

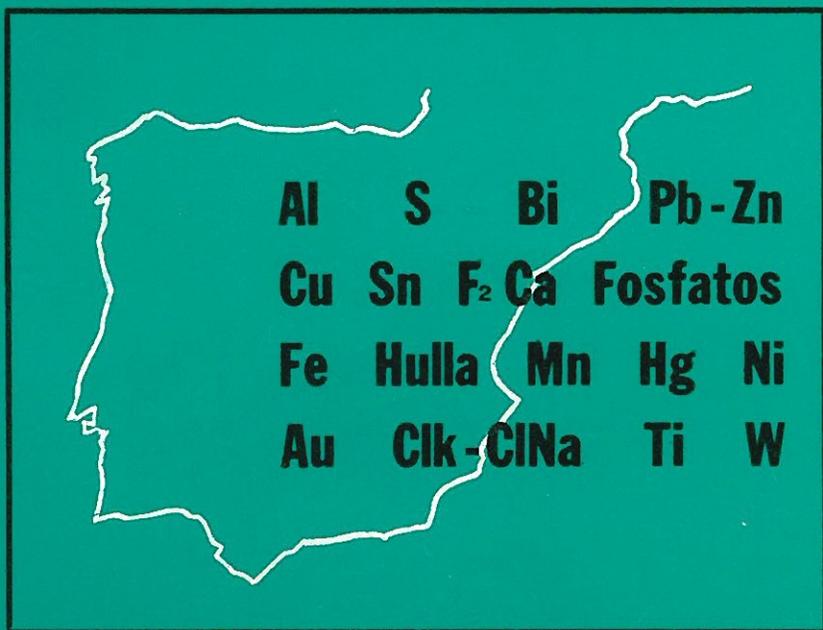


IGME

Ti

MAPA METALOGENETICO DE ESPAÑA E. 1:1,500.000

Mapa previsor de mineralizaciones de
TITANIO



12 016

Ti

MAPA METALOGENETICO
DE
ESPAÑA
E. 1:1,500.000

Mapa previsor de mineralizaciones de
TITANIO

Editado
por el
Departamento de Publicaciones
del
Instituto Geológico y Mínero
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 prospearles tal como yacen actualmente, y en consecuencia, una tipología de yacimientos con vista a su investigación minera debe 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 paragénesis 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 puntado 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 metalogénico se han individualizado sobre el fondo general. Su quimismo 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 cobertera, 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 cobertera 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 herciniano, ha de añadirse que mientras el substrato paleozoico poseía el carácter de plataforma rígida durante su anegación bajo la cobertera 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 cobertera.

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) *Áreas 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

DOMINIO HERCINIANO		DOMINIO ALPINO	
COBERTERA DE PLATAFORMA		NO PLEGADAS	
		REGIONES PLEGADAS	ZONA MOVIL
ZOCALO HERCINIANO			NUCLEOS PALEOZOICOS

— — — — — ALINEACIONES DE DISCONTINUIDAD EN EL BASAMENTO

⊕ ROCAS IGNEAS	ACIDAS	INTERMEDIAS	BASICAS	
			ULTRABASICAS	ALCALINAS
PLUTONICAS	+ + + + + + + + + + + + + + + + + + + +	x x x x x x 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 y y y y y	z z z z z z z z z z z z z z z z z z z z
EFUSIVAS	+ + + + + + + + + + + + + + + + + + + +	x x x x x x 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 y y y y y	z z z z z z z z z z z z z z z z z z z z

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

* Fondo del color del dominio orogénico.
⊕ Trama " " " " " "

FIGURA 1.3-1

b) *Áreas no representables a escala*

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

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

SIMBOLICOS :

DIMENSION NO CARTOGRAFIABLE

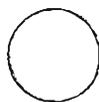


FIGURA 1.3-2

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) *Áreas ocultas*

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

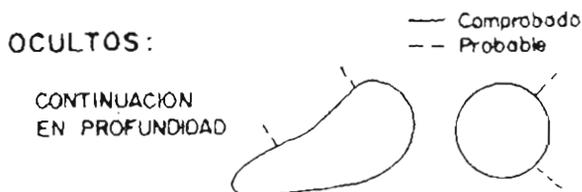


FIGURA 1.3-4

Cuando un área, ya cartografiada por su dimensión y conocimiento de sus metalotectos, 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).

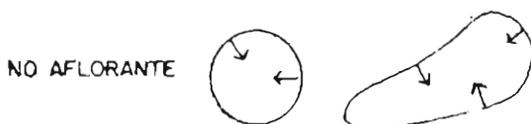


FIGURA 1.3-5

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).

AREA	>	%
AREA	-	%
AREA	<	%

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.
- Trías violetas.
- Secundario azules.
- Terciario-Cuaternario naranjas-amarillos.

TIPO GENETICO	ALTERACION SUPERFICIAL	ALUVIONAR	SEDIMENTARIO	VULCANO SEDIMENTARIO	VULCANOGENO
	HIDROTHERMAL	NEUMATOLITICO	PEGMATITICO	MAGMATICO	METAMORFOSADO

FIGURA 1.3-7

ESTRATIGRAFICOS	
	CUATERNARIO
	TERCIARIO
	SECUNDARIO
Trias	
PRIMARIO	
PRECAMBRIANO	

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 METAMORFICAS					
	Pizarras		Mármoles		Gnès
	Cuarcitas		Esquistos		Granitos gnáissicos y migmatíticos
					id. de origen dudoso (rojo)
ROCAS IGNEAS					
	Acidas	Intermedias	Basicas Ultrabásicas	Acalinas	
PLUTONICAS					
EFUSIVAS					

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 x x	Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y	∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠
EFUSIVAS (fondo verde)	+ +	x x 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	∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠

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

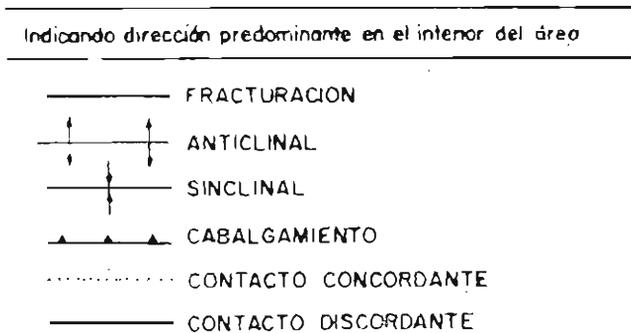


FIGURA 1.3-11

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).

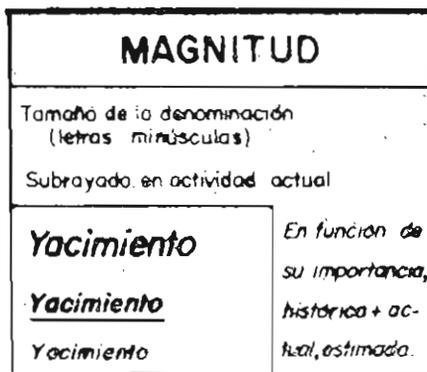


FIGURA 1.3-13

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, afines.
h	= sales halóides.
o	= óxidos, hidróxidos, niobatos, titanatos, antimoniatos, tantalatos
c	= carbonatos, boratos, nitratos y yodatos
s	= silicatos
t	= sulfatos, cromatos, molibdatos, wolframatos
f	= fosfatos, arseniados, vanadatos
<i>En menas complejas, ordenación cuantitativa de las sustancias</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. TITANIO

2.1.1. Tipología mundial

Sobre el cuadro 2.1-1 es interesante hacer las siguientes consideraciones:

La confección de la tipología de yacimientos de esta sustancia no ha presentado dificultades notables, ya que el titanio se presenta en conocida asociación a unos tipos limitados y bien conocidos de rocas. Así, el parámetro fundamental elegido para los tipos A, B y C ha sido el litológico. Por lo que respecta al cuarto grupo (placeres), se ha seguido el criterio propio de este tipo de yacimientos (eluviales y aluviales).

Las relaciones genéticas que se pueden suponer para los diferentes tipos de yacimientos son igualmente sencillas. La ilménita es típica de un proceso de diferenciación de un magma básico. Por lo que se refiere a la génesis del rutilo, éste se presenta, generalmente, bien en relación con magmas gabroídeos metamorfozados, bien en rocas básicas alteradas.

Los yacimientos del tipo B2 (en filones de carbonatitas) parecen tener un carácter excepcional.

Por último, el tipo D (placeres) deriva de complejos tanto de rocas alcalinas como básicas, existiendo yacimientos de este tipo incluso actuales.

Existe, finalmente, un último tipo de yacimientos, no mencionado en el cuadro 2.1-1 por carecer por completo de interés económico: los que se encuentran en asociación con plutones graníticos.

Debido al hecho de que los métodos magnéticos aplicados a la prospección de los yacimientos titanomagnetíferos proporcionen unos resultados ampliamente satisfactorios, la geoquímica del titanio se encuentra prácticamente sin desarrollar.

La fotogeología y la prospección a la batea constituyen los mejores métodos para la investigación de placeres titaníferos y posible búsqueda de los yacimientos primarios.

El principal condicionamiento tecnológico a señalar es la eventual dificultad de separación del titanio, según su tipo de asociación con el hierro.

Los intervalos de cubicación varían ampliamente no sólo de un tipo a otro, sino incluso dentro de un mismo tipo, no pudiéndose considerar este parámetro como indicativo.

Los intervalos de leyes vienen expresados en % de TiO_2 y son, por lo general, bastante específicos de cada tipo de yacimientos.

Por lo que a producción se refiere, no se ha incluido ningún tipo de dato en la figura que nos ocupa, ante la imposibilidad de agruparlos por tipos, ya que vienen expresados en producciones totales de ilmenita y rutilo por países.

En la actualidad, la producción de titanio está fundamentalmente basada en la ilmenita; por el contrario, la producción de rutilo está decayendo. Los principales productores mundiales son: Australia, Canadá, Noruega, Estados Unidos, Rusia e India.

La importancia económica relativa de los diferentes tipos

viene expresada en porcentajes de reservas mundiales, destacando en primer lugar el tipo A (asociado a rocas básicas), seguido de lejos por el tipo D (placeres). Sin embargo, casi el 50 por 100 de la producción mundial proviene de yacimientos de este último tipo. Se da, por ejemplo, el caso particular de Australia, que siendo en la actualidad el primer productor, figura en séptimo lugar por lo que a reservas se refiere.

Por último, debe indicarse que el titanio como subproducto en minas de magnetita es una fuente de pequeña importancia.

2.1.2. Zonas, áreas y tipos metalíferos españoles

Sobre el cuadro 2.1-2 y el mapa del titanio es interesante hacer las siguientes consideraciones:

El titanio se presenta en clara asociación a unos tipos limitados y bien conocidos de rocas. Por esta razón, el definir las zonas y áreas titaníferas y clasificarlas según la tipología mundial establecida, ha resultado una labor sencilla. Cabe destacar que la casi totalidad de los yacimientos españoles reconocidos responden al tipo D (placeres). Tan sólo en Lalín (Galicia) existen áreas que pueden ser tipificadas como A1 (yacimientos asociados a rocas básicas con ilmenita, magnetita y hematites fundamentalmente).

En cuanto al rendimiento global en la investigación, puede calificarse de óptimo para todas las zonas y áreas señaladas, dado el buen resultado que la prospección a la batea y la geofísica (método magnético) proporcionan en la investigación de áreas titaníferas.

La clasificación de la importancia económica relativa en España por zonas y áreas queda expresada de una manera sencilla en el cuadro de la página siguiente.

Los porcentajes se refieren a las producciones de los últimos años.

ZONAS Y AREAS	España — Porcentajes	Tipos
Galicia	< 97	D (A1)
Huelva	> 3	D

La comparación minera y económica de los tipos a escala nacional y mundial se resume de la forma que se indica en el cuadro de la página siguiente.

Queda claramente resaltado en estos cuadros que la producción española de titanio está exclusivamente basada en un solo tipo de yacimiento: el D (placeres), que si bien representa el 50 por 100 de la producción actual mundial, tan sólo posee algo más del 30 por 100 de las reservas conocidas. Es de resaltar que el subtipo A1, que produce en la actualidad el 30 por 100, aproximadamente, del titanio mundial, representa no obstante casi el 60 por 100 de las reservas mundiales. Y este tipo de yacimiento no está en absoluto desarrollado en España.

BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

1959. BATEMAN, A. M.: «Economic Mineral Deposits», páginas 623-626.
1967. DOROKHINE, I. et al: «Gisements de minéraux utiles et leur prospection», págs. 87-89.
1964. GEIS, H. P.: Eisen-Titanlagerstätten bei Raudsand. «West-norwegen. Nor. Geol. Under», núm. 234, págs. 15-52.
1962. HAWKES, H. E., and WEBB, J. S.: «Geochemistry in Mineral Exploration», pág. 374.
1968. KREITER, V. M.: Geological Prospecting and Exploration. «Moscow Mir. Pub.», págs. 17-19, 103, 109, 124, 240 y 241.
1966. LISTER, G. F.: The composition and origin of selected Iron-titanium deposits. «Ec. Geol.», vol. 61, págs. 275-310.
1960. LIND, L. E.: Titanium. Industrial Minerals and Rocks (non metallics other than Fuels). «The Am. Inst. Mining. Metall. & Petrol Eng.», págs. 851-877.
1957. MILLER, J. A.: Titanium. A materials Survey. «Bureau of Mines». Inf. Circ. 7791. U. S. Dept. of the Interior, pág. 202.
1964. PARK, F. C. Jr. and MAC DIARMID, R. A.: «Ore posits», página 475.
1963. ROUTHIER, P.: «Les gisements métallifères», págs. 956-961.

1949. SCHNEIDERHOHN: «Traité des gîtes métallifères», páginas 107-112.
1965. STAMPER, J. W.: Titanium. Minerals. Facts and Probleme. «Bureau of Mines», Bull 630, Dept. of the Interior, páginas 971-990.
1970. Mining annual review. «Mining Journal», june, págs. 57-59.

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *Titanio*

FIGURA 2.1-2

ZONAS METALIFERAS						CARACTERÍSTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACIÓN										METALOTECTOS ESPECÍFICOS								CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS Y MINERAS				OBSERVACIONES									
Número	DENOMINACION	Extensión aproximada (Has.)	Áreas metalíferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento mundial	Núm		FORMALES			MATERIALES				TEMP	METALOTECTOS ESPECÍFICOS								CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS Y MINERAS													
						tipo	subtipo	morfológicos	dimensionales	distribucionales	miner primario	miner supergénico	contextura	paragénesis	contextura	Geoquímica	Zonilidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sediment. paleogeográficos	geométricos		geotectónicos	Rendimiento global investigación	Condición tecnol.	Intervalos cubricación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del área y zona		
1	GALICIA	CARBALLO	Tordoya Yago - Arteijo Razo Páloaya Sta Comba Valle del Dubra	TRAVANCORE		D	2	Lechos Aluvionares	Potencias 0,1-3 m	Alteraciones en los lechos, granularimetría	Rutilo Ilmenita					Horizontal según la deposición	Cuaternarios					Proceden de la denudación de gabbros					3			5 a 12% de Ilmenita	11.289 Tm de TiO ₂ en 1984	97 %					
								Constanco Zas																													
								Mugia Corcubión	TRAVANCORE	D	2	Depósitos costeros					Ilmenita					Cuaternario									3					3.565 m ³ de arenas barocadas	
								Erborario Laguna de Brañarrubio	TRAVANCORE	D	2	Aluvionares					Ilmenita, Rutilo y Casiterita				Contienen Estafío	Cuaternario									3						
		Lalin						Velas y diques												Pegmatitas					3												
2	ZAMORA-SALAMANCA	CEADEA FONFRIA		TRAVANCORE		D	2	Aluvionar	zona de 100 m a 50 de anchura y 2 m de esp.		Magnetita Hornblenda Cuarzo					Cuaternarios								3		2.490 Tm. de Ilmenita											
3	EXTREMADURA	S.DE GATA	Jálama Lograsán Sanlúcar Hernán Pérez Villanueva de la Serena	TRAVANCORE		D	2	Aluviones	Bancos de 200 m a 3 y km de potencia 3 m		Ilmenita, Rutilo? Al. sales, Ag, Sn, W			Contienen Oro y estafío	Cuaternarios					Proceden de la erosión de granitos				3		Reserva de 230 millones de m ³											
4	S CENTRAL	CUADARRAMA	Las Rozas Galatagar Los Huertos	TRAVANCORE		D	2	Aluvionar	250 Ha		Ilmenita Casiterita			Contienen Estafío	Cuaternarios									3				20.000 m ³ /año									
5	HUELVA	HUELVA	Almonte Lepe Palos de Moguer Mazagón	TRAVANCORE		D	2	Depósitos de arena y gravas	80 a 10 cm; a 2 m.	Alteraciones horizontales	Ilmenita, cuarzo					Cuaternarios					Proceden de la descomposición de granitos basálticos				3		~15% TiO ₂	260 Tm. TiO ₂	< 3 %								
6	ALMERIA	CABO DE GATA		TRAVANCORE (ALLARD LAKE)		D	2	Depósitos costeros			Ilmenita magnetita					Cuaternarios					Proceden de la descomposición de granitos basálticos				3												
7	TENERIFE		Guía Isora La Laguna																					3													

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