se encuentran los situados sobre la antigua superficie de erosión costera y las playas levantadas, considerados como pleistocenos y por otro, los depósitos aluviales y de fondo de vaguada, coluviones, campos de dunas, marismas y playas actuales, que junto con el grupo de materiales indiferenciados, se datan como Holocenos.

3.3. ROCAS IGNEAS

3.3.1. Ortogneis glandular de dos micas

Los afloramientos están distribuidos en gran parte de las áreas del Dominio Esquistoso, estando afectados por la primera fase de la deformación hercínica.

3.3.2. Ortogneis granítico de la Unidad Malpica-Tuy

Son rocas emplazadas en la unidad del mismo nombre fuertemente deformados por la orogénesis hercínica. La intrusión de estos ortogneises está acompañada por un episodio de actividad filoniana básica que dará lugar a las ortoanfibolitas.

3.3.3. Metagabros

Forman parte de los Macizos de Monte Castelo, Oza y Barrañán. Los gabros presentan un carácter masivo y su tamaño varía de grano grueso a fino. Asociados a ellos se encuentra una mineralización intramagmática con pirrotina, pentlandita y calcopirita diseminadas.

3.3.4. Rocas graníticas hercínicas

Ocupan gran parte de los afloramientos de la Hoja. Para su descripción se

GRANITOIDES SINCINEMATICOS	EMPLAZAMIENTO RELATIVAMENTE PROFUNDO (GRUPO I)	Dos micas Inhomogéneos Biotíticos
	EMPLAZAMIENTO SOMERO (GRUPO II)	
GRANITOIDES POSTCINEMATICOS	EMPLAZAMIENTO SOMERO (GRUPO III)	Dos micas Biotíticos Biotítico-anfibólicos

Esta clasificación tiene un cierto grado cronológico que está determinado por la relación de unidades respecto a la tercera fase de deformación hercínica. Sin embargo la edad absoluta de esta fase y su duración en la zona estudiada es complicada. De acuerdo, a esta clasificación los macizos graníticos que afloran en el área de influencia de la hoja 1:200.000 de Santiago de Compostela se agrupan de la siguiente manera.

Granitos sincinemáticos de emplazamiento relativamente profundo:GRUPO I

Granitos de dos micas

Macizo de Vilarcloa
Conjunto granítico de Santiago
Conjunto granítico de Padrón
Alineación granítica de Barbeito-Monte Neme-Pico da Meda
Alineación granítica de Lage-Dumbría-Muros-Barbanza

Granitoides inhomogéneos

Conjunto La Estrada
Conjunto Monte Freito
Conjunto Camariñas

Granitoides biotíticos

Macizo de Negreira
Macizo de Bayo
Macizo de Mugá
Macizo de Finisterre

Granitos sincinemáticos de emplazamiento somero: GRUPO II

Complejo granítico de La Coruña
Macizo de Varilongo
Conjunto granítico de Carnes
Macizo de La Ruña
Macizo de Vilardoa

Granitos postcinemáticos de emplazamiento somero: GRUPO III

Granitos de dos micas

Macizo de El Confurco

Granitoides biotíticos

Macizo de Traba
Macizo El Pindo
Macizo El Pando

GRUPO I: Granitos sincinemáticos de emplazamiento profundo

El Grupo I abarca las unidades que son al mismo tiempo sincinemáticas con la tercera fase de deformación hercínica y son de emplazamiento relativamente profundo. Este grupo presenta ciertas características que le otorgan una naturaleza mesozonal a meso-catazonal.

Estas características son:

- A) Parte de las unidades afloran en masas alargadas cuyos ejes longitudinales, son paralelos a las estructuras regionales del hercínico de forma concordante.
- B) Las unidades son difíciles de delimitar frente a rocas encajantes debido a la penetración de los granitos en forma de apófisis, diques y filones.
- C) Las unidades en general no muestran un claro zonado.
- D) No se observan facies de borde de enfriamiento rápido.
- E) Varias unidades son difíciles de delimitar ante las rocas magmáticas mesocatazonales.
- F) La mayoría de las unidades intruyen sobre metasedimentos de un grado de metamorfismo alto y pocas veces están localmente en contacto con metasedimentos epizonales.

El Grupo I según los mismos trabajos se puede subdividir de la siguiente manera.

Subgrupo IA = Granitos muscovíticos
Subgrupo IB = Granitoides inhomogéneas
Subgrupo IC = Granitoides predominantemente biotíticos

Subgrupo IA:

Este subgrupo constituye una unidad homogénea formado por granitos del tipo muscovítico con un predominio neto de la muscovita sobre la biotita. Se caracteriza además, por una heterogeneidad alta que se manifiesta a nivel de la propia unidad y a escala de afloramiento causada por variaciones texturales, cambios en la proporción de biotita muscovita y por abundantes diferenciados tardíos. Ello es debido en parte a las distintas intrusiones dentro de una misma unidad, varias de las cuales se pueden considerar como compuestas. Posee además, manifestaciones bien desarrolladas de filones tanto intro como extragraníticos que se manifiestan en forma de leucograníticos, rocas aplíticas, pegmatíticas y aplopegmatíticas.

Existen pocos indicios de mineralizaciones de interés económico. La alineación Barbeito-Monte Neme-Pico da Meda existen filones de cuarzo mineralizados con casiterita y wolframita. También se conocen algunos indicios de casiterita en filones cuarzo en los sectores Dumbría y Muros-Bardanza de la alineación Lage-Dumbría-Muros-Bardanza.

Por último cabe señalar que este subgrupo está a veces caolinizado existiendo explotaciones de caolín en la alineación granítica de Lage-Dumbría-Muros-Bardanza.

Subgrupo IB

Este subgrupo reúne a los llamados granitoides inhomogéneos. Se caracteriza por una heterogeneidad muy fuerte que se manifiesta principalmente a nivel de afloramiento. En la hoja de Santiago de Compostela se hallan los granitoides inhomogéneos de Monte Freito, Camariñas y La Estrada. Debido a su

fuerte heterogeneidad este Subgrupo está representado por una amplia variedad de rocas que varían desde una tonalita y un granito muscovítico. En los conjuntos de Monte Freito y Camariñas se encuentran a menudo granitoides relativamente básico del tipo adamellitas, granodioritas y tonalitas de tendencia trondhjemítica.

En el granitoide inhomogéneo de Camariñas se conocen algunos yacimientos de Sn y W asociados a filones de cuarzo. En el conjunto de Monte Freito se sitúa un importante yacimiento de Sn y W asociado a filones de cuarzo (Mina de San Finx).

En el conjunto La Estrada y en menor proporción en el Monte Freito son abundantes las masas irregulares, filones, diques y venas de leucogranitos, aplitas y pegmatita tanto concordantes como discordantes con las estructuras de las fases principales.

Subgrupo IC

Este subgrupo abarca a todos los conjuntos en que predomina la biotita con excepción del Macizo de Mugía. Forma un conjunto homogéneo y bien definido.

Los macizos tienen una textura porfídica y de forma muy variada. Está fuertemente inyectado por filones diques y masas irregulares de granitos muscovítico-biotíticos, pegmatitas, aplitas y pegmatitas.

Sólo los macizos de Mugía y Finisterre son excepciones. Dentro y en las proximidades de este subgrupo no se observan mineralizaciones de interés económico.

GRUPO II: Unidades sincinemáticas de emplazamiento somero

El Grupo II abarca aquellas unidades que indican que han sido afectadas por una deformación D₃ hercínica, así como un emplazamiento somero.

Los indicios que señalan un emplazamiento es poco profundo son:

- a) Presencia en algunos casos de facies de borde con características de borde con característica de facies de enfriamiento rápido.
- b) Se puede demostrar una íntima relación con los pórfidos.
- c) En varias unidades se observa una zonación clara más o menos concéntrica.
- d) Los plutones están bien circunscritos excepto los conjuntos de Barnés y Vilardoa y el Macizo de Ruña.
- e) Son claramente deformantes respecto a la Orogenia Hercínica.
- f) Las unidades pueden aparecer en zonas con un bajo metamorfismo regional.

Una diferencia neta con el Grupo I, es que las rocas aplíticas y pegmatíticas suelen estar bien separadas, formando cada uno sus propios cuerpos.

Subdivisión del Grupo II

Se puede distinguir por un lado un subgrupo de unidades compuestas principalmente por granitoides esencialmente biotíticos que no afloran en la zona de estudio y por otro lado unidades compuestas especialmente por granitos muscovíticos-biotíticos un halo muscovítico que son: el Macizo La Ruña, Varilongo y los conjuntos graníticos de Vilardoa y Barnés. El complejo de La Coruña no encaja dentro de esta clasificación, extendiéndose el rango composicional desde

una tonalita a un granito albitico-holomuscovítico. Como una subdivisión de carácter indicativo Bellido et. al. (1.987) propone la siguiente clasificación.

Subgrupo II A: formada por granitoides principalmente biotíticos que no afloran en la Hoja.

Subgrupo II B: Unidades compuestas por granitos muscovíticos-biotíticos. Esta representado por:

- Macizo La Ruña.
- Macizo Varilongo.
- Conjunto granítico de Barnés.
- Conjunto granítico de Vilardoa.

Subgrupo II C: Compuesto por unidades muy heterogéneas, representado por el Complejo de La Coruña en el cual se pueden distinguir a su vez subunidades compuestas principalmente por granitoides biotíticos con el Macizo La Selva y subunidades formadas por granitos especialmente muscovíticos-biotíticos o muscovíticos como el Macizo de Orro y el conjunto granítico de Monticaño.

Las manifestaciones filonianas en el Grupo II son de muy poca importancia. Las pegmatitas son muy escasas al igual que los filones de apilitas y aplogranitos. Algunos macizos están relacionados con mineralizaciones de Sn y W como los de La Silva, La Ruña y Varilongo. Se encuentran asociados a filones neumatóliticos-hidrotermales de cuarzo intragranítico de los cuales el más importante es el del Macizo de Varilongo donde se encuentran las Minas de Santa Comba.

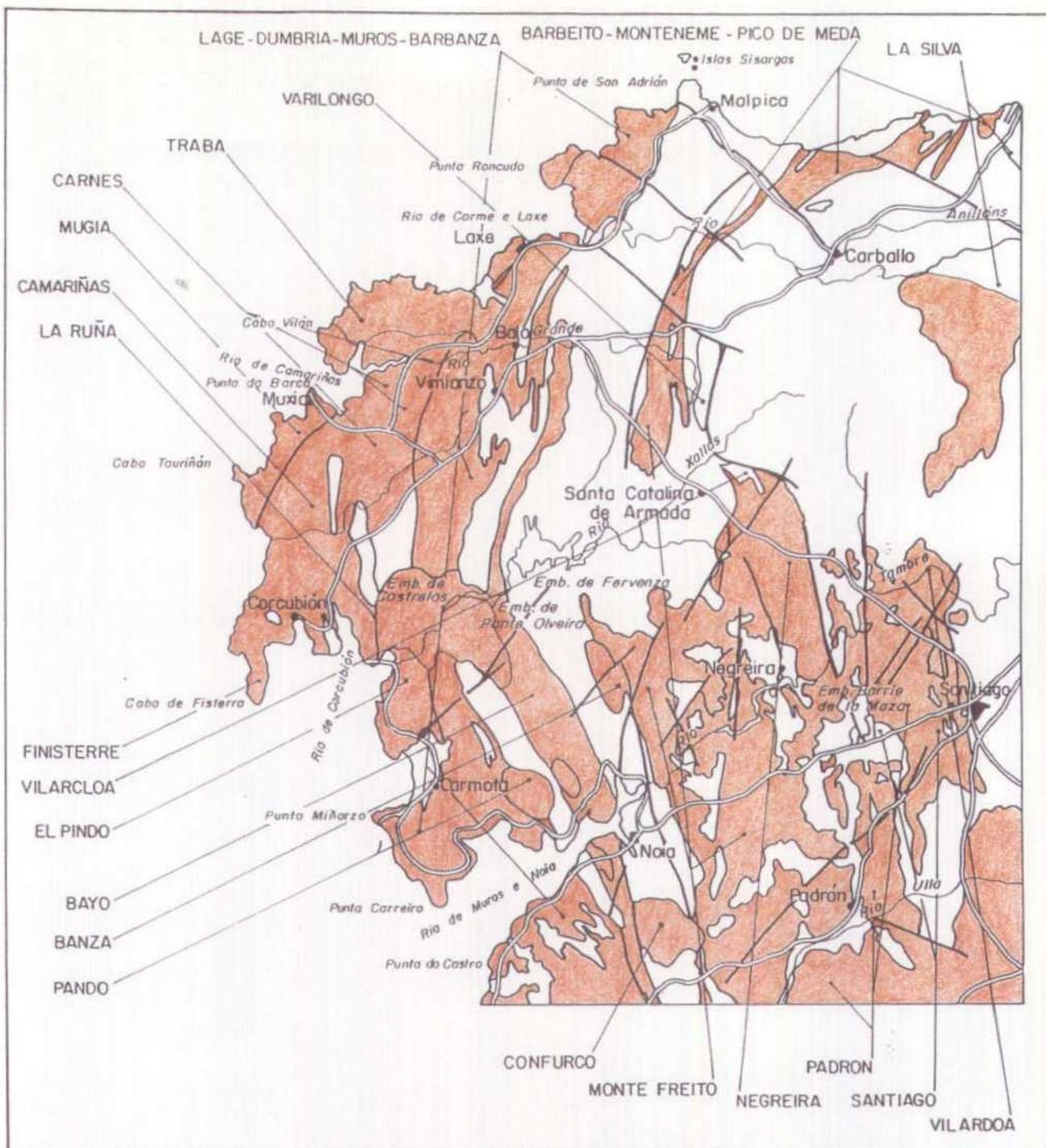
GRUPO III: Granitos postcimemáticos de emplazamiento somero

Este grupo incluye a las unidades de emplazamiento somero que cortan las estructuras generadas por la tercera fase de la deformación hercínica. La posterioridad de la deformación de D_3 , es la única diferencia significativa con el Grupo II.

Los macizos están bien circunscritos mostrando contactos netos y regulares. Las formas de los afloramientos son elípticos o subcirculares. La aureola de apófisis o diferenciados pegmatíticos y aplíticos alrededor de los macizos está por lo general poco o muy poco desarrollada.

Subdivisión del Grupo III

La subdivisión del Grupo III es difícil porque existe una gran variedad composicional de unidades que van desde muy graníticas a muscovíticas y biotíticas. Además, varias de las unidades están zonadas o compuestas por distintas intrusiones sin que sea posible saber cual es la facies que predomina sobre las otras. Las unidades del Grupo III son claramente intrusivas en la roca encajante y discordantes con las estructuras hercínicas. No solamente intersectan los elementos estructurales en detalle sino también a escala regional. Las manifestaciones filonianas son de poca importancia destacando los filones de cuarzo que son de gran interés económico los del tipo neumatolítico-hidrotermal mineralizados (Sn, W, Mo). Estos se encuentran asociados a unidades muscovítico-biotíticas. Existen yacimientos de minerales de interés económico con Sn, W, Au, Ag, Mo. El yacimiento de San Finx (Sn,W) aún en explotación activa, tiene posible relación con el Macizo de Confurco.



CUERPOS GRANITICOS DE LA HOJA ~~Nº 7~~

ESCALA 1: 500.000

FUENTE: I.T.G.E. 1987

3.3.5 Rocas filonianas

El conjunto filoniano es, en general, de composición ácida, siendo los diques de aplitas, pegmatitas y cuarzo, los más abundantes de todo el conjunto. La geometría general es rectilínea, aunque en la zona de Mugia-Dumbria, se presentan diques anulares de gran diámetro.

3.4 MINERIA

La actividad de la minería metálica de la zona consiste principalmente en un número muy elevado de explotaciones rudimentarias actualmente abandonadas con mayor entidad. Destacan por su importancia las Minas de Monteneme, Santa Comba y Minas de San Finx. Las mineralizaciones son esencialmente de estaño y wolframio estando asociadas a la orogenia hercínica. Cabe señalar además, que los yacimientos de arsénico-oro están abandonados y los de niobio-tántalo al estar ligados a la asociación de estaño-wolframio presentan multitud de indicios en el área de Noya.

4.- DESCRIPCION DE EXPLOTACIONES E INDICIOS

4 DESCRIPCION DE EXPLOTACIONES E INDICIOS

Para la ejecución de la presente Hoja se han visitado un total de 308 puntos de extracción e indicios, de las cuales se han inventariado 88 (del 1 al 82) considerados como de mayor interés.

Con el objeto de no perder información de cara a futuras actuaciones, también se relacionan en el anexo los indicios o explotaciones abandonadas de interés secundario, no inventariadas, numeradas del 201 al 420. En estos puntos se citan entre otros datos: la sustancia objeto de explotación, coordenadas U.T.M. y causa o motivo aparente para la no realización de su registro.

En la relación ordenada de explotaciones e indicios que se realiza a continuación, se describen de un modo breve las características de las zonas, explotaciones y yacimientos de interés. Los datos de producción reflejados corresponden en su mayor parte, a los obtenidos en las Jefaturas Provinciales de Minas y en algunos casos a los datos aportados por los productores. Por último, se exponen los resultados de los ensayos realizados indicando en cada caso los usos posibles y el grado de ajuste a las especificaciones industriales de los mismos.

Las rocas y minerales industriales de interés en la Hoja N° 7, "Santiago de Compostela" son los siguientes:

Anfibolita	Esquisto
Aplita	Feldespatos
Arcilla	Gabro
Arena y grava	Gneis
Caolín	Granito
Cuarzo	

4.1 ANFIBOLITA (Anf)

Se han inventariado dos puntos de extracción de esta sustancia de los cuales uno está en actividad y el otro se encuentra abandonado.

ANFIBOLITA

Nº	FORMACION	HOJA 1/50000	UTM(X)	UTM(Y)	UTM(Z)	ESTADO	RESERVAS
6	3	44	527,4	4789,92	250	EB	M
37	3	69	531,6	4764,36	400	EA	A

Ambas explotaciones se sitúan en la Unidad de Carballo - El Pino perteneciente al Complejo de Ordenes. Se trata de anfibolitas de bandeado composicional y una foliación bien desarrollada, marcada fundamentalmente por anfibolitas. Su textura es granoblástica de grano medio a fino equigranular. Mineralógicamente están compuestas por anfíbol, plagioclasa, clinopiroxeno, epidota, granate, esfera y sulfuros.

La explotación inactiva (6) se sitúa al norte de Carballo en el límite de los términos municipales de Carballo y Laracha. La única explotación activa (punto 37) se localiza en el paraje Pedra Facha perteneciente al término municipal de Val do Dubra. La empresa explotadora dispone de dos plantas de machaqueo, una a pie de cantera y la otra al Oeste en una explotación actualmente inactiva. La producción es de 304.660 Tm/año, empleadas en su mayor parte para consumo propio como aglomerados asfálticos.

Los resultados obtenidos en la muestra recogida en los puntos 37 y 6 son:

Estabilidad ante el SO ₄ Mg	8,98 %
Desgaste de Los Angeles	(E)19,12 % (A)12,55 %
Adhesividad al betún	>95 %
Absorción de agua	0,46 %
Peso específico	3,10 gr/cm ³
Equivalente de arena	87,39%

Según estos resultados los materiales son aptos para su utilización en capas de rodadura, balastos y diferentes bases. La presencia de sulfuros metálicos en la roca, puede resultar peligrosa para su utilización en hormigones siendo recomendable efectuar previamente ensayos para determinar el porcentaje en compuestos de azufre.

4.2 APLITA (Apl)

Con el fin de caracterizar en lo posible los distintos tipos litológicos en las hojas, se ha inventariado una antigua explotación abandonada de esta roca filoniana, situada en el Alto de Cabral, perteneciente al término municipal de Vimianzo.

APLITA

Nº	FORMACION	HOJA 1/50000	UTM(X)	UTM(Y)	UTM(Z)	ESTADO	RESERVAS
33	26	68	496,18	4765,12	400	EB	M

Según la memoria del Mapa Geológico de España E:1/200.000, corresponde a un afloramiento de microgranito porfídico de considerables dimensiones. Los minerales principales son: cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, biotita y a veces clorita y anfíbol. La matriz es granofídica y los fenocristales son de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y biotita.

Los resultados de los ensayos y análisis efectuados en el punto 33 son los siguientes:

Análisis químico

SiO ₂	69,81 %
Fe ₂ O ₃	3,54 %
TiO ₂	0,36 %
Cr(p.p.m)	8 %

Desgaste de los Angeles

34,16 %

El valor moderadamente elevado del coeficiente de desgaste aconseja su uso en bases y subbases granulares, zahorras, etc.

4.3 ARCILLAS (Arc)

Se han inventariado 6 puntos de extracción de arcilla repartidas en diferentes áreas de la Hoja, tratándose en su mayor parte de explotaciones de carácter intermitente.

ARCILLA

Nº	FORMACION	HOJA 1/50000	UTM(X)	UTM(Y)	UTM(Z)	ESTADO	RESERVAS
3	3	44	517,72	4792,20	125	EA	M
7	30	44	532,2	4790,70	170	EA	A
24	40	69	525,1	4778,08	150	EA	M
26	3	69	520,5	4775,45	400	IN	M
80	40	120	525,4	4726,30	140	EB	M
81	40	120	527,4	4728,3	100	EI	B

El tipo de explotación utilizado es "cielo abierto corta". Los bancos inferiores permanecen inundados gran parte del año, debido a la impermeabilidad del terreno y a la alta pluviometría de la zona. Las explotaciones tienen un funcionamiento estacional, por lo que las industrias trabajan con el material acopiado en los meses de verano. El arranque se efectúa mediante palas excavadoras, empleándose camiones para el transporte hasta los centros de transformación (cerámicas).

La producción de arcillas que supera las 215.000 Tm/año se destina a la fabricación de ladrillería y refractarios. Las principales zonas productoras de la Hoja se sitúan en las proximidades de Carballo (La Coruña) en los términos municipales de Laracha y Malpica, y al sur de Pontecesures en la provincia de Pontevedra. Otra zona de interés actualmente paralizada, está ubicada en la cuenca terciaria de Bertamirans al SO de Santiago de Compostela.

Los yacimientos de arcilla con interés económico se han agrupado para su descripción en:

- Depósitos de alteración desarrollados sobre los esquistos del Complejo de Ordenes.
- Depósitos terciarios
- Depósitos cuaternarios

* Depósitos desarrollados sobre los materiales del Complejo de Ordenes.

Dentro de este tipo de materiales se destaca el punto de extracción 3, situado en el término municipal de Malpica. La producción alcanza las 34.000 Tm/año utilizándose en la fabricación de ladrillería. Una pequeña parte del material extraído se emplea por artesanos ceramistas para elaborar la cerámica de Buño.

Los resultados de los análisis y ensayos sobre muestra recogida en el punto 3, son las siguientes:

Análisis químico

SiO ₂	65,35 %
Fe ₂ O ₃	6,95 %
Al ₂ O ₃	17,96 %

Límites de Atterberg (%)

LL	LP	IP
36.50	19.78	16.72

Equivalente de arena

2,52 %

Difracción de rayos x

Filosilicatos	80 %
Cuarzo	15 %
Plagioclasa	5 %

Granulometría (% que pasa)

Tamiz N° 4 (4,76 mm)	96,70 %
Tamiz N° 10 (2,0)	95,11 %
Tamiz N° 40 (0,42 mm.)	87,34 %
Tamiz N° 200 74 (µm)	73,73 %

* Depósitos terciarios

Las cuencas terciarias más importantes son la de Laracha y la de Betamirans ambas en la provincia de La Coruña.

Cuenca de Bertamirans

Localizada al SO de Santiago ocupa una extensión de unos 6 Km². Su origen tectónico, parece estar relacionado a reactivación de fallas durante la Orogenia Alpina, que produjeron la sedimentación de materiales de edad terciaria y cuaternaria.

Está formada por arcillas rojas, amarillas o pardas con intercalaciones delgadas de arenas. El mineral arcilloso principal es la caolinita, siendo la illita y la muscovita los secundarios.

En las proximidades de la localidad de Sisalde en el Termino Municipal de Brión, se localiza una explotación de arcillas arenosas (406), actualmente abandonada habiendo sido utilizada la producción en la fabricación de ladrillería en una cerámica situada en las inmediaciones de la cantera.

Cuenca de Laracha

Se sitúa al NO de Laracha, ocupando una zona llana de pequeña extensión, aproximadamente 1 Km² su potencia supera en algunos puntos los 40 m. Esta cuenca morfotectónica, está asociada a una falla tardía de dirección ONO-ESE. El límite Norte de la cuenca lo constituye la citada fractura, siendo el borde meridional discondante sobre los materiales del Complejo de Ordenes. Los depósitos terciarios están formados fundamentalmente por arcillas poco arenosas de colores verdes y gris, niveles lignitíferos, arenas y conglomerados.

De las numerosas explotaciones existentes en la zona, sólo permanece activa la explotación situada en las proximidades de Feal, en el término municipal de Laracha (punto 7). La producción anual alcanza las 180.000 Tm destinadas a la fabricación de ladrillería y refractarios. Destaca el nivel inferior de arcillas arenosas con intercalaciones de lignito con una potencia mayor de 20 m. Los términos superiores están constituidos por una alternancia de arcillas y arenas con el predominio de las fases arenosas su potencia es de unos 25 m.

Las arcillas están formadas fundamentalmente por caolinita aunque en algunos tramos esta presente la montmorillonita, con capas de granulometría muy fina y buena plasticidad. Estos materiales pueden utilizarse en la industria de refractarios, gres y para la fabricación de chamotas.

Los resultados de los análisis químicos y mineralógicos, así como los ensayos tecnológicos realizados sobre arcillas procedentes de la cuenca del Valle de Lendo son las siguientes (ITGE 1984):

Análisis químico (%)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	P.F
LE-003	57,40	21,30	8,64	0,61	0,30	0,37	0,33	1,59	9,43
LE-004	62,00	18,00	6,50	0,55	0,17	0,65	0,19	1,60	9,47
LE-005	60,00	24,00	3,31	0,31	0,12	0,47	0,09	1,56	9,23

Análisis Mineralógico

	LE-003	LE-004	LE-005
Caolinita	96,00	70,00	>80,00
Micas	Trazas	-	-
Cuarzo	Trazas	20-25	10
Esmectitas	Trazas	= 5,00	=10,00
Otros (felds)	-	-	5,00

Límites de Atterberg

LL	LP	IP
35	30,6	4,4

Las muestras LE-003 y LE-004 son aptas para cerámica y gres sanitario, así como para la industria de refractarios en general. La muestra LE-005 se puede utilizar en barbotinas de colage y encobe, refractarios y chamotas refractarias.

* Depósitos Cuaternarios

Los centros de explotación corresponden a diferentes tipos de depósitos cuaternarios. En el punto 81 se extrae una arcilla arenosa procedente de un aluvial del río Ulla. El material extraído de esta explotación debido a su baja plasticidad, se mezcla con arcillas procedentes de otras zonas para la fabricación de ladrillería en la cerámica de Pontecesures (Pontevedra).

Los depósitos de arcilla arenosa desarrollados sobre el granito de dos micas de Padrón (80) y los aluviales del río Grande (24) situado al sur de Carballo, son utilizados igualmente en el sector industrial de la cerámica estructural.

Los resultados de los análisis efectuados en las muestras de los puntos 26 (inicio de arcilla de alteración de anfibolitas del Complejo de Ordenes), 80 y 81 son los siguientes:

Granulometría (% que pasa)

	26	80	81
Tamiz N°4 (4,76 mm)	100	97,48	93,70
Tamiz N° 10 (2,0 mm)	98,56	90,65	86,15
Tamiz N° 40 (0,42 mm)	89,99	58,73	57,45
Tamiz N° 200 (74 μm)	73,73	28,90	34,29

Límite de Atterberg

	LL	LP	IP
Punto 81	38,67	33,33	5,34
Punto 80	No plástico		

Análisis químico

	26	80	81
SiO ₂	71,20	75,32	63,92
Fe ₂ O ₃	5,42	5,81	4,23
Al ₂ O ₃	16,31	18,21	17,96

Difracción de rayos x

	26	80	81
Filosilicatos	70	60	65
Cuarzo	5	25	25
Feldespatos	25	15	10

4.4 ARENAS, GRAVAS y LEHM GRANITICOS (Are,Grv,Leh)

En este apartado se incluyen los denominados áridos naturales, así como otros áridos de trituración subproducto de explotaciones mineras de estaño-wolfranio.

A efectos de su descripción se les ha dividido en:

- Lehms graníticos
- Depósitos aluviales de arenas y gravas
- Depósitos de playas y dunas
- Depósitos antrópicos y subproductos mineros

Se han visitado un total de 75 puntos de extracción, de los cuales sólo se han inventariado los 10 que permanecen activos en la actualidad. El resto de los puntos se encuentran abandonados o han sido paralizados por diversas causas.

ARENA

Nº	FORMACION	HOJA 1/50000	UTM(X)	UTM(Y)	UTM(Z)	ESTADO	RESERVAS
9	40	43	507,88	4788,00	5	EA	M
9	40	43	508,10	4787,88	5	EA	M
9	40	43	508,08	4788,00	5	EA	M
9	40	43	508,08	4788,00	5	EA	M
14	40	43	504,45	4784,96	5	EA	M
14	40	43	504,45	4784,96	5	EA	M

SUBPRODUCTO MINERO

Nº	FORMACION	HOJA 1/50000	UTM(X)	UTM(Y)	UTM(Z)	ESTADO	RESERVAS
4	21	44	521,40	4791,05	350	EA	M
5	21	44	521,40	4791,05	350	EA	M
29	22	69	515,00	4771,30	400	EA	A
73	6	120	514,28	4733,90	220	EA	M

* Lehm graníticos

La alteración de las litologías graníticas provoca la disgregación y pérdida de cohesión de la roca y genera depósitos de acumulación desarrollados "in situ" denominado lehms o arenas graníticas, conocidos localmente con el nombre de "jabres". Estos depósitos están constituidos fundamentalmente por los minerales más resistentes a la alteración (cuarzo y feldespato) y en menor medida por filosilicatos.

Son muy numerosas las explotaciones de arenas graníticas existentes en la hoja. Se trata en su totalidad, de explotaciones de tipo artesanal y carácter intermitente que abastecen el mercado regional. Se utilizan solas o acompañadas de roca en obras públicas (rellenos, firmes de pistas forestales o locales, etc), en la construcción (revoque de ladrillos, etc). Su empleo en hormigones está condicionado a un lavado y tamizado cuidadosos. No se han inventariado ninguna de las explotaciones visitadas, por haber sido consideradas como de interés secundario.

* Depósitos aluviales de arenas y gravas

Hace algunos años se extraían las arenas situadas en las desembocaduras de los ríos Ulla, Tambre, Grande y Allones. Paulatinamente, esta actividad se ha ido paralizando entre otras causas, por los conflictos surgidos con los mariscadores de las rías. En la actualidad, sólo permanecen activos los ubicados en la ría de Corme y Laxe, en la desembocadura del río Allones (puntos 9 y 14). La extracción se realiza por medio de una draga montada en una barcaza. Posteriormente se tamiza, comercializándose el árido natural obtenido en el ámbito comarcal. No existen datos de producción. Estos materiales se emplean fundamentalmente en la construcción para la fabricación de hormigones.

Las explotaciones paralizadas se utilizan como zona de acopio y/o reclasificación

de las granulometrías finas, provenientes de las canteras de áridos de trituración situadas en las proximidades.

* Depósitos de playas y dunas

La extracción indiscriminada y en algunos casos, desmesurada de arena procedente de playas y dunas litorales con el consiguiente deterioro paisajístico y ecológico, ha motivado que todas las explotaciones existentes se encuentren paralizadas. Entre estos puntos se encontraban la playa de Baldaio (Norte de Carballo), A Vitueira en la ría de Lorme y Laxe, Playa Lourido (al Sur de Muxia), etc.

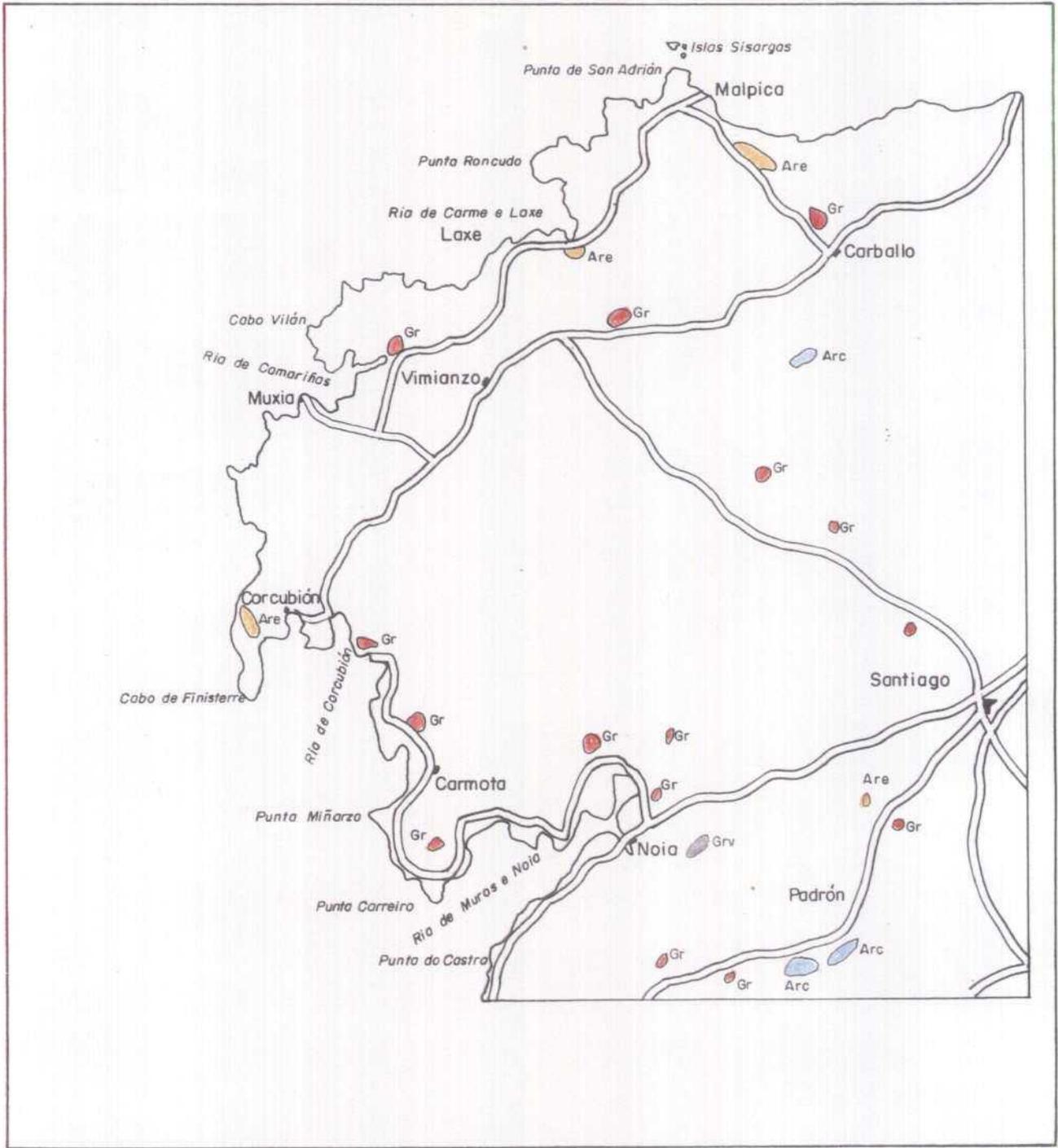
Depósitos antrópicos y subproductos mineros

Mención especial merecen la utilización como áridos de los estériles procedentes de las minas de estaño-wolframio de San Finx, Monte Neme y Varilongo, las dos últimas actualmente inactivas. Aunque estos puntos de extracción debieran ser agrupados según la sustancia respectiva, se prefirió describirlos en este apartado por no tratarse de una explotación de áridos en sentido estricto. Las minas de San Finx, en producción se aprovechan el cuarzo y el granitoide inhomogeneo derivado de la explotación minera.

En los puntos 4 y 5 (Minas de Monte Neme) se emplean como áridos la granulometría finas y medias procedentes de las bolsas y escombreras provenientes de granitos de dos micas y pegmatitas. El punto 5, dispone de planta de tratamiento, incluida una zona de machaqueo a pie de explotación. La primera traslada el material mediante camiones hasta el término municipal de Carballo para su lavado y clasificación. En todos los casos el material se utiliza en construcción.

En las minas de Varilongo (punto 29) se utilizan los estériles formados por cuarzo y granito muscovítico y de dos micas para la obtención de arenas y zahorras. Por

tratarse de un subproducto derivado de minería metálica, su empleo en hormigones está condicionada a la ausencia de sustancias (compuestos de azufre) que puedan reaccionar con los álcalis del cemento.



SITUACION DE LAS ZONAS DE EXTRACCION DE ARENA, GRAVA, ARCILLA Y LEHM GRANITICO-
 CON INDICIOS Y EXPLOTACIONES
 E. 1: 500.000
 ARENA DE GRANITO

LEYENDA

- | | | | |
|---|--------------|---|---------------|
|  | Are - Arena |  | Arc - Arcilla |
|  | Gr - Granito |  | Grv - Grava |

4.5 CAOLIN (Kao)

Se han registrado 6 puntos de extracción, concentrados en la parte noroccidental de la Hoja. En este momento solo se encuentra en actividad los yacimientos situados al Sur de Vimianzo en la provincia de La Coruña.

CAOLIN

Nº	FORMACION	HOJA 1/50000	UTM(X)	UTM(Y)	UTM(Z)	ESTADO	RESERVAS
19	21	43	500,30	4780,50	160	EB	M
28	21	68	495,62	4770,30	275	IN	D
31	21	68	494,36	4766,00	305	EB	D
32	21	68	496,10	4761,10	280	EA	A
25	22	69	515,10	4775,56	350	EB	D
27	22	69	515,60	4774,25	440	EB	D

Dentro de la Hoja, los yacimientos más importantes y de mayor interés económico están asociados a la caolinización de granitoides. Entre ellos destacan los de Laxe, Santa Comba (ambos inactivos) y Vimianzo-Baiñas. Menor interés representan los depósitos de arcillas caoliníferas de la cuenca de Laracha al NE de la hoja, cuya descripción se realiza en el apartado dedicado a las arcillas.

* Yacimiento de Laxe

Se sitúa al Sur de la localidad de Coens, en el término municipal de Laxe. Se trata de una importante explotación abandonada e inundada (punto 19). El material extraído se trasladaba mediante un funicular, hasta la planta de tratamiento ubicada en las proximidades de la población de Laxe. Su producción que llegó a alcanzar las 50.000 Tm/año, se empleó preferentemente en la industria papelera.

El yacimiento se halla en el granito de dos micas perteneciente a la alineación Laxe-Dumbría - Muros - Barbanza. La caolinización se produce preferentemente en la

intersección de dos fracturas de dirección E-O y NNE-SSO, repartiéndose de modo irregular en el resto de yacimiento. La potencia de explotación es de unos 50 m.

Análisis granulométrico

>200 μ	50,4 %
200-44 μ	23,0 %
20-2 μ	16,5 %
<2 μ	10,1 %

Análisis mineralógico

Componentes	Caolín Bruto	<20 μ	<2 μ
Caolín	30	75	90
Feldespato	5	--	--
Mica	35	15	5
Cuarzo	30	10	ind.
Materia Org.	--	--	ind.

	Caolín bruto	Caolín extra	< 2 μ
SiO ₂	53,83	46,41	45,80
Al ₂ O ₃	27,87	38,76	37,79
Fe ₂ O ₃	1,91	0,47	0,74
TiO ₂	0,00	0,43	0,00
CaO	0,00	----	0,00
MgO	2,55	----	0,60
Na ₂ O	0,45	0,12	0,63
K ₂ O	5,55	0,23	0,80
P.P.C.	7,84	13,58	13,64

Fuente: Programa de investigación de rocas industriales en el Noroeste (ITGE).

* Yacimiento de Santa Comba

Se encuentra situado en las proximidades de las minas de wolframio de Varilongo en el término municipal de Coristanco. Actualmente las explotaciones se encuentran

abandonadas al parecer por problemas de calidad y reservas. Se localiza sobre un granito de dos micas perteneciente al Macizo de Varilongo. La caolinización, de origen hidrotermal, se reconoce preferentemente en las zonas de fracturas o en los bordes del citado macizo.

Se ha tomado muestra "todo uno" en el punto 25 para comparar sus resultados obtenidos con los suministrados en el citado estudio realizado por el ITGE en el año 1976.

Análisis granulométrico(I.T.G.E. 1976)

Punto 25			
<u>Fracción</u>	<u>Porcentaje</u>	<u>Fracción</u>	<u>Porcentaje</u>
>200 μ	54,07	4,76 mm	100 %
200-44 μ	10,54	2,0 mm.	98,56%
44-20 μ	11,90	0,42 mm	89,99%
20-2 μ	12,90	74 μ m	73,73%
<2 μ	10,59		

Análisis mineralógico

Componentes	Fracción <44 μ	Fracción <20 μ	Fracción <2 μ
Caolín	75	80	95
Mica	25	20	5
Cuarzo	Ind	Ind	Ind
Feldespato	Ind	—	—

Análisis químico (%)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	TiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	H ₂ O
47,54	35,55	1,69	0,28	0,02	0,4	0,06	1,94	0,19	0,01	12,51

Fracción < 2μ:

Indice de blancura	79 %
Indice de amarillamiento	0,12 %

Fracción > 2μ:

Indice de blancura	81 %
Indice de amarillamiento	0,10 %

Su empleo en satinado está condicionado a la cantidad de haloisita que contenga, debiendo someterse el caolín crudo a un proceso químico de blanqueo para reducir el alto contenido de Fe_2O_3 .

* Yacimiento de Vimianzo-Baiñas

:

En las proximidades de Cerbán, perteneciente al término municipal de Vimianzo, se localizan las únicas explotaciones activas de caolín existentes en la Hoja. Los yacimientos están ubicados sobre el granito de dos micas perteneciente a la alineación Laxe-Dumbría-Muros-Barbanza. La caolinización parece haberse generado por procesos hidrotermales y meteorización. La potencia en la zona de explotación varía entre 9 y 30 m, con una ley media entre el 18-27%.

En la zona de concesión, la empresa titular han realizado distintos estudios y sondeos determinando unas reservas de 9.256.00 Tm, lo que permitiría mantener la actual producción anual, 100.000 Tm, durante unos 30 años. Las ventas se realizan tanto en el mercado internacional como nacional, a través del puerto de Laxe, situado a 26 Km de la planta de tratamiento. Se producen dos tipos comerciales de caolin P-30 y P-40, empleándose fundamentalmente como cargas para papel.

Análisis granulométrico

Fracción	P-30	P-40
>53 μ	0,05%	0,05%
>10 μ	18%	22%
>2 μ	40%	35%

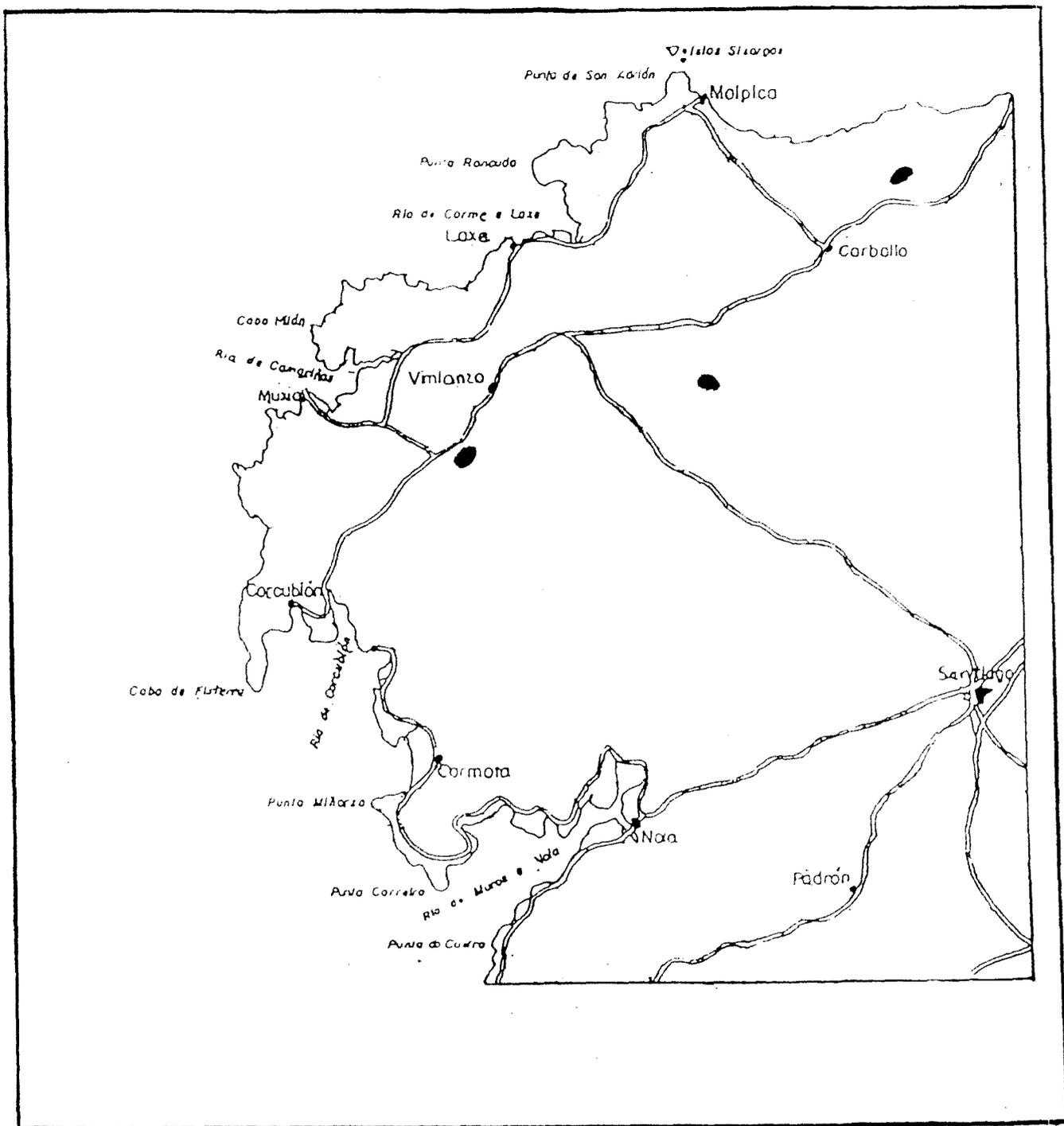
	P-30	P-40
Blancura	82,5 \pm 0,5	80,0 \pm 0,5
Humedad	12%	12%

Análisis químico (%)

	P-30	P-40
SiO ₂	47	48
Al ₂ O ₃	37	36,2
Fe ₂ O ₃	1	1,2
MgO	0,1	0,1
CaO	0,1	0,1
K ₂ O	1,5	2,3
NaO	0,08	0,1
TiO ₂	ind.	ind.
PF	13	12

Fuente: Caolines de Vimianzo, S.A.

Otras zonas de interés son las relacionadas con afloramientos graníticos como son el área de Laxe-Carballo-Malpica, área de Rois-Padrón-Dodro-Lousame, etc. En ninguna de ellas se realizan actualmente labores de extracción.



ZONAS DE EXTRACCION DE CAOLIN

E. 1:500.000

4.6 CUARZO (Qu)

Son 15 los puntos de extracción registrados, 4 de los cuales se encuentran en actividad o en labores preparatorias para su explotación, otros cuatro son indicios y los restantes corresponden a explotaciones abandonadas.

CUARZO

Nº	FORMACION	HOJA 1/50000	UTM(X)	UTM(Y)	UTM(Z)	ESTADO	RESERVAS
11	26	43	510,74	4788,00	190	EB	M
21	40	44	426,70	4783,30	200	EA	M
23	26	44	521,46	4779,70	240	IN	M
30	26	67	478,90	4764,48	200	EB	A
34	26	68	507,15	4765,65	380	EB	D
40	26	93	503,10	4758,70	400	EB	M
47	26	93	497,70	4752,75	320	EI	M
59	26	93	497,45	4745,36	560	EB	D
60	26	93	496,12	4743,92	550	IN	B
43	26	94	531,35	4758,22	330	EB	A
51	26	94	532,25	4757,00	300	EB	M
52	26	94	534,50	4756,75	400	EB	A
53	26	94	535,25	4754,54	360	EA	M
61	26	119	494,92	4741,24	400	IN	M
72	26	119	551,78	4731,36	240	IN	B

La práctica totalidad de las explotaciones e indicios inventariados tienen su emplazamiento en cuerpos filonianos. La única excepción lo constituye una explotación de cantos rodados de cuarzo, destinada a ferroaleaciones emplazada sobre unos depósitos aluviales en las proximidades de Carballo (punto 21).

Los filones de cuarzo están ampliamente representadas en el ámbito de la hoja, rellenando discontinuidades tardí o post-hercénicas de direcciones preferentes NE-SO y NNO-SSE. Presentan distintas morfologías así como dimensiones muy variadas, que oscilan de escala métrica a kilométrica.

Los yacimientos de cuarzo filoniano requieren, para tener interés industrial un gran volumen de reservas. Para el uso en ferroaleaciones, principal aplicación del cuarzo filoniano gallego, se requiere que el rendimiento debe alcanzar entre 45-50% del total extraído.

Las explotaciones más importantes, en su mayor parte abandonadas se sitúan al NO de Santiago de Compostela. Otros puntos de interés se localizan en Monte Queiroso, término municipal de Muxía y en distintas zonas del término municipal de Mazaricos.

En el cuadrante nororiental de la hoja N° 94 E.1.50000 (Santiago de Compostela) se localizan dos filones de importantes dimensiones, uno de los cuales alcanza una longitud de 6 Km, de dirección NO-SE. Allí se localizan varias explotaciones abandonadas (puntos 43, 51 y 52) cuyos frentes alcanzan en algunos casos, varios centenares de metros de longitud. Estas explotaciones que alcanzaron gran importancia económica en las décadas pasadas, se utilizaron en ferroaleaciones aprovechando los rechazos como áridos de trituración. Gran parte de la producción, el 80 %, se exportaba a los países nórdicos, empleándose el resto en la fabricación de carburo de silicio y ferrosilicio en las factorías de Cée (La Coruña).

En el área anteriormente citada, situada al NO de Santiago de Compostela sólo se encuentra una explotación en actividad (punto 53), que aprovecha la zona terminal suroriental del filón de mayor longitud. La producción se utiliza en su totalidad como áridos de machaqueo.

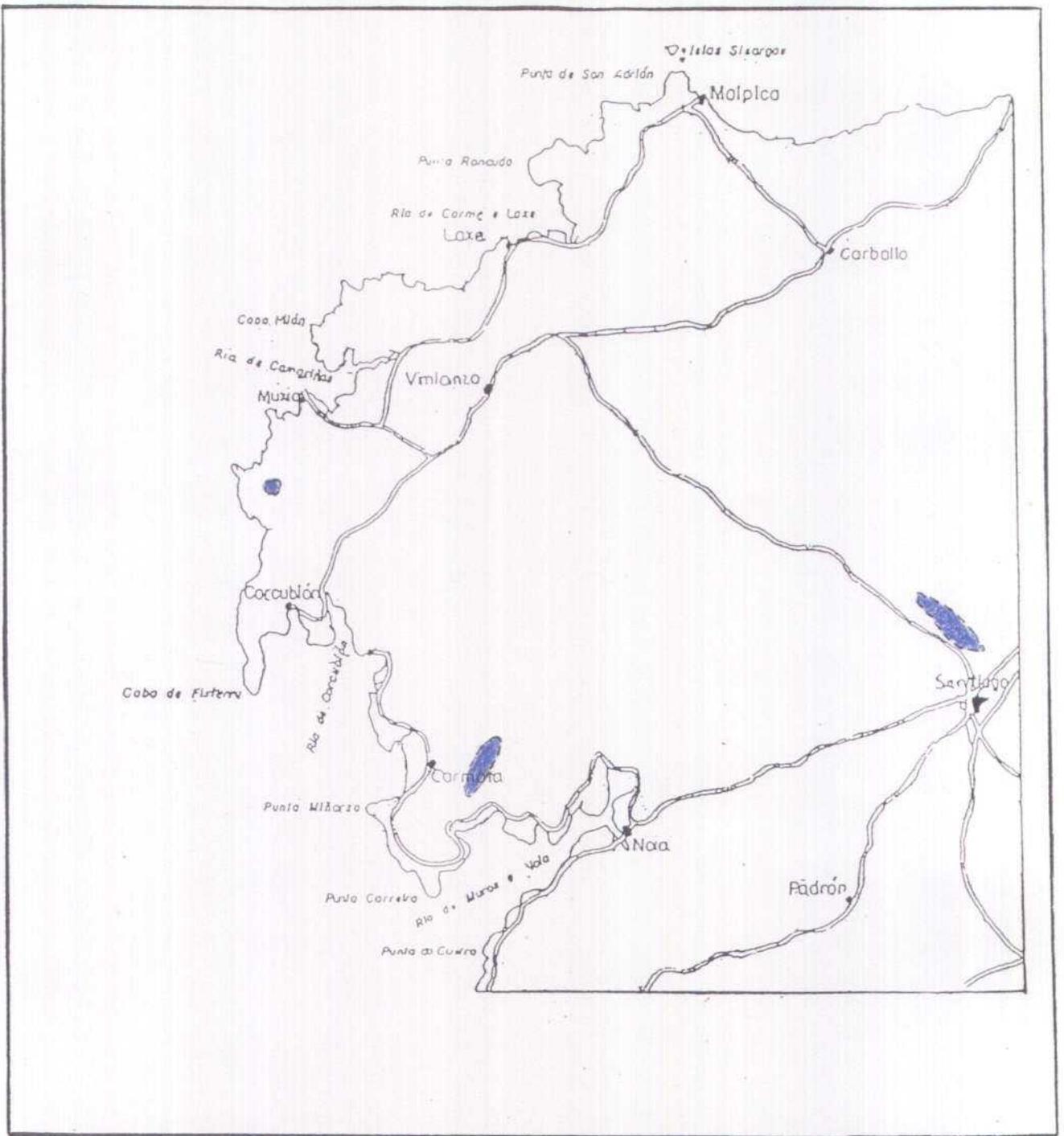
En la parte occidental de la Hoja, se localizan otras explotaciones cuyo material ha sido utilizado para la obtención de silicio metal y ferroaleaciones. Estas explotaciones situadas en las proximidades de las factorías de la S.E.C.M. se encuentran en parte abandonadas al no cumplir las especificaciones químicas necesarias o poseer escasas

reservas, habiendo sido reemplazadas por el material procedente de explotaciones desarrolladas en filones de gran desarrollo situados sobre la falla del Pico Sacro, fuera del ámbito de la Hoja. (Véase Hoja Nº 8, "Lugo")

	43a	43b	43c	51a	51b	51c	52
SiO ₂	98,54	99,03	97,74	98,39	98,96	98,35	99,6
Al ₂ O	0,648	0,277	1,097	0,678	0,144	0,328	0,1
TiO ₂	—	—	0,023	0,609	0,007	0,01	0,01
Fe ₂ O ₃	0,481	0,495	0,511	0,475	0,413	0,897	0,015
MnO	0,015	0,013	0,007	0,012	0,017	0,019	0,005
MgO	0,030	0,015	0,018	0,028	0,179	0,003	0,005
CaO	—	—	—	—	0,012	—	—
Na ₂ O	—	—	—	0,04	0,104	0,013	0,015
K ₂ O	—	—	—	—	—	—	—
PPC	0,29	0,17	0,68	0,37	0,16	0,38	0,25

Fuente: ITGE-Galicia 1987

De los análisis efectuados se desprende que el alto contenido en hierro, titanio y manganeso, al igual que en la mayoría de cuarzos gallegos limita el campo de aplicación de estos a ferroaleaciones pudiendo utilizarse los rechazos como áridos, refractarios, etc.



ZONAS DE EXTRACCION DE CUARZO

E. 1: 500.000

4.7 ESQUISTOS (Esq)

La producción de esquistos está concentrada en tres explotaciones situadas muy próximas entre sí, en el término municipal de Mazaricos. Los únicos puntos de extracción inventariados corresponden a las tres explotaciones en actividad, anteriormente citadas.

ESQUISTO

Nº	FORMACION	HOJA 1/50000	UTM(X)	UTM(Y)	UTM(Z)	ESTADO	RESERVAS
48	3	93	503,1	4752,5	480	EA	A
49	3	93	503,4	4752,1	460	EI	A
50	3	93	503,6	4751,6	430	EA	A

Los esquistos, en sentido amplio, constituyen las litologías dominantes en amplias áreas del Dominio Esquistoso de Galicia Tras - Os - Montes (DEGTM), Banda de Malpica-Tuy y Unidad Santiago. Los tipos petrológicos son muy variados, predominando según las zonas, los esquistos micáceos, cuarzo-esquistos, esquistos y paraneises metablásticos, etc.

Las explotaciones inventariadas (puntos 48-49 y 50) están situadas en la Banda Malpica-Tuy y se explotan esquistos, filitas y paraneises. Los minerales principales de los esquistos son cuarzo, plagioclasa, biotita y muscovita. La producción total de esquistos alcanza las 306.000 Tn/año, destinadas al mercado local como áridos de trituración.

Los resultados de los ensayos efectuados en los puntos 48 y 50 son:

	48	50
	(A):25%	(A):27%
Desgaste de Los Angeles	(B):20-23%	(B):20%
	(C):25%	(C):18%
Densidad real (gr/cm ³)	2,64-2,81	2,74-2,80
Equivalente de arena	Zahorra:24%	0/3:87%
	0/3:94%	

Fuente: Junta de Galicia (1.988)

De acuerdo a estos resultados estos materiales son aptos para bases y subbases granulares y hormigones

4.8 FELDESPATO (Fel)

En el ámbito de la presente Hoja son muy escasos los indicios existentes de este mineral, tratándose en todos los casos de antiguas explotaciones abandonadas, de pequeñas dimensiones.

FELDESPATO

Nº	FORMACION	HOJA 1/50000	UTM(X)	UTM(Y)	UTM(Z)	ESTADO	RESERVAS
74	26	120	524,85	4730,72	140	EB	B
82	26	120	530,70	4726,85	230	EB	D

Las pegmatitas constituyen la mena más común para la obtención del feldespato, habiéndose utilizado este en la fabricación de productos cerámicos (punto 358). Con el objeto de conocer sus características, se realizó un análisis químico sobre una muestra recogida en una explotación abandonada situada en el término municipal del Dodro. Los resultados son los siguientes:

Análisis químico

SiO ₂	.....	65,30 %
Al ₂ O ₃	.....	18,43 %
Na ₂ O	.....	5,01 %
K ₂ O	.....	0 %

4.9 GABRO (Gab)

La extracción de gabros se concentra al N y NO de Carballo, en dos explotaciones activas y una de carácter intermitente. El otro punto inventariado se situa en las proximidades de la carretera de Portonovo o Carballo en el término municipal de Val do Dubra, encontrándose actualmente abandonado.

GABRO

Nº	FORMACION	HOJA 1/50000	UTM(X)	UTM(Y)	UTM(Z)	ESTADO	RESERVAS
1	1	44	537,05	4795,60	70	EA	M
2	1	44	537,00	4795,60	50	EB	A
8	1	44	534,20	4791,58	150	EA	A
36	1	69	526,46	4768,70	360	EB	M

La presencia de estas rocas básicas se centra en los macizos de Monte Castelo, Oza y Barrañan, tratándose de cuerpos gabroicos intrusivos prehercánicos pertenecientes al Complejo de Ordenes. El cuerpo más importante de los citados, es el Monte Castelo de dimensiones considerables (16 x 16 Km).

Los gabros tienen por lo general, un carácter homogéneo y aspecto masivo, solo en algunas ocasiones se encuentran diques de grano más fino y otros de aspecto pegmatoide. La textura más frecuente es de tipo ofítico y granodiabásica. Sus minerales principales son ortopiroxeno, clinopiroxeno, plagioclasa, olivino y anfíbol (hornblenda marrón) y como secundarios ilmenina, biotita, granate y pirrotina.

El punto 36 corresponde a una pequeña explotación abandonada situada en el Macizo de Monte Castelo. Los puntos 1 y 2 pertenecen al Macizo de Barrañan. La totalidad de la producción que alcanza las 103.400 Tm/año se utiliza como árido de trituración comercializándose en el mercado local o comarcal.

Los resultados de los ensayos facilitados por la Junta de Galicia, Dirección General de Obras Publicas (1988) en el punto 8 son los siguientes:

Desgaste de Los Angeles	(B) 23,6 %
Absorción de agua	1,17-1,29 %
Densidad real	2,81-2,87 gr/cm ³
Equivalente de arena	(0/5) 81

Los ensayos efectuados sobre muestras extraídas en el punto 36 son los siguientes:

Desgaste de Los Angeles	(A) 23,45 %
Estabilidad frente al SO ₄ Mg	5,73 %

Según los resultados estos materiales son aptos para capas de rodadura, balastos y diferentes tipos de firmas. La presencia de algunos sulfuros metálicos dispersos en la roca puede resultar peligrosa para su utilización en hormigones, siendo recomendable efectuar previamente ensayos que determinen el porcentaje en compuestos de azufre.

4.10 GNEIS (Gne)

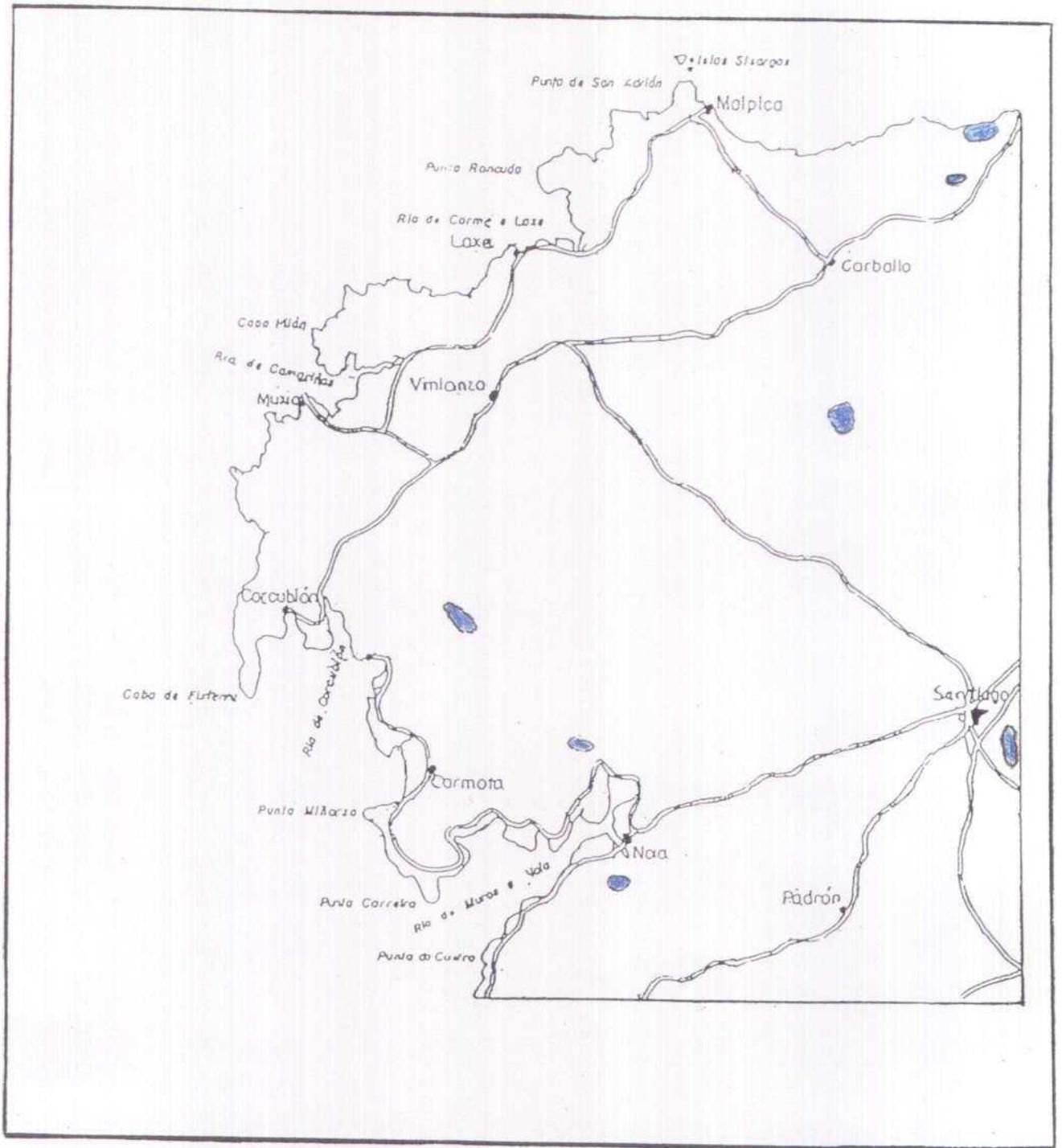
Se agrupan en este apartado aquellas rocas de grano medio a grueso, compuestas esencialmente por cuarzo y feldespatos y con una textura planar groseramente desarrollada. La denominación de ortogneises se reserva para aquellas rocas metamórficas claramente derivadas de rocas ígneas, describiéndolas conjuntamente en el capítulo de granitos.

GNEIS

Nº	FORMACION	HOJA 1/50000	UTM(X)	UTM(Y)	UTM(Z)	ESTADO	RESERVAS
20	3	44	514,60	4782,36	250	EI	B
38	2	69	532,32	4763,78	400	EB	M
56	10	94	537,40	4753,40	340	EA	A
57	10	94	538,00	4749,90	360	EA	A
57	10	94	538,00	4750,35	360	EI	A
66	10	94	538,05	4746,06	280	EA	A

La explotación actual de este tipo de rocas, queda reducida prácticamente a los gneises pertenecientes a la Unidad de Santiago que es una roca de color gris claro (pardo o amarillento por alteración), grano fino, con estructura planar o planolinar] y textura blastomilonítica. Mineralógicamente están formados por cuarzo, microclina, plagioclasa, muscovita y biotita. La producción total es de 12.500 Tm/año, utilizadas como roca de mampostería.

Actualmente, la extracción de gneises se concentra en los alrededores de Santiago de Compostela, en cuyo término municipal se reúnen cuatro de los seis puntos registrados (puntos 56,57 y 66). El punto 20 corresponde a una explotación muy pequeña de carácter intermitente situada al oeste de Coristanco. Se trata de explotaciones de tipo artesanal destinadas a la producción de placas utilizadas en mampostería, recubrimiento de muros y fachadas, solados, etc.



ZONAS DE EXTRACCION DE GNEIS Y GABRO

E. 1 : 500.000

Los ensayos a los que ha sido sometidos muestras de punto 66 indican:

Plaqueta Pulida Vistosidad aceptable
Choque Térmico 0,02 %(No presenta alteración)

En otros lugares esta litología ha sido utilizada como árido de trituración en obras locales (puntos 38, 282, 296, 297, etc).

4.11 GRANITO (Gr)

En este apartado se agrupan tanto a los granitoides hercínicos (granitos en sentido amplio) como a los ortogneises (rocas metamórficas derivadas de granitos prehercínicos). El granito es la sustancia con mayor porcentaje de canteras, respecto al total de las ubicadas en la Hoja . En su mayoría se hallan abandonadas, encontrándose las principales explotaciones activas en las proximidades de Santiago de Compostela.

Se han registrado 33 explotaciones de las cuales 12 se encuentran en actividad. De estas últimas, 2 se emplean como roca de construcción y ornamental, mientras que las 10 restantes se destinan a la producción de árido de trituración.

GRANITO

Nº	FORMACION	HOJA 1/50000	UTM(X)	UTM(Y)	UTM(Z)	ESTADO	RESERVAS
13	25	43	499,86	4786,24	20	EB	A
12	21	44	519,86	4789,42	220	EA	A
17	21	44	515,28	4786,22	90	EB	M
18	23	68	491,08	4778,00	80	EB	A
22	21	68	511,20	4778,80	260	EA	A
35	24	69	519,34	4766,86	400	EA	A
41	22	93	495,42	4757,00	280	EB	A
44	23	93	487,50	4752,28	150	EB	M
45	23	93	490,85	4751,90	250	EB	A
46	23	93	489,96	4750,45	10	EA	M
58	21	93	490,90	4745,36	40	EA	A
54	22	94	533,55	4752,40	390	EB	A
55	22	94	535,28	4752,90	350	EA	A
64	25	94	512,10	4745,70	320	EA	A
65	21	94	526,86	4747,34	190	EA	M
69	21	94	529,82	4737,10	80	EB	A
62	21	119	494,65	4741,10	370	EA	M
76	21	119	499,46	4729,00	30	EB	A
77	21	119	508,66	4728,68	250	EB	M
6	21	120	513,40	4739,40	170	EB	A
68	25	120	521,85	4737,44	330	EB	M
7	21	20	532,02	4740,28	200	EA	A
75	21	120	531,00	4732,95	120	EB	M
75	21	120	530,90	4732,70	110	EB	M
78	21	120	521,35	4727,32	80	EB	A
79	21	120	524,56	4726,52	140	EB	A

ORTOGNEIS

Nº	FORMACION	HOJA 1/50000	UTM(X)	UTM(Y)	UTM(Z)	ESTADO	RESERVAS
10	5	43	509,90	4787,30	15	EA	A
15	5	43	508,16	4785,36	70	EB	A
16	5	44	512,18	4786,14	70	EB	A
39	5	93	499,10	4759,80	300	EB	A
42	5	93	502,64	4756,82	410	EB	A
63	5	93	505,84	4744,86	220	EB	A
71	5	119	509,70	4733,76	60	EI	A

Para su descripción los granitos se dividen según el uso en dos grupos: granitos utilizados como áridos de trituración y granitos para usos ornamentales y de construcción.

4.11.1 Granitos para áridos de trituración

En el ámbito de la hoja se diferencian un número de considerable de cuerpos graníticos hercínicos y prehercínicos, la mayor parte de los cuales han sido objeto de algún tipo de extracción. Las explotaciones activas, sin embargo se localizan en determinados macizos graníticos cuya distribución es la siguiente:

Ortogneises	2 explot.	i0 y 71)
Alin. gran. Barbeito-Monteneme-Pico de Meda	2 "	(12 y 22)
Alin. gran. Laxe-Dumbria-Muros-Barbanza	1 explot.	(62)
Conjunto granítico de Padró	1	"(70)
Macizo de Negreira	1	"(55)
Macizo de Pindo	1	"(58)
Macizo de Vilardoa	1	"(35)
Conj. gran. inhomogéneo de Monte Freito	1	"(64)

Los puntos 4 y 5 (Minas de Monte Neme), 29 (Minas de Varilongo) y en menor grado el punto 73 (Minas de San Finx), explotan litologías predominantemente graníticas, subproducto de la minería de estaño-wolframio. Por tratarse de yacimientos destinados a la obtención de áridos de un modo secundario, se ha preferido agruparlos en el apartado correspondiente a depósitos antrópicos y subproductos mineros escrito anteriormente.

El grado de meteorización de las explotaciones y/o sus centros de transformación es muy variable y directamente relacionado con el volumen de producción alcanzado. La producción total es de 1.164.000 Tm/año.

4.11.1.1 Ortogneis

Se trata de rocas graníticas prehercnicas, de la que pueden distinguirse dos tipos fundamentales:

* Ortogneis glandular de dos micas (7).

Se distribuye en diversas áreas en el Dominio Esquistoso de Galicia Media Tras-Os-Montes (DE). Macroscópicamente se caracterizan por la presencia de abundantes megacristales de feldespato en una matriz granolepidoblástica formada por cuarzo, plagioclasa, feldespato, moscovita y biotita. Su interés como árido de trituración puede considerarse secundario.

* Ortogneis (5).

Pertenecen al Dominio de los Complejos (DC), aflorando fundamentalmente en la Banda de Malpica-Tuy. Presentan estructuras planares o planolineares. El desarrollo de bandeo composicional confiere a estas rocas textura blastomilonítica. Pueden distinguirse dos tipos de ortogneises: biotíticos y con anfíbol, aunque ambos se presentan agrupados en la cartografía.

El punto 10, única explotación de las inventariadas cuya actividad se mantiene a lo largo de todo el año, se sitúa en las proximidades de Allones en el término municipal de Ponteceso. El punto 71 situado al Sur de Noya, tiene carácter intermitente. En ambos casos la totalidad de la producción que alcanza las 31.900 Tm/año, que se utiliza como árido de trituración.

4.11.1.2 Granitoides de dos micas facies común, deformados (21a).* Alineación granítica Barbeito-Monte Neme-Pico de Meda.

Es una banda granítica arqueada de dirección NE-SO intruida en las metasedimentos del DE y en el extremo noroccidental del Complejo de Ordenes. Se trata de un granito de grano medio-fino, compuesto por cuarzo plagioclasa, feldespato, biotita y moscovita como minerales principales.

Son tres los puntos inventariados en esta alineación granítica dos de las cuales 18 y 22 permanecen activos, mientras que el 17 está abandonado. La producción de ambas explotaciones es de 104.000 Tm/año comercializadas como áridos de trituración.

Análisis Químico I.T.G.E. (1.986)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	TiO ₂	P ₂ O ₅	H ₂ O
12	74,60	14,20	0,77	0,10	0,53	4,35	3,60	0,06	0,15	0,22	1,26
17	74,40	14,10	0,92	0,16	0,73	3,40	4,10	0,04	0,30	0,21	1,44
22	75,00	12,94	1,36	0,29	0,82	3,06	4,71	0,04	0,30	0,4	9,89

* Alineación granítica de Laxe-Dumbia-Muros-Barbanza

Constituye una extensa franja granítica de anchura variable, situada en la parte occidental de la Hoja. Esta banda compuesta por un granito de dos micas de grano medio a medio-fino, ocasionalmente porfídica, está claramente deformada en su borde oriental en relación a la zona de Malpica-Tuy.

Los minerales principales son: cuarzo, feldespato, plagioclasa, moscovita y biotita. De las tres explotaciones registradas 62, 76 y 77 únicamente permanece activa la primera de ellas, utilizándose el material como relleno en la ampliación del puerto de Muros.

Análisis químico (I.T.G.E. 1.986)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	TiO ₂	P ₂ O ₅	H ₂ O
76	75,60	14,40	0,57	0,05	0,34	3,74	3,52	0,03	0,03	0,48	1,15
77	72,60	15,00	1,18	0,31	0,50	3,00	4,90	0,02	0,36	0,27	1,63

* Conjunto Granítico de Padrón

Se sitúa en el sector suroriental de la Hoja, estando constituida por varios macizos graníticos. Se trata de un granito de dos micas con un tamaño de grano y composición petrográfica similar a los cuerpos graníticos descritos anteriormente. En este conjunto se han inventariado sus explotaciones, encontrándose en actividad el punto de extracción 70, el resto están abandonadas (67, 69, 75, 78 y 79).

El punto 70, situado al SO de Santiago de Compostela, corresponde a una explotación de grandes dimensiones con una producción anual de áridos de trituración y zahorras de 442.000 Tm. También dispone de una planta de hormigón automatizada. Estos materiales se utilizan principalmente como bases y subbases de carreteras y en hormigones.

Los resultados de los ensayos de laboratorio efectuados por la Junta de Galicia (1.988) son:

Desgaste de Los Angeles

A: 41,6-42
 F: 29
 G: 35-42

Análisis Mineralógico (ITGE-1986)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	TiO ₂	P ₂ O ₅	H ₂ O
67	74,60	13,40	1,28	0,23	0,48	2,43	5,30	0,03	0,28	0,30	0,87
69	73,00	12,98	1,66	0,34	1,02	3,55	5,65	0,05	0,35	0,28	1,01
70	76,00	13,15	1,11	0,22	0,57	3,58	3,70	0,03	0,15	0,20	0,88
75	75,00	13,93	1,34	0,25	0,60	2,70	4,33	0,03	0,33	0,32	0,88
78	74,60	14,50	1,10	0,17	0,35	2,57	4,20	0,02	0,24	0,39	1,50
79	73,50	13,32	1,95	0,44	1,10	3,55	4,20	0,04	0,40	0,22	1,00

4.11.1.3 Granitoides de dos micas facies común, no deformados* Macizo del Pindo

Se encuentra situado al SO de la hoja en las proximidades de las poblaciones de Carmota y Pindo (La Coruña) de la cual deriva su nombre. El macizo de Pindo presenta dos facies, una de borde biotítica y otra de dos micas. Esta última constituye la facies central del plutón y está formada por un granitoide de grano medio y grueso, compuesto por cuarzo, feldespato, plagioclasa, biotita y moscovita.

El único punto inventariado (58) situado en las proximidades de la localidad de Caldebarcos corresponde a una explotación activa destinada a la producción (40.000 Tm/año) de áridos de trituración.

Análisis Químico (I.T.G.E. 1986)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	TiO ₂	P ₂ O ₅	H ₂ O
58	76,00	12,66	1,21	0,22	0,56	3,40	4,37	0,05	0,25	0,30	0,88

Los ensayos realizados en la muestra C-2 (ITGE, 1.987) dan los siguientes resultados:

Resistencia a la compresión	514,6 kg/cm ²
Resistencia a la flexión	195,2 kg/cm ²
Resistencia al desgaste	0,46 mm
Resistencia al impacto	65 cm
Masa volúmica	2,64 gr/cm ³
Coefficiente de absorción	0,42 %
Módulo de heladicidad	0,09 %

4.11.1.4 Granitoides de dos micas facies porfídica, deformados* Conjunto granítico de Vilardoa

Este cuerpo granítico se localiza al NNO de Santiago de Compostela. Es un granito de grano medio a fino caracterizado por desarrollar en ciertas zonas de borde un microporfidismo muy característico, debido a la presencia de numerosos micromegacrístales de feldespato potásico. La composición mineralógica fundamental es cuarzo, microclina, plagioclasa, biotita y moscovita. La producción anual del punto 55, única explotación activa, es de 312.000 Tm, empleadas en su totalidad como árido de trituración.

Los resultados de los ensayos realizados en este punto por la

Junta de Galicia, Dirección General de Obras Públicas (1972-88) son los siguientes:

Desgaste Los Angeles F = 26%A = 43-45%
 Pulido acelerado 0,54
 Absorción de agua 0,5%
 Peso específico real 2,67-2,69 gr/cm³
 Equivalente de arena zavorra = 48-51
 Límites de Atterberg No plástico

El otro punto inventariado (54), situado en las proximidades de la localidad de Portela se encuentra abandonado.

Análisis Químico (I.T.G.E.1986)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	H ₂ O	MnO	TiO ₂	P ₂ O ₅	H ₂ O
54	71,50	14,45	2,52	0,72	1,02	2,57	4,95	0,04	0,63	0,35	1,00
55	71,80	14,20	2,42	0,72	1,05	2,50	4,90	0,04	0,54	0,37	1,07

4.11.1.5 Granitoides biotíticos facies porfídica deformados

* Macizo de Negreira

Está ubicado en la parte central de la Hoja al Norte y Sur de la población de A Baña (La Coruña). Su morfología es alargada (20 x 5 Km), con su eje mayor subparalelo a las estructuras regionales. Caracterizado por su carácter porfídico, puede presentar megacristales de feldespatos de hasta 12 cm de longitud y varios centímetros de ancho. Sus minerales principales son: cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y biotita.

El punto 35 es una explotación activa de grandes dimensiones situada

al este de Santa Comba (La Coruña). Su producción anual es de 136.080 Tm, utilizada en su totalidad como áridos de trituración.

Análisis Químico (ITGE-1986)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	TiO ₂	P ₂ O ₅	H ₂ O
35	75,00	12,31	1,75	0,62	1,10	2,75	4,80	0,05	0,40	0,18	0,93

4.11.1.6 Granitoides inhomogeneos

* Conjunto granitoide inhomogeneo de Monte Freito

Se encuentran situado en la zona centro-meridional de la Hoja. Estas unidades se caracterizan por su marcada heterogeneidad puesta de manifiesto a todas las escalas, tanto a nivel de la propia unidad como de afloramiento.

Los granitoides de este conjunto, son esencialmente de grano medio y textura equigranular pudiendo ser en algunas zonas ligeramente porfídicos. La mineralogía fundamental es cuarzo, microclina, plagioclasa con biotita y moscovita en una proporción muy variable.

Son dos las explotaciones registradas 64 y 68. La primera situada en las proximidades de la localidad de Fornos en el término municipal de Negreira, se encuentra en actividad. Su producción es de 6.000 m³ año utilizadas como árido de trituración.

Los resultados de los ensayos efectuados en el punto 64 son:

Estabilidad ante el SO ₄ Mg	7,68 %
Desgaste de Los Angeles	(A) 31,08 %
Absorción de agua	0,40 %
Peso específico	2,65 gr/cm ³

Análisis Químico (I.T.G.E. 1.988)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	TiO ₂	P ₂ O ₅	H ₂ O
64	70,00	14,70	2,28	0,50	1,20	4,90	4,10	0,06	0,45	0,50	1,22

Los puntos 44 y 46, pertenecen a la facies biotítica del macizo del Pindo. El citado en segundo lugar se empleó recientemente en la construcción de una presa hidroeléctrica situada en las proximidades de la desembocadura del río Jallas. El punto 13, perteneciente al conjunto granitoide inhomogéneo de Camariñas, fue utilizado en la ampliación del puerto de Lage. El yacimiento 41 corresponde a una pequeña explotación situada en el macizo de La Ruña.

Los valores moderadamente altos del desgaste de Los Angeles, salvo en el caso de los ortogneises, aconseja su utilización en capas de base, zahorras artificiales, hormigones, etc. El empleo en capas de rodadura queda restringido a los ortogneises.

4.11.2 Granitos para rocas ornamentales

En el ámbito de la Hoja solamente se reconocen dos explotaciones activas cuya producción se utiliza con fines ornamentales (46) y de construcción (65). El ITGE en 1987 ha realizado un proyecto destinado a conocer las posibilidades ornamentales de las diferentes rocas ácidas y básicas presentes en tres provincias

gallegas. Entre las áreas seleccionadas son las siguientes: Pindo, Traba y Portomeiro.

* Zona de Moimenta

Situada al Sur de Noya, en el borde suroccidental del macizo postcinemático de Confurco. La roca es un granito de color gris oscuro con tonos ocres debido a la oxidación de las micas. Su tamaño de grano es grueso ya presenta abundantes ferrocristales de feldespatos potásico. Los minerales principales son cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, biotita y moscovita. El grado de alteración y espaciamiento de las diaclasas suele ser elevado por lo que el interés de la zona se considera secundario.

Los ensayos realizados en esta zona dieron como resultado (ITGE 1.987):

Resistencia a la compresión	842,6 Kg/cm ²
Resistencia a la flexión	98,6 Kg/cm ²
Resistencia al impacto	60 cm
Masa volúmica	2,64 gr/cm ³
Coefficiente de absorción	0,5 %
Módulo de heladicidad	0,13 %

* Zona de Pindo

Se localiza en la parte S.W. de la Hoja, entre las desembocaduras del río Jallas y Valdebois en el término municipal de Carnota. Esta zona pertenece a la unidad granítica postcinemática (indeformada) del Macizo del Pindo. Se trata de un granitoide biotítico de grano medio a grueso, homogéneo y con escasos fenocristales de feldespato. Esta roca presenta dos facies, una grisácea situada al Sur y otra de zonas rosáceas que aparece al Norte. La fracturación en esta zona es muy intensa acentuándose en la parte Norte del Macizo.

El punto 46 situado en las proximidades de Ezaro, corresponde a la única explotación activa existente en la Hoja, destinada a la obtención de bloque con fines ornamentales.

Los ensayos efectuados en bloques recogidos en el punto 46 es el siguiente:

Plaqueta Pulida . . . Superficie homogénea y aspecto excelente
Choque térmico No presenta cambios significativos

Se considera esta zona como de interés de cara a futuras investigaciones.

* Zona de Traba

Se sitúa al NO de la Hoja entre la población de Camelle y la playa de Trece en el término municipal de Camariñas. Esta zona corresponde a la parte norte del macizo postcinemático de Traba.

La roca es un granito biotítico de grano medio a grueso con fenocristales de feldespato potásico de color rosado. Mineralógicamente esta compuesto por cuarzo, feldespato, plagioclasa y biotita. La presencia de epidota como mineral accesorio confiere a la roca en algunos puntos, tonos verdosos.

La fracturación existente en la zona es intensa se considera a la zona como de interés, condicionado a la apertura de explotaciones de pequeño tamaño. El punto 18 situado en el borde sur del Macizo de Traba, fue utilizado recientemente como escollera para la ampliación del puerto de Camelle, situada en sus proximidades.

Los ensayos realizados sobre bloque recogido en el punto 18 son los siguientes:

Plaqueta Pulida Superficie homogenea, buen acabado
 Choque Térmico Sin alteraciones

* Zona de Portoneiro

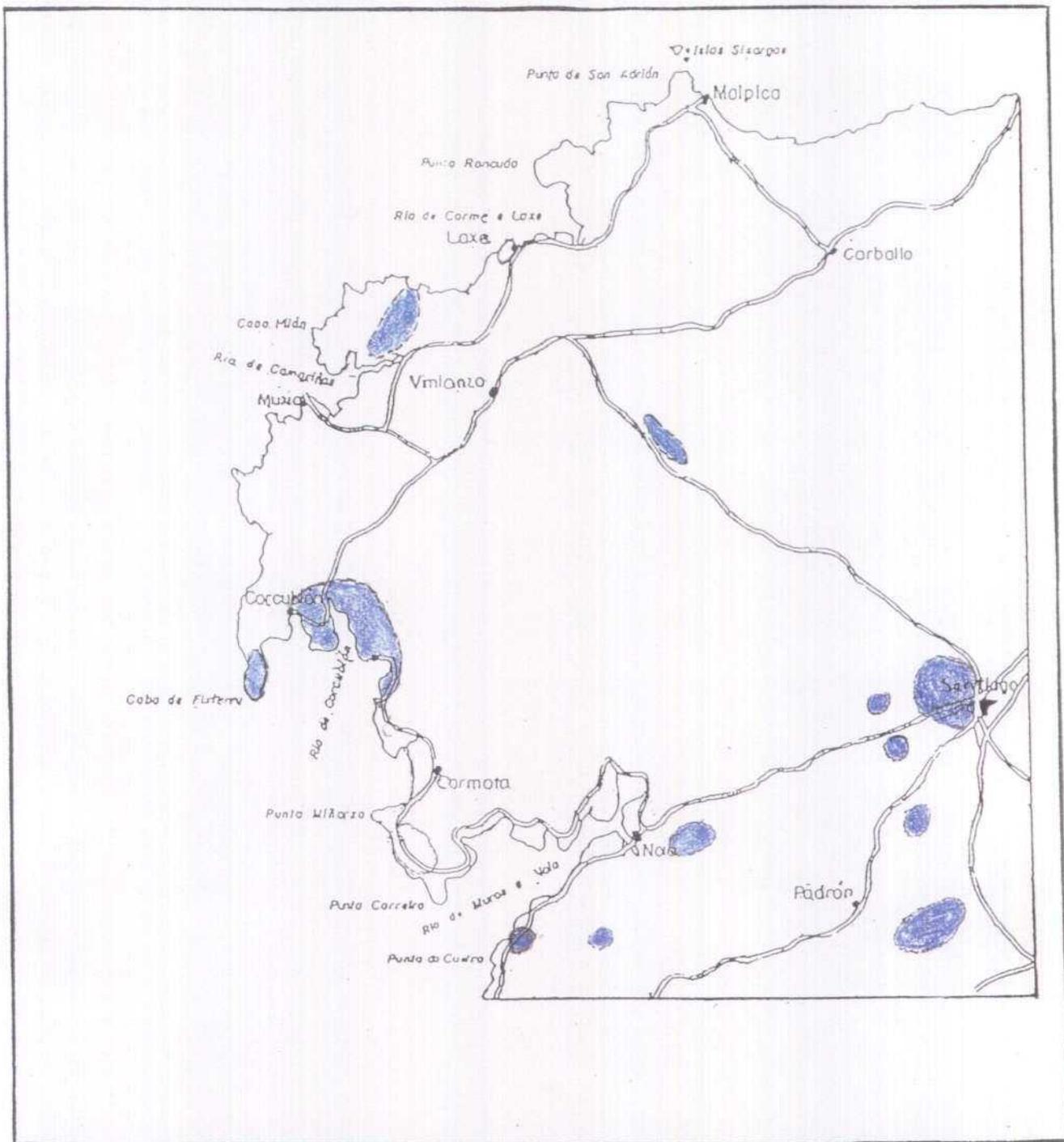
Es una pequeña zona situada al NNO de Santiago de Compostela, entre la localidad de Portoneiro y el río Tambre, correspondiendo al conjunto granítico de Vilardoa. Se trata de granito de dos micas de grano medio con fenocristales de feldespatos potásico que presenta aureolas de oxidación de las micas, así como algunos sulfatos metálicos dispersos.

La fracturación en algunas áreas de la zona seleccionada, no es muy elevada. Por las características anteriormente citadas se considera esta zona de interés secundario.

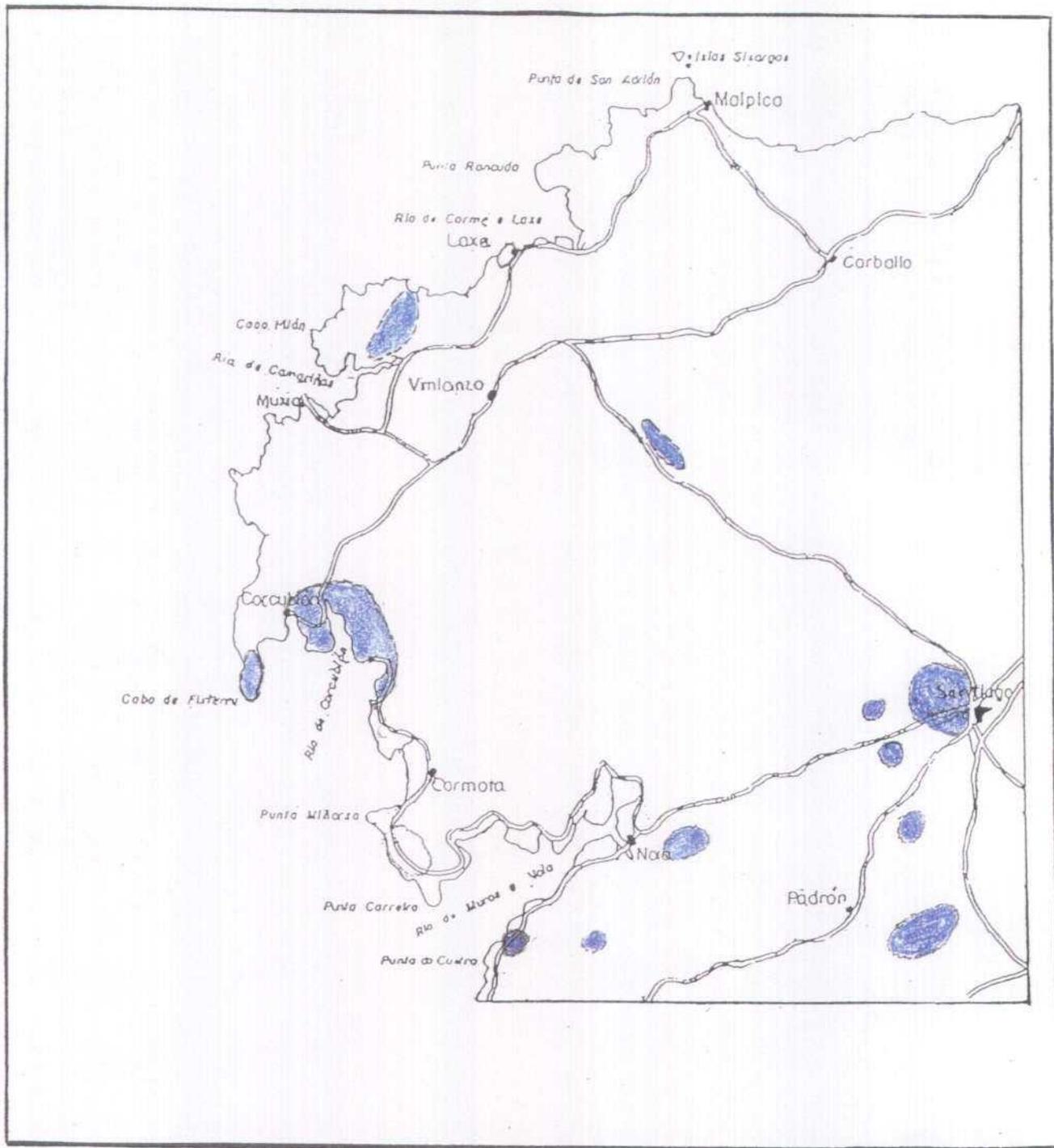
Los ensayos realizados en esta zona dieron los siguientes resultados (ITGE-1987)

Resistencia a la compresión	1179 Kg/m ²
Resistencia a la flexión	217 Kg/m ²
Resistencia al desgaste	0,46 mm
Resistencia al impacto	70 mm
Masa volúmica	2,64 gr/cm ³
Coefficiente de absorción	0,20 %
Módulo de heladicidad	0,03
Pulido	Pérdida de pulido
Choque térmico	Oxidaciones puntuales

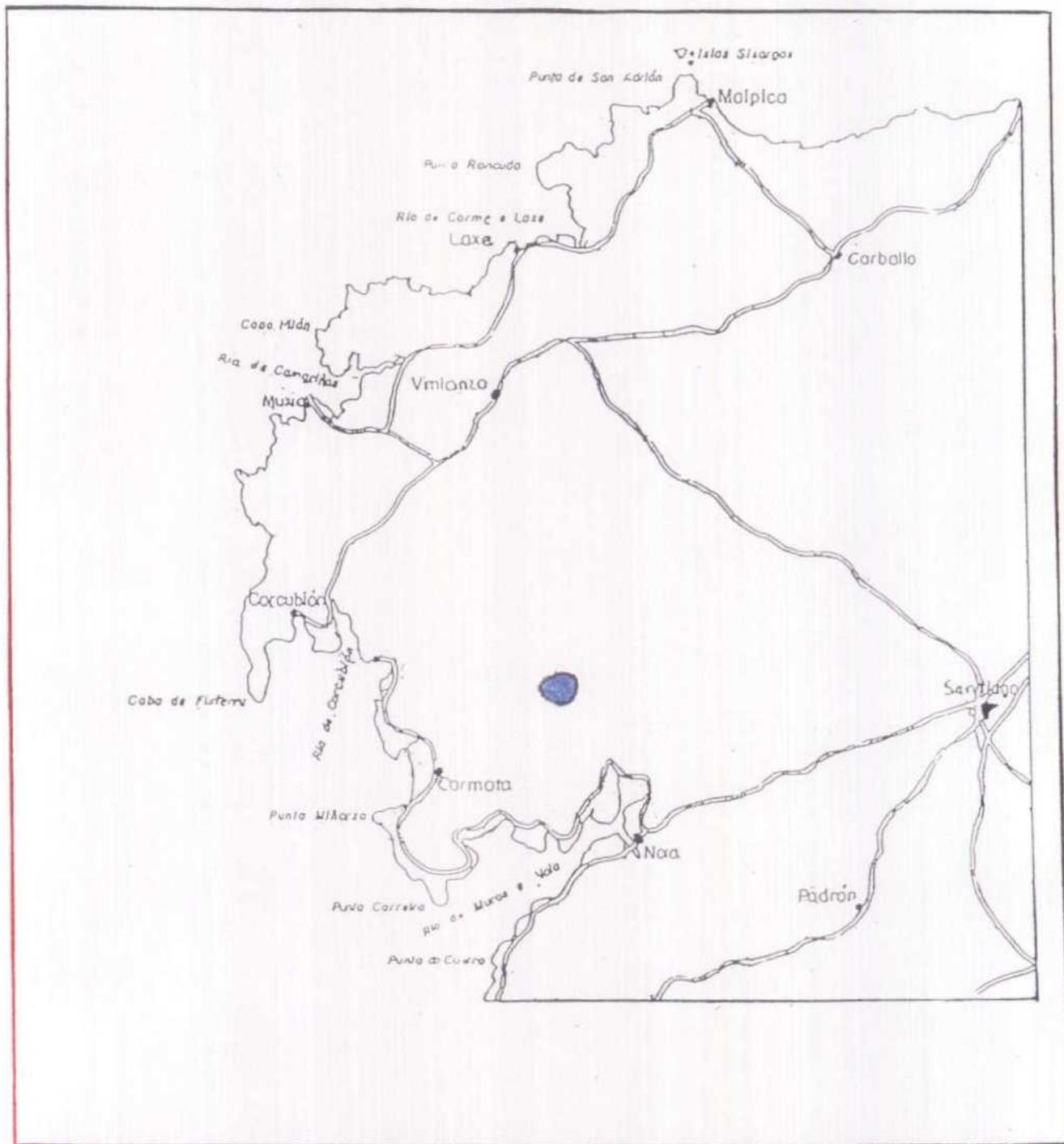
El punto 65 situado en el término municipal de Brión corresponde a una pequeña explotación cuyo material se emplea en sillería en obras de ámbito local.



ZONAS DE EXTRACCION DE GRANITO
E. 1: 500.000



ZONAS DE EXTRACCION DE GRANITO
E. 1: 500.000



ZONAS DE EXTRACCION DE ESQUISTOS

E. 1 : 500.000

5.- EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL

5 EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL

Las explotaciones de rocas y minerales industriales, en su mayoría desarrolladas a cielo abierto, originan en distinto grado y a lo largo del proceso de producción una serie de alteraciones medioambientales.

Para cada una de las explotaciones inventariadas se ha realizado una valoración ambiental tanto global como pormenorizada sobre las siguientes aspectos:

- Visibilidad y alteración del paisaje
- Contaminación atmosférica
- Vegetación
- Aguas superficiales y subterráneas
- Ruido
- Vibraciones por explosivos

* Visibilidad y alteración del paisaje.

Es el tipo de alteración más frecuente de las registradas. En ninguna de las explotaciones activas, situadas en las proximidades de núcleos urbanos o vías de comunicación principales, se han establecido pantallas visuales para disminuir el impacto derivado de su explotación.

* Contaminación atmosférica.

Se genera por la liberación de polvos, gases o humos a la atmósfera. Su incidencia es baja, en la mayor parte del año debido a las frecuentes lluvias, únicamente en los meses mas secos puede valorarse como media. Los principales focos de emisión lo constituye el polvo originado en las plantas de tratamiento de áridos o en las labores propias de extracción, en

cualquier caso su incidencia es restringida.

* Vegetación-Fauna

Este impacto ambiental es consecuencia del proceso de explotación que se manifiesta en la mayoría de los casos, en el vertido de elementos sólidos (escombreras, polvo, etc) al medio ambiente afectando a la flora y fauna del lugar. Sus efectos son muy variables y dependen de diversos factores: situación, tipo y tamaño de la explotación, sustancia, etc.

Merece destacarse la paralización de la mayor parte de las areneras existentes en las distintas rías, cuya actividad ha originado numerosos conflictos por sus implicaciones ecológico-económicas. En la actualidad sólo están en actividad las situadas en las proximidades de Ponteceso, cuyas arenas proceden del dragado mediante barcazas de la ría de Corme y Laxe.

* Aguas superficiales-aguas subterráneas

El impacto sobre las aguas puede considerarse en líneas generales moderado, debido a la alta pluviometría de la zona. Las principales alteraciones corresponden, por una parte, a la modificación del drenaje superficial y por otra, a la contaminación de las aguas por el aumento de sólidos en suspensión.

Las medidas correctoras se reducen a la construcción, en algunas explotaciones y plantas de tratamiento (vía húmeda), de balsas de decantación. El efecto contaminante sobre las aguas subterráneas puede considerarse menor, al no existir acuíferos importantes.

* Ruido

Las principales fuentes de emisión de ruidos son las plantas de tratamiento (tritadoras,

cribas, etc) y la maquinaria móvil (camiones, palas mecánicas, carros perforadores, etc). Su importancia depende tanto de la intensidad del ruido como de la distancia que los separa de los núcleos de población. Globalmente puede considerarse como baja, dado que la mayor parte de los focos de ruido se encuentran alejados de las principales poblaciones.

* Vibraciones por explosivos

La utilización de explosivos origina vibraciones y proyecciones de roca. Como en el caso anterior su importancia dependerá de la distancia a la cual se encuentran las edificaciones, vías de comunicación importantes, líneas eléctricas, etc. Por lo general, su incidencia es baja dado que la mayor parte de las canteras realizan una o varias grandes voladuras controladas a lo largo del año.

Por último, cabe señalar que en ninguna de las explotaciones abandonadas inventariadas se ha realizado ningún tipo de labor para su restauración, produciéndose esta de modo natural, mientras que en un buen número de ellas se sitúan vertederos o basureros incontrolados.

Aunque Galicia cuenta con un número importante de parajes o parques naturales, en la actualidad únicamente están declarados dos, el de las Islas Cies (en la salida de la Ría de Vigo) y el parque natural del Monte Alhoia (desembocadura del río Miño) situados ambos en la provincia de Pontevedra.

En el ámbito de la Hoja se sitúan diversos espacios naturales de interés paisajístico, que no han sido declarados oficialmente, y cuyas características mas notables son los siguientes:

Ulla- Ría de Arousa. Ocupa una superficie total de 3967 Ha formando límite entre las provincias de Pontevedra y La Coruña. La zona aluvial del río Ulla, tiene un importante valor biológico.

Barbanza-Corrubedo. Parque natural con una extensión de 7.730 Ha. Situado entre las rías de Muros y Arosa. Destacan entre otros, las extensas formaciones de dunas de Corrubedo una serie de zonas lacustres litorales.

Costa de Fisnisterre. Este parque natural está comprendido entre el cabo Finisterre, al sur, y la playa de Baldaio, situada al Norte de Carballo. Su superficie alcanza las 12.650 Ha.

6.- VALORACION MINERO INDUSTRIAL

6 VALORACION MINERO INDUSTRIAL

6.1 CONSIDERACIONES GENERALES.

Según los datos publicados por el Ministerio de Industria y Energía (Estadística Minera de España), durante el año 1987, la variación de la producción minera es netamente favorable a las rocas industriales. El valor de la producción durante 1987 se elevó a unos 65.343 millones de pesetas, lo cual supuso un incremento del 17,2 % respecto al año anterior.

Por sus posibilidades de exportación pueden destacarse la pizarra, el granito y el mármol. Las pizarras españolas ocuparon el primer lugar entre las sustancias minerales que exportaron durante 1987 y el granito el segundo puesto.

El reparto de la producción nacional entre las principales rocas y minerales industriales, durante 1987, fue el siguiente:

Caliza	39,7%
Pizarra	12,7%
Granito	9,3%
Mármol	5,7%
Yeso	4,0%
Arcilla	3,2%
Sílice y are.sil.	2,6%
Otros	22,8%

6.2 GALICIA

En la comunidad autónoma gallega se extrajeron durante 1987 veinticinco sustancias distintas cuyo valor en conjunto alcanzó los 53.719 millones de pesetas. Estas cifras representan el 14,1% del valor total de la producción minera nacional.

Por provincias, el valor de la producción autonómica se repartió de la siguiente forma:

La Coruña	70,4%
Lugo	15,0%
Orense	9,5%
Pontevedra	5,1%

Centrándose en el sector de rocas y minerales industriales, el valor de la producción provincial ($\times 10^3$ ptas.) de las distintas sustancias fue:

	La Coruña	Pontevedra
Andalucita	35.378	12.870
Arcilla	64.580	27.904
Arc.ref.	72.340	22.398
Caolín lav.	1.057.204	
Cuarcita	48.100	41.000
Cuarzo	231.497	123.627
Granito	1.753.230	1.981.150
Mármol	5.760	
Pizarra	210.617	56.646
Serpentina	41.000	282.390
Slíce/aren.sil.	120.500	
Otros productos	147.219	207.345

Fuente: Estadística minera de España 1.987.

La hoja 1/200.000 N° 7 (Santiago de Compostela), está comprendida en su mayor parte, dentro de la provincia de La Coruña y en menor proporción a la de Pontevedra.

La producción de rocas y minerales industriales, alcanzó en el año 1988 2.826.600 Tm,

según datos recogidos en las Jefaturas Provinciales de La Coruña y Pontevedra.

El reparto de la producción por sustancias es la siguiente:

Anfibolita	304.600 Tm
Arcilla común	215.000 Tm
Arenas y gravas ^(*)	400.000 Tm
Caolín	108.000 Tm
Cuarzo	212.500 Tm
Esquistos	306.000 Tm
Gabro	103.400 Tm
Gneis	12.500 Tm
Granito	1.164.600 Tm

(*) Subproducto de minería metálica.

La distribución de la producción según sectores industriales es de la siguiente

forma:

Rocas ornamentales y de construcción	12.500 Tm
Aridos naturales	No hay datos de producción
Aridos de machaqueo	2.424.850 Tm
Ladrillería y Refractarios	215.000 Tm
Cargas para papel	108.000 Tm
Ferroaleaciones	66.250 Tm

6.3 ROCAS ORNAMENTALES

Aunque en el ámbito de la Hoja existe una gran variedad litológica en la actualidad, su utilización ornamental se restringe a algunas explotaciones de granitos y gneises. Por lo general se trata de canteras de pequeñas o medias dimensiones, escasamente mecanizadas y en algunos casos de carácter intermitente.

En su mayor parte se utilizan en mampostería, como solados o recubrimientos de muros y fachadas, etc. Entre ellos destacan las canteras de gneises y esquistos cuarcíticos existentes en las proximidades de Santiago de Compostela cuya producción conjunta alcanza los 12.500 Tm/año, destinadas al mercado local o regional.

En el paraje Brans de Arriba, perteneciente al término municipal de Brión, se explota con métodos artesanales un granito de dos micas utilizado como sillería para obras de ámbito local. La única explotación activa cuya producción recibe un posterior tratamiento industrial se encuentra en las proximidades de Puente Ezaro, en el término municipal de Carnota. En esta cantera se explota un granitoide biotítico de color rosado perteneciente al Macizo del Pindo. Los bloques que alcanzan un tamaño adecuado, se trasladan hasta la zona de Porriño (Pontevedra) para su corte y pulido, comercializándose posteriormente en el mercado nacional e internacional. No se dispone de datos de producción, por ser una explotación recién comenzada.

6.4 ARIDOS NATURALES.

Este sector que en décadas pasadas llegó alcanzar una relativa importancia económica, en la actualidad se encuentra en una fase de retroceso. Los numerosos puntos de extracción de arena situados tanto en las desembocaduras de los ríos principales (Tambre, Ulla, etc) como en depósitos litorales (playas y dunas) están en su mayor parte paralizadas, debido entre otros motivos, a la extracción incontrolada o desmesurada, conflictos con los mariscadores y organizaciones ecologistas. Los únicos explotadores en actividad se localizan en las proximidades de Ponteceso. La extracción de arena se realiza en la desembocadura del río Allones, en la Ría de Corme y Laxe, mediante el empleo de dragas ("chuponas") montadas en barcazas. No se dispone de datos de producción.

Aunque en la actualidad todas ellas se encuentran abandonadas, también debe reseñarse la existencia de numerosas explotaciones de Lehms graníticos ("Xabres"). Estas explotaciones de pequeñas dimensiones y uso local, se desarrollan sobre depósitos originados por la alteración superficial de los granitos.

6.5 ARIDOS DE MACHAQUEO.

Son considerados como tales aquellos que precisan un tratamiento de trituración y/o lavado.

Se explotan con esta finalidad una gran variedad de litologías, siendo el granito la más utilizada. Desglosado por sustancias, la producción de este tipo de áridos es la siguiente:

Anfibolitas	316.000 Tm
Arena-grava (subproducto minero)	400.000 Tm
Cuarzo	146.250 Tm
Gabro	103.400 Tm
Granito (incluye ortogneises)	<u>1.164.600 Tm</u>
TOTAL	2.424.850 Tm

Los áridos de trituración constituyen en su conjunto el 86% de la producción total de rocas extraídas en la zona. Los puntos de producción se hallan dispersos aunque los principales se sitúan en las cercanías de Santiago de Compostela, La Coruña, Carballo, etc. La realización del tramo de la autopista A-9 entre Santiago y Pontevedra, actualmente en ejecución, es la obra pública de mayor relevancia, constituyendo un centro de consumo de gran importancia.

Los áridos de machaqueo se utilizan, en función de sus unidades específicas como zahorras, subbases granulares, capas de rodadura, balastos, hormigones, etc. Alguna de las explotaciones inventariadas, en la actualidad inactivas, han sido utilizadas recientemente como áridos para escollera en obras portuarias.

6.6 LADRILLERIA Y REFRACTARIOS

La producción de arcillas se utiliza en su totalidad en el sector de ladrillería y refractarios. Una mínima parte se emplea en la fabricación de cerámica artesanal (Buño). Las explotaciones se dispersan en distintos sectores de la Hoja, situándose por lo general en las inmediaciones de un centro de elaboración. Suelen tener carácter intermitente, trabajando durante todo el año con el material acopiado en los meses de verano.

El principal centro de extracción y de producción se sitúa al NO de Laracha (La Coruña). Otros centros de importancia se encuentran en las proximidades de Barreiros (término municipal de Malpica) y en Pontecesures (Pontevedra).

6.7 CARGAS, FILTROS Y ABSORBENTES

En la actualidad este sector queda restringido al empleo de caolín procedente del yacimiento de Vimianzo en la industria papelera. La producción de esta explotación alcanza las 108.000 Tm/año con unas reservas probadas superiores a los 9×10^6 Tm de caolín bruto.

El producto elaborado se comercializa en el mercado internacional y en el nacional a través del puerto de Laxe. Hace algunos años también se utilizó como carga de papel el caolín obtenido en yacimientos actualmente abandonados, como son los de Laxe y Santa Comba.

6.8 OTROS USOS

La aplicación más importante es el empleo del cuarzo como materia prima para la obtención de ferrosilíceo. Se han explotado filones de cuarzo en distintas zonas de la Hoja, alguna de cuyas explotaciones actualmente abandonadas alcanzaron gran importancia económica. Entre ellas merecen destacarse las situadas al NO de Santiago de Compostela, cuya producción era exportada en su mayor parte a los países nórdicos.

Actualmente, se encuentran en actividad o en labores de preparación dos explotaciones situadas sobre filones de cuarzo en el término municipal de Mazaricos, así como un yacimiento ubicado en unos depósitos aluviales próxima a Carballo. En todos los casos el cuarzo se utiliza en ferroaleaciones.

Los principales centros de transformación corresponden a las factorías de la S.E.C.M. situadas en Ceé y sus proximidades, en las que se fabrica ferrosilíceo y carburo de silíceo. La posibilidad de utilización del cuarzo filoniano gallego en productos de alto valor (cristal, vidrio o fibra óptica), es generalmente bajo por el exceso de hierro, alúmina y otros elementos menores, quedando restringido su empleo al campo de las ferroaleaciones.

7.- CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES INDUSTRIALES

7 CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES INDUSTRIALES

7.1 ANFIBOLITAS

Las anfibolitas son rocas metamórficas, de tonos verdes oscuros, constituidas esencialmente por la asociación de hornblendas con una plagioclasa cálcica. Son el resultado de un metamorfismo regional de intensidad media a elevada de rocas ígneas básicas y de rocas sedimentarias, por lo tanto, según la composición de la roca originaria y el grado del metamorfismo, la asociación mineralógica fundamental hornblenda-plagioclasa está acompañada por otros minerales. Las anfibolitas se pueden clasificar en ortoanfibolitas y paranfibolitas, pero esta distinción no es siempre sencilla y debe hacerse teniendo en cuenta sus relaciones de yacimiento con otras rocas metamórficas, además de su composición.

Las anfibolitas tienen textura esquistosa poco manifiesta porque en general, los minerales micáceos (biotita) no abundan; la esquistosidad se debe a la orientación preferencial de los prismas de hornblenda. En las anfibolitas de grado elevado es frecuente el bandeo constituido por la alternancia de pequeños niveles esencialmente anfibólicos con otros de plagioclasas.

Usos

Debido fundamentalmente a su colaboración, las anfibolitas se usan como roca de ornamentación, roca de sillería y revestimientos, se utilizan además como áridos de machaqueo.

Análisis y ensayos

Para determinar la aptitud de las anfibolitas respecto al empleo a que se destinen,

es necesario conocer un conjunto de propiedades físicas, químicas y mecánicas que pueden evaluarse mediante los ensayos siguientes:

- Análisis químico y petrográfico
- Loseta pulida
- Absorción y peso específico
- Resistencia a las heladas
- Resistencia a compresión simple
- Resistencia a la flexión
- Resistencia al desgaste por rozamiento
- Resistencia al choque
- Coeficiente de dilatación lineal térmica
- Modulo elástico
- Microdureza Knoop

Normativa

No existe una normativa específica para estas rocas. Ver normas generales para Rocas ornamentales y áridos.

7.2 APLITA

Las aplitas son rocas filonianas de composición granítica, situadas en el interior de las masas graníticas y en las rocas encajantes próximas al contacto. Tienen estructuras microgranular y están constituidas esencialmente por feldespatos y cuarzo.

Usos

La utilización más frecuente de las aplitas se da en el campo de los áridos de trituración, ya sea para carreteras o para hormigones. También se pueden utilizar en construcción como roca de sillería y en vidrio.

Análisis y ensayos

Los tipo de ensayos a realizar con esta roca dependen del uso que se pretenda investigar. En el caso de que se vayan a utilizar como roca de sillería, son de interés los siguientes análisis y ensayos:

- Estudio petrográfico
- Resistencia a compresión simple
- Absorción y peso específico aparente
- Resistencia a las heladas
- Alterabilidad

Para su utilización en el campo de los áridos de machaqueo y teniendo en cuenta la naturaleza de la sustancia que aquí nos ocupa, se consideran los siguientes ensayos, de acuerdo con su destino.

Aridos finos para hormigones

- Granulometría
- Sustancias reaccionantes
- Estabilidad al sulfato magnésico
- Compuestos de azufre
- Absorción de agua y peso específico
- Equivalente en arena

Aridos gruesos para hormigones

- Granulometría
- Sustancias reaccionantes
- Estabilidad al sulfato magnésico
- Compuestos de azufre
- Ensayo Los Angeles
- Absorción de agua y peso específico
- Coeficiente de forma

Aridos para aglomerados asfálticos

- Ensayo los Angeles
- Adhesividad al betún
- Pulido acelerado
- Absorción de agua y peso específico
- Estabilidad al sulfato magnésico

Normativa

Ver normativa general para rocas de construcción, vidrio y áridos.

7.3 ARCILLA COMUN

Se incluye dentro de esta denominación general aquellos materiales arcillosos cuyos usos, como consecuencia de su composición mineralógica, se dirigen al campo de la cerámica estructural, alfarería y áridos ligeros obtenidos en procesos industriales de expansión de arcillas.

Son rocas sedimentarias compuestas esencialmente por minerales de la arcilla (illita, caolinita, clorita, esmectitas, etc) siendo su composición más frecuente de tipo illítico o illítico-caolínítico. Entre las impurezas que suelen presentar aparecen cuarzo, carbonatos, óxidos diversos, feldespatos, materia orgánica y sulfuros.

Propiedades físicas

La propiedad más importante de las arcillas es su plasticidad al ser mezcladas con agua y la posibilidad de ser moldeadas. Esta propiedad no es exclusiva de las arcillas, pudiendo producirse también por la presencia de coloides orgánicos o geles inorgánicos. El valor cuantitativo de la plasticidad en una pasta arcillosa va a depender de una serie de factores:

- Tamaño de 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

Usos y especificaciones

El principal uso de estos materiales arcillosos se da en el campo de la cerámica

de construcción: Tejas, ladrillos, tubos, baldosas, alfarería tradicional, lozas groseras y medias, azulejos y gres.

No existe normativa oficial sobre las materias primas utilizadas en la elaboración de los productos cerámicos antes citados, primando en general, criterios económicos.

* Dentro de la cerámica estructural pueden tomarse las siguientes pautas:

- Arcillas de naturaleza illítica o illítica-caolínica
- Contenidos en esmectitas <10-15% para evitar una excesiva plasticidad y problemas de contracción en el secado.
- Arena silíceas en proporción variable: hasta 30-40%, actuando como desgrasante.
- Ausencia de carbonatos en granos, siendo tolerable la calcita muy fina (<15%).
- Elementos colorantes:

5-10% de Fe_2O_3 tonalidades rojizas.
3-10% de TiO_3 en presencia de Fe_2O_3 tonalidades amarillentas.
0,5-4% MnO_2 en presencia de Fe_2O_3 tonalidades ocres.

El color aparece asimismo afectado por otros factores tales como:

- Temperatura de cocción
- Grado de vitrificación
- Contenido en Al_2O_3 , CaO y MgO
- Composición de los gases liberados durante la cocción

- Impurezas no deseables:

- SO_4Ca < 4%
- NaCl < 1,5%
- Na_2SO_4 < 0,4%
- $Mg SO_4$ < 1%

* El uso de estas arcillas en lozas queda restringido 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 ilíto-caolínificas (1/1) con contenidos en Fe_2O_3 <15%. El objetivo en este sector es obtener pastas cerámicas capaces de obtener impermeabilidad por cocción sin necesidad de esmaltes o cubiertas vidriadas, así como alta resistencia al ataque por ácidos.

- * Para la producción de arcillas expandidas son utilizados materiales con illita, clorita, esmectita, vermiculitas. La presencia de caolinita es un factor limitante por su carácter refractario. (<40%).

Las arcillas con contenido elevado de materia orgánica y óxidos de hierro son útiles para poder liberar el gas necesario para la expansión:

Materia orgánica	0,5 - 2%
Fe_2O_3	>3%

Asimismo no hay restricciones importantes respecto a la presencia de granos carbonatados, yeso y piritita (<2%).

- * En la manufactura de cemento, las arcillas son utilizadas como fuente de alúmina y sílice. Prácticamente todas las arcillas son aptas para este uso, primando consideraciones económicas.

Ensayos

- Análisis químico
- Granulometría
- Difracción de R-X, A.T.D.
- Límites de Atterberg
- Contracción lineal
- Márgenes de cocción y resistencias a compresión
- Color de cocción

7.4 ARENAS Y GRAVAS

Se incluyen en este grupo aquellas rocas detríticas no consolidadas que por su granulometría, independientemente de su naturaleza litológica, pueden ser clasificadas como arenas o gravas. Son los áridos naturales por excelencia, que se extraen de terrazas fluviales, lechos de ríos y rañas, mediante medios mecánicos convencionales.

La denominación por tamaños más usual es la siguiente:

- Morro		>	. 100 mm
- Grava gruesa	50	a	. 100 mm
- Grava media	40	a	. 60 mm
- Grava menuda	30	a	. 50 mm
- Gravilla gruesa	20	a	. 40 mm
- Gravilla media	15	a	. 30 mm
- Gravilla menuda	15	a	. 25 mm
- Garbancillo	7	a	. 15 mm
- Arena gruesa	2	a	. 5 mm
- Arena media	0,5	a	. 2 mm
- Arena fina	0,1	a	. 0,5 mm
- Filler o polvo	0,005	a	0,08 mm

7.5 CAOLIN

Los caolines son rocas caracterizadas por un significativo contenido de minerales de la familia de las Kanditas:

- Caolinita, nacrita y dickita
- Haloisita y metahaloisita

La caolinita, caolinita + haloisita y haloisita son los principales componentes de los depósitos comerciales, a los que acompañan cantidades variables de cuarzo, feldespatos, micas, otras arcillas, alunita, óxidos de hierro y titanio, etc.

Los yacimientos, a grandes rasgos, pueden ser de dos tipos:

- * Primarios, desarrollados "in situ" mediante meteorización en clima tropical húmedo, por alteración hidrotermal o por acción de solfataras. Las principales rocas que al caolinizarse pueden proporcionar concentraciones explotables son: Rocas graníticas s.l., rocas metamórficas gnéissicas, rocas volcánicas ácidas, areniscas grauváquicas y arcósicas y pizarras sericíticas.
- * Secundarios, en los que el material original ha sufrido un proceso de transporte y posterior sedimentación. En este grupo se incluyen los caolines sedimentarios s.s., arenas caoliníferas, "ball clays", "fireclays" y "flintclays".

El término "ball clay" alude a arcillas caoliníferas muy plásticas, fácilmente dispersables en agua y color blanco en cocción, si bien su color natural es oscuro. Presentan un buen módulo de ruptura.

El término "fireclay" presenta distintas acepciones. La más amplia incluye en este

grupo a las arcillas de cocción no blanca y fusión superior a 1.520°C.

Los "flint clays" o caolines pétreos son arcillas duras, masivas, no plásticas y con fractura concoidea. Están constituidas por caolinita muy puro y cristalizada en tamaños de partícula extremadamente finos. Son arcillas refractarias de alto grado.

Composición y propiedades

La caolinita es un silicato aluminico hidratado, de fórmula $2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

SiO_2	46,5 %
Al_2O_3	39,5 %
H_2O	14 %

La distribución y forma de las partículas en apilamientos de placas microscópicas pseudo hexagonales de la caolinita, son algunas de las características que controlan sus propiedades reológicas. La estructura cristalina es resistente al ataque químico por lo que se convierte en una carga blanca de alto interés industrial. Otras propiedades de interés son:

- Blancura, afectada por la presencia de óxidos.
- No toxicidad
- Tamaño de partículas $< 63 \mu$.
- Superficie específica
- Poder cubriente
- Refractariedad
- Poder absorbente y adherente

Explotación y procesado

La mayor parte de los depósitos de Caolín se encuentran cerca de la superficie, por lo que su extracción se realiza a cielo abierto, con medios mecánicos convencionales, si bien en algunos casos se utilizan métodos hidráulicos removiendo el material con

chorros de agua y extrayendo la suspensión por bombeo. En explotaciones subterráneas la extracción suele realizarse por el método de cámaras y pilares. Aunque el caolín natural puede ser utilizado directamente (refractarios), el caolín comercial de alta calidad se obtiene por vía húmeda con los siguientes pasos habituales:

Dispersión

Eliminación de la fracción gruesa ($>44 \mu$)

Separación por fracciones por centrifugación

Deslaminación de las fracciones gruesas y posterior fraccionamiento por centrifugación

Tratamiento químico para aumentar blancura

Filtración (eliminación de agua y sales solubles) hasta conseguir una concentración del 60% en sólidos.

Secado y pulverizado, o formación de barbotinas de alta concentración en caolín (70% en sólidos) o calcinación.

Envasado

Usos y especificaciones

Se utiliza este material en numerosos procesos industriales, siendo los principales los siguientes:

- Fabricación de papel, como cargas
- Cerámica fina y refractarios
- Industria del Caucho
- Plásticos
- Cargas en pinturas
- Cementos blancos

Algunas especificaciones más utilizadas en estos sectores son:

Cargas en Papel

- * Índice de blancura
- * Granulometría, un 50% mínimo menor de 2 micras

Cerámica

- * Índice de blancura mayor del 80%
- * Porcentaje de $Fe_2O_3 + TiO_2$ menor del 1% en porcelana
- * Porcentaje de $Fe_2O_3 + TiO_2$ menor del 3% en gres

Industria del caucho

- * Porcentaje de volátiles del 2% máximo
- * Porcentaje de materias solubles del 3% máximo
- * Pérdida al fuego 6-14%
- * Porcentaje de Cu de 0,005% máximo
- * Porcentaje de Mn de 0,05% máximo

Pinturas

- * Porcentaje de volátiles del 2% máximo
- * Porcentaje de material solubles del 0,5% máximo
- * Pérdida al fuego 10-14%

Cargas blancas

- * Índice de blancura mayor del 85%
- * Viscosidad Brookfield 600 cp
- * Granulometría 75% mínimo menor de 2 micras

Ensayos

Los ensayos más comunes son los siguientes:

- Análisis químico y difracción de R-X sobre muestra total, fracción <64 u, <20 u, <2 u.
- Granulometría
- Abrasividad
- Blancura y amarillamiento
- Viscosidad Brookfield
- Poder defloculante
- Velocidad de formación de espesor
- Resistencia mecánica en seco y cocido
- Absorción de agua
- Contracción

Normativa

No existe ningún tipo de normativa en nuestro país referente al caolín. Un caolín tipo, producido por Caosil, utilizado en la fabricación de papel, presenta las siguientes características:

Granulometría

> 53 micras	0,057%
> 10 micras	13%
< 2 micras	53%

Análisis mineralógico

Caolín	93%
Cuarzo	5%
Mica	2%

Propiedades de aplicación

Abrasión	10,3 mg
Blancura	97,9%
Brillo	91,1%

Caolín cerámico

Análisis mineralógico

Caolín	87%
Cuarzo	9%
Mica	4%

Propiedades de aplicación

Blancura después de cocción

a 1180°C	92,5%
Absorción	22,8%
Contracción	3,7%

Granulometría

> 53 micras	1,2%
> 10 micras	24%
< 2 micras	44%

Para mayor información ver apartados lozas y porcelanas, refractarios y cargas.

7.6 CUARZO

El cuarzo, SiO_2 , es el más abundante de todos los minerales en la naturaleza y aparece ampliamente distribuido como constituyente de numerosas rocas ígneas, metamórficas, sedimentarias, masivo, en diques y filones. cristalizado, etc. Existe una gran variedad de formas del cuarzo:

- * Variedades cristalinas: cristal de roca, amatista, cuarzo rosado, cuarzo ahumado, cuarzo citrino, cuarzo lechoso, ojo de gato, cuarzo rutilado, venturina, etc.
- * Variedades criptocristalinas:
 - Fibrosas: Calcedonia, cornalina, ágata, ónice, heliotropo, etc.
 - Granulares: Sílex y pedernal, jaspe, etc.

Composición y propiedades

Si	O	Dureza	P. espec.	Ind. refracción
46,7	53,3	7	2,65	1,54-1,55

Entre todos los minerales, el cuarzo es el más próximo a un compuesto químico puro, presentado propiedades físicas constantes. El cuarzo, también conocido como α -Cuarzo o cuarzo bajo, es uno de los seis polimorfos conocidos de sílice, estable por debajo de 573°C . Entre las propiedades más interesantes del cuarzo figuran la piroelectricidad y piezoelectricidad.

Usos

La mayor parte del cuarzo consumido en la industria del vidrio procede de

depósitos sedimentarios (arenas, gravas, areniscas,etc) así como de cuarcitas y son descritos por separado.

- El cuarzo masivo, procedente de depósitos pegmatíticos, venas, etc. cumple los requisitos de pureza para ser utilizado en manufactura de vidrios especiales, vidrio en general y es asimismo utilizado para productos refractarios, procesos metalúrgicos. (Manufactura de silicio metálico, ferroaleaciones, etc).
- Los cristales de cuarzo de alta calidad son utilizados en electrónica (osciladores piezoeléctricos, etc.). Deben estar libres de defectos estructurales, maclas, impurezas o inclusiones. El uso de cristales naturales ha sido crecientemente suplantado por cuarzo sintético. En óptica es utilizado en lentes para microscopios petrográficos, espectroscopia, etc.
- Las variedades cristal de roca (inoloro), amatista (púrpura-violeta), ahumado (pardo-oscuro a negro), rosado, citrino (amarillo), venturina (cuarzo con escamas de oligisto o mica), son utilizadas como gema. En general las variedades criptocristalinas y especialmente el ágata son apreciadas como minerales ornamentales.
- Las diferentes variedades de cuarzo son utilizadas como abrasivos de grado intermedio.

Ensayos

- Análisis químico y mineralógico

Para mayor información remitirse a los apartados de arena silíceo, refractarios, vidrio, abrasivos, y arenas de moldeo.

7.7 ESQUISTOS

Bajo el término "esquisto" se engloba un conjunto muy variado de rocas en cuanto a su composición mineralógica, cuyo denominador común lo constituye el hecho de tratarse de rocas formadas por metamorfismo regional de distinto grado, muy esquistosas, por lo general con lineación y en ellas los granos son lo suficientemente grandes para permitir la identificación macroscópica de los minerales componentes. El bandeo por segregación es en general, prominente.

Usos

Tanto su composición mineralógica y química como la laminación que ofrecen, que permite su disgregación en placas, marcan las variadas aplicaciones de estos minerales. Así, se utilizan en la industria de la construcción como roca de sillería y revestimiento, generalmente de carácter rústico; en la industria del cemento y derivados; en ladrillería y como aislante. En el campo de los áridos pueden utilizarse como áridos de compactación previo estudio de sus propiedades (forma, tamaño de partículas, alterabilidad, etc.).

Análisis y ensayos

- Estudio petrográfico
- Análisis mineralógico
- Análisis químico

Normativa

Ver normas para Rocas ornamentales y áridos.

7.8 FELDESPATO

Se conoce como Feldespato un amplio grupo de aluminico-silicatos de Sodio, Potasio y Calcio. Se distinguen tres tipos fundamentales:

- Feldespato Potásico, con fórmula química general $\text{SiO}_2 \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ y cuyos términos más representativos son la Ortosa y la Microclina.
- Feldespato Sódico, de fórmula $\text{SiO}_2 \cdot \text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, siendo la Albita la más representativa.
- Feldespato Cálcico, de fórmula $2\text{SiO}_2 \cdot \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, cuyo representante es la Anortita, aunque en realidad éstos dos últimos, que forman el grupo de la Plagioclasas, constituyen una serie isomorfa cuyos términos extremos son los citados, con términos intermedios como la oligoclasa, andesina, labradorita y bitownita.

Los tipos más utilizados son los Feldespatos ricos en potasio, así como las mezclas de estos y los sódicos, mientras que las plagioclasas son muy poco utilizadas.

Las fuentes básicas de aporte de feldespatos son las pegmatitas, arenas feldespáticas y granitos y otras rocas ígneas. Existe un buen número de sistemas de tratamiento del material, extraído generalmente a cielo abierto con métodos tradicionales, que van desde la simple selección manual, pasando por los sistemas tradicionales de molido, clasificación y lavado, hasta los métodos de separación gravimétrica, magnética, electrostática y con la aplicación de técnicas de flotación. La mezcla de todos estos procesos conduce a la instalación de un sistema, más o menos sofisticado que incluye el enriquecimiento y la depuración del producto final.

Usos y especificaciones

Se utilizan principalmente en la fabricación de vidrio, (como fuente de Al_2O_3 , K_2O y Na_2O) y en la elaboración de productos cerámicos mezclados con otros materiales, aunque también se usa en la fabricación de abrasivos y detergentes.

Para la industria del vidrio las principales especificaciones que debe cumplir el material son:

- Contenido en Fe_2O_3 menor de 1% en vidrio de color y menor de 0,3% en vidrio blanco.
- No debe contener partículas refractarias o colorantes.
- Un contenido en Al_2O_3 mínimo de 15-16%.

Para mayor información ver apartado vidrio.

En la elaboración de productos cerámicos se requiere en general:

- Tamaño de grano menor o igual a 80 micras.
- Contenido en Fe_2O_3 menor de 0,3% en general y menor de 0,1% en variedades especiales.
- Color uniforme en el material fundido, preferentemente blanco.
- El porcentaje de Al_2O_3 puede estar entre el 10-15%.

Ensayos

Los ensayos preliminares más utilizados son los siguientes:

- Estudio petrográfico sobre lámina delgada.
- Análisis químico completo.
- Pérdida al fuego.
- Prueba de fusión.

Normativa

Existen una serie de propuesta de normativas para regular los ensayos de las propiedades físicas. Son los siguientes:

- Humedad APNE 22.212
- Análisis químico completo APNE 22.213
- Análisis granulométrico APNE 22.214
- Fusibilidad a la temperatura de trabajo APNE 22.215

7.9 GABROS

Los gabros son rocas intrusivas básicas constituídas esencialmente por plagioclasa y piroxenos. Si el piroxeno fundamentalmente es monoclinico, la roca se denomina gabro y si predomina el piroxeno rómbico, norita.

Su coloración oscura y su estructura granular holocristalina análoga a la de los granitos hacen que comercialmente se les considere en el grupo de los granitos (granitos negros y oscuros).

Propiedades y usos

Como se decía, los gabros son rocas de coloración oscura, estructura granular, con peso específico comprendido entre 2,8 y 3,1 T/M³. Su resistencia a compresión simple puede variar ampliamente; se puede considerar el intervalo 460-4700 Kp/m². Su conductividad térmica varia entre 475×10^5 y 720×10^5 cal/s/cm.

Sus aplicaciones se centran en el campo de las rocas de construcción y en el de los áridos, fundamentalmente. Como piedra en bloque puede utilizarse en estructuras de construcciones, revestimientos interiores o exteriores, peldaños y pavimentos, bordillos, adoquines, monumentos, etc. El material fragmentado se utiliza como árido (hormigones, agregados, asfálticos, firmes de carreteras), basalto, escolleras, rellenos.

Análisis y ensayos

Para evaluar las propiedades físicomecánicas de los gabros según el destino comercial a que pretenda dedicarse se recurre a los siguientes análisis y ensayos:

Roca de Construcción (Revestimientos, pavimentos, sillería)

- Estudio petrográfico
- Loseta pulida
- Absorción y peso específico
- Resistencia a compresión simple
- Resistencia a las heladas
- Resistencia al desgaste por rozamiento
- Resistencia a la flexión
- Módulo elástico
- Microdureza Knoop
- Alterabilidad. Choque térmico
- Alterabilidad en atmósfera contaminante

Aridos para hormigón

- Granulometría
- Sustancias reaccionantes
- Estabilidad al sulfato magnésico
- Compuestos de azufre
- Absorción de agua y peso específico
- Ensayo Los Angeles
- Coeficiente de forma
- Equivalente de arena
- Partículas blandas

Aridos para aglomerados asfálticos

- Ensayo Los Angeles
- Adhesividad al betún
- Pulimento acelerado
- Absorción de agua y peso específico
- Estabilidad al sulfato magnésico

Normativa

Ver normativas generales en apartados rocas ornamentales y áridos.

7.10 GNEIS

Son rocas producidas por metamorfismo regional de grado elevado, constituidas esencialmente por cuarzo y feldespatos con cantidades menores de micas y minerales ferromagnéticos; su esquistosidad es discontinúa y muy mal definida. En ellos es característica la separación de los componentes síalicos (cuarzo y feldespatos) de los ferromagnéticos (biotita, piroxenos y anfíboles), en pequeños niveles lenticulares de color alterno claro y oscuro, paralelos a la esquistosidad de la roca.

Propiedades y usos

Los gneis presentan fisibilidad irregular, según superficies más separadas que los esquistos. Su peso específico oscila entre 2,5 y 2,7 T/m³; su resistencia a la compresión simple puede variar entre, aproximadamente 800 y 3300 Kp/cm² y su conductibilidad térmica es del orden de 400 x 10⁵ cal/s/cm.

La utilización industrial de los gneises se efectúa fundamentalmente en el campo de las rocas de construcción (roca ornamental, roca de sillería, revestimientos) y en el de los áridos (hormigón, carreteras, basalto).

Análisis y ensayos

Los análisis y ensayos a realizar según el uso que se pretenda dar al gneis, son análogos a los enumerados anteriormente para otras rocas industriales. Como roca de construcción cabe considerar los siguientes:

- Estudio petrográfico
- Loseta pulida
- Resistencia a compresión simple
- Absorción y peso específico
- Resistencia a las heladas
- Resistencia al desgaste por rozamiento

- Resistencia a la flexión
- Módulo elástico
- Microdureza Knoop
- Alterabilidad. Choque térmico
- Alterabilidad en atmósfera contaminante

Los ensayos indicados son los que se aplican a granitos ornamentales pero pueden razonablemente aplicarse a los gneis ornamentales. Para su utilización como árido de machaqueo se consideran los siguientes ensayos:

Aridos para hormigón

- Granulometría
- Sustancias reaccionantes
- Estabilidad al sulfato magnésico
- Compuesto de azufre
- Absorción de agua y peso específico
- Ensayo Los Angeles
- Coeficiente de forma
- Equivalente en arena
- Partículas blandas

Aridos para aglomerados asfálticos

- Ensayo Los Angeles
- Adhesividad al betún
- Pulimento acelerado
- Absorción de agua y peso específico
- Estabilidad al sulfato magnésico

Normativas

Ver normativas generales para Rocas ornamentales y Aridos.

7.11 GRANITOS

Los granitos, en sentido amplio, constituyen una familia de rocas ígneas intrusivas formadas, fundamentalmente, por feldespatos alcalinos y cuarzo. No obstante, la denominación comercial de granito, en particular el granito ornamental, abarca un conjunto de rocas mucho más extenso. Así, la norma UNE-22-170-85 engloba bajo la denominación de granito "el conjunto de rocas ígneas compuestas por diversos minerales, que se explotan generalmente en forma de bloques de naturaleza coherente y se utilizan en la construcción para decoración, es decir, se aprovechan sus cualidades estéticas una vez elaboradas con procedimientos tales como aserrado, pulido, labrado, esculpido, etc."

Bajo el punto de vista comercial, los granitos ornamentales puede dividirse en dos grandes grupos, en función de la proporción de minerales máficos o félsicos presentes:

- Granitos claros (granitos, ademellitas, granodioritas, sienitas).
- Granitos oscuros (gabros, dioritas, incluso rocas volcánicas).

Usos

Las aplicaciones del granito se encuentran en el campo de las rocas de construcción puede utilizarse en revestimientos, interiores o exteriores, peldaños, pavimentos, sillares, bordillos, adoquines, monumentos, etc. El granito fragmentado se utiliza como árido (hormigones, agregados asfálticos, finos de carreteras), balasto, escolleras, rellenos.

Análisis y ensayos

Los ensayos a realizar en estas rocas dependen del destino comercial que se

pretenda darles; según se utilicen en el campo de las rocas ornamentales o de construcción o en el de los áridos se tiene:

Roca de construcción (revestimientos, pavimentos, sillería)

- Estudio petrográfico
- Loseta pulida
- Absorción y peso específico
- Resistencia a compresión simple
- Resistencia a las heladas
- Resistencia al desgaste por rozamiento
- Resistencia a la flexión
- Módulo elástico
- Microdureza Knoop
- Alterabilidad. Choque térmico
- Alterabilidad en atmósfera contaminante

El resultado de estos ensayos permite determinar el comportamiento de cada material, por lo que sus características indican su aplicación óptima. La importancia de los ensayos más relevantes según la aplicación de que se trate se indica en el cuadro siguientes:

	A	B	C	D	E
M. volúm.	I	I	I	PI	PI
Absorción	I	PI	I	PI	PI
R.Compres.	I	PI	I	PI	I
R.Flexión	I	PI	I	I	I
R.Choque	PI	PI	MI	PI	I
R.Heladas	MI	PI	MI	PI	MI
R.Desgaste	PI	PI	MI	PI	I

- | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| A Resvestimientos exteriores | C Pavimentos exteriores |
| B Revestimientos interiores | D Pavimentos interiores |
| MI Muy importante | PI Poco importante |
| I Importante | |

Aridos para hormigón

- Granulometría
- Sustancias reaccionantes
- Estabilidad al sulfato magnésico
- Compuestos de azufre
- Absorción de agua y peso específico
- Ensayo Los Angeles
- Coeficiente de forma
- Equivalente en arena
- Partículas blandas

Aridos para aglomerados asfálticos

- Ensayo Los Angeles
- Adhesividad al betún
- Pulimento acelerado
- Absorción de agua y peso específico
- Estabilidad al sulfato magnésico

Normativa

Ver normativas para rocas ornamentales y áridos.

8.- USOS Y SECTORES ECONOMICOS DE CONSUMO DE LAS ROCAS

Y

MINERALES INDUSTRIALES

8. USOS Y SECTORES ECONOMICOS DE CONSUMO DE LAS ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES.

Las llamadas rocas industriales las pueden agruparse, en función de sus usos y sectores económicos de consumo, según las siguientes categorías:

- Rocas ornamentales
- Rocas de construcción (sillería, techado, pavimentación, etc.
- Aridos naturales
- Aridos de machaqueo
- Aridos ligeros
- Cementos
- Cales
- Yesos
- Cerámica estructural
- Productos refractarios
- Lozas y porcelanas (incluyendo cerámicas sanitarias, electrocerámicas, etc.)
- Vidrio
- Pigmentos
- Industria química
- Abrasivos
- Cargas, filtros y absorbentes
- Agricultura (fertilizantes, correctores y sustratos)
- Fundentes
- Arenas de moldeo
- Aislantes
- Minerales decorativos
- Otros (óptica, electrónica, cosmética, etc.)

Los criterios seguidos para obtener esta clasificación no son homogéneos ya que se agrupan al mismo tiempo sectores industriales, subsectores (lozas y porcelanas, dentro de la cerámica) y usos concretos (fundentes, arenas de moldeo).

Por otro lado existen interrelaciones entre algunas de las categorías presentadas: los áridos ligeros pueden ser considerados como aislantes, los pigmentos como cargas: las arenas de moldeo como refractarios, etc.

8.1. ROCAS ORNAMENTALES Y DE CONSTRUCCION

Aunque la mayor parte de las rocas pueden ser utilizadas como tales, su inclusión definitiva en este grupo depende de dos factores, el segundo de los cuales es muy variable y subjetivo:

- Composición y comportamiento físico-químico
- Estética

Las principales rocas utilizadas son:

* **GRANITOS.** Desde el punto de vista comercial se incluyen aquí un amplio grupo de rocas ígneas con textura granular o gnéisica visible:

- Granitos s.s., granodioritas, adamellitas,
- Sienitas, sienitas nefelínicas, monzonitas, monzosienitas.
- Basaltos, basanitas, nefelinitas.
- Gabros s.s., gabros olivínicos, troctolitas, noritas, anortositas.
- Pórfidos y lamprófidios.
- Fonolitas, Tefritas.
- Harzbürgitas, Wehrlita, Lerzolititas.
- Gneises y migmatitas.

Comercialmente, las rocas de color oscuro son denominadas como " granitos negros " (basaltos, gabros).

* **MARMOLES.** Desde el punto de vista comercial se incluyen:

- Mármoles s.s.
- Calizas marmóreas, calizas ornamentales, conglomerados y brechas calcáreas.
- Travertinos
- Serpentinias
- Falsas ágatas, ónice

* **ARENISCAS**

* PIZARRAS.- Los principales ensayos a realizar son:

- Análisis químicos y petrografía
- Loseta pulida
- Absorción de agua
- Peso específico aparente
- Desgaste por rozamiento
- Resistencia a las heladas
- Resistencia a compresión
- Resistencia a la flexión
- Módulo elástico
- Microdureza Knoop
- Resistencia al choque
- Resistencia a los ácidos
- Resistencia a los cambios térmicos

Los valores mínimos y acotación de resultados de las rocas utilizadas para pavimentos similares y columnas.

	Peso Específico	Absorción Agua	Resist. Compre.	Resist. Flexión	Resist. Heladas	Res.Ag. Químicos
Granito	2,5	<1,4	>1300	>80	Buena	Buena
Mármol	2,5	<1,6	>500	>70	Baja	Atacable
Areniscas	2,4	<4,5	>250	>50	Baja	Baja
Cuarcita	2,6	<1,3	>1300	>90	Buena	Buena
Caliza	2,0	<2,0	>400	>70	Baja	Atacable
Pizarra	2,5	<1,8	>800	>300	Buena	Buena

Los valores mínimos y acotación de resultados de las rocas utilizadas para revestimientos son:

	Densidad	Absorción Agua	Resistencia Compresión	Resistencia Flexión
Granito	2,5	<1,4	>800	>80
Mármol	2,5	<0,75	>500	>70
Caliza	2,0	<3,0	>400	>70

Valores mínimos de pizarras para cubiertas, según UNE 22-201-85.

Peso espec. Aparente	Absorción Agua	Módulo de Rotura a Flexión	Resistencia Heladas
>2,6	<3%	>290	<3%

Al margen de normativas oficiales, es aconsejable realizar estudios de fracturación en el yacimiento (determinación de tamaño de bloque), oxidaciones e índices de deterioro.

NORMATIVAS UNE

Las normas UNE son muy detalladas para granitos, mármoles y pizarras. no obstante, los ensayos que se cifran pueden hacerse extensibles al resto de las rocas contempladas:

- 7-067-54 Determinación del peso específico de los materiales pétreos.
- 7-068-53 Ensayo de compresión de adoquines de piedra.
- 7-069-53 Ensayo de desgaste por rozamiento, en adoquines de piedra.
- 7-070-53 Ensayo de heladicidad en adoquines de piedra.

- 22-170-85 **Granitos Ornamentales.** Características generales
- 22-171-85 Idem. Tamaño de grano.
- 22-172-85 Idem. Absorción y peso específico aparente
- 22-173-85 Idem. Resistencia al desgaste por rozamiento.
- 22-174-85 Idem. Resistencia a las heladas
- 22-175-85 Idem. Resistencia a la compresión
- 22-176-85 Idem. Resistencia a la flexión
- 22-177-85 Idem. Módulo elástico
- 22-178-85 Idem. Microdureza Knoop
- 22-179-85 Idem. Resistencia al choque

- 22-180-85 **Mármoles y Calizas Ornamentales.** Características generales.
- 22-181-85 Idem. Clasificación
- 22-182-85 Idem. Absorción y peso específico aparente
- 22-183-85 Idem. Resistencia al desgaste por rozamiento
- 22-184-85 Idem. Resistencia a las heladas
- 22-185-85 Idem. Resistencia a la compresión
- 22-186-85 Idem. Resistencia a la flexión
- 22-187-85 Idem. Módulo elástico
- 22-188-85 Idem. Microdureza Knoop

- 22-189-85 Idem. Resistencia al choque
- 22-190-85 **Pizarras Ornamentales (Placas y losas). Generalidades**
- 22-191-85 Idem. Absorción y peso específico aparente
- 22-192-85 Idem. Resistencia al desgaste por rozamiento
- 22-193-85 Idem. Resistencia a las heladas
- 22-194-85 Idem. Resistencia a la compresión
- 22-195-85 Idem. Resistencia a la flexión
- 22-196-85 Idem. Resistencia al choque
- 22-197-85 Idem. Resistencia a los cambios térmicos
- 22-198-85 Idem. Resistencia a los ácidos
- 22-199-85 Idem. Calcimetría
- 22-200-85 Idem. Curvatura de superficie
- 22-201-85 **Pizarras ornamentales. Pizarras para cubiertas**
- 7-089-55 Ensayo de absorción de agua en pizarras para cubiertas
- 7-090-73 1R Ensayo de resistencia a flexión de pizarras para cubiertas
- 7-091-55 Ensayo de inmersión en ácido sulfúrico de pizarras para cubiertas
- 7-310-73 Determinación de la densidad aparente de pizarras para cubiertas
- 7-311-73 Ensayo de porosidad de las pizarras para cubiertas

8.2. ARIDOS NATURALES Y DE MACHAQUEO

8.2.1. Aridos para hormigones

a) **Aridos finos.** Se define como árido fino a emplear en hormigones el material granular compuesto por partículas duras y resistentes, del cual pasa por el tamiz 4 (ASTM) un mínimo del 90%, en peso.

Granulometría. La curva granulometría estará comprendida dentro de los límites que se señalan a continuación:

Tamiz ASTM	Cernido ponderal acumulado (%)	
	Obras de fábrica	Pavimentos rígidos
1/4"	100	-
4	9-100	100
8	80-100	65-85
16	50-85	40-60
30	25-60	15-40
50	10-30 (*)	6-23
100	2-10 (*)	1-8
200	0-5	0-2

* Los límites 10 y 2 pueden reducirse, respectivamente, a 5 y 0 si el hormigón tiene una dosificación de cemento superior a 300 Kg/m³ si se emplea un aireante.

La fracción comprendida entre cada dos tamices consecutivos de la serie indicada no podrá rebasar el 45%, en peso, del total del árido fino. El módulo granulométrico deberá estar comprendido entre 2,3 y 3,1.

Terrones de arcilla. Su cantidad será inferior al 1% en peso.

Material retenido. Por el tamiz 50 ASTM y que flota en un líquido de peso específico 2, debe ser inferior a 0,5% en peso.

Compuestos de azufre. Expresado en SO_3 y referidos al árido seco, inferiores al 1% en peso.

El árido estará exento de cualquier sustancia que pueda reaccionar perjudicialmente con los álcalis que contenga el cemento.

Materia orgánica. No se utilizarán aquellos áridos finos que presenten una proporción de materia orgánica, expresada en ácido tánico, superior al 0,05%.

Estabilidad al sulfato sodico o magnésico. Las pérdidas serán inferiores respectivamente al 10% y 15% en peso

b) **Aridos gruesos.** Se define como árido grueso a emplear en hormigones la fracción de lo que queda retenido en el tamiz 4 ASTM con un mínimo del 70% en peso.

Granulometría. El tamaño máximo del árido no será inferior a 13 mm (tamiz 1/2" ASTM).

El árido grueso cumplirá las siguientes limitaciones granulométricas.

Tamaño Máximo	Cernidos ponderales acumulados máximos (%)			
	Tamiz 4	Tamiz 8	Tamiz 16	Tamiz 200
>2"	5	-	-	1
1 1/2"	10	5	-	1
1"	10	5	-	1
3/4"	15	5	-	1
1/2"	30	10	5	1

La mitad del tamaño máximo corresponderá a un cernido ponderal acumulado superior al 95%.

Terrones de arcilla. Su cantidad será inferior al 0,25% en peso.

Partículas blandas. Su contenido será inferior al 5% en peso.

El árido grueso estará exento de cualquier sustancia que pueda reaccionar perjudicialmente con los álcalis que contenga el cemento.

Estabilidad al sulfato sodico o magnesico. Las pérdidas serán inferiores, respectivamente, al 12% y 18% en peso.

Desgaste los Angeles. El coeficiente de calidad medio por este ensayo será inferior a 40 para el árido grueso.

8.2.2. Aridos para tratamientos con ligantes bituminosos, por penetracion.

a) Ligantes bituminosos viscosos.

*** ARIDOS GRUESOS**

Además de una composición granulométrica, que se especifica en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales del M.O.P.U, se tienen las siguientes prescripciones, que también se considerarán en puntos sucesivos:

Desgaste Los Angeles. El coeficiente de calidad será inferior a 40.

Estabilidad al SO₂, NA₂ o SO₄ Mg. Pérdidas menores respectivamente, al 16% y 24% en peso.

Adhesividad. Porcentaje ponderal de árido totalmente envuelto superior al 75% siempre que en el 25% restante no haya más del 15% del total que presente caras totalmente descubiertas.

*** ARIDOS FINOS**

Además de la composición granulométrica, su aptitud en esta utilización viene determinada por las siguientes especificaciones:

Desgaste Los Angeles. Coeficiente inferior a 40.

Estabilidad al SO₄, NA₂ o SO₄Mg. Pérdidas menores al 12% y 18% en peso respectivamente.

b) Ligantes bituminosos fluidos

* ARIDOS GRUESOS

La calidad del árido viene definida por las siguientes especificaciones, además de su granulometría.

Desgaste Los Angeles. Coeficiente inferior a 40.

Estabilidad al SO₄, NA₂ o SO₄Mg. Pérdidas menores al 16% y 24% en peso, respectivamente.

Adhesividad. Condiciones análogas al apartado a).

* ARIDOS FINOS.

Además de la granulometría, debe cumplir:

Desgaste Los Angeles. Coeficiente inferior a 40.

Estabilidad al SO₄,NA₂ o SO₄Mg. Pérdidas menores, respectivamente, al 12% y 10% en peso.

Adhesividad. Medida por el ensayo Riedel-Weber, coeficiente superior a 4.

c) Mezclas bituminosos en frio.

* ARIDOS GRUESOS. (fracción de la que queda retenida en el tamiz 8 ASTM o más del 85% en peso).

Los parámetros que disponen la calidad del árido en este uso deben cumplir:

Desgaste Los Angeles. Coeficiente inferior a 35 para capas de

regularización, de base o intermedias y a 30 para capas de rodadura.

Estabilidad al SO_4Na_2 o SO_4Mg . Pérdidas inferiores, respectivamente, al 12% y 18% en peso.

Adhesividad. Análogas condiciones que en el apartado a).

* ARIDOS FINOS. (fracción de la que queda retenida en el tamiz 8 ASTM con un máximo del 15% en peso). Los parámetros que definen la calidad deben cumplir:

Estabilidad al SO_4Na_2 o SO_4Mg . Pérdidas inferiores al 12% y 18% en peso respectivamente.

Adhesividad. Coeficiente superior a 4 (ensayo Riedelweber).

d) Mezclas bituminosas en caliente

* ARIDOS GRUESOS. (Fracción retenida en el tamiz 8 ASTM).

Desgaste Los Angeles. Coeficiente menor de 30 para capas de regulación, o de base e inferior a 25 para capas intermedias o de rodadura.

Estabilidad al SO_4Na_2 o SO_4Mg . Pérdidas inferiores al 12% y 18% en peso respectivamente.

Coeficiente de pulido acelerado. Mayor de 0,45 para capas de autopista o carreteras de tráfico pesado y mayor de 0,40 para el resto de vías.

Adhesividad. Porcentaje del árido totalmente envuelto, después del ensayo de inmersión en agua, superior al 95%.

* ARIDOS FINOS. (Fracción que pasa por el tamiz 8 ASTM y retenida por el 200 ASTM).

Estabilidad al SO_4Na_2 o SO_4Mg . Pérdidas inferiores al 12% y 18% en

peso respectivamente.

Adhesividad. Coeficiente superior a 4, medido en el ensayo Riedel-Weber.

8.2.3. Aridos para bases de carreteras

a) Bases de macadam

* ARIDOS GRUESOS. Además de la composición granulométrica debe cumplir:

Coeficiente Los Angeles. Inferior a 35.

Estabilidad al SO_4Na_2 o SO_4Mg . Pérdidas menores del 16% y 24% en peso respectivamente.

b) Bases grava-cemento

Aparte de las características granulométricas debe cumplir:

Coeficiente Los Angeles. Inferior a 40.

Estabilidad al SO_4Na_2 o SO_4Mg . Pérdidas inferiores al 16% y 25% en peso respectivamente.

Terrones de arcilla. Menor del 2% en peso.

Materia orgánica. Menor del 0,05% (expresada en ácido tánico).

Plasticidad. La fracción cernida por el tamiz 40 ASTM debe cumplir: límite líquido menor de 25 e índice de plasticidad menor de 6.

Equivalente en arena: superior a 30.

% de absorción de agua	>3	3-2	2-1	<1
% de pérdida por acción del sulfato magnésico	>24	24-15	15-6	<6
Coefficiente de desgaste Los Angeles	>40	40-30	30-20	<20
Coefficiente de pulimento	<0,35	0,35-0,45	0,45-0,55	>0,55

FUENTE: Salinas, J.L

8.2.4. Subbases granulares

Además de las características granulométricas, debe cumplir:

Desgaste Los Angeles. Coeficiente inferior a 50.

CBR. Mayor de 20.

Plasticidad. La fracción cernida por el tamiz 40 ASTM, debe poseer: límite líquido menor de 25 e índice de plasticidad menor de 6.

8.2.5. Balasto de ferrocarriles

Las especificaciones relativas a la calidad del árido vienen dadas por:

- Coeficiente de Desgaste de Los Angeles, en cualquiera de las granulometrías ensayadas, inferior a 30, si bien en casos excepcionales puede admitirse hasta 35.

- Estabilidad al sulfato magnésico: pérdidas inferiores al 10% en peso.

Normativa UNE

- 7-050-53 Cedazos y tamices de ensayos.
- 7-073-54 Determinación de impurezas ligeras en las arenas empleadas en los materiales de construcción.
- 7-082-54 Determinación aproximada de la materia orgánica en arena para hormigones o morteros.
- 7-083-54 Determinación del peso específico y de la absorción en gravas y arenas.
- 7-084-54 Determinación de la humedad superficial de gravas y arenas.
- 7-088-55 Determinación de la compacidad en los áridos para morteros y hormigones.
- 7-133-58 Determinación de terrones de arcilla en áridos para la fabricación de morteros y hormigones.
- 7-134-58 Determinación de partícula blandas en áridos gruesos para hormigones.
- 7-135-58 Determinación de finos en áridos utilizados para la fabricación de hormigones.
- 7-136-58 Estabilidad de áridos frente a disoluciones de sulfato sódico o sulfato magnésico.
- 7-137-58 Ensayo químico para determinar la reactividad de los áridos utilizados en la fabricación de hormigones, con los álcalis de cemento.
- 7-139-58 Análisis granulométrico de áridos.
- 7-140-58 Determinación de los pesos específicos y absorción de agua en áridos finos.
- 7-151-59 Ensayo de recubrimiento de áridos con emulsiones asfálticas.
- 7-238-71 Determinación de coeficiente de forma del árido grueso empleado en la fabricación de hormigones.
- 7-244-71 Determinación de partícula de bajo peso específico que puede contener el árido utilizado en hormigones.

- 7-245-71 Determinación de los compuestos de azufre contenidos en los áridos.
- 7-324-76 Determinación del equivalente de arena.
- 7-438-78 Determinación en los áridos, del material que pasa por el tamiz 0,080 UNE 7-050.
- 41-110-58 Toma de muestras de los áridos empleados en la fabricación de hormigones.
- 41-111-58 Aridos finos para hormigones.
- 41-112-58 Aridos gruesos para hormigones.

8.3. ARIDOS LIGEROS

Dentro de este grupo se incluyen:

- * Aridos ligeros naturales: Pumitas, escorias, tobas, brechas y cenizas volcánicas.
- * Aridos ligeros estructurales manufacturados: Arcillas o pizarras expandidas.
- * Subproductos ligeros: Escorias artificiales.
- * Aridos ultraligero manufacturados: Perlita expandida y vermiculita exfoliada.

Las propiedades deseables en estos materiales son :

- Bajo peso específico.
- Propiedades aislantes térmicas y acústicas.
- Propiedades ignífugas.
- Resistencia mecánica.
- Baja absorción de agua.
- Resistencia al frío y heladas.
- Baja contracción en el secado y mínima expansión térmica.
- Buena aglomeración con cemento.
- Inercia química.
- Propiedades elásticas.
- Resistencia a la abrasión.

No existe normativa oficial española para estos materiales pudiendo en su defecto citarse las siguientes normas ASTM:

- C-330: Agregados de peso ligero para hormigón.
- C-331: Agregados de peso ligero para unidades de construcción.
- C-332: Agregados de peso ligero para hormigones secos.

El material arcilloso es la segunda materia prima en importancia a entrar a formar parte de un crudo (10-25%). Sus limitaciones analíticas suelen fluctuar entre los valores siguientes:

Sustancia	Porcentaje
SiO ₂	50-65
Al ₂ O ₃	9-22
Fe ₂ O ₃	4-8
CaO	0,5-10
MgO	0,5-10
Alcalis	2,0-4,5
SO ₃	0,5-4
S	<1
Cl	<0,3

Los añadidos son aquellos materiales naturales o industriales que, en determinadas proporciones y molidos conjuntamente con el clinker, no perjudican el normal comportamiento del cemento resultante, pudiendo aportar alguna calidad posterior adicional o mejorar algunas de las características que ya posee.

Existen dos tipos de adiciones:

- Adiciones hidráulicamente activas (adiciones activas): poseen propiedades hidráulicas latentes, como las escorias siderúrgicas, o son capaces de fijar la cal de los cementos (puzolanas).
- Adiciones inertes, que sin perturbar el fraguado, el endurecimiento o la estabilidad del cemento, introducen alguna mejora que favorezca a este (adherencia, plasticidad, blancura, rendimiento de pastas, etc)

8.4. CEMENTOS, CALES Y YESOS

8.4.1. Cementos.

Las materias primas utilizadas normalmente en la fabricación del cemento son:

- Calizas o componentes fundamentales.
- Correctores o componentes secundarios.
- Añadidos.

La mezcla, tras un proceso de molienda y homogeneización, de calizas y correctores se denomina crudo. El crudo, calcinado a levadas temperaturas (1400-1450° C), y enfriado con relativa rapidez, da lugar al clinker. Por fin, la mezcla íntima, con una determinada finura, de clinker y yeso en una proporción aproximada de 95,5 se denomina cemento. En el apartado calizas ya se han comentado las características que estos materiales deben tener para que sean aptos para la fabricación de cementos.

Entre los materiales correctores los más importantes son:

<u>Material</u>	<u>Aporta</u>
Arenas	SiO ₂
Cenizas de pirita	Fe ₂ O ₃
Mineral de hierro	Fe ₂ O ₃
Caolines	Al ₂ O ₃ +SiO ₂
Bauxitas	Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃
Arc.,piz.,esq.	SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃

Entre las adiciones activas, las más utilizadas son:

a.- Escorias siderúrgicas. La adición de estas escorias en los cementos especiales fluctúa entre el 20 y el 8% en peso.

b.- Puzolanas. Bajo este nombre se designan los siguientes materiales:

- Rocas volcánicas (riolitas, andesitas, etc...)
- Rocas sedimentarias (diatomeas)
- Cenizas volantes
- Arcillas activadas

Se incluyen a continuación las expresiones frecuentemente empleadas para caracterizar crudos y una tabla de valores límite normalmente aceptados para componentes minoritarios:

A.- Módulo de silicatos:

$$MS = \frac{\%SiO_2}{\%Al_2O_3 + \%Fe_2O_3}$$

Los valores límites del módulo de silicatos se sitúan entre 2,4 y 2,7.

B.- Módulo de fundentes:

$$MF = \frac{\%Al_2O_3}{\%Fe_2O_3}$$

Los valores de utilización de esta relación se sitúan entre 1,5 y 3,0.

C.- Módulo hidráulico:

$$MH = \frac{\%CaO}{\%SiO_2 + \%Al_2O_3 + \%Fe_2O_3}$$

Los valores de esta relación deben estar comprendidos entre 1,7 y 2,2.

D.- Grado de saturación o standard de cal:

Es la cantidad de CaO que se puede combinar con la SiO₂, Al₂O₃ y Fe₂O₃ del crudo en condiciones normales de cocción y enfriamiento. El grado de saturación máximo teórico es 100%. En la práctica industrial es muy difícil obtener clinkers sin cal libre, es decir, con el standard de cal en crudo del 100%, por lo que se fija generalmente entre el 94 y 98%

	VALOR MAX. EN CRUDO	VALOR MAX. EN CLINKER
MnO	0,022	0,036
Cr ₂ O ₃	0,012	0,002
Cl	0,012-01	0,05
S ⁻	0,3	
$\frac{SO_3}{K_2O+0,5Na_2O}$	0,8-1,0	
K ₂ O+Na ₂ O expr. como Na ₂ O	1,0	2,0
MgO	<2,0-2,2	

8.4.2. CALES

Según la norma UNE 41-066, cales son todos los productos de variada composición química y aspecto físico procedentes de la calcinación de rocas calcáreas

(calizas, dolomías, margas,...) y que se clasifican en dos grupos fundamentales:

* **Cal aérea:** material aglomerante constituido fundamentalmente de óxido o hidróxido de calcio y que amasada con agua tiene la propiedad de endurecerse únicamente en el aire, por acción del CO_2 . Está puede ser:

- Dolomítica o gris si contiene más del 5% de MgO.
- Grasa si el contenido en MgO es $< 5\%$.
- Viva compuesta prácticamente por CaO y capaz de apagarse con agua.
- Apagada compuesta por hidróxido cálcico.

* **Cal hidráulica:** es el material aglomerante, pulverulento e hidratado que se obtiene calcinando calizas que contienen sílice y alúmina, a una temperatura casi de fusión, para que se forme CaO libre necesario para permitir su hidratación y al mismo tiempo deje cierta cantidad de silicatos de calcio deshidratados que dan al polvo sus propiedades hidráulicas. Se diferencian de las aéreas, además, en que son capaces de endurecer en agua. Pueden ser de alto o bajo contenido en magnesia, si la cantidad de MgO, doble muestra calcinada, excede o no del 5%.

8.4.3. YESOS

El yeso es una roca sedimentaria, de estructura cristalina, cuyo constituyente esencial es el sulfato cálcico deshidratado. Para un conocimiento más exhaustivo sobre ensayos, especificaciones y normativas sobre cementos, cales y yesos, se remita al lector, a fin de evitar innecesarias repeticiones, a los apartados de Calizas (4.17.), Dolomitas (4.26.), Arcillas (4.5.) y Yeso (4.61.).

8.5. CERAMICA ESTRUCTURAL

El término de cerámica estructural agrupa principalmente los siguientes materiales utilizados en el sector de la construcción:

- Ladrillos: macizos, huecos ordinarios o de calidad.
- Tejas.
- Bodevillas.

El material natural utilizado es la arcilla común, fundamentalmente illítica - esmectica-, caolinítica, con cantidades variables de cuarzo, carbonato cálcico, feldespatos, óxidos de hierro y otras impurezas.

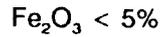
La marcha analítica a adoptar es la siguiente:

- Análisis químico, con expresión de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO y MgO .
- Análisis mineralógico por difracción de Rayos-X.
- Análisis granulométrico.
- Límites de Atterberg.
- Temperatura y margen de cocción con expresión de la contracción lineal a distintas temperaturas.
- Resistencias a compresión de productos acabados.

Las principales especificaciones industriales son las siguientes:

Ladrillo macizo.

El índice plástico ha de estar comprendido entre 25 y 35.



Sílice libre < 10%

Ladrillo hueco, Tejas y Bovedillas

La cantidad de Fe_2O_3 ha de estar comprendida entre el 5 y el 10%. El resto de las especificaciones son iguales que para el ladrillo macizo.

Normativa

La normativa española hace referencia únicamente a productos de fábrica.

- 7-058-52 Método de ensayo de la resistencia del gres al ataque por agentes químicos.
- 7-062-53 Ensayo de heladicidad en los ladrillos de arcilla cocida.
- 7-063-53 Ensayo de eflorescencia en los ladrillos.
- 7-191-62 Ensayo de permeabilidad de las tejas de arcilla cocida.
- 7-192-62 Determinación de la resistencia a la intemperie de las tejas de arcilla cocida.
- 7-193-62 Determinación de la resistencia a la flexión de las tejas de arcilla cocida.
- 7-193-77 Método de ensayo para la medida de la resistencia a la flexión de tejas.
- 7-268-73 Determinación de la succión de los ladrillos.
- 7-312-77 Método de ensayo para la medida de la resistencia a la flexotracción del material constituyente de grandes piezas cerámicas.
- 7-318-77 Determinación de la dilatación potencial de materiales cerámicos por

tratamiento con agua caliente.

- 7-319-77 Medida de la resistencia a la flexión de piezas en vano de bovedillas cerámicas.
- 67-019-84 Ladrillos de arcilla cocida para la construcción. Características y usos.
- 67-024-78 Tejas cerámicas.
- 67-026-84 Ladrillos de arcilla cocida. Determinación de la resistencia a la compresión.
- 67-027-84 Idem. Determinación de la absorción de agua.
- 67-028-84 Idem. Ensayo de heladicidad.

8.6. REFRACTARIOS

El término refractario se usa para definir los materiales generalmente no metálico usados para soportar altas temperaturas. También refractariedad se puede definir como la capacidad de mantener un grado de identidad físico-química deseado a altas temperaturas en el entorno y condiciones de uso requeridos.

La capacidad de alcanzar y soportar altas temperaturas es básica para clasificar un material como refractario, aunque, además, estos materiales deben resistir no sólo altas temperaturas, sino otras fuerzas destructivas como abrasión, impacto, choque térmico, ataque químico, alto nivel de carga, etc.

Las diversas aplicaciones industriales de los refractarios, implican una gran variedad de combinaciones y grados en las citadas fuerzas destructivas, con lo que son bastantes los materiales que se pueden considerar refractarios.

Los tipos primarios de ladrillos refractarios incluyen ladrillos de silicatos aluminicos (a base de "fireclay" y alúmina), ladrillos básicos (magnesia y cromo, solos o combinados en distintas en distintas proporciones), de sílice, aislantes, y refractarios especiales (carbono, carburo de silicio, óxido de circon, etc.). Los ladrillos, se moldean en crudo y son tratados a altas temperaturas antes de usarlos aunque no en todos los casos, como los de dolomía, por ejemplo.

Los ladrillos también se clasifican en función de sus dimensiones y sus formas. La forma típica es la de un prisma rectangular de dimensiones y sus formas. La forma típica es la de un prisma rectangular de dimensiones: 288,6 x 114,3 x 63,5 mm ó 228,6 x 114,3 x 76,2 mm.

Tipos y Clases de Refractarios

La norma UNE 61-001-75 clasifica los materiales refractarios por su composición química, atendiendo a su componente característico. Otras normas UNE, demasiado prolijas para ser aquí expuestas, desarrollan las características generales de cada grupo que se define a continuación.

1.- Refractarios de muy alto contenido en alúmina: Contienen más del 56% de Al_2O_3 y se subdividen en:

- Productos de corindón.
- Productos fabricados a base de hidróxido de aluminio (Bauxita y otros).
- Productos del grupo de la sillimanita (fabricados a partir de sillimanita, andalucita o distena).
- Productos de mullita sintética.
- Productos de alúmina pura.

2.- Refractarios aluminosos: contienen más del 30% y hasta el 45% de Al_2O_3 y se subdividen en:

- Refractarios aluminosos entre el 43 y 45% de Al_2O_3 .
- Refractarios aluminosos entre el 41 y 43% de Al_2O_3 .
- Refractarios aluminosos entre el 39 y 41% de Al_2O_3 .
- Refractarios aluminosos entre el 35 y 39% de Al_2O_3 .
- Refractarios aluminosos entre el 30 y 35% de Al_2O_3 .

Las materias primas de estos son las arcillas y caolines refractarios.

3.- Refractarios silicoaluminosos: Contienen del 10 al 30 % de Al_2O_3 , siendo el resto fundamentalmente SiO_2 . Se fabrican a partir de arcillas ricas en sílice libre contenida naturalmente o añadida.

4.- Refractarios de semisílice: Contienen menos del 10% de Al_2O_3 y el resto es

fundamentalmente sílice hasta un máximo del 93%. Se dividen en:

- Refractarios de semisílice propiamente dichos, que se fabrican a partir de arenas arcillosas o de mezclas de arcillas y cuarzos en las proporciones adecuadas.
- Productos siliciosos naturales: obtenidos por tallado de areniscas bajas en fundentes y con suficiente cohesión.

5.- Refractarios de sílice: Contienen más del 93% de SiO_2 y se fabrican a partir de materiales silíceos.

6.- Refractarios básicos: Se dividen en:

- Refractarios de magnesia: Contienen más del 80% de MgO . La materia prima fundamental es la magnesia sinterizada preparada a partir de carbonatos magnésicos, brucita o hidróxidos de magnesio obtenidos de agua marina.
- Refractarios de magnesia-cromo: Obtenidos por mezclas de magnesia y cromita. Contienen del 5 al 18% de Cr_2O_3 .
- Refractarios de cromo-magnesia: Contienen entre el 18 y 32% de Cr_2O_3 .
- Refractarios de Forsterita. Su constituyente principal es el ortosilicato magnésico (SiO_2MgO) y pueden obtenerse a partir de olivino o por síntesis a partir de materiales siliciosos y magnesianos.
- Refractarios de dolomía. Productos obtenidos a partir de dolomía sinterizada, estabilizados y semiestabilizados.
- Refractarios de espinela.
- Refractarios de cromita. Contienen más del 32% de Cr_2O_3 .

7.- Refractarios que contienen Carbono.

- Refractarios a base de coque o antracita. Están obtenidos a base de coque de petróleo, de coque metalúrgico, o de antracita, aglomerados con alquitrán de coquería.
- Refractarios a base de grafito. Se preparan con arcilla a la que se añade no más de un 30% de grafito.

8.- Refractarios a base de carburo de silicio. Contienen más del 50% de CSi .

9.- Refractarios que contienen circonio:

- Refractarios a base de óxido de circonio (ZrO). Utilizan el material circona como materia prima.
- Refractarios a base de silicato de circonio (ZrOSiO₂). Utilizan el mineral circón como materia prima.

10.- Refractarios especiales.

- Refractarios a base de carburos: Obtenidos de Carburo de circonio (ZrC), Boro (BC), Titanio (TiC), etc.
- Refractarios a base de Nitruros: ZrN, BN, AlN, etc.
- Productos a base de Bromuros: CrB.
- Productos a base de Siliciuros: MoSi₂, WSi₂, etc.
- Productos a base de óxidos altamente refractarios: obtenidos a partir de Al₂O₃, TiO₂, BeO, ThO y, prácticamente puros, el CaO, MgO y Cr₂O₃.
- Cermets: Compuestos metalocerámicos.

En los productos donde el compuesto principal es la Alúmina (Al₂O₃), aunque era habitual clasificarlos considerando el conjunto Al₂O₃ + TiO₂ (Alúmina comercial), en la actualidad el TiO₂ se fija sólo en las especificaciones de calidad.

Normas UNE para Materiales refractarios

- 61-001-75 Definición y clasificación por su composición química.
- 61-002-75 Clasificación por su conformación.
- 61-003-75 Toma de muestra de materiales con forma.
- 61-004-75 Toma de muestra de materiales sin forma.
- 61-005-75 Comprobación de formas y dimensiones. Tolerancias. Criterios de aceptación y rechazo.
- 61-006-75 Defectos internos. Criterios de aceptación y rechazo.
- 61-007-75 Productos refractarios aislantes con forma. Clasificación y división.
- 61-008-75 Ensayos de Materiales refractarios.
- 61-009-75 Características generales de los refractarios de muy alto contenido en alúmina.

- Refracción de corindón.
- 61-010-75 Características generales de los refractarios de muy alto contenido en alúmina fabricados a base de un hidróxido de aluminio.
 - 61-011-75 Características generales de halos refractarios de muy alto contenido en alúmina. Productos del grupo de la sillimanita.
 - 61-012-75 Características generales de los refractarios de muy alto contenido en alúmina. Productos de mullita sintética.
 - 61-013-75 Características generales de los refractarios de alto contenido en alúmina.
 - 61-014-75 Características generales de los refractarios aluminosos. Refractarios de 43 a 45% de alúmina.
 - 61-015-75 Características generales de los refractarios aluminosos. Refractarios de 41 a 43% de alúmina.
 - 61-016-75 Características generales de los refractarios aluminosos. Refractarios de 41 a 41% de alúmina.
 - 61-017-75 Características generales de los refractarios aluminosos. Refractarios de 30 a 35% de alúmina.
 - 61-018-75 Características generales de los refractarios aluminosos. Refractarios de 30 a 35% de alúmina.
 - 61-019-75 Características generales de los refractarios silicoaluminosos.
 - 61-020-75 Características generales de los refractarios de semisílice.
 - 61-021-75 Características generales de los refractarios de sílice.
 - 61-022-75 Características generales de los refractarios de magnesia cocidos.
 - 61-023-75 Características generales de los refractarios de magnesia-cromo cocidos.
 - 61-024-75 Características generales de los refractarios de magnesia-cromo aglomerados unímicamente.
 - 61-025-75 Características generales de los refractarios de cromo-magnesia cocidos.
 - 61-026-75 Características generales de los refractarios de cromo-magnesia aglomerados químicamente.

- 61-027-75 Características generales de los refractarios de forsterita.
- 61-028-75 Características generales de los refractarios de dolomía.
- 61-029-75 Características generales de los refractarios de cromita.
- 61-030-75 Características generales de los refractarios de carbono.
- 61-031-75 Características generales de los refractarios de carburo de silicio.
- 61-032-75 Densidad real.
- 61-033-75 Densidad aparente, absorción de agua y porosidad abierta.
- 61-034-75 Densidad total.
- 61-035-75 Porosidad total.
- 61-036-75 Permeabilidad al aire.
- 61-037-75 Resistencia a la compresión en frío.
- 61-038-77 Refractariedad bajo carga constante y temperatura creciente. Método convencional.
- 61-039-77 Resistencia a la flexión en frío.
- 61-040-77 Variación permanente de dimensiones.
- 61-041-77 Resistencia a los cambios bruscos de temperatura (choque térmico).
- 61-042-77 Refractariedad (ensayo de resistencia pirosópica).
- 61-043-79 Superficie específica con el permeabilímetro Blaine.
- 61-044-77 Ataque por monóxido de carbono.
- 61-045-77 Aislantes conformados. Densidad aparente.
- 61-046-77 Resistencia a la flexión en caliente.

8.7. LOZAS Y PORCELANAS

Bajo este epígrafe se agrupan productos tan diversos como porcelanas de mesa, porcelana sanitaria, azulejos, loza de mesa, porcelana electrocerámica, baldosas de gres, gres sanitario, etc., es decir productos que se podrían denominar en conjunto "cerámica fina".

Estos productos se obtienen por cocción de una pasta compuesta generalmente por materias plásticas, fundentes y desengrasantes; en general, para la formación de la pasta se necesitan entre 5 y 10 materias primas o componentes, cuya mezcla, en las cantidades precisas, permite obtener las características deseables (en general, blancura, resistencia mecánica, floculación, dilatación, etc.).

Las arcillas nobles no son más que una parte de la pasta que va a dar lugar a la cerámica fina.

La composición media de las pastas, con sus correspondientes temperaturas de cocción, para cerámicas finas viene reseñada en la tabla siguiente:

Producto	% Materiales Plásticos		% Materiales Desengrasantes		% Materiales Fundentes		Temperatura de Cocción (°C)
	Arcilla Noble	Caolín	Silice	Chamota	Feldespatos	Caliza Dolomía	
Lozas Feldespáticas	25-30	25-3	25-35	-	10-20	-	1250-1300
Calcáreas	25-30	25-30	20-40	-	-	<30	1000-1100
Vetrif. Vajilla	10	30-35	20-40	-	15-40	-	1210-1300
Sanitarios	25	25	20-25	-	25-30	-	-
Gres sanitario	35-45	5-15	-	40-50	<10	-	1200-1300
Porcelana dura	5-10	45-50	10-30	-	15-40	<5	1350-1400

Fuente: Guide de Prospection des matériaux de carrière (B.R.G.M. 1.983)

La materia prima fundamental, la arcilla, ha de cumplir las siguientes especificaciones:

- Caolinita entre el 50 y el 80%
- Blancura $Fe_2O_3 < 2\%$; $TiO_2 < 2\%$
- Cuarzo hasta el 25%
- Feldespato + illita + calcita hasta el 25%
- Esmectitas (<5%)
- Granulometría < 100 micras todos los elementos.
- Ausencia total de yeso y de sales solubles

Los análisis a realizar para todas las muestras que se tomen son:

- Granulometría: determinación de elementos superiores a 40 micras
- Calcimetría.
- Análisis mineralógico por difracción de rayos-X.
- Análisis químico con determinación de SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O , K_2O , CaO , Fe_2O_3 , TiO_2 .

En algunas muestras:

- Ensayo de cocción a 1000, 1100, 1200, 1200 y 1300°C sobre pasta normal y definición de la pérdida al fuego, color, absorción de agua, contracción lineal, resistencia mecánica y resistencia pirosfópica.

Para algunas porcelanas especiales, como las electrotécnicas, el contenido en Al_2O_3 ha de ser del 33%, con una pérdida al fuego entre el 11 y el 13% y un contenido máximo de Fe_2O_3 del 0,5%.

La granulometría ha de ser tal que el 65% sea menor de 10 u., mientras que el 35% restante sea menor de 40 u.

Módulo de rotura en verde 15 Kg/cm₂.
 Contracción de secado 6-9%.
 Contracción de seco a cocido 17-21%.

Las especificaciones mediasj del análisis químico de la arcilla son las siguientes:

	Porcelana sanitaria	Porcelana de mesa
SiO ₂	46-48%	50%
Al ₂ O ₃	37-38%	34%
Fe ₂ O ₃	0,7-0,78%	0,5%
TiO ₂	0,06-0,07%	0,1%
MgO	0,15-0,24%	
CaO	0,08-0,1%	3%
K ₂ O+Na ₂ O	1,5-2%	3%
Sílice libre	< 5%	< 5%

Fuente: I.T.G.E (1.981), Actualización del Inventario de Rocas.

Para cualquier tipo de porcelanas, la relación caolín/arcillas diversas >5 y aproximadamente 1 para las lozas.

8.8. VIDRIO

Dentro de la industria del vidrio se incluyen sectores muy variados: vidrio plano, envases de vidrio, vidrio óptico, vidrios especiales, etc. , cada uno de los cuales presenta sus propios requisitos en cuanto a materias primas y especificaciones:

- Materias primas

Los principales materiales utilizados son:

Arena silíceas	.....	SiO ₂
Carbonato sódico	.....	Na ₂ O
Caliza y dolomía	.....	CaO, CaO+MgO
Feldespatos, aplita, sienita	.....	Al ₂ O ₃ +Na ₂ O+K ₂ O
Boratos.	.....	B ₂ O ₃
Sulfato sódico	.....	SO ₃ +Na ₂ O
Yeso.	.....	SO ₃ +CaO
Barita.	.....	SO ₃ +BaO
Fluorita.	.....	F ₂
Arsénico	.....	As ₂ O
Cromita férrica	.....	Cr ₂ O ₃
Piritas de hierro	.....	F ₂ O ₃ +S
Nitrato sódico	.....	Na ₂ O
Selenio	.....	Se
Carbono	.....	C

De todos ellos, los vidrios de sílice-sosa-cal, constituyen el volumen más importante de la producción, donde el SiO₂ es el agente formador de vidrio, Na₂O actúa como fundente y el CaO actúa como material estabilizante.

La alúmina confiere durabilidad, inhibe la desvitrificación y aumenta la viscosidad durante el proceso de fabricación . El B₂O₃ proporciona resistencia a choques térmicos y a ataques químicos. Los sulfatos promueven la fusión y actúan fijando los procesos. El resto de los óxidos o elementos actúan como modificadores.

Especificaciones

Los principales requisitos hacen referencia a la composición química y granulometría .

* Composición

Dentro de todos los componentes químicos, el contenido en óxidos de hierro es el que presenta mayores restricciones, especialmente en vidrios transparentes.

La presencia de impurezas refractarias se traduce en la formación de "piedras" o inclusiones sólidas indeseables, al no obtenerse la fusión de estos minerales.

* Granulometría

La distribución granulométrica es otro factor crítico que afecta a la fusibilidad de los materiales, especialmente en la arena silícea, feldespato, sienita nefelínica, etc., debiendo eliminarse las partículas gruesas (límite máximo: 30mesh); las partículas demasiado finas deben ser asimismo eliminadas (límite mínimo: 100 mesh).

El conjunto de materiales a emplear en la fabricación de un vidrio debe presentar uniformidad granulométrica con el objeto de obtener mezclas homogéneas.

Las principales especificaciones aparecen resumidas en la tabla siguiente:

	Composición química	Granulometría
Arena síliceas para vidrio incoloro	SiO ₂ > 99,5 Fe ₂ O ₃ < 0,003-0,008 Cr ₂ O ₃ > 0,0003-0,0006 TiO ₂ < 0,003	+ 20 mesh - 0 + 30 mesh - 1% máx.
Arena sílicea para vidrio laminado Vidrio coloreado	SiO ₂ > 96 Fe ₂ O ₃ < 0,1 Al ₂ O ₃ : 0,2-1,6 Fe ₂ O ₃ < 0,1-0,3	- 100 mesh - 15% máx.
Carbonato Sódico	Na ₂ O > 57,62 NaCl < 0,5 Fe ₂ O ₃ < 0,005	+ 16 mesh - 0 + 30 mesh - 3% máx. - 200 mesh - 3% máx.
Caliza	Fe ₂ O ₃ +FeO < 0,035 Mat. orgánica < 1,0 Humedad < 2,0 MnO,PbO,P ₂ O ₅ < 0,1	CaO > 55 + 16 mesh - 1% máx. + 20 mesh - 15% máx. - 100 mesh - 20% máx.
Feldespatos	Al ₂ O ₃ > 19 Alcalis > 11 Fe ₂ O ₃ < 0,1	+ 16 mesh - 0 + 20 mesh = 1% máx. - 100 mesh - 25% máx.
Sienita nefelínica	Al ₂ O ₃ > 22 Alcalis > 13 SiO ₂ < 62 Fe ₂ O ₃ < 0,1	+ 30 mesh - 0 + 40 mesh - 3,5 % máx. - 100 mesh - 35% máx.
Aplita	Al ₂ O ₃ > 22 Fe ₂ O ₃ < 0,1	+ 16 mesh - 0 + 20 mesh - 2 máx. + 30 mesh - 20 máx.
Sulfato sódico	Na ₂ SO ₄ > 99 NaCl < 0,2 Fe ₂ O ₃ < 0,002	+ 20 mesh - 1 máx. + 30 mesh - 2 máx. - 100 mesh - 54 máx.
Yeso	Fe ₂ O ₃ < 0,25	+ 16 mesh - 0 + 20 mesh - 0,5% máx. + 30 mesh - 12% máx. - 100 mesh - 25% máx.

Normativa

- BS-2975 Especificaciones de la arena sílicea para vidrio incoloro.
- BS-3108 Especificaciones de la limonita para vidrio incoloro.
- BS-3674 Especificaciones del carbonato de sodio.
- UNE-43-501-84 Fibra de vidrio, vidrio textil. Terminología.
- UNE-43-603 Vidrio, nomenclatura y terminología. Cristal, vidrio sonoro.
- UNE-43-751 Ensayos de vidrio, materias primas. Análisis granulométrico.

Estos pigmentos minerales naturales o sintéticos tienen propiedades físico-químicas importantes y por ellas se distinguen de minerales similares con aplicaciones en metalurgia, cementos, construcción, agricultura, etc.

Propiedades químicas

Los hierros pigmentarios han de ser químicamente inertes, conteniendo sólo trazas de minerales pesados y tóxicos, fundamentalmente: plomo, antimonio, arsénico, cadmio, mercurio y selenio. Tienen que resistir, igualmente, la exposición a energía radiante con cambios físico-químicos mínimos.

Propiedades físicas

Son importantes de determinar en pigmentos de hierro:

Absorción de aceite	Superficie de reacción
Tamaño de partículas	Forma de los cristales
Propiedades magnéticas	Propiedades ópticas

No obstante, las propiedades físico-químicas de los pigmentos naturales, son muy variadas y, por tanto, sus aplicaciones van a depender de ellas. Como ejemplo de composición de pigmentos naturales, se puede observar la tabla que se expone a continuación:

Mineral	Hematites
País o fuente	Spanish oxide
% Fe ₂ O ₃	85,0
% SiO ₂	6,5
% Al ₂ O ₃	1,0
% MgO	1,0
% CaO	3,0
% MnO ₂	-
% ppc a 1000°C	3,0
% Sales solubles	1-2
Color	Rojo brillante
% Absorción aceite	17
Tamaño medio de partículas (μ)	1,5
Superficie de reacción g/m ²	5,8
Peso específico	4,67

FUENTE: Industrial Minerals and Rocks (1983)

Normativa UNE

- 48-045-56 Peso específico de los pigmentos.
- 48-046-56 Pigmentos. Determinación de la humedad higroscópica y de los volátiles.
- 48-047-56 Absorción del aceite por los pigmentos.
- 48-067-41 Determinación del pH en los pigmentos.
- 48-101-641R Clasificación de los pigmentos empleados en la fabricación de pinturas y barnices.
- 48-103 Colores normalizados.
- 48-104-62 Partículas gruesas en los pigmentos y pinturas.
- 48-105-81 Materia soluble en agua de los pigmentos (método de extracción en caliente).
- 48-106-81 Idem. (método de extracción en frío).
- 48-108-82 Determinación de la acidez o alcalinidad del extracto acuoso en los pigmentos.
- 48-109-82 Resistividad del extracto acuosos de los pigmentos.
- 48-174-61 Finura de molienda de los pigmentos, en las pinturas y esmaltes.
- 48-193-63 Pigmentos. Oxido de hierro amarillo.

8.9. INDUSTRIA QUIMICA

Casi todos los minerales industriales y muchas rocas industriales encuentran importantes aplicaciones en la industria química y sus derivados. Según Jones (1973), los minerales más comunes, los productos químicos derivados de ellos y los usos finales, se pueden glosar en la siguiente tabla:

Mineral	Reactivos	Producto	Usos finales
Esposumena	Acido sulfúrico Caliza	Sulfato de Litio Hidróxido de Litio	Cerámica, vidrio, moldeos Refrigerantes, brillantinas, vidrios altamente resistentes
Halita	Electricidad, agua	Sosa caustica Cloro Hidrógeno	Productos químicos diversos, textil, papel, metales Productos químicos, papel Síntesis de amoníaco, metalur- gia, productos químicos
	Amoníaco, Cal, CO ₂	Carbonato sódico Cloruro cálcico	Productos químicos, vidrio, jabones y metalurgia Supresión de polvo, tratamiento para carreteras
Silvina	Electricidad, agua	Hidróxido potásico Cloro Hidrógeno	Fertilizantes, detergentes ver Halita ver Halita
Berilo	Fluoroferrito sódico	Hidróxido de berilio	Tubos fluorescentes, tubos TV, vidrio, cerámica
Caliza	Calor, oxígeno	Cal CO ₂	Sosa cáustica, tratamientos de aguas Productos químicos, carbonato Na

Barita	Carbón	Carbonato de bario Cloruro de bario	Vidrio, cerámica, tubos TV, pirotecnia, oxigenoterapia, magnetos, medicinas, ladrillos, detergentes para metales
Bastnaesita Monacita Xenotima	Acido sulfúrico	Oxidos de Tierras raras	Colorantes para vidrio, polvos abrasivos, catálisis, lentes fotográficas, arcos de carbono
Zircón	Cloro, coque	Oxicloruro de circonio	Producción de metales, productos químicos especiales
Rutilo	Cloro, coque	Tetracloruro de titanio	Pigmentos, Titanio (metal) agentes resistentes al agua
Pirolusita	Acido Clorhídrico	Cloruro de Manganeso	Baterías, detergentes, fertilizantes, vidrio, esmaltes
Colemanita	Carbonato sódico	Borato sódico	Detergentes, filtrantes
Bauxita	Acido sulfúrico	Hidróxido aluminico Sulfato aluminico	Tratamientos de aguas, refractarios, floculantes, catalizadores
Cuarzo	Carbonato sódico Cloro, coque	Silicato sódico Tetracloruro de silicio	Adhesivos, cementos, jabones, defloculantes Siliconas y cauchos
Calices	Acido sulfúrico	Acido Nitrico	Fertilizantes, química en general
Rocas fosfatadas	Acido sulfúrico Silice, coke	Acido fosfórico Fósforo	Fertilizantes, detergentes, cargas en alimentación tratamiento en agua
Azufre	Aire, calor	SO ₂ Acido sulfúrico	Fungicidas, insecticidas, disolventes, agentes reductores Ver anhidrita
Pirita	Aire, calor	Acido sulfurico	Ver anhidrita
Fluorita	Acido sulfúrico	Acido fluorhídrico	Química orgánica, fundentes, metalurgia, dentífricos, separación de isótopos, grabados de agua fuerte
Anhidrita	Gas, Carbón, Oxigeno	Acido sulfúrico Cal	Fertilizantes, química, pigmentos, refinado de petróleo, metalurgia Ver Caliza :
Epsomita Magnesita Salmuera	Dolomias Calor, oxigeno	Oxido Magnésico (Magnesia) Acido clorhídrico	Refractarios, Productos químicos diversos, cementos Química orgánica
Celestina	Carbón	Carbonato de estroncio	Vidrio, cerámica, pirotecnia, Tubos TV

8.10. ABRASIVOS

Se consideran como abrasivos aquellos minerales o rocas que pueden ser utilizados para pulir, desbastar, moler, raspar, limpiar mecánicamente, etc., otros materiales sólidos.

Las propiedades físicas de interés en estas sustancias son: dureza, fragilidad, granulometría y forma de los granos, tipo de fractura, pureza, etc.

La variabilidad en estos parámetros condicionará los posibles campos de aplicación de los distintos abrasivos.

Principales abrasivos naturales

* Dureza superior (H>7)	* Dureza media (H=5,5-7)	* Dureza inferior (H>5,5)
- Diamante	- Caledonia	- Apatito
- Corindón	- Silix	- Calcita
- Esmeril	- Cuarzo	- Arcilla
- Granate	- Cuarzita	- Diatomita
- Estauroлита	- Arenisca	- Dolomita
	- Arena silícea	- Oxidos de hierro
	- Basalto	- Caliza
	- Feldespato	- Talco
	- Granito	- Tripoli
	- Perlita	

La progresiva introducción de abrasivos artificiales (Carburo de silicio, alúmina, carburo de boro, nitruro de boro, carburo de tungsteno, diamante artificial, ...) ha desplazado del mercado a los abrasivos naturales de alto grado con excepción hecha del granate y el diamante.

La industria consume materiales abrasivos en tres formas:

* Granos sueltos

Se emplea una amplia gama de minerales: arena silíceas, corindón, granate, Sílex, etc. Para chorros de arena se requiere, en general, una dureza >7 , siendo importantes la resistencia al impacto, peso específico, uniformidad granulométrica, etc.

Los materiales abrasivos granulares son fundamentalmente utilizados para manufactura de otros productos abrasivos: papeles, telas, aglomerados, etc.

* Aglomerados

Se utilizan habitualmente granos con una rígida granulometría, de corindón, esmeril, y abrasivos artificiales de alto grado. Las características de los mismos vienen definidas en UNE-16-305-75. La aglomeración se obtiene habitualmente mediante vitrificación, aunque también puede realizarse mediante resinas, caucho, etc.

* Papeles y telas abrasivas

Se utilizan en este sector: granate, cuarzo, Sílex, etc, para lijado de materiales de dureza media. Para metales se utilizan abrasivos artificiales: alúmina, carburo de silicio, etc.

* Abrasivo en polvo, para jabones y productos de limpieza.

Se utilizan habitualmente materiales de dureza inferior ($H = 3-5$): feldespato, pumita, trípoli, diatomita, caolín, etc. El tamaño de grano es extremadamente fino: 100-325 mesh o superior.

Normativa UNE

La normativa es escasa en lo referente a materias primas, refiriéndose habitualmente a herramientas abrasivas industriales.

- | | |
|--------------|---|
| 16-162-82 | Definición y designación de los abrasivos aplicados. |
| 16-300-75 | Definición, designación, gama de medidas y perfiles de los productos abrasivos aglomerados (150 R/525). |
| 16-326 a 328 | Rollos de tela y papel abrasivo (150-3366 a 3368). |
| 16-330-81 | Hojas de abrasivo aplicado (150/015-2235). |
| 16-331-82 | Discos abrasivos (150/015-3017). |
| 16-332-80 | Piedras al aceite. Dimensiones. |

Otras normativas

- | | |
|------------------|--|
| BS 871-1981 | Papeles abrasivos y telas. |
| ANSI-B 74.2-1982 | Graduación de gránulos abrasivos. |
| 74.4-1977 | Test para la densidad real de los granos abrasivos. |
| 74.5-1974 | Test para capilaridad de los granos abrasivos. |
| 17.6-1077 | Procedimientos para el muestreo de granos abrasivos. |
| 74.8-1977 | Fragilidad de los granos abrasivos. |
| 74.18-1977 | Especificación para las graduaciones de ciertos abrasivos. |
| 74.19-1980 | Grabros abrasivos. Test para determinar el contenido magnético del abrasivo. |

8.11. CARGAS, FILTROS Y ABSORBENTES

Las cargas minerales son materiales inertes que son incorporados a otras sustancias con el fin de modificar algunas propiedades:

- Coste de elaboración
- Características físicas
- Flujo y/o reología
- Resistencia al fuego
- Densidad
- Conductividad térmica
- Color, brillo, opacidad
- Dureza, fragilidad, resistencia a impactos
- Deformabilidad, viscosidad, punto de reblandecimiento
- Conductividad eléctrica
- Textura superficial
- Expansión térmica
- Resistencia a la abrasión
- Etc.

Estos efectos son consecuencia de las propiedades específicas de la sustancia utilizada como carga: inercia química, granulometría, forma de partículas, color índice de refracción, etc.

Los ensayos para evaluar estas propiedades son muy variados, dependiendo de cada mineral, de la propiedad que se quiera estudiar y de las especificaciones concretas del sector.

Los más habituales son:

- Análisis químico y mineralógico
- Granulometría; tamaño, forma y distribución de los granos
- Blancura
- Humedad
- Densidad
- pH
- Absorción de aceite (Normas Ford y Westinghouse)

Filtros

Para que una sustancia pueda ser utilizada como filtro industrial, debe reunir las siguientes características:

- Forma una costra o torta muy porosa
- Area superficial baja
- Correcta distribución granulométrica acorde al tipo de filtrado a realizar.
- Baja retención
- Resistencia a colapso bajo presión
- Posibilidad de poder ser suministrada en varios grados

Los materiales más frecuentemente utilizados son:

- Arenas silíceas
- Diatomita
- Perlita expandida
- Asbestos
- Turba
- Zeolitas
- Tierras de Fuller (arcillas paligorskíticas y/o esmectíticas)
- Bauxitas activadas

Absorbentes

Los principales minerales utilizados son:

- Sepiolita
- Paligorskita
- Bentonitas
- Bauxitas activadas
- Tierras de Fuller

Los ensayos generales a realizar son:

- Absorción de agua y aceite (Normas Ford y Westinghouse)
- Poder decolorante
- Degradación granulométrica
- Humedad

Principales propiedades de algunas cargas minerales

	Peso específico	Dureza	Índice Refracción	pH	Absorción aceite cc/100 gr
Asbestos	2.5-2.6	2.5-4.0	1.51-1.55	8.5-10.3	40-90
Barita	4.3-4.6	2.5-3.5	1.64	7	6-10
Bentonita	2.3-2.8	1.5	1.55-1.56	6.2-9.0	20-30
Diatonita	2.0-2.35	4.5-6.0	1.42-1.49	6-8.5	100-300
Calcita	2.7	3	1.66	7.8-8.5	6-30
Caolin	2.6	2.0-2.5	1.56-1.58	4.5-7	25-50
Mica	2.7-3.0	2.0-3.0	1.59	7.4-9.4	25-50
Perlita	2.5-2.6	5.0	1.72	11.0-12.6	20
Pumita	2.2-2.6	5-6	1.49-1.50	7-9	30-40
Pirofilita	2.8-2.9	1-2	1.57-1.59	6-8	40-70
Pizarra	2.7-2.8	4-6	-	6.8	20-25
Silice cristalina	2.6-2.65	6.5-7.0	1.53-1.54	6-7	20-50
Talco	2.6-3.0	1-1.5	1.57-1.59	8.1-9	20-50
Verniculita	2.2-2.7	1.5	1.56	7	-
Yeso	2.3	1.5-2.0	1.52	6.5-7	17-25

Condensado de Ind. Minerals and Rocks, AIME, 1983.

8.12. USOS AGRICOLAS

Se incluyen en este grupo:

- Fertilizantes
- Correctores de suelos
- Sustratos para cultivos

El objetivo de los fertilizantes es suplir las deficiencias en nutrientes de un determinado suelo. En este sentido, los nutrientes esenciales, considerados como minerales fertilizantes, pueden ser divididos en:

- Primarios: Nitrógeno, Fósforo y Potasio
- Secundarios: Calcio, Magnesio y Azufre
- Trazas: Boro, Hierro, Manganeso, Cobre, Zinc, Molibdeno y Cloro.

Los principales minerales y rocas, directa o indirectamente utilizados son:

- Nitratos: Potásico, calcio, magnésico
- Fosfatos y apatito
- Potasas
- Caliza, calcita, dolomita, magnesita
- Azufre, piritas
- Yeso
- Bórax, colemanita
- Calcopirita, cuprita, esfalerita, molibdenita

Para corrección de suelos, las principales sustancias utilizadas son los carbonatos: Caliza, calcita, mármol, etc. Aparte del Ca^{++} y Mg^{++} que se aportan como nutrientes, el principal factor a evaluar es el valor neutralizante y la solubilidad carbónica.

La principal sustancia utilizada como sustrato para cultivos es la turba (4.57).

Otras sustancias son: Perlita, Pumita, Vermiculita.

Entre otros factores, interesan:

- pH
- Retención de agua
- Contenido en materia orgánica y azufre (turba)
- Granulometría adecuada a la demanda aire/agua específica de cada planta.

8.13. FUNDENTES

Se pueden clasificar en básicos, neutros y ácidos, dentro de la metalurgia, en función de la naturaleza ácida o básica de sus soluciones en agua o, más directamente, por el hecho de que reaccionarán con componentes metálicos (ácidos o básicos) que se liberan del material que se está fundiendo, formando una escoria igualmente fusible. Para que un producto natural sea considerado fundente, no debe reaccionar con cantidades apreciables del metal que se está fundiendo, pero sí con sus impurezas. Los fundentes más comúnmente utilizados en la industria metalúrgica son las calizas, sílice y fluoritas. La Caliza es el fundente básico más común en la metalurgia, tanto ferrosa como no ferrosa. La Caliza se descompone a altas temperaturas en CaO y CO_2 , y al ser básica reacciona bien con menas de cobre y plomo ácidas en su mayoría. El óxido de calcio disminuye el peso específico y la temperatura de fusión, hace más fluida la escoria, con su consiguiente descenso del punto de fusión.

El óxido de calcio en forma de cal, es muy empleado en la industria del acero. La Sílice es uno de los fundentes más baratos y más utilizados industrialmente, en forma de arena, grava, cuarzo, areniscas y cuarcitas. Los silicatos, sin embargo no son convenientes debido a que es frecuente que contengan hornblenda, micas o feldspatos. La sílice es el fundente ácido más característico y normalmente se emplea en metalurgia para contrarrestar la basicidad de cal si se ha utilizado con exceso.

La Fluorita se considera como fundente neutro y se utiliza para dotar de inferior punto de fusión y de mayor viscosidad a las escorias.

En la tabla adjunta, se pueden observar composiciones medias de los principales fundentes, datos tomados de la Asociación Estadounidense del Acero.

0703

%	Caliza	Cal	Dolomia	Dolomia Calcinada	Fluorita
CaCO ₃	95,06	-	54,74	-	12,25
MgCO ₂	0,54	0,76	39,61	-	-
Fe ₂ O ₃	0,70	0,93	0,43	1,57	1,00
SiO ₂	1,73	2,55	0,74	1,53	4,65
S	0,049	0,07	0,026	0,037	1,00
CaF ₂	-	-	-	-	81,0
P	0,020	0,03	0,006	0,009	-
H ₂ O	1,70	-	4,00	-	-
OCa	-	81,36	-	-	-
OMg	-	-	-	56,35	-
Ppc	-	14,00	-	1,60	-

Además, son impurezas no deseables en los fundentes los óxidos de cinc, bario, magnesio y manganeso.

8.14. ARENAS DE MOLDEO

Las arenas utilizadas en fabricación de moldes de fundición pueden ser clasificados como:

- Naturales: arenas arcillosas, donde la arcilla actúa como un aglomerante natural. Son poco usadas por los problemas inherentes al control de calidad.
- Sintéticas: arenas silíceas, de alto grado, a las que se incorpora bentonita como ligante arcillosos (o resinas).

Las arenas de fundición deben responder a las siguientes propiedades:

- Análisis químico:

	SiO ₂	Carbonatos
Arena silícea	> 95	< 0,4
Arena extrasilícea	> 98	< 0,1

- Granulometría: la curva granulométrica debe tener forma de campana de Gauss con las siguientes características:
- 97 % retenido sobre 5 tamices sucesivos (tamices UNE: 7,20 - 1,60 - 0,80 - 0,63 - 0,4 - 0,32 - 0,2 - 0,16 - 0,1 - 0,08 - 0,05).
- Fracción arcillosa, (<20 u)

Arena silícea < 4%
 Arena extrasilícea 0,3-0,8%

- Índice de finura AFS (American Foundrymen's Society)

Acero 35 a 70 ± 5
 Aleaciones de cobre y metales ligeros 90-140 ± 5
 Hierro colado 40-140 ± 5

Otros materiales

Otros minerales utilizados como arenas de fundición son zircón, estaurolita, olivino y cromita. Se obtienen con ellos valores de refractariedad más altos, en general, y menor expansión térmica.

Arena silícea	1682°C
Arena de zircón	2538°C
Arena de estaurolita	1538°C
Arena de cromita	1816°C

Las arcillas utilizadas como aglomerantes en las arenas de moldeo son bentonitas, en una proporción de 44-8% con respecto a la arena.

Las especificaciones propuestas por el SFSA (Steel Founders Society of America) son las siguientes para bentonitas sódicas:

- Contenido en agua = 6-12% (Límites mínimo y máximo)
- pH > 8,2
- Ca < 0,7%

Los test habituales a efectuar son:

- Análisis químico
- Difracción de R-X
- A.T.D.
- Resistencia a la compresión en verde y en seco
- Durabilidad
- Límites de Atterberg

8.15. AISLANTES

En general, aislante puede ser cualquier sustancia mineral capaz de crear una barrera entre un ambiente humano requerido y una condición no deseada. En este sentido necesitamos escudos antirradiación, aislamiento eléctrico, criogénico y barreras acústicas.

Existen muchas rocas y minerales industriales que entran de lleno en distintos procesos de manufacturación de materiales aislantes con tratamientos industriales mínimos o nulos.

Entre ellas, los más utilizados son:

- Perlitas: mezcladas con yesos y cementos son aislantes térmicos y acústicos.
- Vermiculitas: aislantes criogénicos para áticos.
- Asbestos: aislantes eléctricos y térmicos.
- Lanas minerales y algodones de silicatos: Fibras manufacturadas utilizadas como aislantes térmicos en muros de construcción.
- Diatomitas: entran en la composición de ladrillos aislantes de sílice-alúmina.
- Micas: utilizadas como aislantes eléctricos
- Wollastonita: como sustituto de asbestos en cementos aislantes.
- Materiales especiales: como vidrios, cerámicas electrotécnicas, etc.
- Pizarras, asfaltos, sepiolita, yesos, etc.

Las propiedades que interesan para todos estos materiales son:

- Bajo coeficiente de conductividad
- Buenas resistencias mecánicas
- Estabilidad a altas temperaturas y frente a agentes químicos.

9.- RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9 RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 RESUMEN

Las rocas y minerales industriales actualmente objeto de explotación en la Hoja 1:200.000 N° 7, "Santiago de Compostela" son:

Anfibolita	Esquisto
Arcilla	Gabro
Arenas y gravas	Gneis
Caolín	Granito
Cuarzo	

Otras sustancias que han sido explotadas y que en la actualidad sus yacimientos están inactivos por tratarse de explotaciones de carácter temporal para satisfacer las necesidades locales son: aplita, feldespato y lehm granítico.

También, se debe mencionar la paralización de la mayoría de las areneras existentes en las desembocaduras de las rías Tambre, Ulla, etc., así como la extracción indiscriminada de arena de playa en distintos puntos del litoral.

Se han inventariado un total de 87 explotaciones e indicios encontrándose en el mes de agosto de 1.898, 41 activas o con carácter intermitente. La distribución geográfica de los mismos, así como otros de menor interés (reflejados en la sigla representativa de la sustancia) aparecen reflejados en el "Mapa de explotaciones e indicios" adjunto a la presente memoria.

Los indicios y explotaciones inventariados se distribuyen de la siguiente manera:

	Activas	Abandonadas	Indicios	Total
Anfibolita	1	1	-	2
Aplita	-	1	-	1
Arcillas	4	1	1	6
Are. y grv. (*)	10	-	-	6
Caolín	1	4	1	6
Cuarzo	3	9	3	10
Esquisto	3	-	-	3
Feldespató	-	2	-	2
Gabro	2	1	-	3
Granito	12	21	-	33
Gneis	5	1	-	6
TOTAL	41	41	5	87

(*) Se incluyen las explotaciones que aprovechan los estériles procedentes de la minería de estaño y wolframio.

En las explotaciones activas la extracción se realiza mayoritariamente a cielo abierto mediante el empleo de medios convencionales. Las únicas excepciones son, el aprovechamiento de estériles procedentes de la minería subterránea de San Finx (término municipal de Lousame) y la extracción de arenas mediante dragas montadas en barcazas en las rías de Corme y Laxe.

La producción total de rocas y minerales industriales, en la Hoja N° 7 asciende a 2.826.600 Tm anuales, según las Jefaturas de Minas de La Coruña y Pontevedra, referidas al año 1.988. La producción de las distintas sustancias desglosadas por sectores de consumo son las siguientes:

Rocas ornamentales y de construcción	12.500 Tm
Aridos naturales	No hay datos de producción
Aridos de machaqueo	2.424.850 Tm
Ladrillería y Refractarios	215.000 Tm
Cargas para papel	108.000 Tm
Ferroaleaciones	66.250 Tm

De cara a su posible uso industrial, se agrupa por su litología dominante, las distintas unidades o formaciones geológicas presentes en la hoja de La Coruña. A continuación y de un modo ordenado se relacionan las diferentes sustancias codificadas según los sectores de su posible empleo industrial.

SUSTANCIA	UBICACION	USOS
ANFIBOLITA	Unidad Carballo - El Pino	Aridos de machaqueo
APLITA	Filones	Aridos de machaqueo
ARCILLA	Complejo de Ordenes Depósitos terciarios Depósitos cuaternarios	Ladrillería Ladrillería, refractarios Ladrillería
ARE.- GRAV.	Lehm graníticos Depósitos cuaternarios Subproducto minero	Aridos naturales, construcción, hormigones Aridos naturales Aridos, hormigones
CAOLIN	Granitoides caolinizados	Industria papelera
CUARZO	Depósitos aluviales Filones	Ferroaleaciones Aridos de machaqueo, ferroaleaciones
ESQUISTOS	Complejo de Ordenes Dominio Esquistoso	Aridos de machaqueo Aridos de machaqueo
FELDESPATO	Pegmatita	Cerámicas
GABRO	Complejo de Ordenes	Aridos de machaqueo
GNEIS	Unidad de Santiago	Rocas ornamentales, áridos de machaqueo
ORTOGNEIS	Dominio Esquistoso	Aridos de machaqueo
GRANITO	Granitoides Hercínicos Macizo de Confurco Macizo El Pindo Macizo de Traba Macizo de Vilardea	Aridos de machaqueo Aridos de machaqueo, roca ornamental

9.2 CONCLUSIONES

La Hoja de "Santiago de Compostela" se caracteriza por una litología poco variada predominando las rocas graníticas sobre gneises, esquistos, rocas básicas y ultrabásicas. La explotación de rocas y minerales industriales está claramente orientada hacia el sector de la construcción, representando los áridos el 86 % de la producción total de la Hoja.

Los áridos de trituración derivados de la explotación de granitos, gneises, gabros, anfibolitas, cuarzo, etc, constituyen el subsector más importante con una producción anual de 2.424.850 Tm. Los áridos naturales (arenas y gravas) procedentes del dragado de algunas rías está siendo abandonado. La mayor parte de las explotaciones existentes se hallan abandonadas. Se debe destacar además, el aprovechamiento de los estériles derivados de explotaciones de la minería metálica.

La explotación de rocas con fines ornamentales queda reducida a un pequeño yacimiento de granito situada en el Macizo del Pindo (Carnota).

Existe un importante yacimiento de caolín en las proximidades de Vimianzo, cuya producción se emplea fundamentalmente en la industria papelera. Los otros yacimientos (Laxe y Santa Comba) están abandonados.

La extracción de cuarzo fue muy importante en las décadas pasadas con grandes explotaciones situadas en los filones al NO de Santiago de Compostela, sobre filones de cuarzo. En la actualidad se reduce prácticamente a una explotación sobre un depósito de tipo aluvial en la proximidades de Carballo. El cuarzo se emplea en ferroaleaciones, utilizándose el rechazo como árido de machaqueo .

Las arcillas se emplean en la fabricación de ladrillos y refractarios, siendo sus centros de transformación principales Laracha-Carballo y Pontecesures (Pontevedra).

9.3 RECOMENDACIONES

Dentro de las posibles actuaciones a seguir con vistas a obtener un mayor conocimiento de las posibilidades de explotación de las distintas rocas y minerales industriales de la presente Hoja se recomienda realizar los siguientes estudios:

* Granitos :Estudio detallado de los macizos de Pindo, Traba, Confurco y Vilardoa seleccionados como áreas potenciales de estudio en el trabajo del ITGE, "Potencial básico de granitos ornamentales en Coruña, Lugo y Orense", (1.987).

* Ortogneises y rocas ultrabásicas: Estudio detallado de los ortogneises que afloran en la Banda Malpica-Tuy y de las rocas básicas del Complejo de Ordenes con el fin de considerar una posible utilización en el campo de los áridos de trituración.

10.- BIBLIOGRAFIA

10 BIBLIOGRAFIA

- ✓ Aizpurja, J. Navarro Gascon, J.V. Fresno Lopez, F. y Santos Garcia, A (1988). Manual de metodología para la realización de los Mapas de Rocas y Minerales industriales, E. 1:200.000. Fondo documental del ITGE. Madrid.
- ✓ Aizpurua, J. Navarro Gascon, J.V. y García Romero, E. (1989). Mapa de Rocas y Minerales Industriales, E. 1/200.000, hoja nº 2 "Lugo". Fondo documental del I.T.G.E. Madrid.
- ✓ Arenas, R; Díaz García, F y Martinez Lombardero, J.R. (1989). La geología de los Complejos de Cabo Ortegal y Ordenes. Laboratorio Geológico de Laxe. XI Reunión de Geología y Minería de N.O. Peninsular. A.Coruña.
- ✓ Bellido, F. Gonzalez Lodeiro, F, Klein, E. Martinez Catalan, J.R. y Pablo Macia, J.G de (1987). Las rocas graníticas hercínicas del Norte de Galicia y occidente de Asturias. Memorias del ITGE, nº 101, 157 p.p. ITGE. Madrid.
- ✓ Crabifosse, S; Ferrero, A y Monge, C. (1989). Aportación al conocimiento del cuarzo en Galicia. Cuaderno Laboratorio Geologico de Laxe. Vol. 14, pp 225-236. A.Coruña.
- ✓ I.T.G.E. (1973)
 "Mapa de Rocas Industriales", escala 1/220.000. Hoja nº 1 (La Coruña).
 "Estudio económico y tecnológico para explotación y aprovechamiento de las rocas industriales". Especificaciones y clasificaciones de las rocas industriales. Tomo II. Arenas y gravas.
- ✓ I.T.G.E.(1975)
 "Mapa metalogénico de España", escala 1/200.000, hoja nº 7 "Santiago de Compostela".

7 I.T.G.E.(1979)

"Actualización y mejora del Archivo de Rocas Industriales de Galicia".

"Proyecto de Investigación de pizarras en el NO de la Península Ibérica".

7 I.T.G.E.(1980)

"Programa nacional de Investigación de Arcillas".

I.T.G.E.(1981)

✓ Memoria y mapa geológico nº 68 "Camariñas". Mapa geológico de España E. 1/50.000.

✓ Memoria y mapa geológico nº 94 "Santiago de Compostela". Mapa geológico de España E 1/50.000.

✓ Memoria y mapa geológico nº 43 "Lage". Mapa geológico de España 1/50.000.

✓ Memoria y mapa geológico nº 120 "Padrón". Mapa geológico de España E 1/50.000.

✓ Memoria y mapa geológico nº 67 "Mugía". Mapa geológico de España 1/50.000.

✓ Memoria y mapa geológico nº 69 "Santa Comba". Mapa geológico de España 1/50.000.

✓ Memoria y mapa geológico nº 119 "Noya". Mapa geológico de España E. 1/50.000.

7 I.T.G.E.(1982)

"Mapa minero-metalogénico de Galicia", escala 1/400.000.

Memoria y mapa geológico nº 44 "Sisargas-Carballo". Mapa geológico de España E 1/50.000.

I.T.G.E.(1984)

"Exploración y caracterización de las arcillas de las cuencas terciario-cuaternarios de Galicia"

"Estudio de caracterización y aplicaciones de las arcillas de siete cuencas terciario-cuaternarias de Galicia 2ª Fase"

"Potencial básico de granitos ornamentales en Coruña, Lugo y Orense". Tomo IV.

"Rocas Industriales de Galicia - Caolines y materiales arcillosos"

J "Mapa de Rocas y Minerales Industriales" E:1/200.000. Hoja nº 7 "Santiago de Compostela".

"Manual de metodología para la realización de los mapas de rocas y minerales industriales, 1:200.000"

J I.T.G.E.(1985)

"Caracterización y posibilidades correctoras de las calizas en Galicia como correctores de suelos para agricultura"

J I.T.G.E.(1986)

"Granitos de España"

J I.T.G.E.(1987)

"Potencial básico de granitos ornamentales de La Coruña", Lugo y Orense.

J I.T.G.E.(1988)

"Manual de metodología de los Mapas de Rocas y Minerales Industriales", escala 1:200.000.

Martínez Catalán, J.R. (1989). Resumen comunicación. Laboratorio Geológico de Laxe. XI Reunión de Geología y Minería del NO Peninsular. La Coruña.

J I.T.G.E.

Memoria y mapa geológico nº 93 "Outes". Mapa geológico de España 1/50.000. ITGE.

Memoria y mapa geológico nº 120 "Padrón". Mapa geológico de España 1/50.000. ITGE.

Memoria y mapa geológico nº 7 "Santiago de Compostela". Mapa geológico de España E. 1/200.000. ITGE.

11.- LISTADOS

A continuación se muestran los listados siguientes:

- Explotaciones e indicios inventariados
- Explotaciones e indicios no inventariados
- Directorio de empresas explotadoras de la provincia de La Coruña
- Directorio de empresas explotadoras de la provincias de Pontevedra

LISTADO DE EXPLOTACIONES E INDICIOS (inventariados)

Nº	SUSTANCIA	HOJA 1:50.000	COORDENADAS UTM			PROVINCIA	MUNICIPIO	ESTADO	UNIDAD GEOLOG.	USO ACTUAL
			(X)	(Y)	(Z)					
1	gabro	44	537.05	4795.6	70	A Coruña	Arteixo	EA	1	04
2	gabro	44	537.0	4795.6	50	A Coruña	Arteixo	EB	1	
3	arcilla	44	517.72	4792.2	125	A Coruña	Maipica	EA	3	09
4	subproducto minero	44	521.4	4791.05	350	A Coruña	Carballo-Maipica	EA	21	04
5	subproducto minero	44	521.4	4791.05	350	A Coruña	Carballo-Maipica	EA	21	04
6	anfíbolita	44	527.4	4789.92	250	A Coruña	Laracha	EB	3	
7	arcilla	44	532.2	4790.7	170	A Coruña	Laracha	EA	30	09
8	gabro	44	534.2	4791.58	150	A Coruña	Arteixo	EA	1	04
9	arena	43	507.88	4788.0	5	A Coruña	Ponteceso	EA	40	03
9	arena	43	508.1	4787.88	5	A Coruña	Cabana	EA	40	03
9	arena	43	508.08	4788.0	5	A Coruña	Ponteceso	EA	40	03
9	arena	43	508.08	4788.0	5	A Coruña	Ponteceso	EA	40	03
10	ortogneis	43	509.9	4787.3	15	A Coruña	Ponteceso	EA	5	04
11	cuarzo	43	510.74	4788.0	190	A Coruña	Ponteceso	EB	26	
12	granito	44	519.86	4789.42	220	A Coruña	Maipica-Carballo	EA	21	04
13	granito	43	499.86	4786.24	20	A Coruña	Laxe	EB	25	
14	arena	43	504.45	4784.96	5	A Coruña	Cabana	EA	40	03
14	arena	43	504.45	4784.96	5	A Coruña	Cabana	EA	40	03
15	ortogneis	43	508.16	4785.36	70	A Coruña	Cabana	EB	5	
16	ortogneis	44	512.18	4786.14	70	A Coruña	Cabana	EB	5	
17	granito	44	515.28	4786.22	90	A Coruña	Ponteceso	EB	21	
18	granito	68	491.08	4778.0	80	A Coruña	Camariñas	EB	23	
19	caolín	43	500.3	4780.5	160	A Coruña	Laxe	EB	21	
20	gneis	44	514.6	4782.36	250	A Coruña	Coristanco	EI	3	01
21	cuarzo	44	526.7	4783.3	200	A Coruña	Carballo	EA	40	18
22	granito	68	511.2	4778.8	260	A Coruña	Cabana	EA	21	04
23	cuarzo	44	512.46	4779.7	240	A Coruña	Cabana	IN	26	
24	arcilla	69	525.1	4778.08	150	A Coruña	Coristanco	EA	40	09

LISTADO DE EXPLOTACIONES E INDICIOS (inventariados)

Nº	SUSTANCIA	HOJA 1:50.000	COORDENADAS UTM			PROVINCIA	MUNICIPIO	ESTADO	UNIDAD GEOLOG.	USO ACTUAL
			(X)	(Y)	(Z)					
25	caolín	69	515.1	4775.56	350	A Coruña	Coristanco	EB	22	
26	arcilla	69	520.5	4775.45	400	A Coruña	Coristanco	IN	3	
27	caolín	69	515.6	4774.25	440	A Coruña	Coristanco	EB	22	
28	caolín	68	495.62	4770.3	275	A Coruña	Vimianzo	IN	21	
29	subproducto minero	69	515.0	4771.3	400	A Coruña	Santa Comba	EA	22	04
30	cuarzo	67	478.9	4764.48	200	A Coruña	Muxia	EB	26	
31	caolín	68	494.36	4766.0	305	A Coruña	Vimianzo	EB	21	
32	caolín	68	496.1	4761.1	280	A Coruña	Vimianzo	EA	21	16
33	aprita	68	496.18	4765.12	400	A Coruña	Vimianzo	EB	26	
34	cuarzo	68	507.15	4765.65	380	A Coruña	Iris	EB	26	
35	granito	69	519.34	4766.86	400	A Coruña	Santa Comba	EA	24	04
36	gabro	69	526.46	4768.7	360	A Coruña	Val do Dubra	EB	1	
37	anfíbolita	69	531.6	4764.36	400	A Coruña	Val do Dubra	EA	3	04
38	gneis	69	532.32	4763.78	400	A Coruña	Trazo	EB	2	
39	ortogneis	93	499.1	4759.8	300	A Coruña	Dumbria	EB	5	
40	cuarzo	93	503.1	4758.7	400	A Coruña	Mazaricos	EB	26	
41	granito	93	495.42	4757.0	280	A Coruña	Mazaricos	EB	22	
42	ortogneis	93	502.64	4756.82	410	A Coruña	Mazaricos	EB	5	
43	cuarzo	94	531.35	4758.22	330	A Coruña	Val do Dubra	EB	26	
44	granito	93	487.5	4752.28	150	A Coruña	Ole	EB	23	
45	granito	93	490.85	4751.9	250	A Coruña	Dumbria	EB	23	
46	granito	93	489.96	4750.45	10	A Coruña	Carnota	EA	23	01
47	cuarzo	93	497.7	4752.75	320	A Coruña	Mazaricos	EI	26	
48	esquisto	93	503.1	4752,5	480	A Coruña	Mazaricos	EA	3	04
49	esquisto	93	503.4	4752.1	460	A Coruña	Mazaricos	EI	3	04
50	esquisto	93	503.6	4751.6	430	A Coruña	Mazaricos	EA	3	04
51	cuarzo	94	532.25	4757.0	300	A Coruña	Santiago Compost.	EB	26	
52	cuarzo	94	534.5	4756.75	400	A Coruña	Santiago Compost.	EB	26	

LISTADO DE EXPLOTACIONES E INDICIOS (inventariados)

Nº	SUSTANCIA	HOJA 1:50.000	COORDENADAS UTM			PROVINCIA	MUNICIPIO	ESTADO	UNIDAD GEDL.	USO ACTUAL
			(X)	(Y)	(Z)					
53	cuarzo	94	535.25	4754.54	360	A Coruña	Santiago Compost	EA	26	04
54	granito	94	533.55	4752.4	390	A Coruña	Santiago Compost	EB	22	
55	granito	94	535.28	4752.9	350	A Coruña	Santiago Compost	EA	22	04
56	gneis	94	537.4	4753.4	340	A Coruña	Santiago Compost	EA	10	01-02
57	gneis	94	538.0	4749.9	360	A Coruña	Santiago Compost	EA	10	01-02
57	gneis	94	538.0	4750.35	360	A Coruña	Santiago Compost	EI	10	01-02
58	granito	93	490.9	4745.36	40	A Coruña	Carnota	EA	21	04
59	cuarzo	93	497.45	4745.36	560	A Coruña	Mazaricos	EB	26	
60	cuarzo	93	496.12	4743.92	550	A Coruña	Carnota-Muros	IN	26	
61	cuarzo	119	494.92	4741.24	400	A Coruña	Carnota-Muros	IN	26	
62	granito	119	494.65	4741.1	370	A Coruña	Carnota	EA	21	04
63	ortogneis	93	505.84	4744.86	220	A Coruña	Outes	EB	5	
64	granito	94	512.1	4745.7	320	A Coruña	Negreira	EA	25	04
65	granito	94	526.86	4747.34	190	A Coruña	Brión	EA	21	02-01
66	gneis	94	538.05	4746.06	280	A Coruña	Santiago Compost	EA	10	01-02
67	granito	120	513.4	4739.4	170	A Coruña	Lousame	EB	21	
68	granito	120	521.85	4737.44	330	A Coruña	Rois	EB	25	
69	granito	94	529.82	4743.1	80	A Coruña	Ames	EB	21	
70	granito	120	532.02	4740.28	200	A Coruña	Teo	EA	21	04
71	ortogneis	119	509.7	4733.76	60	A Coruña	Lousame	EI	5	
72	cuarzo	119	551.78	4731.36	240	A Coruña	Lousame	IN	26	
73	subproducto minero	120	514.28	4733.9	220	A Coruña	Lousame	EA	6	04
74	feldespato	120	524.85	4730.72	140	A Coruña	Dodro	EB	26	
75	granito	120	531.0	4732.95	120	A Coruña	Padrón	EB	21	
75	granito	120	530.9	4732.7	110	A Coruña	Padrón	EB	21	
76	granito	119	499.46	4729.0	30	A Coruña	Porto do Són	EB	21	
77	granito	119	508.66	4728.68	250	A Coruña	Boiro	EB	21	
78	granito	120	521.35	4727.32	80	A Coruña	Dodro	EB	21	

LISTADO DE EXPLORACIONES E INDICIOS (inventariados)

Nº	SUSTANCIA	HOJA 1:50,000	COORDENADAS UTM			PROVINCIA	MUNICIPIO	ESTADO	UNIDAD GEOL.	USO ACTUAL
			(X)	(Y)	(Z)					
79	granito	120	524.56	4726.52	140	Fontvedra	Catoira	EB	21	09
80	arcilla	120	525.4	4726.3	140	Fontvedra	Catoira	EB	40	
81	arcilla	120	527.4	4728.3	10	Fontvedra	Valga	EI	40	
82	feldespato	120	530.7	4726.85	230	Fontvedra	Valga	EB	26	

335 ↑

LISTADO DE EXPLOTACIONES E INDICIOS

Nº	SUSTANCIA	UNIDAD GEOLOG.	HOJA 1:50.000	COORDENADAS UTM			MOTIVO APARENTE DEL NO INVENTARIADO
				(X)	(Y)	(Z)	
0	arcilla	30	44	532.4	4790.6	170	incluida en el Grup. Min. Lendo
0	caolín	0	68			0	no localizada
0	cuarzo	0	68			0	no localizado
0	granito, gneis	0	68			0	no localizado
0	arena	0	93			0	no localizada
0	arena	0	93			0	no localizada
0	arena	0	120			0	extracción prohibida
0	caolin	0	120			0	no localizada
0	granito	0	120			0	no localizada
0	arena	0	120			0	extracción prohibida
0	arena	0	120			0	extracción prohibida
0	arena	0	120			0	extracción prohibida
201	ortogneis	7	44	513.75	4798.22	110	basurero municipal
202	ortogneis	5	44	515.1	4796.52	110	próximo al puerto de Malpica
203	ortogneis	5	44	515.8	4796.72	10	próximo a un cementerio
204	granito	21	44	520.6	4788.8	180	sirve de acopio de áridos
205	granito	21	44	522.82	4789.52	210	escaso interés
206	granito	21	44	524.0	4789.8	180	escaso interés
207	arena	40	44	526.6	4793.38	5	extracción prohibida
208	arena	40	44	527.54	4793.84	5	extracción prohibida
209	arena	40	44	527.45	4793.72	5	extracción prohibida
210	granito	21	44	527.66	4794.4	10	impacto paisajístico alto
211	arcilla	30	44	534.0	4790.52	190	dominio minero de EPICASA
212	arcilla	30	44	534.1	4790.6	190	dominio minero de EPICASA
213	arcilla	30	44	534.2	4790.44	190	dominio minero de EPICASA
214	granito	21	44	515.68	4786.2	60	próxima al punto nº 17
215	arcilla	40	44	514.65	4779.96	290	antigua ladrillera abandonada
216	anfíbolita	3	44	520.04	4781.32	240	desmontes para la C-552
217	anfíbolita	3	44	520.44	4781.34	240	desmontes para la C-552
218	arcilla	40	44	522.6	4787.7	140	pequeñas calicatas
219	anfíbolita	3	44	523.2	4786.66	160	muy próxima a viviendas
220	arcilla	40	44	524.4	4786.0	140	explotación e instalac. abandonadas
221	arcilla	40	44	525.22	4782.7	110	antigua ladrillera abandonada
222	caolín	21	43	508.62	4793.28	90	escaso interés
223	granito	25	43	502.55	4790.3	20	impacto paisajístico
224	granito	21	43	503.52	4790.5	15	muy próxima a viviendas
225	arena	40	43	505.7	4787.2	40	explotación paralizada
226	lehm	23	43	486.1	4781.3	40	escaso interés
227	granito, lehm	23	43	486.86	4781.12	40	escaso interés
228	granito	23	43	490.96	4781.18	90	escaso interés
229	granito	23	43	492.0	4780.48	100	escaso interés
230	granito	23	43	492.12	4780.06	100	escaso interés
231	granito	21	43	499.65	4784.85	40	escaso interés
232	granito	21	43	499.65	4782.96	80	escaso interés
233	granito	21	43	499.92	4780.22	180	escaso interés
234	granito	21	43	501.36	4780.28	200	escaso interés
235	lehm	25	67	483.38	4778.26	40	sin interés
236	granito	25	67	483.96	4778.0	50	depósito de agua
237	granito	24	67	482.63	4772.38	20	muy próxima a edificaciones
238	granito	24	67	482.88	4772.0	20	cercana a viviendas y línea A. T.

LISTADO DE EXPLOTACIONES E INDICIOS

Nº	SUSTANCIA	UNIDAD GEOL.	HOJA 1:50.000	COORDENADAS UTM			MOTIVO APARENTE DEL NO INVENTARIADO
				(X)	(Y)	(Z)	
239	granito, lehm	24	67	483.45	4770.9	90	escaso interés
240	granito	25	67	483.82	4768.38	100	escaso interés
241	granito, lehm	24	67	482.18	4771.25	20	proximidad a playa y carretera
242	arena	40	67	481.44	4770.8	60	extracción prohibida
243	arena	40	67	481.96	4770.1	120	extracción prohibida
244	arena	40	67	482.1	4770.55	20	extracción prohibida
245	lehm	24	67	482.13	4769.97	140	escaso interés
246	lehm	24	67	481.3	4770.0	120	escaso interés
247	lehm	24	67	481.07	4768.0	200	escaso interés
248	lehm	25	67	481.2	4767.22	200	escaso interés
249	lehm	25	67	481.25	4766.3	190	escaso interés
250	granito, lehm	25	67	482.3	4766.28	200	escaso interés
251	granito	25	67	483.02	4764.6	110	cuarzodiorita, escaso interés
252	cuarzo	26	67	479.47	4765.3	160	filón de escasa potencia
253	granito, lehm	23	68	485.15	4778.86	10	escaso interés
254	lehm	23	68	486.14	4778.28	40	escaso interés
255	granito	23	68	486.12	4778.06	40	indicio
256	granito, lehm	23	68	491.66	4778.92	85	acopio de madera
257	arena	40	68	490.3	4776.0	5	extracción paralizada
258	granito	25	68	492.74	4777.12	80	viviendas próximas
259	caolin	21	68	495.12	4777.6	140	acopio de madera
260	lehm	21	68	498.04	4772.91	200	escaso interés
261	granito	21	68	498.36	4772.48	240	próximo a carretera
262	granito, lehm	21	68	498.68	4771.9	310	basurero municipal
263	lehm	5	68	504.3	4778.4	190	próximo a C-552
264	granito, lehm	21	68	511.78	4778.26	280	desmonte para C-552
265	granito	21	68	511.52	4777.32	300	escaso interés
266	lehm	21	68	490.92	4761.6	180	escaso interés
267	granito	21	68	491.16	4761.4	200	escaso interés
268	granito	21	68	493.0	4764.72	280	escaso interés
269	lehm	21	68	493.24	4764.88	280	calicatas
270	lehm	21	68	494.84	4765.1	330	escaso interés
271	aplita	26	68	495.92	4764.84	410	próximo a punto 33
272	ortogneis	7	68	497.4	4764.82	330	escaso interés
273	ortogneis	7	68	497.78	4764.76	315	escaso interés
274	granito	24	68	498.1	4764.34	290	escaso interés
275	granito	21	68	496.75	4766.26	300	escaso interés
276	lehm	21	68	495.9	4768.15	240	escaso interés
277	lehm	21	68	495.6	4768.38	250	escaso interés
278	lehm	21	68	495.3	4769.15	280	escaso interés
279	granito	21	68	495.8	4769.4	250	próximo a C-552
280	ortogneis	5	68	499.55	4764.5	300	explotación inundada
281	ortogneis	5	68	501.7	4763.7	290	próximo a carretera local
282	gneis	10	68	505.1	4762.9	340	escaso interés
283	arena	22	69	516.28	4777.22	320	escaso interés, labor minera
284	granito	22	69	514.84	4776.0	340	escaso interés
285	caolin	22	69	513.92	4772.75	360	calicatas exploratorias
286	caolin	22	69	514.65	4771.78	440	escaso interés
287	anfíbolita	3	69	520.34	4779.16	280	abandonada hace unos 15 años
288	anfíbolita	3	69	520.44	4776.68	360	escaso interés
289	gabro	1	69	525.0	4773.9	280	desmontes para carretera
290	gabro	1	69	525.15	4773.0	310	desmontes para carretera
291	granito, lehm	23	69	537.8	4771.14	335	instalaciones abandonadas
292	lehm	23	69	539.05	4770.65	370	escaso interés
293	caolin	10	69	515.86	4767.58	380	escaso interés

LISTADO DE EXPLOTACIONES E INDICIOS

Nº	SUSTANCIA	UNIDAD GEOL.	HOJA 1:50.000	COORDENADAS UTM			MOTIVO APARENTE DEL NO INVENTARIADO
				(X)	(Y)	(Z)	
294	lehm	21	69	519.6	4767.12	380	escaso interés utilizada para la concent. parcel. litología favorable para áridos próximo a carretra
295	granito	24	69	520.38	4762.2	440	
296	gneis	10	69	523.28	4765.5	425	
297	gneis	10	69	528.24	4762.84	200	
298	granito	25	92	484.4	4760.48	90	ocupado por nave industrial próximo a vivienda extracción prohibida próxima a C-552 próxima a C-552 escaso interés escaso interés escaso interés escaso interés basurero municipal, impacto visual
299	granito	25	92	482.45	4756.9	190	
300	arena	40	92	477.8	4756.54	20	
301	granito	25	92	480.42	4753.3	60	
302	lehm	25	92	479.42	4753.15	25	
303	granito	25	92	477.84	4751.6	40	
304	lehm	25	92	478.5	4749.34	100	
305	lehm	25	92	478.28	4749.28	100	
306	lehm	25	92	478.2	4749.12	100	
307	granito	24	92	477.75	4748.6	130	
308	granito	25	93	485.2	4755.1	10	utilizado para escollera próximo a viviendas escaso interés escaso interés próximo a carretera local próximo a gasolinera escaso interés sin interés escaso interés próximo a viviendas escaso interés sin interés escaso interés escaso interés
309	granito	21	93	490.95	4757.82	300	
310	granito	21	93	490.52	4758.0	300	
311	aplita	26	93	491.95	4760.5	300	
312	ortogneis	7	93	495.6	4758.3	380	
313	ortogneis	7	93	495.95	4757.85	340	
314	granito	22	93	497.08	4755.68	300	
315	granito	22	93	497.5	4755.1	280	
316	granito	22	93	491.78	4754.3	290	
317	granito	22	93	493.2	4752.27	350	
318	granito	22	93	495.05	4753.52	420	
319	ortogneis	5	93	501.22	4753.44	320	
320	ortogneis	5	93	501.53	4753.1	310	
321	ortogneis	5	93	502.78	4751.88	380	
322	esquisto	3	93	503.9	4751.05	400	
323	ortogneis	5	93	504.0	4752.2	410	
324	esquisto	3	93	511.34	4760.9	320	
325	granito	25	93	511.6	4755.4	300	
326	granito	23	93	489.72	4750.92	20	
327	granito	21	93	491.24	4745.52	30	
328	gneis	6	93	494.42	4746.82	380	
329	granito	24	93	498.52	4748.86	340	
330	granito	24	93	502.36	4747.66	360	
331	lehm	25	93	512.0	4748.0	240	
332	granito	25	94	517.32	4758.62	390	utilizado para la concent. parcel. acopio de madera utilizado para la C-545 utilizado para la C-545 escaso interés escaso interés próximo a carretera local ocupado por centro deportivo escaso interés próximo a carretera local irreconocible por la vegetación próximo a carretera proximidad a carretera local próximo a línea de A. T. escaso interés próximo a C-545
333	granito	25	94	517.24	4752.6	325	
334	lehm	24	94	521.05	4760.8	420	
335	granito	24	94	522.42	4760.5	440	
336	granito	24	94	523.0	4759.0	450	
337	granito	24	94	522.92	4756.6	400	
338	granito	24	94	519.9	4758.0	340	
339	lehm	24	94	520.66	4756.0	260	
340	lehm	24	94	519.86	4756.0	290	
341	granito	24	94	521.2	4755.18	240	
342	granito	24	94	522.1	4753.4	240	
343	granito	21	94	530.1	4755.45	300	
344	granito	22	94	535.84	4755.1	320	
345	granito	22	94	533.0	4754.22	380	
346	granito	21	94	532.95	4753.45	380	
347	granito	21	94	533.38	4753.3	380	

LISTADO DE EXPLOTACIONES E INDICIOS

Nº	SUSTANCIA	UNIDAD GEOLOG.	HOJA 1:50.000	COORDENADAS UTM			MOTIVO APARENTE DEL NO INVENTARIADO
				(X)	(Y)	(Z)	
348	granito	25	94	515.2	4751.3	400	escaso interés
349	lehm	7	94	512.58	4747.38	270	escaso interés
350	lehm	7	94	515.4	4747.3	370	escaso interés
351	ortogneis	7	94	512.25	4746.14	300	próximo a carretera local
352	cuarzo	26	94	524.36	4743.42	190	próximo a C-543
353	granito	21	94	520.85	4745.25	190	escaso interés
354	granito	21	94	521.75	4747.25	230	escaso interés
355	granito	21	94	524.04	4748.4	240	escaso interés
356	lehm	24	94	524.38	4749.5	200	escaso interés
357	granito	22	94	531.0	4743.5	115	escaso interés
358	feldespato	26	94	529.05	4743.8	40	inundado
359	granito	22	94	530.16	4745.1	40	vivienda y línea de A. T.
360	granito	22	94	530.0	4745.32	40	hay una vivienda en su lugar
361	lehm	6	94	527.7	4747.5	140	escaso interés
362	esquistos	6	94	527.44	4747.76	150	escaso interés
363	granito	21	94	526.65	4747.25	210	escaso interés
364	granito	21	94	526.5	4747.16	190	escaso interés
365	granito	21	94	530.72	4748.2	150	escaso interés, uso local
366	lehm	22	94	528.65	4750.82	110	escaso interés
367	granito	22	94	528.52	4751.0	100	ocupado por una vivienda
368	granito	22	94	528.8	4751.92	190	escaso interés
369	granito	22	94	530.9	4752.1	320	próximo a una vivienda
370	granito	22	94	535.54	4752.02	380	proximidad a viviendas
371	granito	21	94	532.7	4751.4	320	próximo a localidad
372	granito	21	94	533.5	4750.7	410	zona canterable
373	granito	21	94	532.78	4750.3	380	zona canterable
374	granito	21	94	533.35	4750.0	310	proximidad a viviendas
375	granito	21	94	533.5	4750.18	350	zona canterable
376	granito	21	94	532.82	4748.6	250	explotación irreconocible
377	granito	21	94	532.8	4747.27	160	próximo a viviendas
378	granito	21	94	534.66	4746.78	200	ocupado por una gasolinera
379	granito	22	94	535.56	4747.04	190	próximo a viviendas
380	granito	22	94	535.24	4745.16	200	próximo a gasolinera
381	anfíbolita	3	94	538.68	4745.07	240	próximo a N-525
382	granito	21	119	489.08	4738.38	85	próximo a carretera
383	granito	21	119	489.56	4738.0	20	escaso interés
384	granito	21	119	489.95	4737.05	35	próximo a vivienda
385	granito	21	119	491.15	4734.9	30	escaso interés
386	granito	21	119	492.35	4734.3	10	próximo a C-550
387	granito, lehm	21	119	496.3	4737.52	20	próximo a C-550
388	granito	21	119	496.65	4737.92	130	uso local
389	ortogneis	7	119	504.17	4737.48	30	próximo a C-550
390	granito	21	119	506.5	4740.6	60	ocupada por una vivienda
391	granito	21	119	506.75	4740.15	90	basurero, escaso interés
392	arena	40	119	510.3	4742.38	5	extracción prohibida
393	arena	40	119	509.95	4741.62	5	extracción prohibida
394	esquistos	3	119	509.85	4741.7	10	escaso interés
395	granito	21	119	511.48	4740.18	150	cercano a viviendas
396	gneis	3	119	509.65	4740.0	60	desmontes para la C-550
397	arena	40	119	508.45	4739.56	5	extracción paralizada
398	arena	40	119	508.35	4738.0	5	extracción paralizada
399	esquistos	3	119	510.5	4737.92	70	próximo a grupo escolar
400	lehm	21	119	498.3	4727.36	80	escaso interés
401	lehm	21	119	498.7	4726.6	100	escaso interés
402	granito	21	119	506.8	4730.86	620	escaso interés

LISTADO DE EXPLOTACIONES E INDICIOS

Nº	SUSTANCIA	UNIDAD GEOLOG.	HOJA 1:50.000	COORDENADAS UTM			MOTIVO APARENTE DEL NO INVENTARIADO
				(X)	(Y)	(Z)	
403	granito	25	120	517.22	4740.35	460	terraplenes para la C-543
404	granito	21	120	520.0	4740.35	460	terraplenes para la C-543
405	granito	21	120	521.26	4741.84	370	terraplenes para la C-543
406	arcilla	30	120	529.3	4742.5	40	explot. e instalaciones abandonadas
407	granito	22	120	537.0	4741.8	200	planta de hormigón
408	granito	25	120	516.05	4735.25	340	utilizada para la concent. parcel.
409	granito	25	120	520.4	4735.28	420	utilizada para la concent. parcel.
410	granito	21	120	526.26	4733.7	80	cercana a carretera local
411	leña	25	120	524.32	4731.4	120	escaso interés
412	granito	21	120	529.25	4731.82	60	próximo a viviendas
413	leña	21	120	532.92	4732.0	100	escaso interés
414	arena	40	120	527.75	4730.0	5	extracción prohibida
415	granito	21	120	527.82	4729.74	10	próximo a viviendas
416	leña	25	120	529.28	4727.0	70	escaso interés
417	leña	21	120	522.1	4725.44	30	escaso interés
418	arena	40	120	522.4	4725.35	5	extracción prohibida
419	arena	40	120	522.06	4726.5	7	extracción prohibida
420	arena	40	120	522.94	4728.6	5	extracción prohibida

DIRECTORIO DE EMPRESAS EXPLOTADORAS
PROVINCIA DE A CORUÑA

SUSTANCIA	EMPRESA EXPLOTADORA DOMICILIO	TELEFONO	COORDENADAS UTM		USO
			(X)	(Y)	
arena	Manuel Figueiras Martínez Lestimoño - Ponteceso A Coruña		508.08	4788.0	03
caolin	Caolines de Vianzo SA Apartado 4 Castrelo - Vianzo A Coruña	981-716125	496.1	4761.1	16
cuarzo	ERIMSA Avda. Fdez. Latorre, 5-9 Bajo A Coruña A Coruña	981-239141	526.7	4783.3	18
cuarzo	ERIMSA Avda. Fdez. Latorre, 5-9 Bajo A Coruña A Coruña	981-239141	507.15	4765.65	
cuarzo	ERIMSA Avda. Fdez. Latorre, 5-9 Bajo A Coruña A Coruña	981-239141	497.7	4752.75	
cuarzo	ERIMSA Avda. Fdez. Latorre, 5-9 Bajo A Coruña A Coruña	981-239141	503.1	4758.7	
cuarzo	Aridos CNC SL Plaza Atalaya, 4 Santiago Compostela A Coruña	981-564653	535.25	4754.54	04
esquisto	Segundo Rodríguez SL Tal Muros A Coruña	981-763356	503.4	4752.1	04
esquisto	Ponciano Nieto González Zás A Coruña	981-718189	503.6	4751.6	04

DIRECTORIO DE EMPRESAS EXPLOTADORAS
PROVINCIA DE A CORUÑA

SUSTANCIA	EMPRESA EXPLOTADORA DOMICILIO	TELEFONO	COORDENADAS UTM		USO
			(X)	(Y)	
anfibolita	Francisco Gomez y Cia SL Pol. Tambre-Via Edison, 35 Santiago Compostela A Coruña	981-565047	531.6	4764.36	04
arcilla	EPICASA Lendo - Laracha A Coruña	981-605053	532.2	4790.7	09
arcilla	Cerámica El Progreso SA Barreiros, 2 Buño - Malpica A Coruña	981-720111	517.72	4792.2	09
arcilla	Ladrillera de Soutullo		525.1	4778.08	09
arena	Antonio Santos Rivera Grelas Cabana A Coruña	981-714254	504.45	4784.96	03
arena	Elvira Rama Fonco Grelas Cabana A Coruña	981-714450	504.45	4784.96	03
arena	ARENINSA Carretera Coraa, s/n Ponteceso A Coruña	981-714115	507.88	4788.0	03
arena	Maximino Doldán Garcia Cabana A Coruña		508.1	4787.88	03
arena	JPD Trabe, 78 Ponteceso A Coruña		508.08	4788.0	03

DIRECTORIO DE EMPRESAS EXPLOTADORAS
PROVINCIA DE A CORUÑA

SUSTANCIA	EMPRESA EXPLOTADORA DOMICILIO	TELEFONO	COORDENADAS UTM (X) (Y)		USO
esquisto	Fenciano Nieto González Zás A Coruña	981-718189	503.1	4752.5	04
gabro	ACHSA Paseo de Ronda, 56 A Coruña A Coruña	981-259150	534.2	4791.58	04
gneis	José Cotelo Allo Lestón-Coristanco A Coruña		514.6	4782.36	01
gneis	Manuel Castela Ramos Castiñeirío-Santiago A Coruña	981-595859	538.05	4746.06	01-02
gneis	Enrique Barros Pereiro Torreira, 35 Santiago Compostela A Coruña	981-564183	538.0	4749.9	01-02
gneis	Miguel García Sabel Meixón Frio, 35 Santiago Compostela A Coruña	981-583935	538.0	4750.35	01-02
gneis	Domingo Batallá Bouzas Avda de Lugo Santiago Compostela A Coruña	981-565670	537.4	4753.4	01-02
granito	Arenas Cambón SL Doctor Fleming, 19 1º Carballo A Coruña	981-703011	519.86	4789.42	04
granito	José Carnadas Fernández Obispo Romero Lema, 12 1º Baio - Zás A Coruña	981-718279	511.2	4778.8	04

DIRECTORIO DE EMPRESAS EXPLOTADORAS
PROVINCIA DE A CORUÑA

SUSTANCIA	EMPRESA EXPLOTADORA DOMICILIO	TELEFONO	COORDENADAS UTM		USO
			(X)	(Y)	
granito	Granitos de Xallas Alfonso Molina, 81 Santa Comba A Coruña	981-880732	519.34	4766.86	04
granito	Raailo SA Carneiras-Macal, 32 Aptdo. 948 Vigo Pontevedra	986-298300	489.96	4750.45	01
granito	Aridos Orón y Trillo Duebria A Coruña	981-744072	490.9	4745.36	04
granito	Manuel Saapedro Cabo Castro - Rois A Coruña		528.86	4747.34	02-01
granito	Bernán Friegue Arestifio Oriente-Entines-Outes A Coruña		512.1	4745.7	04
granito	Brañas de Brins SA General Pardiñas, 40 2º Santiago Compostela A Coruña	981-563950	535.28	4752.9	04
granito	Segundo Rodriguez SL Tal A Coruña		494.65	4741.1	04
granito	Prebetong Galicia SA San Salvador, 2 Vigo Pontevedra	986-417011	531.0	4732.95	
granito	Camilo Carballeda SL Osebe s/n Santiago Compostela A Coruña	981-530900	532.02	4740.28	04

DIRECTORIO DE EMPRESAS EXPLOTADORAS
PROVINCIA DE A CORUÑA

SUSTANCIA	EMPRESA EXPLOTADORA DOMICILIO	TELEFONO	COORDENADAS UTM		USO
			(X)	(Y)	
ortogneis	Eduardo López Cao SL Ventorrillo, 15 A Coruña A Coruña	981-714120	509.9	4787.3	04
ortogneis	Celestino Mato Pazos Luis Cadarso, 5 7º Noia A Coruña	981-820547	509.7	4733.76	
subproducto mine	ARIDRA SA Pastor Díaz, 18 1º C A Coruña A Coruña	981-288264	521.4	4791.05	04
subproducto mine	LEITOSA Juán Flores, 61 2º A Coruña A Coruña	981-229812	521.4	4791.05	04
subproducto mine	AIMSA Fomento, 5 5º Carballo A Coruña	981-820250	515.0	4771.3	04
subproducto mine	Gabriel Pérez Fernández Primo de Rivera, 3 4º A Coruña A Coruña	981-234191	514.28	4733.9	04

DIRECTORIO DE EMPRESAS EXPLOTADORAS
 PROVINCIA DE PONTEVEDRA

SUSTANCIA	EMPRESA EXPLOTADORA DOMICILIO	TELEFONO	COORDENADAS UTM		USO
			(X)	(Y)	
arcilla	Novo y Sierra SA Victor Garcia, 31 Pontecesures Pontevedra	986-557006	527.4	4728.3	09
granito	Ramilo SA Carneiras-Macal, 32 Aptdo. 948 Vigo Pontevedra	986-298300	489.96	4750.45	01

MAPA DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES

E.1: 200.000

RECURSOS

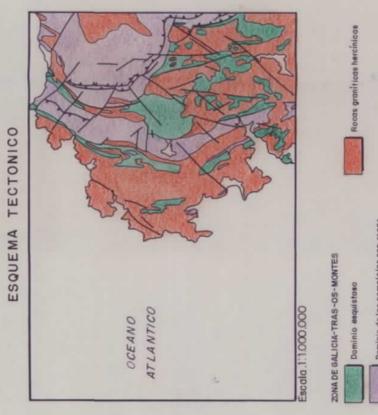
Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

SANTIAGO DE
COMPOSTELA

7
1-2

LEYENDA

CUATERNARIO	40
TERCIARIO	30
ZONA DE GALICIA-TRAS-OS-MONTES (Z.G.T.M.)	
DOMINIO ESCISTOSO DE GALICIA-TRAS-OS-MONTES CON ROCAS BASICAS RELACIONADAS (D.C.)	
UNIDAD GARBALLO-EL PINO	
4	Atravesada de rocas andricas y ultrabasicas
3	Ardiositas y ortosifilitas
4	Ardiositas basadas
1	Dolores de Monte Cosado
2	Esquistos y paragneiss de Ordnes
11	Pisrreos y filitas negras
UNIDAD AGUALADA	
10	Sires de Apaxido
UNIDAD SANTIAGO	
3	Esquistos, carnifitas
10	Sires de Santiago
UNIDAD MALPICA-TUY	
2	Esquistos cuarciticos y greses plagiocliticos
3	Ardiositas, esquistos y paragneiss metabasiticos
10	Siresas
5	Orogensis basitico e con ardito
DOMINIO ESQUISTOSO DE GALICIA TRAS-OS-MONTES	
6	Esquistos micaceous gresinos y cuarciticos
ROCAS GRANITICAS PRE-HERCINICAS	
7	Orogensis granular
ROCAS GRANITICAS HERCINICAS	
21	Focas comens
22	Focas porfidos
23	Focas comens
24	Focas porfidos
25	Granitoides inhomogeneos deformados
26	Filones de stornio, jacinto-stornio, anorgantito porfitico

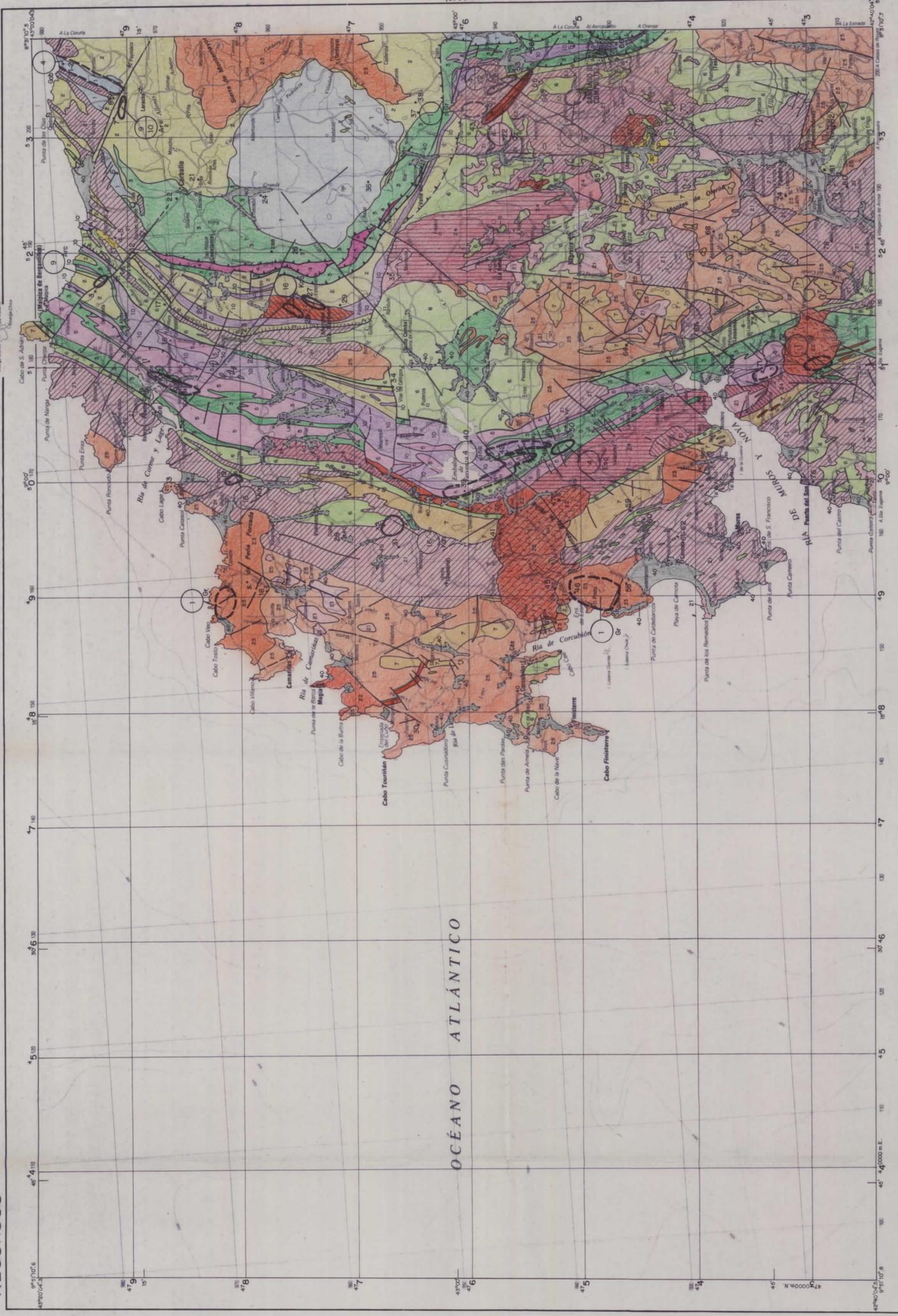


SIMBOLOGIA

SUSTANCIA	CLAVE	SUSTANCIA	CLAVE	SUSTANCIA	CLAVE
Arcilla común	Arc	Cuarzo	Oz	Grisis	Gr
Arenas	Are	Esquistos	Estq	Granito	Gr
Coque	Koc	Gabro	Gab		

SIGNOS CONVENCIONALES

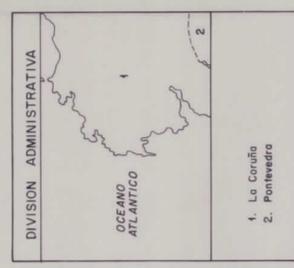
-----	Contorno normal o equidistante
-----	Contorno discordancia
-----	Contorno intrusivo
-----	Falla normal 1/6 de altura
-----	Falla normal con indicación de hundimiento
-----	Falla inversa
-----	Calabazamiento
-----	Número de explotación e índice



PONTEVEDRA (16)

Escala 1:200.000

Proyección U.T.M. Etajeada, Internacional
Las alturas se refieren al nivel medio del Mediterráneo en Alicante
Escala de los curvas de nivel: 100 metros



COORDENADAS

Geográficas 42°40'04" S
U.T.M. 46
Lambert 150

REFERENCIA MAPA MILITAR

E. 1:50.000

3-5	4-5
2-6	3-6
2-7	4-7
3-8	4-8

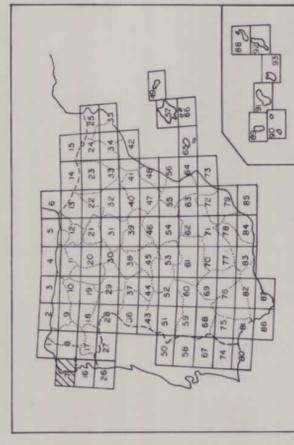
REFERENCIA MAPA NACIONAL

E. 1:50.000

43	44
67	68
92	93
119	120

BASE TOPOGRAFICA - INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL

NORMAS DE REALIZACION Y EDICION: I.T.G.E.; 1989
F. Alfonso de Molina,
CIECSA; J.C. Barros Lorenzo,
L. Jordan Arias.
DIRECTOR Y SUPERVISOR DEL PROYECTO:
Sección de Rocas y Minerales Industriales, Dirección de Recursos Minerales



MAPA DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES
E.1: 200.000
SITUACION DE EXPLOTACIONES E INDICIOS



SANTIAGO DE COMPOSTELA
7
1-2

SIMBOLOGIA

SUSTANCIA	CLAVE
Amfibolita	Anf
Apilita	Apl
Arcilla común	Atc
Arena	Are
Carbón	Koo
Cuarzo	Qz
Esquistos	Esq
Feldespato	Fel
Gabro	Gab
Gneis	Gne
Granito	Gr
Grava	Grv

USO	Nº	USO	Nº
Rocas ornamentales	12	Vidrios	12
Piedras de construcción	2	Pigmentos	13
Aridos naturales	3	Químico	14
Aridos de machaqueo	4	Abrastivos	15
Aridos ligeros	5	Cargas, absorbentes, filtros	16
Cementos	6	Agricultura (fertilizantes)	17
Coles	7	Fundentes	18
Yesos	8	Arenas de moldeo	19
Cerámica estructural	9	Aislantes	20
Refractarios	10	Decorativos	21
Lozas y porcelanas	11	Otros	22

46 N° ESTACION OBSERVADA
 7 USO ACTUAL
 46 SUSTANCIA INVENTARIADA

ESTADO ACTUAL DE LAS EXPLOTACIONES E INDICIOS	
ACTIVA	INDICIO
INTERMITENTE	DEPOSITO
INACTIVA	ESTACION DE OBSERVACION

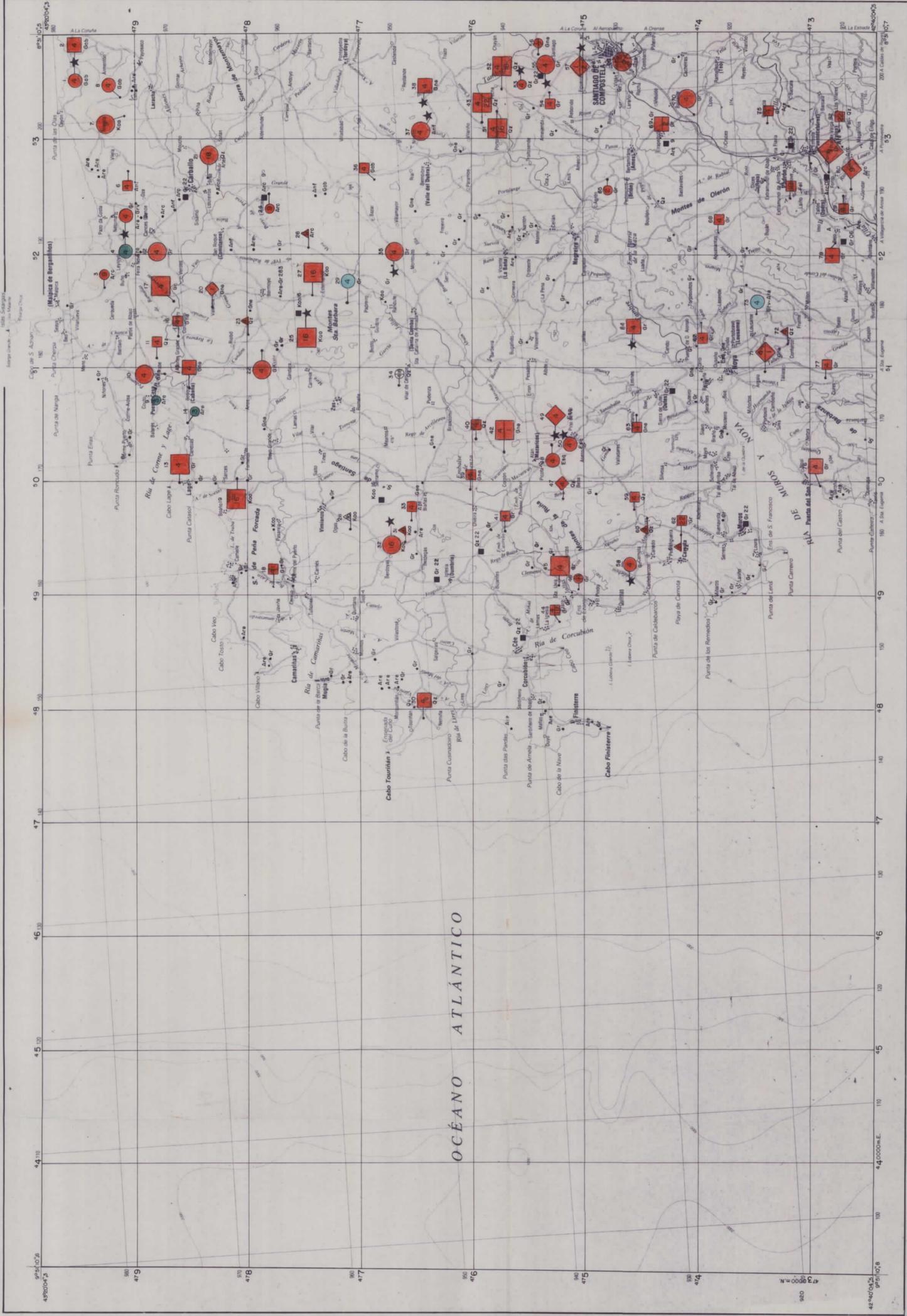
■ PLANTA DE TRATAMIENTO
 ★ PLANTA DE MACHAQUEO Y/O CLASIFICACION DE ARIDOS IN SITU

TAMANO DE LAS EXPLOTACIONES		
PEQUEÑO	MEDIANO	GRANDE
□	◇	○

METODOS DE EXPLOTACION	
□	CIELO ABIERTO
□	SUBTERRANEA
□	OTROS

REFERENCIA MAPA MILITAR E. 1:50.000	
3-5	4-5
2-6	3-0
1-2	4-6
2-7	3-7
3-8	4-8

REFERENCIA MAPA NACIONAL E. 1:50.000	
45	44
67	68
92	93
94	94



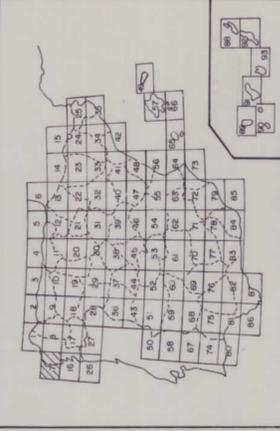
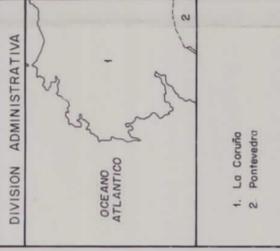
BASE TOPOGRAFICA: INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL

PONTEVEDRA (16)
 ESCALA 1:200.000

Proyección U.T.M. Elipsoidal Internacional
 Los altitudes se refieren a nivel medio del Mediterráneo en altura
 Equidistancia de las curvas de nivel: 50 metros

0 5 10 15 20 25 Km.

COORDENADAS
 Geográficas 42°40'04.5"
 U.T.M. 46
 Lambert 180



NORMAS DE REALIZACION Y EDICION: I.T.G.E., 1989
 CIECISA: F. Alfonso de Molina,
 J.C. Barros Lorenzo,
 L. Jordán Arias.

DIRECCION Y SUPERVISION DEL PROYECTO:
 Sección de Rocas y Minerales Industriales, Dirección de Recursos Minerales