



IGME

Mn

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

Mapa previsor de mineralizaciones de
MANGANESO



12011

Mn

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

**Mapa previsor de mineralizaciones de
MANGANESO**

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

Depósito Legal: M - 21.940 - 1972

Imprenta IDEAL - Chile, 27 - Madrid-16

1. METODOLOGIA

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

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

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

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

Sin embargo, los yacimientos minerales hay que explotar-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1.3. CONFECCION DEL MAPA METALOGENETICO 1 : 1.500.000 DE ESPAÑA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.3.2. Comentarios al fondo minero y explicación de la simbología

AREAS METALIFERAS

A) *Delimitación de áreas metalíferas*

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

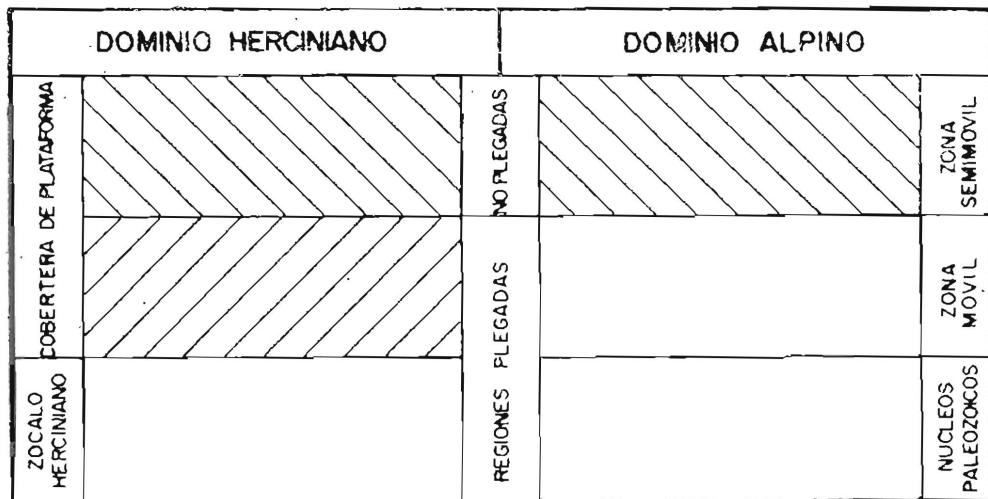
a) *Areas representables a escala*

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

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

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

BASE GEOTECTONICA



— — — ALINEACIONES DE DISCONTINUIDAD EN EL BASAMENTO

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

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

* Fondo del color del dominio orogénico.

⊕ Trama " " " " "

FIGURA 1.3-1

b) *Areas no representables a escala*

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

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

SIMBOLICOS :

DIMENSION NO CARTOGRAFIABLE

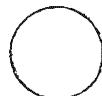


FIGURA 1.3-2

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

LIMITES IMPRECISOS



FIGURA 1.3-3

c) *Areas ocultas*

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

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

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

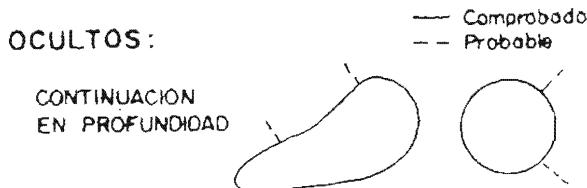


FIGURA 1.3-4

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

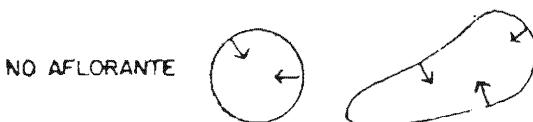


FIGURA 1.3-5

B) *Importancia económica mundial del tipo de yacimiento*

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

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

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

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

C) *Importancia económica nacional del tipo de yacimiento*

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

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

D) *Importancia económica actual*

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

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

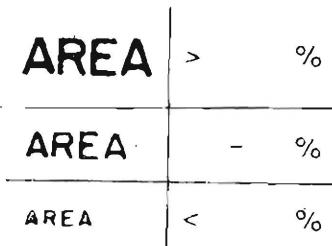


FIGURA 1.3-6

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

E) *Tipo genético*

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

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

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

METALOTECTOS ESPECIFICOS

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

A) *Metalotectos estratigráficos*

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

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

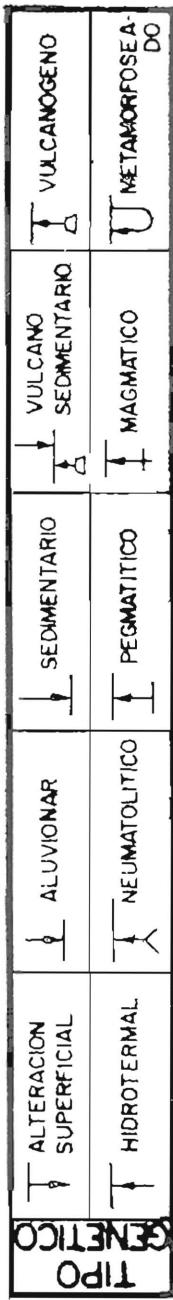


FIGURA 1.3-7

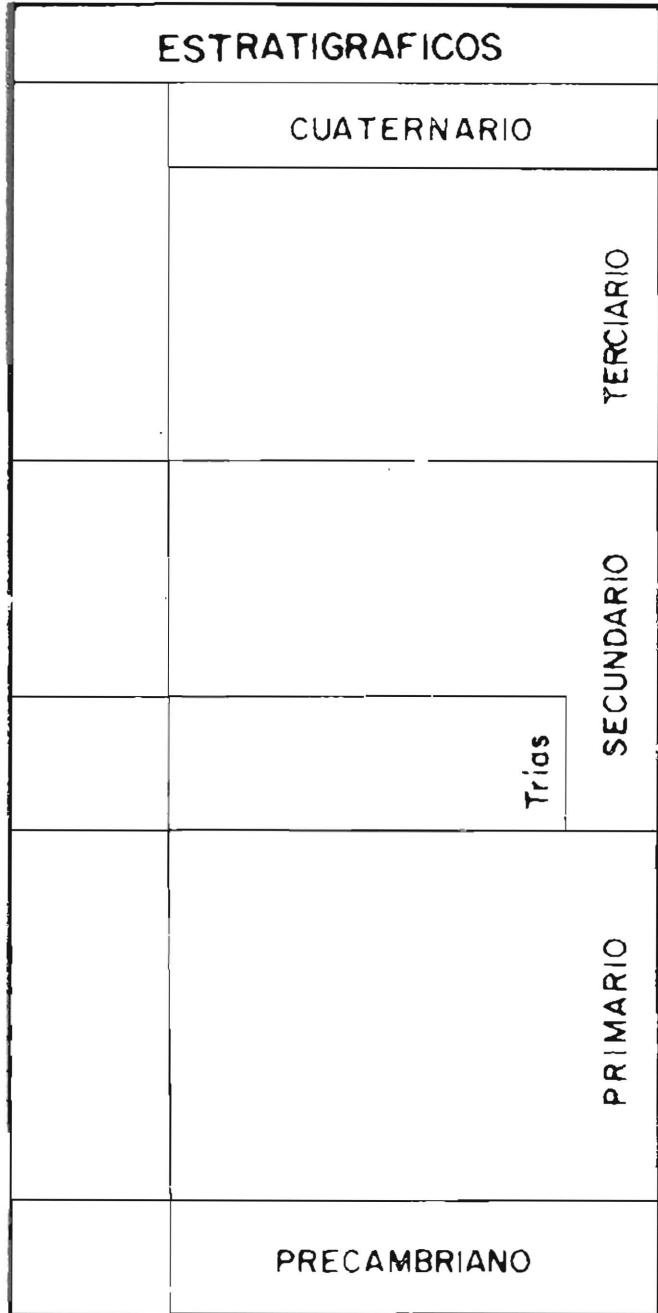


FIGURA 1.3-8

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

B) Metalotectos litológicos

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

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

FIGURA 1.3-9

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

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

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

FIGURA 1.3-10

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

C) Metalotectos estructurales

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

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

ESTRUCTURALES

Indicando dirección predominante en el interior del área



FIGURA 1.3-11

D) Otros metalotectos

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

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

YACIMIENTOS E INDICIOS

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

A) Morfología

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

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

MORFOLOGIA

Colores correspondiente al tipo

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

FIGURA 1.3-12

B) Magnitud

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

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

FIGURA 1.3-13

C) Mineralogía

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

MINERALOGIA	
n =	nativos
z =	sulfuros, afines.
h =	sales haloides.
o =	óxidos, hidróxidos + níobatos, titanatos antimontanatos, tantalatos
c =	carbonatos, boratos, nitratos y yodat
s =	silicatos
t =	sulfatos, cromat, molibdat, wolframat
f =	faufato3, arseniato3, vanadato3
<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. MANGANESO

2.1.1. Tipología mundial

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

— Para poder establecer la tipología de yacimientos de manganeso se tuvieron presentes diversos factores condicionantes. En primer lugar, la morfología, que, en general, está muy bien definida. En segundo lugar, el valor de la relación Fe/Mn del mineral, característico de cada yacimiento. Y como tercer factor, el hecho de que un fuerte porcentaje, tanto de reservas como de producción mundial, corresponde a un no muy elevado número de yacimientos.

En conjunto, pues, resultó relativamente fácil la confección de la presente tipología, que se hizo en base a los siguientes parámetros: morfología, mineralogía, edad de la mineralización, litología asociada y ámbito geotectónico.

En cuanto a las hipótesis genéticas que se pueden suponer para los diversos tipos, se dirá, en primer lugar, que los



yacimientos correspondientes al tipo A se encuentran en relación con grandes transgresiones marinas. Por otra parte, cabe pensar en la influencia del vulcanismo submarino en la formación de los yacimientos de los tipos A y B, dada su frecuente asociación con rocas volcánicas.

Los yacimientos del tipo C obedecen a una génesis común hidrotermal.

Por último, y en lo referente a la génesis de los yacimientos del tipo D, existen muy diferentes puntos de vista.

— En general, se puede decir que los métodos convencionales empleados en la prospección del manganeso a nivel regional, son de muy reducido costo y resultados medios. A nivel de estimación, la geoquímica en plantas y suelos proporciona excelentes resultados, ya que el manganeso es esencial para la vida de las plantas.

Mención aparte merece la prospección de los yacimientos marinos. Aún no muy extendida, tiene el inconveniente de su elevado coste, proporcionando, sin embargo, excelentes rendimientos.

El principal condicionamiento tecnológico de los minerales de manganeso extraídos de los yacimientos de tipo convencional (tipos A, B y C) es su contenido en P (exigencia siderúrgica). Por lo que se refiere a los yacimientos pertenecientes al tipo D, es de señalar que la gran cantidad de rocas ígneas silicatadas, por lo común presentes, con enorme profusión de distintos minerales, representa un serio problema.

— En el comentario de las características económicas y mineras se prescindirá de momento de los yacimientos pertenecientes al tipo D, para ocuparse únicamente de los tipos de yacimientos convencionales.

En primer lugar hay que resaltar que los yacimientos correspondientes a los tipos A y B representan alrededor del 90 por 100, tanto de la producción mundial minera como de las reservas mundiales.

En cuanto a reservas se refiere, destaca en primer lugar el

yacimiento Nikopol, con 700 millones de toneladas de mineral de reserva, seguido del conjunto de yacimientos B2, que contienen en total por encima de los 500 millones de toneladas de reserva. Los yacimientos del tipo C son insignificantes en comparación con los primeros.

Las leyes oscilan, en términos generales, entre el 30 y el 50 por 100, perteneciendo el mineral más rico a los yacimientos del subtipo B1.

La producción mundial de Mn venía decayendo desde 1958, alcanzando un mínimo relativo en 1968, año en el que comenzó de nuevo el incremento, por exigencias siderúrgicas.

En el año 1969 fue el yacimiento de Nikopol el principal productor de mineral de manganeso, seguido del grupo B2. Es igualmente digno de destacar el proyecto que existe con relación al yacimiento Groote Eylande (Australia), consistente en aumentar en 1971 su producción a 800.000 toneladas/año.

La importancia económica se representa aquí por el porcentaje de la producción de mineral mundial en 1969. Destaca el hecho de que los yacimientos del tipo A representan más del 50 por 100 de la producción mundial en ese año.

Conviene señalar también que el 84 por 100 de las reservas pertenecen a yacimientos de edad cenozoica.

Los yacimientos del tipo D, hasta ahora no tenidos en cuenta, constituyen una de las mayores esperanzas para el futuro. Las reservas se estiman en 10^{12} t. Según algunos autores, el manganeso en nódulos se forma en grandes fondos marinos a razón de 10^7 t/año (cf. Mero). La ley media en el Atlántico es del 16,3 por 100, y en el Pacífico, 24,2 por 100.

2.1.2. Zonas, áreas y tipos metalíferos españoles

Sobre los cuadros 2.1-3 y 2.1-4 y el mapa del manganeso, es interesante hacer las siguientes consideraciones:

Aunque España es deficitaria en manganeso aproximadamente desde 1930, las manifestaciones de este elemento en el te-

rritorio nacional son muy numerosas, aunque de diferente importancia, escasa en general. Haciendo un recorrido rápido de N. a S. y de O. a E. de la Península, se encuentran indicios en Galicia (Pontevedra y Lugo), Asturias-León, Huesca, Pirineo Catalán, Zamora, Sistema Ibérico, Madrid, Badajoz, Ciudad Real, Huelva y en las Cordilleras Béticas, desde Málaga a Cartagena. De todas estas zonas citadas, las únicas realmente bien definidas son las de Huelva, Ciudad Real y Sistema Ibérico; en el siguiente grado de definición estarían Asturias (Picos de Europa), Pirineo Catalán, Huesca y Zamora; mientras que Galicia, Madrid (y Guadalajara), Badajoz y Béticas son las más imprecisas.

La división en áreas metalíferas no encierra dificultad en el caso de Huelva y Ciudad Real, que pueden considerarse como grandes áreas únicas, ni en el de la Ibérica, en que se pueden diferenciar las áreas de Burgos, sur del Moncayo y Teruel-Castellón.

El Pirineo Catalán, Huesca y Zamora también representan áreas únicas de extensión variable; mientras que la división de Asturias-León, en áreas oriental, central, occidental y sur, resulta un tanto artificial.

En las Béticas se tienen en cuenta las áreas manganesíferas de Málaga, Granada-Almería, Lorca, Sierra de Cartagena y Cabo de Gata.

En Badajoz, las mineralizaciones son realmente de hierro manganesífero, y las manifestaciones de Galicia (Pontevedra y Lugo, Peña Furada), Salamanca (Villares de Yeltes), Madrid (El Molar) y Guadalajara se juzgan como indicios aislados de los que se conoce muy poco.

Las características mineralógicas y morfológicas de los yacimientos españoles encajan con bastante perfección en las de sus homólogos mundiales. Quizá el carácter que, en general, las separa más es el de su dimensionado. Los cuerpos mineralizados en manganeso conocidos en España son con demasiada frecuencia excesivamente pequeños.

La coincidencia de metalotectos generales también es gran-

de: así, existen jaspes y rocas volcánicas submarinas en relación con los criaderos de Huelva, vulcanismo reciente en plataforma en el caso de Ciudad Real, relación con andesitas en Cabo de Gata y frecuencia de manifestaciones en niveles estratigráficos en los yacimientos de la plataforma Ibérica.

La metodología sistemática de prospección aplicable no requiere modificaciones adaptables a tipos peculiares. En todos los casos se necesita de una buena base geológica a la escala más adecuada para la dimensión del área a investigar. Particularmente, en la del tipo A habrá que enfatizar los trabajos de carácter paleogeográfico, desarrollando estudios sedimentológicos.

La petrografía y el análisis de rocas serán fundamentales para establecer la clasificación de rocas ígneas en relación posible con los yacimientos buscados. Como métodos directos se podrán aplicar, en general, los geoquímicos, en su doble aspecto de estratégico (redes de drenaje) y táctico (suelos y plantas).

En general, los minerales de manganeso españoles resultan seriamente afectados por condicionamientos tecnológicos. A las bajas leyes predominantes hay que unir un exceso de sílice muy frecuente o contenidos de hierro excesivamente bajos de carácter paleogeográfico, desarrollando estudios sedimentarios dado hasta ahora cubicaciones importantes, aunque realmente el desconocimiento de reservas de esta sustancia en todas las zonas es sorprendente. No sólo se ignoran las cubicaciones, sino que tampoco se sabe casi nada de las producciones habidas en gran número de las áreas señaladas.

Actualmente sólo se produce mineral de manganeso en la provincia de Huelva y, ocasionalmente, una cantidad poco estimable en el Pirineo oriental, así que no tiene objeto efectuar una clasificación de zonas y áreas en función de su importancia económica presente. Se puede intentar, con las limitaciones que se han nombrado más arriba, una clasificación de producción de cada zona a lo largo de su historia.

ZONAS Y AREAS	España — Porcentaje	Tipos	Observa- ciones
HUELVA	80	B2	
ASTURIAS	16	B1	La produc- ción cono- cida provie- ne del área occidental.
CIUDAD REAL	2	A1	
IBERICA		A1	
HUESCA		A1	
P. CATALAN		B1	
BETICA			
Málaga		A1	
Granada-Almería		A1	
Lorca	2	B1	
S. Cartagena		B1	
Cabo de Gata		C1	
BADAJOZ		B1	
ZAMORA		A2	
OTROS			

Este cuadro, que puede no ser muy exacto, tiene la ventaja de permitir ver la importancia relativa que cada tipo ha tenido hasta el momento en España.

El cuadro de comparación minera y económica de los tipos de yacimientos en España y resto del mundo ha de resultar forzosamente muy vago e impreciso, debido a la pequeña cantidad y escasa fiabilidad de los datos conseguidos.

Se incluye, no obstante, el resultado del ensayo realizado. (Véase cuadro de la página siguiente.)

TIPOS Y SUBTIPOS	Intervalos de cubicación de los yacimientos de minería			Intervalos de leyes de los yacimientos de contenido Mn			Intervalos de producción de mineral			Importancia económica relativa actual 1969	
	Mundo — Toneladas	España — Toneladas	Mundo — Porcentaje	España — Toneladas	Mundo anual — Toneladas	España — (acumulada del tipo)	Toneadas	Mundo — Porcentaje	España — Porcentaje	Mundo — Porcentaje	España — Porcentaje
A	$\overline{(2 \cdot 7) \cdot 10^8}$	$n \cdot 10^3 - 2$	$\overline{37 \cdot 45}$	$\overline{30 \cdot 50}$	$\overline{Hasta 9 \cdot 10^6}$	$\overline{< 10^5}$	$\overline{Hasta 1,2 \cdot 10^6}$	$\overline{50 \cdot 56}$	$\overline{38 \cdot 50}$	$\overline{0}$	$\overline{0}$
A ₁	$\overline{10^8}$	$\overline{n \cdot 10^3}$	$\overline{35 \cdot 48}$	$\overline{30 \cdot 40}$	$\overline{< 10^4}$	$\overline{< 10^4}$	$\overline{6 \cdot 12}$	$\overline{0}$	$\overline{0}$	$\overline{0}$	$\overline{0}$
B	$\overline{2 \cdot 10^8}$	$\overline{n \cdot 10^5}$	$\overline{40 \cdot 50}$	$\overline{10 \cdot 40}$	$\overline{Hasta 2 \cdot 10^6}$	$\overline{5 \cdot 10^5 - 10^6}$	$\overline{(2 \cdot 10^2 \text{ en 1969})}$	$\overline{28 \cdot 40}$	$\overline{10 \cdot 12}$	$\overline{100}$	$\overline{1}$
B1	$\overline{5 \cdot 10^8}$	$\overline{n \cdot 10^3 - 10^6}$	$\overline{30 \cdot 45}$	$\overline{30 \cdot 40}$	$\overline{Hasta 3 \cdot 10^6}$	$\overline{> 2 \cdot 10^6}$	$\overline{(2 \cdot 10^4 \text{ en 1969})}$	$\overline{17 \cdot 28}$	$\overline{99}$		
B2											
C	$\overline{—}$	$\overline{—}$	$\overline{—}$	$\overline{Variable}$	$\overline{40 \cdot 70}$	$\overline{Hasta 2,5 \cdot 10^6}$	$\overline{—}$	$\overline{10 \cdot 15}$	$\overline{0}$		
C1	$\overline{—}$	$\overline{—}$	$\overline{—}$					$\overline{2 \cdot 14}$	$\overline{0}$		



La conclusión que inmediatamente se deduce del estudio del cuadro es la de la gran inferioridad de nuestros yacimientos de manganeso con las representativas de los tipos mundiales. Se ve que ni aun sumando la producción total de su historia en todos los yacimientos de un subtipo se llega a alcanzar ni remotamente el nivel de comparación con la producción anual de un yacimiento de categoría mundial.

Se observa también que la totalidad de la producción española proviene de criaderos del tipo B y, más concretamente, del subtipo B2 (Kalahari), asociado a jaspes y en relación con rocas volcánicas submarinas, que en el mundo aporta entre el 17 y el 28 por 100 del mineral de manganeso total. España carece de yacimientos en producción de los tipos A (Nikopol y Moanda), que hoy día son los más importantes del mundo en reservas y producción.

El futuro inmediato de la minería del manganeso en España no parece muy halagüeño.

No obstante, parece lógico, desde este punto de vista, antes de resignarse a depender casi totalmente de la importación, examinar también, mediante una investigación adecuada, aquellas áreas en que se dan indicios de yacimientos semejantes a los de mayor potencial minera mundial, aunque el hecho de que en muchos casos, aun siendo conocidos de antiguo, no hayan alcanzado un desarrollo favorable, no permite ser excesivamente optimista. No obstante existen, en el Paleozoico de Asturias oriental y Zamora, manifestaciones manganesíferas con el suficiente desarrollo longitudinal como para permitir la existencia de yacimientos de gran tonelaje. Igualmente son dignas de tener en cuenta, por la misma razón, las capas y lentejones conocidos en la base del Jurásico en Huesca, y desde el Tránsito hasta el Mioceno, en el Sistema Ibérico.

BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

1969. BOULADON, J.: Los principaux types de gisements de manganése et leur importance économique. «Rev. de l'Indus. Min.», enero 1970, págs. 10-17.
1960. COLE, S. S.: Manganese Ore. Industrial Minerals and Rock (non metallics other than Fuels). «Am. Inst. of Min., Metallung and Petrol. Eng.», págs. 545-549.
1965. DEHUFF, G. L.: Mineral Yearbook U. S. «Dept of. the Interior», págs. 631-647.
1966. FLAWN, P. T.: Mineral Resources. «Rand Md. Nally and Co.», págs. 138-145, 295-297, 313, 352.
1962. HAWKES, H. E., and WEBB, J. S.: «Geochemistry in Mineral Exploration», págs. 369.
1960. HEWWITT, D. F., and FLEISCHER, M.: Deposits of the manganese oxides. «Ec. Geol.», vol. 55, págs. 1-55.
1968. KREITER, V. M.: Geological prospecting and exploration. Mir Pub. Moscú.
1963. LEPP, H.: The relation of iron and manganese in sedimentary iron formations. «Ec. Geol.», vol. 58, págs. 515-526.
1933. LINDGREN, W.: Mineral Deposits. Mc. Graw. Hill book Co.
1970. NICOLINI, P.: Gitologie des concentration minérales stratiformes. Ed. Gauthier-Villars, págs. 296-297, 459-461, 536-541, 576, 713.

1962. PARASNIS, D. S.: Principles of applied Geophysic, páginas 5-9.
1964. PARK, C. F. Jr., and Mc DIARMID: Ore deposits, páginas 413-416, 357-358, 378-384.
1964. POUIT, G., et JOURAVSKY, G.: Les minéralisations manganifères de la région de Bou-Arga. «Not. Serv. Géol. Maroc», núm. 181, págs. 113-134.
1964. POUIT, G.: Les gîtes de manganèse marocains encaissés dans les formations carbonatées: éléments pour une synthèse. «Chronique des Mines», núm. 336, págs. 331-343, y núm. 337, págs. 371-380.
1966. POUIT, G.: Le manganèse dans le Permo-Trías au Maroc: étude métallogenique et comparaison avec les minéralisations dans le Précambrien III. «Not. Serv. Géol. Maroc», vol. 27, núm. 198, págs. 117-122.
1963. ROUTHIER, P.: Les gisements métallifères, págs. 923-937.
1968. ROY, S.: Mineralogy of the different genetic types of manganese deposits. «Ec. Geol.», vol. 63, págs. 760-786.
1962. VARENCOV, I. M.: Formations manganifères les plus importantes. «Trudy Geol. Inst.», fasc. 70, págs. 119-173.
- ZANONE, L.: Le manganèse de complexes volcano-sédimentaires précambriens en Cote d'Yvoire. «Chron. des Min.», número 371, págs. 71-85.
1956. Symposium sobre yacimientos de manganeso. México. XX Congreso Geológico Internacional. Ed. por González, J. Cinco volúmenes.
1970. Mining annual review. «Min. Jour.», págs. 69-71.

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: *Manganeso*

FIGURA 2.1 - 1

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: *Manganeso*

FIGURA 2.1 - 2

TIPOLOGÍA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *Manganeso*

FIGURA 2.1 - 3

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