



# IGME

# Fosfatos

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

Mapa previsor de mineralizaciones de  
**FOSFATOS**



# Fosfatos

MAPA METALOGENETICO  
DE  
ESPAÑA  
E. 1:1.500.000

Mapa previsor de mineralizaciones de  
F O S F A T O S

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 - 21.934 - 1972

---

Imprenta IDEAL - Chile, 27 - Madrid-16

## **1. METODOLOGIA**

### **1.1. ESTABLECIMIENTO DE TIPOLOGIAS DE LOS YACIMIEN- TOS 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 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 cubilación, 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 predictor 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 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	
ZOCALO HERCINIANO			NUCLEOS PALEOZOICOS
			ZONA SEMIMOVIL
			ZONA MOVIL

— — — — — ALINEACIONES DE DISCONTINUIDAD EN EL BASAMENTO

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

* DOMINIO ULTRA-METAMORFICO	S 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:

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) *Áreas 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 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).

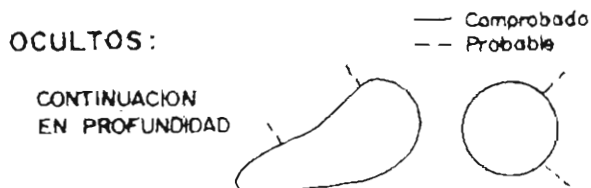


FIGURA 1.3-4

Cuando un área, ya cartografiada por su dimensión y conocimiento de sus metalotectos, ya simbólica, no aflora, 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).

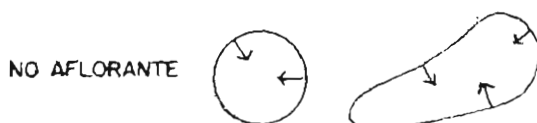


FIGURA 1.3-5

## 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).

<b>AREA</b>	>	%
<b>AREA</b>	-	%
<b>AREA</b>	<	%

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	
PRECAMBRIANO	PRIMARIO
	SECUNDARIO
CUATERNARIO	TERCIARIO
	Trias

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	Gneis
	Cuarzitas		Esquistos	Granitos gnéissicos y migmatíticos
				Id de origen dudoso (roja)
ROCAS IGNEAS				
	Acidas	Intermedias	Basicas <del>Ultrabásicas</del>	Alcalinas
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	ALCALINAS
			ULTRABASICAS	
PLUTONICAS (fondo rojo)	+ + + + + + + + + + + + + + +	x x	Y Y Y Y Y Y Y Y Y	∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠
EFUSIVAS (fondo verde)	+ + + + + + + + + + + + + + +	x x	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

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).



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 halóidas.
o =	óxidos, hidróxidos, niobatos, titanatos, antimoniatos, tantalatos
c =	carbonatos, boratos, nitratos y yodato
s =	silicatos
t =	sulfatos, cromat, molibdat, wolframato
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. FOSFATOS**

#### **2.1.1. Tipología mundial**

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

Existen dos tipos de apatitos mundialmente conocidos en relación con rocas ígneas:

- 1) Masas intrusivas asociadas a sienitas nefelíticas.
- 2) Masas intrusivas asociadas a carbonatitas y otras rocas alcalinas.

Los yacimientos españoles de Cáceres, formados a expensas de intrusiones de granito, no encajan en ninguno de estos tipos, por lo que ha sido necesario crear un tipo especial para los mismos.

En cuanto a los yacimientos de fosforitas de origen sedimentario, se ha adoptado la clasificación de Mc Kelvey, ligeramente modificada por Visé:



- 1) Fosforitas de plataforma.
- 2) Fosforitas geosinclinales.

Sin embargo, esta clasificación está sujeta a muchas limitaciones, no sólo porque las teorías genéticas aún no están sólidamente establecidas, sino porque son fluctuantes y opinables. Además, porque las teorías genéticas, y después la clasificación de acuerdo con ellas, se han establecido sobre algunos yacimientos tipo, los más destacados e importantes, y de sus características se han deducido la génesis y las normas de clasificación. Pero cuando se trata de encajar otros yacimientos, y sobre todo los de posterior descubrimiento, se encuentra que comparten unas características con unos modelos, otras con otros y se destruye de esta manera la norma clasificativa.

El descubrimiento de los criaderos relacionados con rocas ígneas es materia difícil. Carentes de propiedades específicas notables, se habrá de recurrir a los procedimientos clásicos de prospección para las rocas hipogénicas en general.

Solamente se recuerda que son muy características las concentraciones de apatito en las disposiciones anulares y concéntricas de rocas hipogénicas, y en este sentido la fotogeología constituye una gran ayuda. Los criaderos de la península de Kola fueron localizados mediante estudios fotogeológicos.

La geoquímica desempeña el papel primordial siguiente para la demostración de que realmente existen estas concentraciones. De modo que el análisis químico, en todas sus formas, constituye el verdadero procedimiento para la confirmación de indicios, y es de primera necesidad en la evaluación de los criaderos.

Los procedimientos geofísicos, aerotransportados o terrestres, magnéticos, radiométricos, gravimétricos y sísmicos también son de aplicación.

No parece muy recomendable, por grande que sea la necesidad que se tenga de esta materia prima, realizar grandes

inversiones en cuestión tan aleatoria como es orientar una investigación con el exclusivo objeto de hallar apatitos. Parecería más lógico que dentro de un plan sistemático y general de investigación de recursos minerales se previese la posibilidad de hallazgo de estos materiales y se actuase de modo que, de existir, no pasasen inadvertidos.

La minería de fosfatos tiene un gran porvenir en sus dos máximas proyecciones: por un lado, sus aplicaciones industriales se amplían de año en año extendiendo su campo de consumo; por otro lado, la industria de fertilizantes tiene que tratar de seguir y alcanzar la expansión demográfica.

Las reservas conocidas son muy importantes y pueden atender al consumo, e incluso al incremento del mismo por bastantes años.

Los yacimientos de la URSS constituyen un caso peculiar, por tratarse de una economía cerrada. Su enorme población requiere grandes recursos en materias primas de fertilizantes. La mayor parte de su producción procede de la península de Kola, rincón muy apartado. A juzgar por las circunstancias, el coste general de producción debe ser muy alto, dado que su ley inicial es baja. Se han desarrollado centros de producción por todo el país, como consecuencia de las grandes distancias. La actividad de estas explotaciones parece ser consecuencia del régimen económico cerrado, exento de la libre competencia de precios.

Entre los criaderos del tipo A2, el más típico es el de Palabora, en el Transvaal, República Sudafricana. Hay que hacer notar que el tapón de carbonatita se explota ahora solamente como mena de cobre. Actualmente se han abierto explotaciones en piroxenitas cuya ley madre es 15-20 por 100 en apatito, ley baja, pero con gran docilidad a la flotación como consecuencia de su bajo contenido en carbonatos, inferior al 5 por 100.

Entre los yacimientos de fosforitas sedimentarias cabe señalar que un 74 por 100 del consumo industrial es de procedencia marina.

En el grupo B1 se incluyen todos los yacimientos de Marrue-

cos, Túnez y Argelia, de los que solamente Marruecos, en 1968, tenía unas reservas de 23,5 millones de toneladas de  $P_2O_5$ , a las que hay que añadir las de más reciente descubrimiento, como son las muy importantes de nuestro Sáhara, cuya producción prevista, en régimen normal de explotación, es de 10 millones de toneladas al año, con calidades del 34,33 por 100 y del 36,616 por 100 de  $P_2O_5$ , en explotación a cielo abierto.

La importancia, tanto económica como minera, de los yacimientos ubicados en este grupo es muy grande, pues supone el 50 por 100 de la producción mundial y presenta unas perspectivas interesantísimas cuando el yacimiento del Sáhara funcione a pleno rendimiento.

El tipo B2 comprende varios yacimientos importantes de los EE.UU., pudiéndose calcular que contribuyen al abastecimiento mundial con cerca de un 30 por 100 de la producción global y una reserva de más de 20.000.000 de miles de toneladas.

En conclusión, la minería importante de fosfatos se encuentra en pocos países y dentro de éstos en pocas manos. El fosfato es un mineral de gran volumen y poco peso, por lo que la capacidad de producción es función, con mucho, de los transportes. Se tiende, por tanto, a productos cada vez más ricos y concentrados, incluso a la fabricación de ácidos líquidos superconcentrados.

Para los yacimientos de tipo sedimentario una vez conocidas las premisas de paleogeografía, clima y paleobiología, queda por determinar si se da o no, en el terreno del país, la coincidencia de las tres concausas.

En primer lugar, hay que atender a la determinación del ambiente favorable. Señaladas las principales épocas fosfogénicas, hay que determinar si en ellas se han dado las facies de plataforma; examinar las posiciones de las márgenes geosinclinales, situar las zonas semimóviles y ver si presentan tendencias a formar cuencas restringidas hacia los continentes; estudiar si las condiciones de clima, climas secos, fueron favorables para la constitución de corrientes ascensionales

frías; ver si las condiciones de paleo-latitud, correspondientes a la situación de los polos de entonces, eran las que favorecen, en relación con las circunstancias climáticas, la formación del fosfato; si el ambiente era favorable a una abundante vida vegetal y animal en los mares o, en su caso, si erupciones volcánicas submarinas en la vecindad, o en la dirección favorable de las corrientes, podrían favorecer la presencia de abundante fósforo en los fondos de los mares litorales; examinar las series, para contrastar la abundancia de silicatas y de glauconitas; ver si las series sedimentarias acuñan rápidamente en determinada dirección, y si las series reducidas corresponden a un período largo de sedimentación escasa. La confluencia de todas o de gran parte de estas circunstancias es característica de los yacimientos de fosfato, y el averiguar si concurren se logrará mediante estudios geológicos, sedimentológicos y micropaleontológicos finos. Los análisis químicos serán decisivos para comprobar las tesis supuestas.

La marcada radiactividad de muchos fosfatos podrá servir de ayuda, sobre todo si va auxiliada por labores de sondeos o de pozos y calicatas.

La fotogeología será instrumento utilísimo como método auxiliar y de afino.

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

En relación con el cuadro 2.1-2 y el mapa relativo a fosfatos, se pueden hacer las siguientes consideraciones:

No existe ningún problema irresoluble relacionado con la definición de zonas y áreas.

En cuanto a los tipos, la única dificultad se refiere al yacimiento de S. de Peñaflores (Sevilla), del que se conocen muy pocos datos. Su tipo corresponde al A, pues es filoniano, pero no es posible encuadrarlo dentro de ninguno de los subtipos que se han adoptado en la tipología mundial.

Se describen a continuación algunos metalotectos especí-

ficos de los yacimientos españoles, que no se corresponden con los generales del tipo y que por su interés pueden resultar valiosos en la investigación.

En el yacimiento de Sierra de España, de morfología estratiforme, puede resultar fundamental saber que está encuadrado dentro de calizas y margas muy glauconíferas del albenense, con el consiguiente cortejo de fauna que parece ser característica de este piso (cidaris, conulus, dientes de peces, globigerinas). No cabe duda que un estudio micropaleontológico profundo podría dar lugar a un conocimiento específico de las globigerinas, así como a la clasificación genérico-específica de otros foraminíferos, que condujesen, junto a un minucioso estudio sedimentológico, a afinar considerablemente dentro de la escala estratigráfica.

Otro caso análogo ocurre con los indicios hallados en los sondeos de la Palma del Condado y Rociana, en la provincia de Huelva. Todo parece indicar la semejanza de estos yacimientos con los del Sáhara español, tanto en lo que se refiere a su paleogeografía, facies de borde, línea de costa del antiguo mar eoceno, como en lo tocante a su estratigrafía y fósiles determinativos.

La profundidad de los estudios realizados en el Sáhara hacen que se conozcan con gran detalle los fósiles determinativos del muro y del techo de las formaciones fosfatadas, siphotgerinoides y frondicularia phosphatica, respectivamente, datos que habría que tener muy presentes a la hora de una posible investigación de fosfatos en esta zona de Huelva, sin desdeñar, por supuesto, el carácter pseudo-oolítico y oolítico de las capas que contienen el fosfato.

En el capítulo referente a la importancia económica relativa a los criaderos y yacimientos de España, no existe la menor duda de que todo interés económico potencial queda anulado cuando se compara con los yacimientos estratiformes de nuestro Sáhara. Sus 1.700.000.000 de Tm. cubicadas, con un promedio de  $P_2O_5$  del 31 por 100, son suficientes para justificar que no se reemprendiera la investigación y/o la explo-

tación del resto de los yacimientos, salvo por condicionamientos de orden político, en cuyo caso la zona de Huelva podría experimentar un muy marcado interés.

Todo lo que se acaba de decir es válido cuando se trata de hacer una comparación minero-económica de los tipos a escala nacional y mundial.

Sólo el Sáhara puede resistir a la hora de hacer estas comparaciones, por lo que se ha considerado innecesario incluir dentro del cuadro adjunto los otros yacimientos. (Véase cuadro de la página siguiente.)

La simple observación de este cuadro habla por sí sola de la extraordinaria importancia minero-económica de los yacimientos del Sáhara español:

Mil setecientos millones de toneladas, con 31 por 100 de  $P_2O_5$  frente a 16,2 millones de toneladas con 26 por 100 de  $P_2O_5$  de los de su tipo en el resto del mundo.

TIPOS Y SUBTIPOS	Intervalos de cubicación de los yacimientos en 10 <sup>4</sup> toneladas		Intervalos de leyes de los yacimientos de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		Intervalos de producción anual en 10 <sup>6</sup> toneladas		Importancia económica relativa (reservas)	
	Mundo Toneladas	España Toneladas	Mundo Porcentaje	España Porcentaje	Mundo Toneladas	España Toneladas	Mundo Porcentaje	España Porcentaje
B 2	16,2 (Kuribga)	1.700	26	31	14,5	---	30	> 90

## BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

1969. ARGALL, G. O. Jr.: Moroccan Phosphate. San Francisco. «World Mining». Vol. 2, núm. 1.
1957. BATEMAN: Yacimientos minerales de rendimiento económico. Editorial Omega. Barcelona.
1953. BIDAUT, H.: Note préliminaire sur un mode de formation possible des Phosphates Dinantiens des Pyrénées. Origine des gisements de Phosphates de Chaux. XIX Cong. Geol. Inst. Alger.
1953. CAPDECOME, L.: Etude Mineralogique des Gîtes de Phosphates alumineux à la région de Thiès. Senegal. Origine des gisements de Phosphates de Chaux. XIX Cong. Geol. Inst. Alger.
1939. CAYEUX, L.: Les Phosphates de Chaux Sedimentaires de France. Etude des Gîtes de Minéraux de France. Serv. de la Carte Géol. de France. T. L. Paris.
1953. COTELO NEIVA, J. M.; QUIROZ, N. M., y FARIA, T. L.: Géologie et Génèse des Gisements Portugais d'Apatite. Origine des Gisements des Phosphates de Chaux. XIX Congr. Geol. Inst. Alger.
1953. CARLES, G.: Sur l'origine des Gisements de Phosphates de Chaux Sedimentaires. Origine des Gisements de Phosphates de Chaux. XIX Congr. Geol. Inst. Alger.



1968. D'ANGLJEAN, J.: Origin of Marine Phosphorites of Baja California. Méjico. N. 4. Proceedings of the Seminar. United Nations.
1968. DEANS, T.. Exploration for apatite deposits associated with carbonates and pyroxenites. N. Y Proceedings of the Seminar. United Nations.
1968. DELEGACION SOVIETICA SEMINARIO... ZVEREV, A. S.; BUKHTORAYOV, I. S. S., y SHOUMARIN, A. E.: Geological Characteristics of Commercial Deposits of Main Kind of Mineral Raw Materials for Fertilizers in the URSS. N. Y. Proceeding of the Seminar. United Nations.
1968. DELEGACION SOVIETICA: Geotectonic distribution of sedimentary deposits in the URSS. N. Y. Proceeding of the Seminar. United Nations.
1942. DIETZ, R. S.; EMERY, K. O., y SHEPARD, F. P.: Phosphorite Deposits on the Sea Floor of Southern California. «Geol. Soc. of America Bull.». Vol. 53. Washington.
1966. ENMINSA: Descubrimiento, cubicación y evaluación del yacimiento de fosfato de Bu Craa. Madrid.
1929. FALLOT, P.: Esquisse Géologique du Massif de la Sierra España. «Bol. R. S. E. de Hist. Nat.». Vol. LXXIX. Madrid.
1968. FREAS, D. M.: Exploration for Florida Phosphate Deposit N. Y. Proceeding of the Seminar. United Nations.
1929. GOROSTIZAGA, J. de: Yacimientos de fosfato de Sierra España. Gráficas Reunidas. Madrid.
1962. Inst. Geol. y Min. de España. Sección Investig. Mineras: Estudio de los criaderos de fosfato de la parte centro-oriental de la provincia de Cáceres. «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de España», núm. 66. Madrid.
1968. MC. KELVEY, V. E.: Phosphate Deposits. N. Y. Proceedings of the Seminar. United Nations.
1962. PAQUET, J.: Les unités supérieures de la Sierra España. «Bull. Soc. Géol. de France», 7.<sup>a</sup> Se. Tomo IV, núm. 6. París.
1960. PEYRE, N. & Y.: Observaciones geológicas sobre Sierra España. «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de España», núm. 59. Madrid.

1970. RIOS, J. M.: Yacimientos y criaderos de fosfatos y sus génesis. Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras, S. A. Madrid.
1967. ROONEY, T. P., y KERR, P. F.: Mineralogic Nature and origin of Phosphorite, Beaufort County, North Carolina. «Geol. Soc. of Am. Bull.», v. 18. Junio. Washington.
1952. SALVAN, H.: Phosphates. Géologie des gîtes minéraux marrocaïns. XIX Congr. Geol. Inst.
1968. SHELDON, R. P.: Paleolatitudinal and Paleogeographic Distribution of Phosphorite. Proceeding of the Seminar. United Nations.
1968. World tectonic distribution of economic sedimentary phosphate deposits. N. Y. Proceeding of the Seminar. United Nations.
1964. SLANSKY, M.: Sédimentologie et Recherche des Gisements Sédimentaires des Phosphates. Sedimentology and ore genesis. Elsevier Publishing Co. Amsterdam.
1968. General rules for prospecting for sedimentary phosphates. N. Y. Proceedings of the Seminar. United Nations.
1960. STRAKHOV, M. N.: Climate and Phosphate Accumulation. «Geol. rudn mestorozhd», núm. 1. Moscú.
1964. THE BRITISH SULFUR CORPORATION LTD.: A World Survey of Phosphate Deposits de 10 Great Titchfield St., London W1.
1952. VISSE, L.: Génese des Gîtes Phosphatées du Sud-Est Algero Tunniensiens, Comt. Rend. 19<sup>e</sup> Con. Geol. Int. Argel.
1968. WARIN, O. N.: Theories on the genesis of marine phosphorites. N. Y. Proceedings of the Seminar. United Nations.
1968. Deposits of phosphate rocks in Oceania. N. Y. Proceeding of the Seminar. United Nations.
1968. WURZBURGER, V. S.: A survey of phosphate deposits in Israel. N. Y. Proceeding of the Seminar. United Nations.
1956. ZAVARITSKY, G.: Rocas magmáticas. Academia de Ciencias. Moscú.



TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: Fosfatos

FIGURA 2.1-2

ZONAS METALIFERAS					CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION							METALOTECTOS ESPECIFICOS							CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					OBSERVACIONES								
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metalíferos * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento mundial	FORMALES			MATERIALES				TEMP			físicos	mineralógicas	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sediment. paleogeográficos		geométricos	geotectónicos	Rendimiento global investigación	Condicion. tecnolog.	Intervalos cubicion yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del área y zona
						morfológicos	dimensionales	distribucionales	miner primaria	miner supergénica	Geoquímico	Zonolidad	Edad																			
1	CACERES		Zarza Mayor Cedavin Y de Alcantara Albuquerque Trujillo Montanchez Malpartida  Aldea Moret Aliseda Logrosán	Constanza	CACERES (España)	A	3	Filones NE-SO	Hasta 1 Km. de corrido Poc. de la Sim (pauque leguato)	Mesiva, tonerres	Fosforita, cuarzo								Direcciones fibra NE-SO	Calizas, pizarras Incluido en y coberturas granito	Paleozoico				1		Constanza: 35 millones Tm.	15 a 40% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Entre 1868-1956 1.174.925 Tm.		Las explotaciones se abandonaron definitivamente en 1956	
2	S. DEL PALACIO (CORDOBA)		Belmez		CACERES (España)	A	3	Venas bolsas			Fosforita	Tuberculosa y concrecionada	Oxido Mn?							Incluido en calizas	Carbonifero				1							
3	S. DE PEÑAFLO (SEVILLA)		P de Infantes	Cerro del Santo		A		Filoniano													Siluriano				1			~ 50% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				
4	S. ESPUÑA (MURCIA)		Alhama de Murcia		Kuribga (Marruecos)	B	1	Extratiforme	8 Km. de corrido 20 m. de Poc. media en granos de 0,3 a 0,5 mm		Apatito, glauconita, SiO <sub>2</sub> , Va, Te, F	Granuda	Limonita							Calizas y margas may glauconitas	Albense				3		14 mill Tm explotables 200 mill Tm. probables	14% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		El mineral, aunque de arranque y tratamiento fácil, por ser fácilmente designadable, carece de interés por su baja ley		
5	HUELVA		Sondeo Palma del Condado Sondeo Rociana		Kuribga (Marruecos)	B	1	Extratiforme											Placasmilla vidali	Margas arcilla-arenosas y caliza colorada	Santonienense Eoceno?	Linea de costa mar Eoceno				3						
6	PIRINEOS				Karatav (U.R.S.S)	B	2	Extratiforme												Pizarras negras	Dinantienense				1							
7	SAHARA ESPAÑOL	25,2 Km <sup>2</sup>	Bu-Craa IZIC La Baadila Imesleguen	Bu-Craa	Kuribga (Marruecos)	B	2	Extratiforme	Longitud: 84 Km. Ancho: 2,5-3 Km. En pseudo oolitos y oolitos		Apatito								Dientes de peces, oolitos pseudoolitos Sipogeneritoides	Margas oolíticas y pseudoolíticas	Maestrichtienense-Paleoceno	Facies de borde				3		1.700.000.000 Tm.	31% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			

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