



**IGME**

**Sn**

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

**Mapa previsor de mineralizaciones de  
ESTAÑO**



12006

**Sn**

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

**Mapa previsor de mineralizaciones de  
ESTAÑO**

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 prospectarles 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 herciniano, 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:

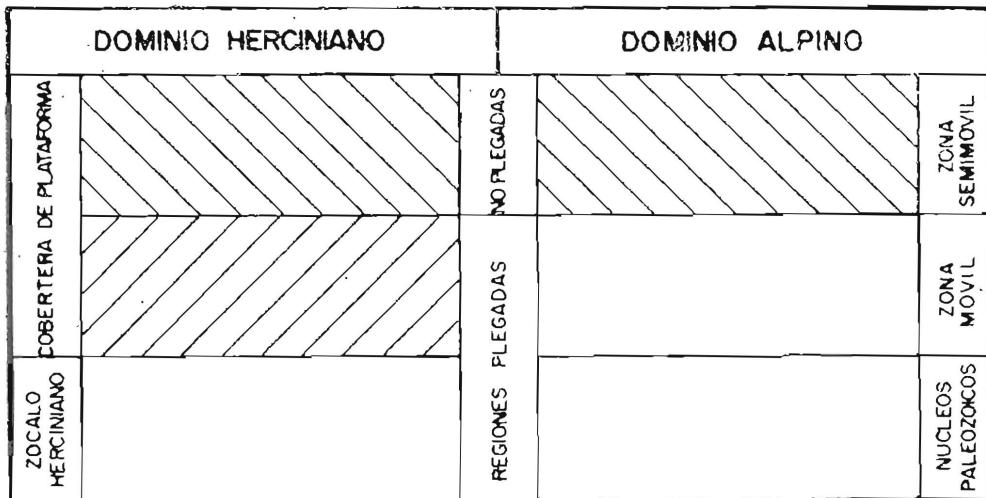
###### **a) *Areas representables a escala***

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

④ 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.

④ 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

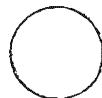


FIGURA 1.3-2

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).

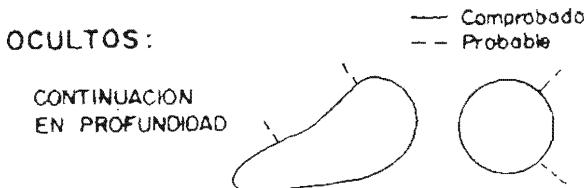


FIGURA 1.3-4

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).

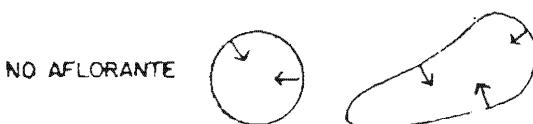


FIGURA 1.3-5

#### 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).

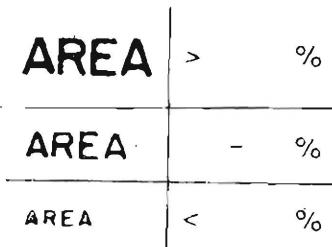


FIGURA 1.3-6

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.

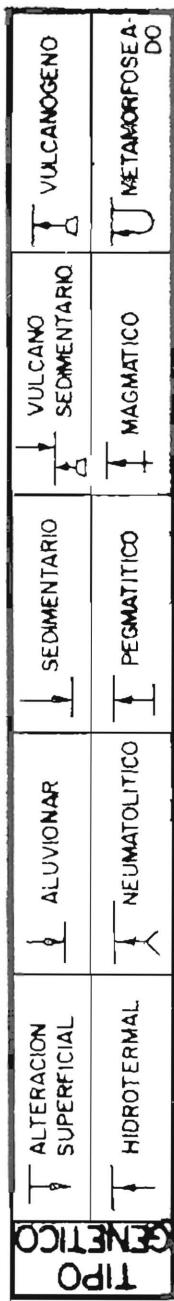


FIGURA 1.3-7

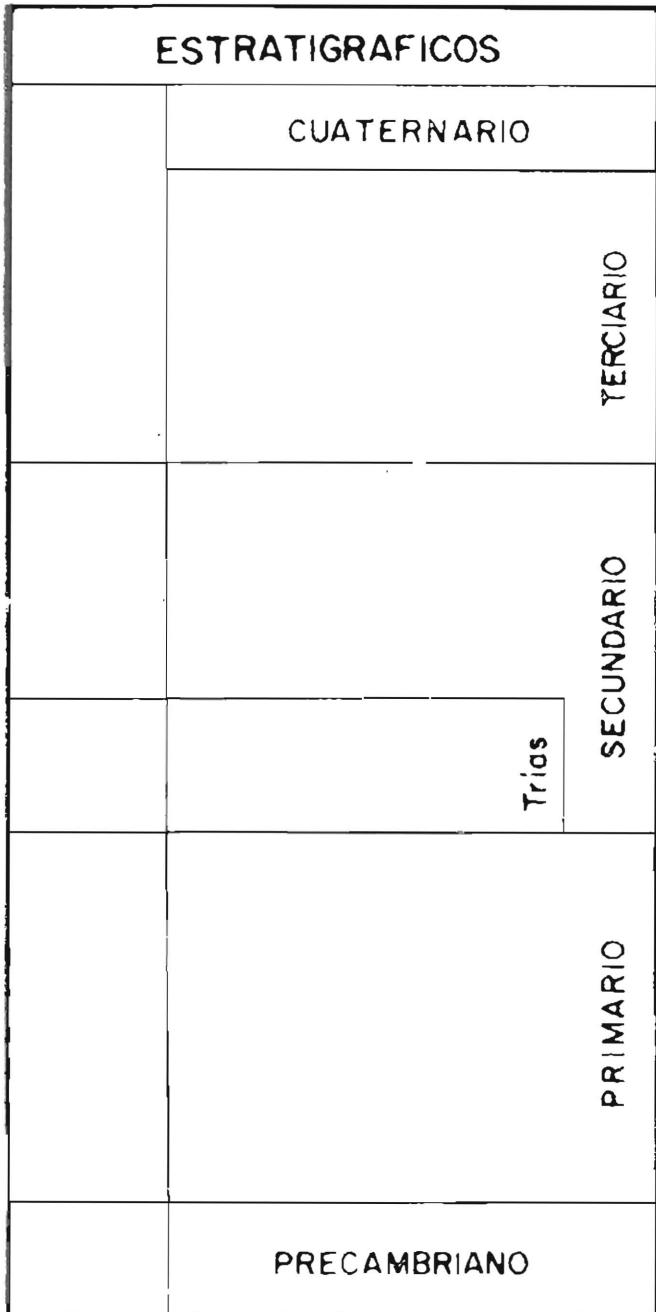


FIGURA 1.3-8

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					
ROCAS METAMÓRFICAS					
ROCAS IGNEAS					
	Acidos	Intermedias	Básicas		Alcalinas
PLUTÓNICAS	+	+	X X X X	Y Y Y Y	
EFUSIVAS	+	+	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)	+	+	Y	Y	L	L
EFUSIVAS (fondo verde)	+	+	Y	Y	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>Yacimiento</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, antimóniato, tantalatos
c	carbonatos, boratos, nitratos y yodato
s	silicatos
t	sulfatos, cromato, molibdato, wolframat
f	fosfatos, arseniato, venadato
<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. ESTAÑO**

#### **2.1.1. Tipología mundial**

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

Para la definición de los diferentes tipos se han utilizado diversos criterios, que se pueden resumir en petrográficos, genéticos y morfológicos. Hay que hacer notar que en los subtipos considerados dentro del tipo B existen múltiples interrelaciones.

Desde el punto de vista genético es interesante el destacar la generalidad geográfica de los diferentes tipos; así se puede observar que los yacimientos B1, B2 y B3 que presentan un mismo origen genético, se encuentran asociados, en general, dentro de una misma región, así como el tipo D.

El procedimiento más extendido en la busca de la casiterita es la prospección mineralométrica.

Modernamente se ha comenzado a ensayar, todavía sin resultados positivos, un sistema de estimación rápida del con-

tenido en estaño, denominada P. I. F. Consiste, en esencia, en la medición de isótopos por rayos X sobre muestras homogeneizadas.

Para el reconocimiento táctico de los aluviones, es necesaria la realización de pequeños pozos y sondeos cortos (sondeos tipo «Banka»).

Finalmente, hay que llamar la atención sobre una característica importante de los aluviones, como es, en general, la existencia de las concentraciones más ricas en la base de éstos, así como en los Karst o «runs» del «bedrock» (ejemplo, Indonesia).

Los condicionamientos tecnológicos se encuentran reseñados en el cuadro, pero es de destacar que el contenido máximo de impurezas no debe sobrepasar el 0,5 por 100, y el de As debe de ser inferior a 0,4 por 100. Para los concentrados de baja ley (tipo C), la extracción metalúrgica es, a veces, difícil.

Las reservas y las producciones más importantes actualmente provienen de los yacimientos aluvionales (tipo D). Dentro de éstos, el aluvionar mínimo debe tener  $5 \cdot 10^5 \text{ m}^3$  y ser susceptible de explotarse en cinco años. Un yacimiento aluvionar grande está representado por  $5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , y uno mediano por  $2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ .

El contenido mínimo debe ser de 150 g/m<sup>3</sup> de estaño contenido (St. Renan, 700 g/m<sup>3</sup>).

Por último, es de destacar el que los yacimientos aluvionales constituyen las tres cuartas partes de los yacimientos de estaño, y que los aluvionales o residuales son una buena parte del cuarto restante.

Desde el punto de vista económico, no se quiere dar por terminado este capítulo sin reseñar la subida internacional que ha experimentado el estaño, impuesta por el Consejo Internacional del Estaño («ABC», de Madrid, 23-X-1970), el cual ha pasado de 1.260 (mínimo) a 1.380 (máximo) libras esterlinas por tonelada, a 1.350 y 1.650, respectivamente.

### 2.1.2. Zonas, áreas y tipos metalíferos españoles

En relación con los cuadros 2.1-2 y 2.1-3 y con el mapa relativo a estaño, es interesante hacer las consideraciones siguientes:

A pesar de la gran dispersión que presenta este elemento sobre todo en las provincias del noroeste y oeste de España, es posible llegar a una clara definición de principio, de zonas y áreas.

Los criterios seguidos a tal fin han sido fundamentalmente litológicos y estructurales, además de los impuestos por la proximidad geográfica y, en algunos casos, por la morfología de las mineralizaciones.

Parece claro el control estructural insinuado por las directrices de plegamiento hercínico que se dibujan en la región gallega, por arcos que se han interrumpido voluntariamente en la frontera portuguesa y que, de existir mapas metalogenéticos convenientes del norte de Portugal, hubieran podido seguirse fácilmente en las zonas estanníferas del oeste y sur-oeste de España (Zamora, Salamanca, Cáceres, Badajoz y Córdoba).

De noroeste a sudeste se han delimitado las siguientes zonas:

Galicia.

Zamora (oeste).

Salamanca (oeste).

Salamanca (sur).

Sierras de Gata y Béjar.

Cáceres-Badajoz.

Sierra de Guadarrama.

Batolito de Los Pedroches.

Sierra de Cartagena.

No se han incluido en ninguna de las áreas enumeradas los siguientes indicios aislados: Puente Caldelas y Santiago

(Galicia), Castropol-Salave (Asturias), Candín (León) y Guadalcanal (Sevilla).

En cuanto a la clasificación por tipos, se han encontrado algunas dificultades, sobre todo en la zona de Galicia, para distinguir entre B2 y B3, que se presentan frecuentemente asociados en los arcos externos, interno 1 e interno 2, habiéndose optado por la denominación del predominante en cada área. La denominación D parece excesivamente amplia para incluir en ella todos los yacimientos detríticos no marinos (eluviones, aluviones antiguos, aluviones recientes, morrenas, etc.), toda vez que los yacimientos de este tipo que existen en España, y que ofrecen cierto interés, presentan características morfológicas muy diferentes.

Los yacimientos de tipo D son muy frecuentes y aparecen asociados a los de tipo B, advirtiéndose que buen número de ellos han perdido interés como consecuencia de las labores de rapiña llevadas a cabo en los mismos.

No se conocen en España yacimientos de tipo E, aunque pudiera incluirse en él alguna ría de Galicia, si bien se estima con pocas probabilidades de mineralización. Tampoco están representados los yacimientos de tipo A.

Las características internas de la mineralización son, en general, bastante coincidentes con los observados en los tipos mundiales. Parece, sin embargo, peculiar del área de Cañaveral (Cáceres) el yacimiento de Santa María por su presumible morfología morrénica.

Según se indica en el mapa, se observa en las áreas de la zona de Galicia una cierta distribución geométrica del estaño, apreciándose zonalidades en algunas áreas individuales y también comparándolas entre sí. La casiterita parece individualizarse de la wolframita a medida que son más frecuentes e intensas las alteraciones graníticas (caolinización, greisenificación, etc.).

Los métodos recomendados para la investigación de los distintos tipos de yacimientos se estiman adecuados para las

áreas y tipos que se presentan en España. Destacan entre ellos, por su eficacia y reducido costo, el método de prospección mineralométrica, indispensable en las fases de Prospección Regional y de Estimación del Potencial minero. Para el establecimiento de guías litológicas se hace muy necesario el desarrollo de los estudios petrológicos y geoquímicos de los granitos y de las rocas en las que suelen armar los yacimientos españoles. La delimitación de zonas, áreas y metalotectos se ha visto dificultada en casi todas las regiones por la falta de datos de este tipo.

Referida a España, la clasificación de importancia económica según datos de 1969, por zonas y áreas, es la siguiente:

ZONAS Y ÁREAS	España — Porcentaje	Tipo
<b>GALICIA</b>		
Arco externo	23,3	B 2
Arco medio 1	8,3	B 2
Arco medio 2	4,1	B 3
Arco interno	19,1	B 1
ZAMORA (Oeste)	3,3	B 3
SALAMANCA (Oeste)	13,3	B 2
SALAMANCA (Sur)	5,0	B 3
SIERRAS DE GATA Y BEJAR	—	B 3
<b>CACERES-BADAJOZ</b>		
Cañaveral	2,5	D
Trasquilon-Montánchez	16,6	B 3
SIERRA DE GUADARRAMA	—	B 3
<b>BATOLUTO PEDROCHES</b>		
(Borde Norte)	4,1	D
SIERRA CARTAGENA	—	D

Para la estimación de los datos contenidos en este cuadro debe tenerse muy en cuenta que es frecuente que las empresas explotadoras sumen a las producciones de sus propios yacimientos las adquiridas a pequeños explotadores incontrolados.

Las investigaciones por estaño en España son escasas e inconexas, sobre todo para yacimientos primarios; motivo por el cual se han tenido que utilizar, en ocasiones, datos de fiabilidad dudosa.

Se incluye a continuación el cuadro comparativo de parámetros mineros y económicos de los distintos tipos nacionales y mundiales, en el que, por las razones antedichas y por falta de información específica de los yacimientos del mundo, se omiten algunas cifras (página 29):

La producción nacional representa una mínima parte de la producción mundial, que, por otra parte, se halla polarizada por la suma de producciones de los países del sudeste asiático, en los que predominan los grandes yacimientos aluviales, tipos D y E, explotables con grandes tonelajes y bajísimas leyes, y que no son en absoluto comparables con los tipos equivalentes del contexto europeo.

Si a esto se añade la falta de investigaciones sistemáticas en áreas de España favorables para la detección de yacimientos tipo D, el empobrecimiento de un buen número de ellos por labores de rapiña y el enmascaramiento de algunas producciones por explotación conjunta de los tipos D y B, es fácil explicar la enorme desproporción que se observa en el cuadro anterior al comparar las cifras correspondientes a la importancia económica relativa Mundo-España para este tipo de yacimientos. Los datos que se consignan para el tipo D se refieren, pues, a los yacimientos explotables en conexión más o menos directa con los similares españoles (Portugal, Bretaña, Cornualles, etc.).

Para el tipo B1, representado en España por un solo yacimiento productivo, los intervalos de leyes son discretos y la producción anual relativamente baja en comparación con los

TIPOS Y SUBTIPOS	Intervalos de cubicación de los yacimientos en Sn contenido		Intervalos de leyes de los yacimientos de Sn		Intervalos de producción anual en 1966 de Sn contenido		Importancia económica relativa en 1969	
	Mundo — Toneladas	España — Toneladas	Mundo — Por mil	España — Por mil	Mundo — Toneladas	España — Toneladas	Mundo — Porcentaje	España — Porcentaje
B 1	Sin datos	Sin datos	0,5 - 4	0,3 - 1,2	> 300	78 - 95	6	19,1
B 2	> 2 × 10 <sup>3</sup>	Sin datos	1 - 3	0,7 - 1,8	Sin datos	40 - 130	4	44,9
B 3	> 2,5 × 10 <sup>3</sup>	Sin datos	4 - 20	1 - 12	> 200	12 - 78	7	29
C	Bolivia; 800 × 10 <sup>3</sup>	Sin datos	Máx. 40	Sin datos	Sin datos	Sin datos producción	8	—
D	> 400	Sin datos	> 0,2	0,2 - 0,5	> 80	15 - 30	74 (D + E)	6,6

mundiales del mismo tipo, a pesar de representar el 19,1 por 100 de la nacional.

Los yacimientos tipo B2, susceptibles de ser explotados en masa cuando su disposición morfológica y su cubicación la permiten, están muy representados en las zonas de Galicia y Salamanca (oeste), apareciendo con leyes próximas a los límites mundiales.

Al tipo B3 corresponde un elevado número de indicios de estaño, frecuentemente asociados a los de tipos B2 y B1. Sus leyes e intervalos de producción son muy variables y, en general, bajos con respecto a los mundiales. En algunos casos son explotados en yacimientos de tipo B2 y sobre todo cuando se presentan dispuestos en stockwerk. En este caso, la ley mínima exigible disminuye notablemente.

En la sierra de Cartagena aparece el único yacimiento de tipo C que se conoce en Europa, manifestándose como filionario, en relación con rocas volcánicas, y como estratiformes, impregnando niveles de carbonatos. La explotabilidad de este tipo de yacimientos se halla muy condicionada por sus parágenesis y por los problemas tecnológicos que puede plantear la obtención de concentrados y las extracciones metalúrgicas posteriores.

## BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

1968. BATEMAN, A. M.: Yacimientos minerales de rendimiento económico. Ed. Omega, pp. 975.
1965. CHAURIS, L.: Les minéralisations pneumatolytiques du Massif Armoricain. «Mem. BRGM», núm. 31, pp. 271.
1967. DOROQUINE, I. et al.: Gisements de mineraux utiles et leur prospection. Moscou, pp. 121-127.
1962. HAWKES, H. E., and WEBB, J. S.: Geochemistry in Mineral exploration, pp. 415.
1965. KUN, N. de: The Mineral Resources of Africa-Elsevier. Publish. Co., pp. 740.
1949. MANTELL, C. L.: Tin, its mining, production, technology and applications. Reinhold Publish. Co., pp. 473.
1963. MOUSSU, R.: La prospection alluvionnaire en lit vit. «Chroniques des Mines». Jano, 1963, pp. 24-26.
1962. MOUSSU, R.: La recherche des gisements d'etain. «Chr. Min.». Décembre 1962, pp. 337-347.
1965. PETRASCHECK, W. E.: Yacimientos y criaderos. E. Omega, pp. 169-172.
1967. PHAN, K. D.: Les skarns et les minéralisations qui leur sont liées. BRGM. Dept. MPMG. Ref. DS.67.A 127, pp. 76.
1969. RAMDHOR, P.: The Ore Minerals, pp. 995-997.

1963. ROUTHIER, P.: Les gisements métallifères, pp. 904-907.
1941. SCHNEIDERHON, H.: Traité des gîtes métallifères. Trad. por Mme. Picard. Tome IV, pp. 723-985.
1967. STEMPROK, M.: Genetische Probleme der Zinn-Wolfram-Vererzung in Erzgebirge Miner. Deposita. 2, pp. 102-118.
1967. International Tin Council, London. A technical conference on Tin. Vol. I, pp. 1-349. Vol. II, pp. 350-640.
1970. Mining annual review. «Mining Journal». June, pp. 33-37.

## TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: *Estano*

FIGURA 2.1 - 1

## TIPOLOGÍA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: ESTAÑO

FIGURA 2.1 - 2

## TIPOLOGÍA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *ESTANO*

FIGURA 2.1 - 3

<u>LEYENDA</u>	CUA. Cuarzo	TUR- Turmalina	EST- Estibina	SCH : Scheelita
	CAT- Casiterita	GRN- Granate	GAL- Galena	TUR- Turmalina
	ILM- Ilmenita	ORO- Oro	APA- Apaíto	MOL- Molibdenita
	TAN- Tantolita	RUT- Rutile	BIS- Bismutina	
	COL- Columbita	CIR- Circon	MIS- Mispiquei	
	PIT- Pirita	MON- Monacita	BLE- Blenda	
	ANT- Anatasa	WOL- Wolframita	MOS- Muscovita	

56274-3

065.879

564.622

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