

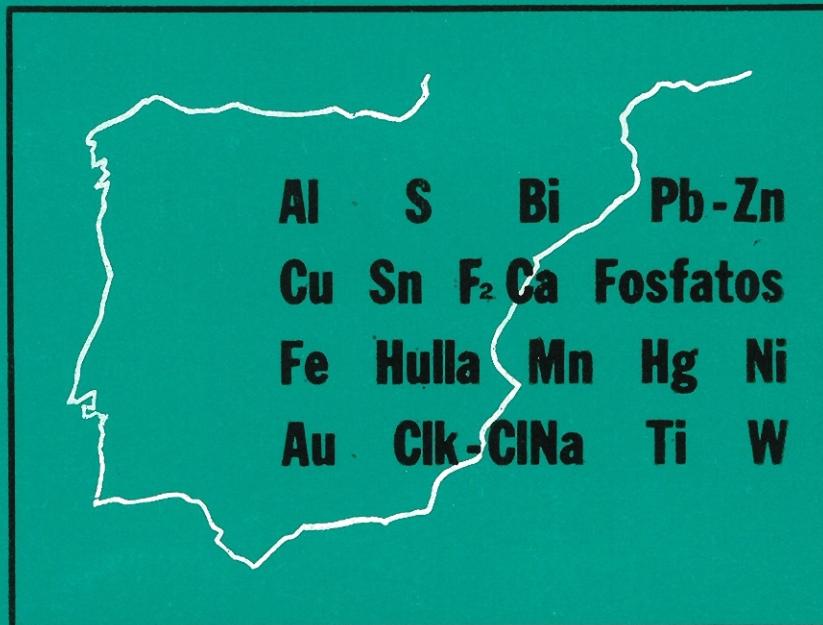


IGME

AI

**MAPA METALOGENETICO
DE
ESPAÑA
E. 1:1,500.000**

**Mapa previsor de mineralizaciones de
ALUMINIO**



12001

AI

**MAPA METALOGENETICO
DE
ESPAÑA
E. 1:1,500.000**

**Mapa previsor de mineralizaciones de
ALUMINIO**

Editado
por el
Departamento de Publicaciones
del
Instituto Geológico y Minero
de España
Ministerio de Industria
Servicio de Publicaciones
Ríos Rosas, 23 - Madrid - 3

Depósito Legal: M - 21.940 - 1972

Imprenta IDEAL - Chile, 27 - Madrid-16

1. METODOLOGIA

1.1. ESTABLECIMIENTO DE TIPOLOGIAS DE LOS YACIMIENTOS DE CADA SUSTANCIA A ESCALA MUNDIAL

Cualquier yacimiento mineral presenta múltiples características, muchas de las cuales son comunes a distintos individuos. Los yacimientos minerales se pueden clasificar desde varios puntos de vista, eligiendo en cada caso, como caracteres comunes para formar los grupos, aquellos que sean más sensibles al objeto buscado.

Un yacimiento mineral, desde un punto de vista geológico, posee una serie de características internas (formales, materiales y temporales) y otra de externas, que se refieren al medio geológico en el que yace. A su vez, si nos fijamos en el yacimiento tal como aparece actualmente, cabría distinguir, entre las características que definen al medio geológico, las que son anteriores o simultáneas a la formación del yacimiento y puedan tener que ver con su proceso genético, y las que son esencialmente posteriores.

Una tipología genética de yacimientos tendría únicamente en cuenta las características internas y las del medio geológico de carácter previo o singenético con las mineralizaciones.

Sin embargo, los yacimientos minerales hay que explotar-

les y prospectarlos tal como yacen actualmente, y en consecuencia, una tipología de yacimientos con vista a su investigación minera debe de tener en cuenta esas características adquiridas con posterioridad por el medio. Así, por ejemplo, resulta obvio que una tipología genética de yacimientos de hulla nunca tendría en cuenta que las capas estén o no plegadas, y, sin embargo, esta consideración, fundamental desde el punto de vista de la investigación y explotación de los yacimientos, debe ser recogida en una clasificación establecida con ese objetivo.

Por otra parte, toda investigación minera, de una forma u otra, busca siempre del yacimiento su aspecto de objeto valorable, su interés económico, aunque la prospección se realice apoyándose en las características que le definen como objeto geológico. En este sentido, los yacimientos minerales cuyas características se analizan, comparan y clasifican para establecer la tipología, deben tener un probado interés económico.

Finalmente, como toda prospección se conduce apoyándose en las relaciones observables en el medio geológico que puedan constituir guías hacia la mineralización, tal clasificación de yacimientos debe poner también de manifiesto esas relaciones materiales, objetivas, independientemente de que se comprendan las razones genéticas de su existencia. En este sentido la tipología debe tener una clara base naturalista.

En resumen, se puede concluir que la clasificación buscada tendrá una concepción natural, restringida a los individuos de interés económico y admitirá subdivisiones en función de aspectos que puedan influir de forma importante en la investigación, explotación y mineralurgia de las menas.

Estos principios son los que han inspirado las tipologías que se presentan en forma de cuadro, para las sustancias prioritarias, dentro de las grandes limitaciones inherentes a un objetivo de tal alcance.

Así, la base fundamental de la clasificación son las co-

lumnas centrales: «características internas de la mineralización» y «metalotectos típicos».

Como características internas, se reseñan sucesivamente las formales, materiales y temporales. Las formales se refieren a la geometría interna del cuerpo mineralizable, con indicación de concordancia, discordancia o peneconcordancia, las dimensiones y las formas en la que la mena se distribuye en ese cuerpo (masiva, diseminada, etc., etc.).

Los materiales recogen los aspectos mineralógicos y geoquímicos. Se distingue la mineralogía primaria de la posible supergénica, es decir, la generada por procesos de oxidación y concentración. Dentro de cada una se señalan las parágenésis minerales fundamentales, sucesión en su caso, y los aspectos textuales más distintivos. Se indica también si existe alguna asociación geoquímica característica y se incluye igualmente la zonalidad a escala de individuo mineral.

Los metalotectos se formulan en su concepción más amplia. Se consideran los siguientes tipos de metalotectos:

- *Físicos*: Se refieren a características físicas del medio, tales como porosidad, fisuración, etc.
- *Mineralógicos*: Minerales relacionados con la mineralización que pueden ser constituyentes de la ganga o de rocas encajantes y próximas (por ejemplo, alteraciones hidrotermales, minerales accesorios de los granitos estanníferos).
- *Geoquímicos*: Tales pueden ser, contenidos superiores a los normales de mineral o rocas en determinados elementos o simplemente la presencia de ellos.
- *Biológicos*: Como señala Nicolini (1970), son metalotectos biológicos frecuentes, determinados microorganismos, materias orgánicas en relación con yacimientos «red beds» y «kupferschifer» y arrecifes, entre otros.
- *Estructural*: En la localización de muchas mineralizaciones hay un factor de tipo estructural determinante, y muy especialmente en las epigenéticas.

- *Litológicos*: Se refiere a rocas encajantes o próximas relacionadas.
- *Estratigráficos*.
- *Sedimentológicos y paleogeográficos*.
- *Geométricos del medio*: Ciertos aspectos de la geometría del medio, como puede ser la zonalidad de yacimientos, puede ser muy indicativa de la posible ubicación de yacimientos (Nicolini, 1970).
- *Geotectónicos*: De gran significación, sobre todo a escalas pequeñas.

La metodología de investigación recibe consideración en la columna siguiente, indicándose para niveles de prospección regional y estimación-evaluación, índices de rendimientos y coste de los métodos geológicos, geofísicos o geoquímicos de prospección.

A continuación viene la columna de características económicas y mineras, dividida en cinco subcolumnas. La primera refleja los condicionamientos tecnológicos, mineralógicos y metalúrgicos, que puedan existir; la segunda, intervalos de cubicación, da idea del intervalo de tolerancia de los individuos, con indicaciones de si se trata de explotaciones de interior o de exterior; la tercera presenta los intervalos de leyes; la cuarta, los de producción anual; finalmente, la quinta, la importancia económica del tipo o subtipo expresada, como ya se ha indicado, bien por el porcentaje respecto al total mundial del valor de las producciones acumuladas más las reservas existentes, bien por el porcentaje que supuso en el valor de la producción en un determinado período de tiempo.

Los tipos y subtipos se denominarán por el nombre del yacimiento más importante (holotipo), que reúne las características del tipo. La descripción se hace por enumeración ordenada de los caracteres típicos diferenciativos o selectivos.

Cada cuadro va acompañado de una breve nota explicativa en la que se comentan, en primer lugar, las limitaciones más

importantes que han surgido al formular los tipos y los parámetros fundamentales utilizados en la clasificación. Se acompaña también una orientación sobre la correspondencia de los tipos establecidos y los que surgirían desde un punto de vista genético, poniendo de manifiesto las transiciones existentes.

Se hace un juicio sobre la metodología general aplicable a la prospección, señalando los aspectos peculiares que puedan permitir la búsqueda de algunos tipos y subtipos. Si ha lugar, se examinan los condicionamientos tecnológicos.

Finalmente, se destacan las características económicas y mineras de los yacimientos individuales, la importancia económica mundial de los diferentes tipos y su futuro.

Se incluye una selección de la bibliografía consultada de mayor interés en relación con la clasificación establecida.

1.2. DEFINICION DE LAS ZONAS, AREAS Y TIPOS METALIFEROS ESPAÑOLES

Todos los datos referentes a las zonas y áreas se registran en cuadros adecuados, cuyas columnas centrales, «Características internas de la mineralización» y «Metalotectos específicos», son análogas a las de la tipología mundial y particularizadas para los yacimientos españoles. A través de ellas se establece la correspondencia con los tipos mundiales.

En la primera columna se registran y enumeran las zonas de norte a sur y de oeste a este. Con el mismo criterio y a continuación se indican las áreas incluidas en cada una con especificación de su extensión en hectáreas, situación de actividad o inactividad minera, y mención del yacimiento más representativo.

En las columnas siguientes se hace una calificación conforme a la numeración de los tipos y subtipos correspondientes de la tipología mundial.

En la columna de metalotectos específicos se ha añadido una subcolumna de rendimiento global en investigación, valorado semicuantitativamente de 1 a 3, que pretende completar la metodología general de investigación del tipo, con la consideración de las condiciones particulares de cada área.

La última columna de características económicas y mineras, análoga a la de la tipología mundial, se refiere a los yacimientos españoles. En la subcolumna final se indica la importancia económica relativa del área y zona por porcentajes del valor de la producción anual o de las producciones aumentadas más las reservas, según la información disponible. La cumplimentación de los datos correspondientes a esta columna supone, en la mayoría de los casos, un difícil problema por lo fragmentario de la documentación existente, aunque esta labor se ha visto notablemente facilitada gracias a haber podido disponer de los estudios realizados por el PNEM.

Cada cuadro va acompañado de una nota explicativa. Se señalan en ella, en primer lugar, los problemas planteados para la definición de zonas, áreas y tipos, enumerándose también los indicios aislados que no se han utilizado para definir áreas, por no disponer de un conocimiento suficiente, en unos casos, o por juzgar que su importancia era mínima en otros.

Se resaltan también, si ha lugar, aspectos sobresalientes de las características internas de la mineralización y de los metalotectos peculiares de la zona, concluyéndose sobre su incidencia en la metodología general de investigación. A continuación y a partir del mapa previsor 1 : 1.500.000 (véase 1.3) se pone de manifiesto, en algunos casos significativos, la importancia relativa que en la extensión del área tienen los metalotectos comprobados, probables, posibles y ocultos.

Se presenta también una clasificación de las zonas y áreas en orden de importancia económica decreciente, con indicación del tipo a que corresponden, lo que permite comparar la importancia económica de los tipos a escalas mundial y nacional.

Finalmente, para cada tipo se comparan los intervalos de cubicación, leyes y producción de los yacimientos en el mundo y en España, obteniéndose las conclusiones correspondientes sobre la dimensión económica de los yacimientos españoles.

1.3. CONFECCION DEL MAPA METALOGENETICO 1 : 1.500.000 DE ESPAÑA

1.3.1. Comentarios al fondo geotectónico utilizado y explicación de la leyenda

Desde el punto de vista de su evolución, se distinguen por su color dos únicos grupos de terrenos. Uno gris, integrado por aquellos cuya estructura actual proviene esencialmente de acontecimientos ligados a la orogenia herciana, y otro naranja, que reúne las unidades establecidas durante la orogenia alpina. Los dos núcleos paleozoicos en laderas alpinas, se representan con el color herciano, si bien se le añade un punteado alpino, para expresar que han sido modificados, a veces fundamentalmente, por esta última orogenia.

Mediante color se distingue también el nivel de consolidación de las rocas hipogénicas, que por su especial interés metalogenético se han individualizado sobre el fondo general. Su químismo y relación con los diferentes episodios orogénicos se indican por la forma y color de una trama superpuesta.

En el caso particular del archipiélago canario, se representan, como en la Península, los afloramientos de sus rocas efusivas, pero por sus características particulares, tal representación se efectúa sin vincularlas a los ámbitos herciano o alpino, que en el dominio insular carecen de significación.

Las rasgos estratigráficos se han simplificado al máximo; se señalan únicamente, mediante rayados, las áreas donde sedimentos pospaleozoicos ocultan, a modo de cobertura, el zócalo subyacente. Distínguense asimismo, dentro de zonas re-

cubiertas, las zonas particulares donde los paquetes suprayacentes han experimentado plegamiento, reflejo pasivo de la movilidad en bloques del substrato que los sostiene (Cadenas Ibéricas).

Así como en ambas Castillas la cobertura del primario incluye materiales cuya sedimentación fue motivada por fenómenos muy variados, acaecidos durante el Mesozoico y Terciario, los depósitos neógenos que rellenan las depresiones, internas y marginales, de las cadenas alpinas (franja norte del valle del Ebro, valle del Guadalquivir, etc.), responden específicamente a la intensa denudación de los nacientes relieves montañosos (Pirineo y Béticas). A esta diferenciación originaria entre los recubrimientos de lo alpino y lo hercíniano, ha de añadirse que mientras el substrato paleozoico poseía el carácter de plataforma rígida durante su anegación bajo la cobertura posterior, el substrato de las depresiones béticas o pirenaicas no era totalmente inmóvil, sino que su actividad ha ocasionado a veces ligeras deformaciones de tipo diapírico o gravimétrico en las unidades suprayacentes.

Por ambas razones, se ha creído conveniente significar estas áreas semimóviles, con el color alpino, manteniendo, sin embargo, el rayado de cobertura.

En relación a rasgos estructurales, se ha preferido limitarlos lo más posible en el fondo común y reproducirlos, en cambio, con el mayor detalle en las aplicaciones concretas del mapa a las sustancias prioritarias.

Tal simplificación responde a varios motivos. El primero de orden tipográfico, es evitar que en la representación de metalotectos, algunos de los rasgos más notables de éstos se confundieran sobre un fondo, necesariamente denso en signos y datos, dada la complejidad y diversidad geológica de los mapas de la Península a escala 1 : 1.500.000. La segunda razón que ha movido a introducir pocos rasgos estructurales es que la información tectónica más confiable de que se dispone proviene de trabajos a escalas de detalle, que para este fin de-

berían reducirse previamente a 1 : 1.500.000. En cambio no se han acometido aún auténticos trabajos concebidos y realizados a esta escala. Por ello, los datos sobre grandes fallas, etc., publicados oficialmente, varían tanto de unos a otros, en su localización y naturaleza, que debe, prudentemente, prescindirse por ahora de estas, más bien, sugerencias geotectónicas, hasta que se posea conocimiento más preciso de las mismas (fig. 1.3-1).

2.3.2. Comentarios al fondo minero y explicación de la simbología

AREAS METALIFERAS

A) *Delimitación de áreas metalíferas*

Estas áreas, por ofrecer características diferentes en cuanto a sus posibilidades de representación, se dividen en los tres grupos siguientes:

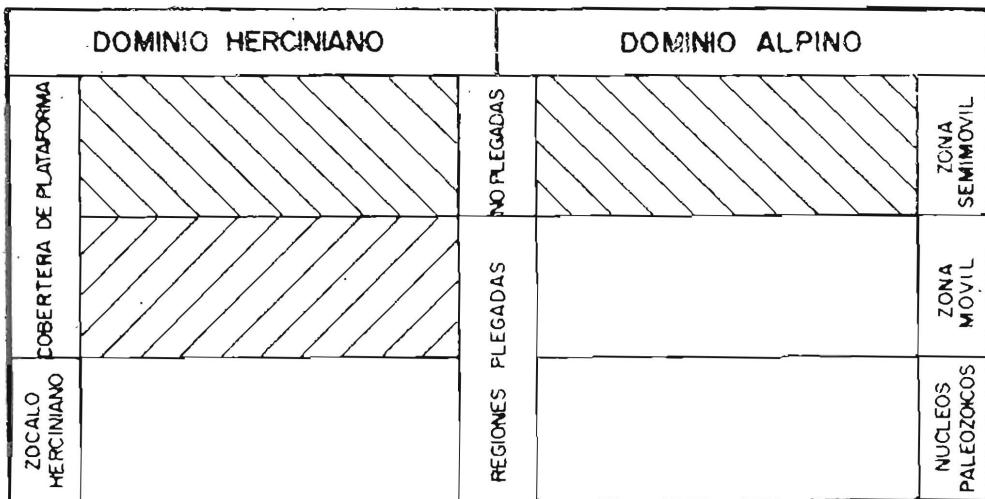
a) *Areas representables a escala*

Las áreas que comprenden uno o varios metalotectos de dimensiones susceptibles de ser cartografiadas a la escala de trabajo, se delimitan según los contornos reales de metalotectos.

Estos límites pueden adoptar las formas de línea continua, de trazos y de puntos, en función del grado de confianza a expresar, comprobado, probable y posible, respectivamente.

- — — — comprobado,
- — — — — probable,
- posible.

BASE GEOTECTONICA



— — — ALINEACIONES DE DISCONTINUIDAD EN EL BASAMENTO

⊕ ROCAS IGNEAS	ACIDAS	INTERMEDIAS	BASICAS		ALCALINAS
			ULTRABASICAS		
PLUTONICAS	+	+	+	+	+
EFUSIVAS	+	+	+	+	+

* DOMINIO ULTRA-METAMORFICO	S	S	S
	S	S	S
	S	S	S

* Fondo del color del dominio orogénico.

⊕ Trama " " " " "

FIGURA 1.3-1

b) *Areas no representables a escala*

En este caso, se recurre a la expresión simbólica mediante círculos, en la siguiente forma:

Cuando las áreas no sean representables a escala, por dimensiones no cartografiadas de sus metalotectos correspondientes, se utiliza un círculo de circunferencia continua y 9 milímetros de diámetro (fig. 1.3-2).

SIMBOLICOS :

DIMENSION NO CARTOGRAFIABLE

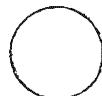


FIGURA 1.3-2

Si la representación a escala no es posible, debido a imprecisión o desconocimiento de sus límites metalotécticos, se utiliza un círculo de circunferencia a trazos y 12 milímetros de diámetro (fig. 1.3-3).

LIMITES IMPRECISOS



FIGURA 1.3-3

c) *Areas ocultas*

Cuando los metalotectos integrantes de un área se sumerjan bajo terrenos suprayacentes, tanto en el caso de representación a escala como simbólica, el sentido de la sumersión se indica mediante el uso de flechas normales a la línea límite del área.

El grado de certidumbre de esta continuación en profundidad de metalotectos aflorantes se expresa por el tipo de la

flecha correspondiente; en linea continua, comprobado, y en linea a trazos, probable. El color de la flecha coincide con el correspondiente de los límites (fig. 1.3-4).

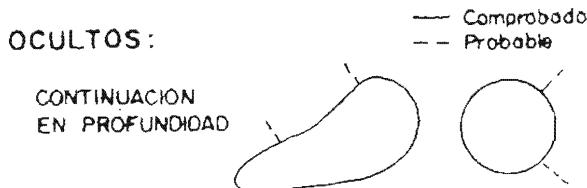


FIGURA 1.3-4

Cuando un área, ya cartografiable por su dimensión y conocimiento de sus metatetectos, ya simbólica, no aflore, se representa de forma análoga a las aflorantes, pero introduciendo flechas normales al límite y hacia el interior de los mismos (fig. 1.3-5).

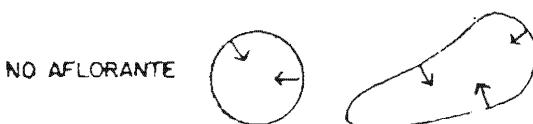


FIGURA 1.3-5

B) *Importancia económica mundial del tipo de yacimiento*

Para cada una de las sustancias tratadas, y de acuerdo a la contribución que cada subtipo aporta a la producción mundial, según figura en el cuadro de tipología, se ordenan éstos por importancia decreciente, y a esta serie ordenada, se adjudica una escala de colores, que va decreciendo en intensidad (violeta, azul, rojo, verde, marrón, naranja, amarillo, etc.), con lo que se consigue que, ópticamente, destaquen tanto más cuanto mayor sea su importancia.

Con objeto de poder hacer la comparación de los subtipos existentes en España, en relación con los mundiales, se incluye la clasificación completa en este capítulo.

Esta escala de colores establecida, y que es variable para cada mapa en función del número de subtipos existentes, afecta a la representación de límites de áreas, en cualquiera de sus variantes (a escala, simbólicos u ocultos).

En el caso de existir imposibilidad de encasillar un área en la tipificación correspondiente, por falta de datos o inexistencia de tipo característico, se utiliza el color negro.

C) *Importancia económica nacional del tipo de yacimiento*

Otro factor que afecta a la delimitación de áreas es el grosor de las líneas límites, que es indicativo de la importancia económica nacional del subtipo.

En general, se emplean dos grosores (1 y 0,5 milímetros) y su utilización se establece según límites porcentuales de aportación a la producción actual, variables para cada sustancia.

D) *Importancia económica actual*

La magnitud de este carácter, ya sea referida a producción anual actual o a producción acumulada en período reciente, lo que se especifica en cada caso, se expresa por el tamaño de las letras que componen la denominación de cada una de las áreas metalíferas.

Se han utilizado, en general, tres tamaños de letras mayúsculas (fig. 1.3-6).

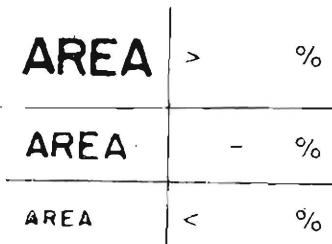


FIGURA 1.3-6

La elección del tamaño se realiza en cada sustancia de acuerdo con el porcentaje que suponga en el total nacional lo producido en el lapso de tiempo considerado por el área de que se trata, teniendo en cuenta que los valores límites de cada intervalo son variables en cada sustancia, según sus características peculiares.

E) *Tipo genético*

Se utilizan los mismos signos que en el mapa 1 : 200.000, habiéndose suprimido las diferenciaciones correspondientes a la fase hidrotermal.

Estos símbolos, en negro, se adosan a las líneas límites de áreas (fig. 1.3-7).

La inexistencia del símbolo correspondiente implica falta de datos para pronunciarse en favor de uno u otro tipo, y el signo de interrogación, figurando junto al símbolo, expresa su carácter dudoso.

METALOTECTOS ESPECIFICOS

La expresión gráfica de estos caracteres, en general, se realiza en forma simbólica. Se emplean colores, sobrecargas y demás signos indicativos, afectando al interior de la superficie delimitada como área. En la mayoría de casos, significan existencia o predominio de esos factores litológicos, estructurales o estratigráficos y no una exposición cartográfica de ellos, que, por otra parte, si es posible se realiza.

A) *Metalotectos estratigráficos*

Se representan por colores transparentes que afectan a la totalidad de la superficie encerrada por el área en cuestión. La escala básica de colores utilizada se mantiene fija para todas las sustancias, de acuerdo al código siguiente:

- Precambriano, paleozoico marrones.
- Tríadas violetas.
- Secundario azules.
- Terciario-Cuaternario naranjas-amarillos.

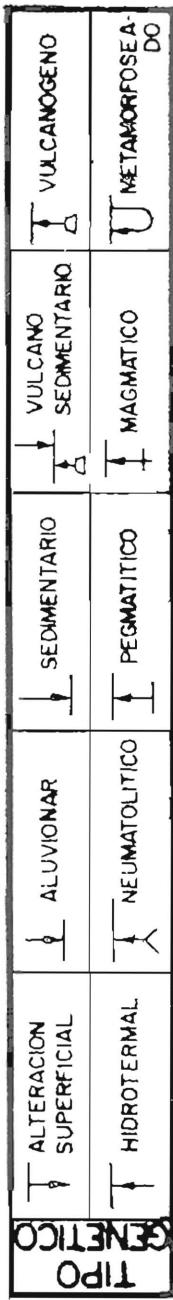


FIGURA 1.3-7

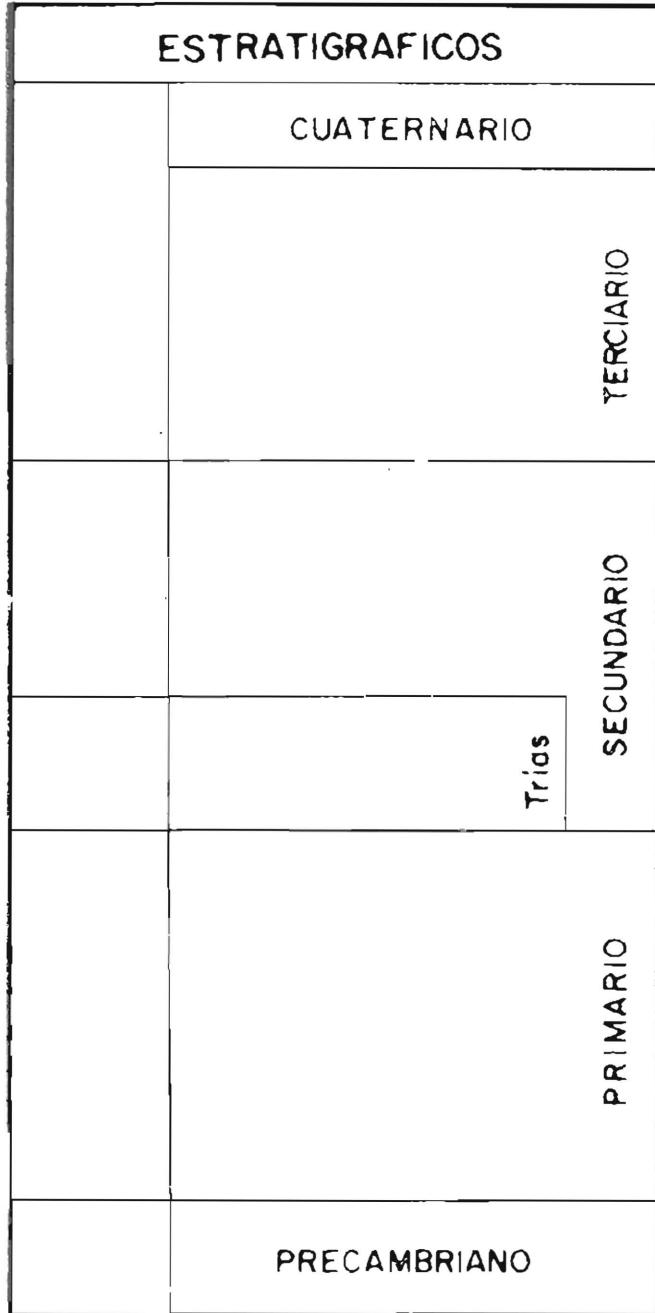


FIGURA 1.3-8

En cada mapa particular, cuando interese señalar la estratigrafía con mayor detalle o se quieran individualizar facies especiales, se recurre al empleo de una gama de tonos sobre la base de la escala especificada, variando de oscuro (antiguo) a claro (moderno) (fig. 1.3-8).

B) Metalotectos litológicos

Al igual que los estratigráficos, se señalan mediante sobrecargas en el interior del área que refleja la existencia y predominio de una litología, simple o compleja, relacionada con las mineralizaciones, utilizando el código siguiente (figura 1.3-9):

ROCAS SEDIMENTARIAS					
	Conglomerados		Areniscas		Arcillas
	Calizas		Dolomías		Margas
ROCAS METAMÓRFICAS					
	Pizarras		Marmoles	↔	Gneiss
				↔	Granitos
				↔	gneisicos y migmatiticos
	Cuarcitas		Eskquistos	↔	Id. de origen dudoso (roja)
ROCAS IGNEAS					
	Acidos	Intermedias	Básicas Oxigenadas		Alcalinas
PLUTONICAS	+	x x x x	y y y y		
	+	x x x x	y y y y		
	+	x x x x	y y y y		
	+	x x x x	y y y y		
EFUSIVAS	+	x x x x	y y y y		
	+	x x x x	y y y y		
	+	x x x x	y y y y		
	+	x x x x	y y y y		

FIGURA 1.3-9

En el caso de rocas de origen ígneo se utiliza el mismo código que el empleado en la base geotectónica: el color de fondo, rojo para las rocas plutónicas, y verde para las efusivas, se intensifica en este caso para destacarlo sobre los integrantes de la base.

Las sobreimpresiones adjudicadas a la base se conservan en este caso (fig. 1.3-10):

ALINEACIONES DE DISCONTINUIDAD EN EL BASAMENTO						
ROCAS IGNEAS	ACIDAS	INTERMEDIAS	BASICAS		AL CALINAS	
			ULTRABASICAS			
PLUTONICAS (fondo rojo)	+ + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + +	x x x x x x x x x x x x x x	y y y y y y y y y y		l l l l l l l l l l l l l l l	
EFUSIVAS (fondo verde)	+ + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + + +	x x x x x x x x x x x x x x	y y y y y y y y y y y y y y y		l l l l l l l l l l l l l l l	

FIGURA 1.3-10

Todas las sobreimpresiones que caracterizan metalotectos litológicos se realizan en negro, salvo en el caso de rocas metamórficas (granitos gneósicos y migmáticos) de origen dudoso, que se realizan en rojo (fig. 1.3-9).

C) Metalotectos estructurales

Exceptuando el caso que vengan ya cartografiados sobre el mapa, su representación es simbólica, y de esta forma afecta tanto a las áreas representables a escala como a las simbólicas.

Los caracteres estructurales metalotécticos de las áreas metalíferas se indican por símbolos en negro, adosados al interior de los límites correspondientes y adoptando, cuando sea posible, direcciones y tendencias reales, según el cuadro (figura 1.3-11):

ESTRUCTURALES

Indicando dirección predominante en el interior del área



FIGURA 1.3-11

D) Otros metalotectos

Para cada mapa particular, la existencia de metalotectos específicos de carácter físico, geoquímico, biológico, geométrico, etc., se realizará en el apartado que a tal fin figura con espacio en blanco.

Por otro lado, si existen metalotectos de orden geotectónico, ya figuran expresados en la base.

YACIMIENTOS E INDICIOS

La intensidad de mineralización correspondiente a un área metalífera se representa, de forma orientativa, por la situación de yacimientos e indicios que existen en su interior.

A) Morfología

Se expresa de acuerdo al código siguiente (fig. 1.3-12):

Como color de los símbolos, se emplea el específico del tipo a que pertenece. En el caso de falta de datos para su tipificación, especialmente en el caso de indicios, se utiliza color negro.

MORFOLOGIA

Colores correspondiente al tipo

- filón (indicando dirección)
- ↔ estratiforme (id.)
- △ masivo y diversos
- ▽ aluvionar
- desconocida
- indicio

FIGURA 1.3-12

B) Magnitud

La importancia económica, histórico y/o actual estimada, de un yacimiento o grupo de ellos, se refleja por el tamaño de las letras empleadas en su denominación, utilizando minúsculas, y, generalmente, tres intervalos de magnitud, subrayando la denominación si está en actividad (fig. 1.3-13).

MAGNITUD	
Tamaño de la denominación (letras minúsculas)	
Subrayado en actividad actual	
<u>Yacimiento</u>	En función de su importancia, histórica + ac- tual, estimada.
<u><u>Yacimiento</u></u>	
<u><u><u>Yacimiento</u></u></u>	

FIGURA 1.3-13

C) Mineralogía

Se observa la misma identificación que en los mapas 1:200.000, para la representación de la mineralogía correspondiente, según el grabado adjunto (fig. 1.3-14).

MINERALOGIA	
n =	nativos
z =	sulfuros, óxidos.
h =	sales haloides.
o =	óxidos, hidróxidos, niobatos, titanatos, antimonatos, tantalatos
c =	carbonatos, boratos, nitratos y yodato
s =	silicatos
t =	sulfatos, cromat, molibdato, wolframato
f =	fosfatos, arsenicos, vanadatos
<i>En menas complejas, ordenación cuantitativa de las substancias.</i>	

FIGURA 1.3-14

Este quimismo afecta a la totalidad de un área cuando se mantiene constante en su interior; en caso de ser variable, se especifica dicha variación en cada uno de los yacimientos que lo precisen.

En el caso de menas complejas, las sustancias correspondientes se ordenarán de forma cuantitativa, y el quimismo sólo afecta a la sustancia tratada.

2. LOS MAPAS METALOGENETICOS 1 : 1.500.000 Y AREAS FAVORABLES DE LAS SUSTANCIAS PRIORITARIAS

2.1. ALUMINIO

2.1.1. Tipología mundial

Sobre los cuadros 2.1-1 y 2.1-2 es interesante hacer las siguientes consideraciones.

Aunque se considera que los yacimientos tipos A y B tienen el mismo origen, sus diferentes condiciones de afloramiento, explotación y repartición en el mundo son características suficientes para hacer la diferenciación en yacimientos lateríticos antiguos y actuales.

En relación con su manera de aparecer se puede establecer una clara distinción entre yacimientos situados sobre rocas carbonatadas y sobre rocas silíceas ricas en aluminio.

Finalmente, desde el punto de vista genético, es preciso distinguir entre yacimientos autóctonos (residuales), que apenas han sufrido transporte (eluviales y aluviales), y yacimientos verdaderamente alóctonos (sedimentarios).

La prospección de la bauxita a escala regional, por métodos tales como la geoquímica y geofísica, no es fácil, por lo que

tales procedimientos no se encuentran muy desarrollados y solamente se aplican de manera esporádica.

Los estudios de paleogeografía y geología sobre el terreno son los mejores métodos de prospección estratégica de la bauxita.

Como especificaciones citamos las correspondientes a USA, comparando las de 1941 con las de 1970, que son algo más benévolas.

	1970	1941
Porcentaje de Al_2O_3 mínimo	48-50	55
Porcentaje de SiO_2 máximo	15	7
Fe penaliza	—	—
Mn penaliza a partir de	1,5 %	—
TiO ₂ penaliza a partir de	3,0 %	—

Si el procedimiento metalúrgico que se emplea en la obtención del aluminio es el Bayer, el diáspero dificulta la solubilidad.

En la industria de los refractarios se exige un contenido inferior en Fe_2O_3 al 5 por 100 y de SiO_2 inferior al 25 por 100.

En la industria química el contenido en Fe_2O_3 debe ser inferior al 2 por 100 y el de SiO_2 al 1,2 por 100.

En la industria de los abrasivos las especificaciones más notables son:

Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	TiO_2	H_2O
60 %	10 %	15 %	3 %	13 %

Para la industria de los cementos el contenido en SiO_2 de las bauxitas puede ser del 15 por 100.

Actualmente los yacimientos más importantes son los del tipo A, y particularmente los subtipos A₂, habiendo perdido la preponderancia que tuvieron antes los yacimientos tipo B.

En relación con el cuadro 2.1-3 y el mapa referente al aluminio, se pueden hacer las siguientes consideraciones:

Se distinguen, geográficamente bien delimitadas, las cinco zonas siguientes:

León, Murcia, Subpirenaica o Catalana septentrional, Catalana central y Costero Catalana, al sur del Ebro.

Excepto la mencionada en primer lugar, las diferencias en sus condiciones de yacimiento son pequeñas, identificándose plenamente con el tipo B1 mundial.

Igualmente, el yacimiento de León se clasifica sin diferencias notables en el tipo B2.

No se conoce ningún indicio fuera de estas zonas.

La división en áreas de la zona de León y Murcia no presenta duda, por conocerse sólo un yacimiento en cada una.

Tampoco es arduo el problema en las restantes zonas, que, aunque de características geológicas casi idénticas, se pueden considerar áreas naturales en las que existe neta delimitación geográfica.

La formación de un yacimiento de bauxita requiere una zona emergida sometida a ciertas condiciones ambientales, que actuando sobre unos materiales con alto contenido en silicatos alumínicos los transformen en alúmina hidratada.

Reposan, por tanto, los yacimientos bauxíticos sobre superficies erosionadas, que después de la formación del criadero deben quedar cubiertas para su buena conservación.

Por consiguiente, las guías en la investigación de estos criaderos se reducen fundamentalmente a las tres siguientes: una paleogeográfica, es decir, la laguna estratigráfica que contiene los minerales bauxíticos; otra litológica, la roca erosionada sobre la que reposan, y la última, estratigráfica, o sea, el nivel geológico en que se encuentran.

Exceptuando el yacimiento de León, que reposa sobre pizarras arcillosas del Eifeliense Inferior, teniendo como techo las calizas del Givetiano, el resto de los yacimientos españoles constituyen estratos del terreno secundario exclusivamente. Tie-

nen por muro, unas veces, el Infracármen o Triásico Superior en sus facies de margas, calizas y dolomías o en el nivel de carniola; otras, calizas compactas, estériles, jurásicas, que a veces han sido consideradas Cretáceo inferior (Urgo-aptense). Su techo geológico, cuando se conserva, son las areniscas del Albenense, habiendo llegado a veces la interrupción de la sedimentación a las calizas eocenas en las facies de alveolinás.

Las tres características enumeradas: naturaleza de la roca en que descansan, su edad y el carácter de laguna estratigráfica, son excelentes metalotectos específicos, ya que lógicamente se conservan en la extensión que suponen las áreas en que se ha dividido el país.

Si se quieren clasificar los yacimientos de bauxita en orden a su posible importancia económica, se topa con el inconveniente de no existir prácticamente producción (6.000 toneladas/año, como máximo), por lo que no se puede tomar ésta como parámetro clasificador. Aunque los datos sobre reservas son escasos y heterogéneos, son los únicos que pueden facilitar una estimación relativa. Así se acompaña a continuación un cuadro, confeccionado con las cifras que para las reservas seguras constan en las memorias del Programa Nacional de Explotaciones Mineras.

ZONAS Areas	España Porcentaje	Tipo
Subpirenaica	100,00	B 1
Sierra de Montroig y Alós de Balaguer	92,35	B 1
Sierras de Cosconet y San Marcos	5,40	B 1
Sierra de Odón	2,25	B 1

En las citadas memorias figura como cubicación probable 62,27 millones de toneladas, de las que 60 millones corresponden a la zona Costero-Catalana al sur del Ebro, que desde este punto de vista pasaría a primer lugar.

Baste lo dicho hasta aquí para poner de manifiesto las dificultades que existen para clasificar por orden de importancia los yacimientos españoles.

La única zona española cuyos yacimientos son comparables por su cubicación a los yacimientos mundiales es la Subpirenaica, en la que el área que hemos titulado Sierra de Montroig y Alós de Balaguer tiene unas reservas seguras de 1.025.000 toneladas, que encajan en el intervalo de 1 a 10 millones de t. que figura en el cuadro 2.1-1 para el tipo B1, al cual pertenece.

Hay que añadir también, con carácter general para todas las zonas, la baja ley de las bauxitas, que, salvando excepciones, oscilan del 30 al 50 por 100, mientras que al tipo B1 mundial le suelen corresponder contenidos de Al_2O_3 comprendidos entre 42 y 60 por 100.

Igualmente, la ley del tipo B2 oscila de 56 a 59 por 100, mientras que el yacimiento de la zona de León contiene sólo de 44 a 49 por 100 de Al_2O_3 .

BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

1957. BATEMAN, A. M.: Yacimientos minerales de rendimiento económico, págs. 599-606.
1961. BONIFAS, M. et LAJOINIE, J. P.: Les dolérites du Konkouré et leur altération latéritique. «Bulletin du Bureau de Recherches Géologiques et Minières», págs. 1-34.
1958. BUSHINSKIJ, G. I.: Types génétiques des bauxites. Traductions B. R. G. M., núm. 2640-8.
1964. CAVINATO, A.: Giamenti Minerali, págs. 265-299.
1961. DENIZOT, G.: La composition et la genèse des bauxites de Provence et Languedoc. «Bulletin du Bureau de Recherches Géologiques et Minières», págs. 35-46.
1956. GAGNY, C.: Notes sur les Bauxites du Bassin Méditerranéen. Comunicación realizada en la Universidad de Geología de París.
1962. GLADKOVSKIJ, A. K.: Méthode d'établissement des cartes métallogéniques prévisionnelles pour les bauxites du Crétacé dans la Transouralie et la plaine de Tourgaï. Trad. B. R. G. M. núm. 4774.
1963. GRUBB, P. L. C.: Critical Factors in the Genesis extent, and grade of some residual Bauxite deposits. «Economic Geology», vol. 58, págs. 1267-1277.

1960. HARDER, E. C. and GREIG, E. W.: Bauxite. Del libro Industrial Minerales and Rocks (Non metallics other than Fuels), publicado por the American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers.
1965. HAWKES, H. E. and WEBB, J. S.: «Geochemistry in Mineral Exploration», págs. 108-109.
1959. HOSE, H. R.: The Genesis of Bauxites, the Ores of Aluminium. Geo. XVI, págs. 237-247.
1958. KHOTOV, B. P.: Genèse des gisements de bauxites du Crétacé inférieur de l'Oural. Trad. B. R. G. M., núm. 2640-17.
1964. LAFFITTE et ROUVEYROL: Carta Minière du Globe sur fond tectonique.
1968. LECOLLE, M. et NICOLAS, J.: Essai de reconstitution paléogéographique de la Provence ou Crétacé supérieur. Position et âge possibles de la roche-mère de la latérite d'où provient la bauxite. C. R. Acad. Sc. París, t. 266, págs. 445-448.
1967. PATTERSON, S. H.: Bauxite Reserves and Potential Aluminum Resources of the World. «Geological Survey Bulletin 1228», págs. 1-175.
1965. PETRASCHECK, W. E.: Yacimientos y Criaderos, páginas 208-216.
1963. ROUTHIER, P.: Les gisements métallifères 177 a 232.
1969. TOURNIER, D. et VAJDEA: Recherches expérimentales et théoriques par les méthodes de polarisation provoquée et de résistivité appliquées à la prospection de gisements de bauxite, págs. 63-79.
1970. ZESCHKE, G.: Mineral Lagerstätten und exploration, páginas 148-167.
1965. Bureau of Mines, U. S. Dept. of the Int. Mineral Facts and Problems, págs. 15-26.
1970. Mining Annual Review, págs. 49.

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: *Aluminio*

FIGURA 2.1 - 1

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: Aluminio

FIGURA 2.1 - 2

TIPOLOGÍA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: Aluminio

FIGURA 2.1 - 3

INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA
RIOS ROSAS, 23 - MADRID-3