

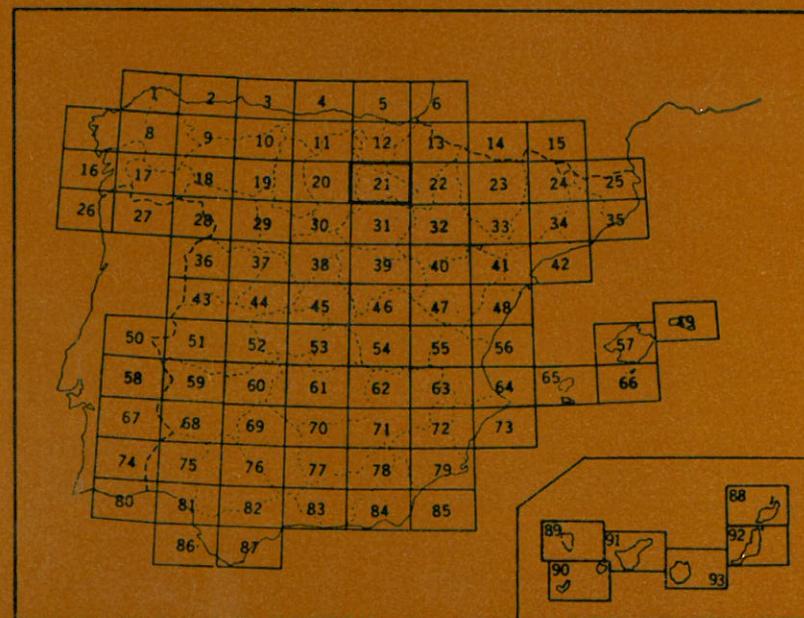
MAPA METALOGENETICO DE ESPAÑA

E. 1:200.000

LOGROÑO

Primera edición

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



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

11021

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA METALOGENETICO DE ESPAÑA
E. 1:200.000

LOGROÑO

Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

Servicio de Publicaciones - Claudio Coello, 44 - Madrid-1

Depósito Legal: M - 8.511 - 1975

Imprenta IDEAL - Chile, 27 - Telef. 259 57 55 - Madrid-16

INDICE

	<u>Págs.</u>
1 Introducción	5
2 Objetivos y fundamentos	6
3 Características fundamentales del Mapa	9
3.1 Fichero de indicios	9
3.2 Simbología	11
3.2.1 Fondo Geológico	11
3.2.2 Yacimientos minerales e indicios	12
3.2.3 Metalotectos	17
3.2.4 Codificación	18
4 Bibliografía	19

EL MAPA METALOGENETICO DE ESPAÑA 1:200.000

1 INTRODUCCION

El Mapa Metalogenético de España a escala de 1 : 200.000 constituye uno de los capítulos del Programa Nacional de Investigación Minera (PNIM) y, por tanto, se integra en los trabajos relativos al Plan Nacional de Minería.

El Mapa completo, a esta escala, consta de 93 Hojas, de las que 87 corresponden a España peninsular y Baleares, mientras que las seis restantes se refieren al archipiélago canario.

Cada Hoja completa cubre una superficie aproximada de unos 10.000 kilómetros cuadrados.

La Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras, Sociedad Anónima (ENADIMSA), a requerimiento del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), ha sido la encargada de llevar a cabo este proyecto, durante los años 1969 a 1971. Para realizarlo formó un equipo que, dirigido por JOSE SIERRA LO-

PEZ, ANTONIO ORTIZ RAMOS y JOAQUIN BURKHALTER ANEL, se ocupó de (V. PNIM, tomo 7):

- Dotar de filosofía al proyecto.
- Organizar una metodología de trabajo.
- Coordinar y participar en la toma de datos.
- Transmitir éstos a los mapas mediante una simbología original.
- Adaptar el fondo geológico procedente del «Mapa Geológico a escala 1 : 200.000. Síntesis de la Cartografía Existente».
- Seleccionar los metalotectos representables.

El mapa resultante debe considerarse como mapa geológico de yacimientos minerales (m. metalogenético s. l.), ya que, en general, se ha enfatizado más la morfología y mineralogía de los yacimientos que sus aspectos genéticos. No obstante, se ha dedicado especial atención a la definición de metalotectos, que se representan junto con los 8.000 yacimientos e indicios minerales que aproximadamente recoge el Mapa.

Con la publicación de este documento se pretende proporcionar un instrumento que permita precisar las áreas más favorables para la investigación minera, a la vez que orientar sobre los criterios a seguir. En este sentido es recomendable complementarlo con la información contenida en los «Mapas previsoires de mineralizaciones, 1 : 1.500.000» y que ya se encuentran publicados para veinte sustancias fundamentales.

2 OBJETIVOS Y FUNDAMENTOS

Siendo el objetivo fundamental de estos mapas el planteamiento de investigaciones mineras, cabía concebirlos como mapas metalogenéticos s. s. o como mapas geológicos de yacimientos minerales (metalogenéticos s. l.).

Los primeros exigían disponer de mapas geológicos muy detallados y de conocimientos metalogénicos profundos de los

yacimientos españoles. Desafortunadamente, ésta no es la situación nacional en ninguno de los dos aspectos.

Por lo que se refiere a la base geológica utilizada, la 1 : 200.000, «síntesis de los conocimientos actuales», constituye una toma de conciencia indispensable que pone muy claramente de manifiesto cuán heterogéneo, desigual e incompleto es ese conocimiento geológico del país. Muy inferior, como término medio, al mínimo requerido para acometer la confección de un mapa metalogenético s. s. a escala nacional.

En consecuencia, resulta obvio que, puesto que la investigación metódica de nuestro subsuelo no puede ni debe esperar a que se alcance un nivel adecuado de conocimientos de la infraestructura geológica y minera, era imprescindible adoptar un enfoque absolutamente realista, en consonancia con el concepto mismo de prospección, confeccionando mapas metalogenéticos, en sentido amplio, de los que se pudieran deducir criterios y guías, por pequeños que fueran.

A estas limitaciones de partida habrá que añadir las propias de la ejecución del trabajo: desigual investigación de las fuentes, insuficiente comprobación en el campo, limitación en el tiempo, heterogeneidad de la experiencia personal... Indudablemente que estos mapas nacen afectados de un especial carácter de provisionalidad; pero ello no es en realidad una circunstancia, sino más bien un reflejo de su inmanente perfectibilidad, que se acentúa en las etapas más tempranas de desarrollo. Por esta razón, y aunque se hubiera partido de un nivel superior de conocimientos, la simbología siempre se habría concebido dentro de un sistema aditivo.

Paralelamente al cumplimiento del objetivo primordial, es de interés destacar otros logros que se esperan alcanzar:

- Ofrecer, por primera vez en España, una síntesis de los conocimientos actuales, publicados o que se han podido obtener, sobre nuestros indicios y yacimientos minerales. Esfuerzo que es primer paso hacia una metalogenia española.

- Huir, a escala nacional, de la contemplación aislada de los individuos mineralizados, tan limitada en el espacio por el minifundismo histórico de nuestras concesiones y permisos, para relacionarles con todos aquéllos, más o menos distantes, pero naturalmente vinculados por una comunidad de condiciones geológicas de yacimiento.
- Salir, también, del círculo vicioso de nuestros yacimientos minerales y sus áreas de interés conocidas, mediante un examen integral, de forma que puedan resaltar espontáneamente tipos de yacimientos, nuevos en nuestro estilo y panorama clásicos, y no los mismos que de manera subconsciente siempre se buscan.

La sistemática de representación elegida se apoya en dos principios fundamentales: el primero es que, en investigación minera, presenta un interés de orden superior la caracterización del ambiente geológico en el que yacen los indicios y yacimientos, que las características individuales de éstos; el segundo, que la singularización de un ambiente o rasgo geológico por la incidencia sistemática en él de determinados indicios o yacimientos minerales, aunque se desconozcan las razones genéticas de su existencia, suministra una base analógica, de carácter estadístico, suficiente para permitir suponer, en general, que la repetición del ambiente o rasgo geológico pueda ir acompañada de una correspondiente repetición de los indicios y yacimientos minerales.

Ambos principios se ponen de manifiesto en la cartografía mediante la representación, especial y destacada, de cualquier rasgo u objeto geológico (metalotecto comprobado) que manifieste una relación, de carácter estadístico y validez general o local, con la presencia de determinados yacimientos minerales y pueda constituir, por consiguiente, una guía para su búsqueda. Los metalotectos, así como los indicios y yacimientos con ellos asociados, se representan sobre un fondo geológico especialmente preparado para ser lo más significativo posible desde un punto de vista mineralífero.

La identificación y representación de rasgos geológicos análogos (metalotectos probables y posibles), próximos a los comprobados y acompañados de indicios minerales, da carácter de previsor al Mapa Metalogenético.

Puesto que por debajo de determinadas escalas resulta inevitable, se han utilizado símbolos para los indicios y yacimientos. Ahora bien, el sistema de confección del símbolo deberá ser aditivo, de forma que se pueda pasar progresivamente, en la representación, desde la expresión del mero conocimiento de la existencia del indicio hasta la simbolización de todas sus características metalogenéticas, del ambiente geológico, económicas y de laboreo.

Finalmente, deben separarse claramente en la simbología los datos económicos y de laboreo de los metalogénicos, pues aquéllos, si bien pueden ayudar a cuantificar la posible potencialidad de las áreas favorables, no tienen significado para definir geológicamente a los metalotectos.

3 CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DEL MAPA

3.1 FICHERO DE INDICIOS

Antes de enfrentarse con la formación de los Mapas hay que disponer, por una parte, de la base geológica, y, por otra, de un fichero homogéneo sobre nuestros indicios y yacimientos minerales. La base geológica ha sido la 1 : 200.000, «Síntesis de los conocimientos actuales», preparada con diversos objetivos en el seno del PNIM. La formación del fichero de indicios y yacimientos minerales ha supuesto agotar, en lo posible, la información contenida en las más variadas fuentes, verterla, con conciencia de su fiabilidad en cada caso, en fichas adecuadas y guardarla en la memoria del ordenador. Esta transformación se ha tenido que realizar, por otra parte, mediante una organización y sistemática muy cuidadas, dada la cantidad de datos y el breve tiempo disponible.

Las fuentes utilizadas fueron fundamentalmente las siguientes:

- En primer lugar, las documentales. Se consultaron, aparte de numerosos informes y documentos de carácter confidencial, unas 3.000 publicaciones, que quedaron registradas en fichas perforadas para facilitar su uso cotidiano y también almacenadas en el ordenador.
- La realización, por parte de los equipos del Instituto Geológico y Minero de España, en colaboración con las Secciones de Minas, del análisis de los permisos de investigación y concesiones de explotación, que constituye otro capítulo importante del PNIM.
- Especialistas en sustancias, como la Junta de Energía Nuclear (JEN) en el uranio, o el Departamento de Mineralogía de la Universidad de Madrid en las arcillas industriales, y gran número de personas y Empresas con experiencia en determinadas zonas.
- Finalmente, una de las fuentes más importantes la constituyeron los equipos de investigación que tienen desplazados el IGME y ADARO por el país. De acuerdo a sus zonas naturales de influencia se establecieron 23 sectores, en los cuales los equipos correspondientes no solamente facilitaron una información viva, sino que explotaron por su cuenta de forma descentralizada las diversas fuentes y comprobaron muchos datos dudosos. Estos equipos regionales recibieron el auxilio final en su labor de equipos volantes de la central.

Toda la información regional fue registrada en fichas-cuestionario. En una ficha A de «datos generales» se agrupan los administrativos, geográficos, de concesiones y de fuentes de información. Otra ficha B de «datos metalogénicos» reúne los referentes a la mineralización, sus condiciones de yacimiento, contexto geológico, guías específicas de prospección e interpretaciones genéticas. Existen otras fichas C para las concesio-

nes y D para los permisos de investigación. Finalmente, una ficha R resume los datos correspondientes a indicios agrupados en unidades geológicas fácilmente individualizables. Se han fichado así un total del orden de 8.000 indicios y yacimientos en nuestro país.

La información registrada en estas fichas, dada la diversa fiabilidad de las fuentes de que proviene, es examinada, filtrada, por así decirlo, antes de pasar a otra ficha preparada para el ordenador, codificándose, mediante un interesante sistema puesto a punto por los equipos de geoestadística del IGME y la E. T. S. de Ingenieros de Minas de Madrid, en tres tarjetas IBM de 80 columnas.

3.2 SIMBOLOGIA

3.2.1 Fondo Geológico

Se conservan todos los contactos y rasgos estructurales de la Hoja 1 : 200.000, suprimiendo ciertas formaciones mediante la uniformización de color, y destacando especialmente otras por medio de sobreimpresiones litológicas clásicas.

La simplificación estratigráfica general se ha conseguido mediante el empleo de seis colores que diferencian las formaciones pertenecientes al Precámbrico, Paleozoico, Trías, resto del Mesozoico, Terciario y Cuaternario. El no poder disponer de más colores, por los condicionamientos de la impresión, ha hecho que se prefiera separar al Trías, con una especial significación metalogenética en España, en lugar de cualquier otro de los sistemas componentes del Paleozoico. En los casos necesarios, también se puede realizar por sobrecargas adecuadas.

La litología ígnea se ha resuelto por un sistema mixto de colores y sobrecargas. Los colores se han empleado para marcar una gran división de estas rocas en dos grupos principales, basados fundamentalmente en su nivel de consolidación. De este modo, las plutónicas llevan siempre un fondo de color rojo, mientras que las volcánicas lo llevan verde.

El quimismo diferenciador de unas y otras se señala por medio de sobrecargas diferentes, según sean de carácter ácido, intermedio, básico, ultrabásico o alcalino, que figuran en la primera columna. La segunda columna se reserva para los nombres de las rocas, diferenciadas según estas características.

En algunos casos es preciso alcanzar una mayor precisión en la clasificación de las rocas que aparecen en la superficie de la Hoja metalogenética de que se trate. Este problema se ha resuelto mediante la adición de diversos signos añadidos al fundamental del quimismo, o variando el tamaño o color de éste, según se especifica en las leyendas de las Hojas en las que se ha empleado este artificio.

Un sistema análogo es el que se emplea en la representación de rocas de elevado grado de metamorfismo, y origen dudoso para las que sobre un fondo de color se imprimen determinadas sobrecargas, según el tipo de roca de que se trate (gneis, micacitas, etc.).

Por lo que se refiere a las rocas sedimentarias más comunes, cuando se considera necesario destacar su existencia, se emplean sobrecargas, cuyo significado se explica en las leyendas de las Hojas en que aparecen.

3.2.2 Yacimientos minerales e indicios

Se han separado en la representación las que son características geológicas del yacimiento, inmutables en nuestro período de observación, de aquéllas esencialmente variables, como su importancia económica, grado de laboreo y reservas.

Las primeras constituyen un núcleo o módulo circular de dimensión constante y que tapa la geología infrayacente, mientras que las segundas se representan en una circunferencia concéntrica, pero independiente.

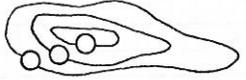
La unidad de representación corresponde a uno o más indicios o yacimientos contenidos en 30 Ha., que es la superficie ocupada por el módulo.

La morfología se obtiene mediante la adición de signos al módulo que además indicarán, por su orientación, la del cuerpo mineralizado.

Se distinguen así: morfología desconocida, filoniana, estratiforme, masiva o diversa, y el caso especial de que el yacimiento sea cartografiable.

En las áreas en las que la densidad de indicios obligaría a la superposición de unos símbolos con otros, se utilizan curvas de densidad de grosor creciente en relación directa en la frecuencia de su aparición. Con esta forma de proceder no solamente se salva un problema de representación, sino que, además, se muestra la geometría, que puede ser significativa, de tales áreas geoquímicamente anómalas.

MORFOLOGIA

REPRESENTACION SIMBOLICA	desconocida		1	estratiforme		3
	filoniana		2	masiva y diversas		4
YACIMIENTO CARTOGRAFIABLE	filoniana		mineralizado mineralizable	masiva		
	estratiforme		mineralizado mineralizable	aluvionar		
DENSIDAD DE MANIFESTACIONES SUPERIOR A LA REPRESENTABLE						Grado de densidad creciente según grosor de curvas de contorno.

El elemento principal, del que la mineralización es mena, se representa por el color del símbolo.

MENA

<input type="radio"/> Pb, Zn, Ag	a	<input type="radio"/> Sb	j	<input type="radio"/> U y radiactivos	s	<input type="radio"/> TR (tierras raras), Zr, mnc (monacita)	v
<input type="radio"/> F	b	<input type="radio"/> Ba, Sr, Mg	k	<input type="radio"/> sales: Na, K, Mg	t	<input type="radio"/> alu (alunita)	w
<input type="radio"/> Cu	c	<input type="radio"/> pyr (pirita)	l	<input type="radio"/> carbones: ant (antracita), hul (hulla), lig (lignito), tur (turba)	u	<input type="radio"/> grf (grafito)	x
<input type="radio"/> Cu, Co, Ni	d	<input type="radio"/> Au, Ag, As	m				
<input type="radio"/> Cr, Ni, Pt	e	<input type="radio"/> dmt (diamante)	n				
<input type="radio"/> Sn, W, Mo, Bi	f	<input type="radio"/> Li, Be, Nb, Ta, Ti	o	<input type="radio"/> silicatos industriales	z	<input type="radio"/> Al (bauxita)	y
<input type="radio"/> Hg	g	<input type="radio"/> Sb, As, Bi	p				
<input type="radio"/> S	h	<input type="radio"/> P (fosfato)	q				
<input type="radio"/> Fe	i	<input type="radio"/> Mn	r				

Se utilizan 14 colores distintos, lo que con el relleno parcial del módulo supone 28 posibilidades, cubriéndose las asociaciones de elementos más frecuentes en España.

Los símbolos químicos de los elementos principales se ponen al lado del módulo, por orden decreciente, según su importancia económica en el yacimiento.

Una letra antepuesta al correspondiente símbolo químico indica la mineralogía de la mena de acuerdo a la codificación siguiente:

- n*: nativos.
- z*: sulfuros y combinaciones afines.
- h*: sales haloideas.
- o*: óxidos, hidróxidos (con tantalatos, niobatos, titanatos, antimoniatos).
- c*: carbonatos, boratos, nitratos, yodatos.
- t*: sulfatos, cromatos, molibdatos, wolframatos.
- f*: fosfatos, arseniatos, vanadatos.
- s*: silicatos.

QUIMISMO

M E N A		G A N G A	
<i>n</i>	nativos	1	
<i>z</i>	sulfuros y combinaciones afines	2	—— silicatada A
<i>h</i>	sales haloideas	3	----- carbonatada B
<i>o</i>	óxidos, hidróxidos (tantalatos, niobatos, titanatos, antimoniat.)	4	----- sulfatada C
<i>c</i>	carbonatos, boratos, nitratos, yodatos	5 otras D
<i>t</i>	sulfatos, cromatos, molibdatos, wolframatos	6	
<i>f</i>	fosfatos, arseniatos, vanadatos	7	
<i>s</i>	silicatos	8	

Según la forma del subrayado del conjunto de elementos de menas se señala la mineralogía dominante de la ganga.

- Silicatada
- Carbonata
- Sulfatada
- Otras

Cuando, como es el caso más frecuente a la escala utilizada, la roca encajante está representada en la geología base, no se utilizará este símbolo. En caso contrario podrá variar de una Hoja a otra y acomodarse así a los detalles locales.

ROCA ENCAJANTE (en el caso de no estar implícita en la base geológica)

6	1	2	1-	7	2-	2	3-	3
5	3	4	4-	4	5-	5	6-	6

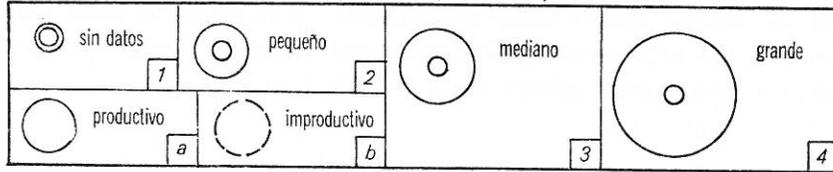
Para representar el proceso genético se ha utilizado prácticamente la misma simbología que el Mapa Metalogénico de Europa 1 : 2.500.000, en la que los procesos endógenos se representan con flechas verticales en sentido ascendente y los exógenos con flechas descendentes.

PROCESO GENETICO

alteración superficial	<i>a</i>	aluvionar	<i>b</i>	sedimentario	<i>c</i>		
vulcano-sedimentario	<i>d</i>	volcánico	<i>e</i>	hidrotermal sin diferenciar	<i>f</i>	epitermal	<i>g</i>
mesotermal	<i>h</i>	catatermal	<i>i</i>	cata-neumatolft.	<i>j</i>	pneumatolítico	<i>k</i>
pegmatítico	<i>l</i>	intramagmático	<i>m</i>	metasomático	<i>n</i>	metamórfico metamorizado	<i>p</i>

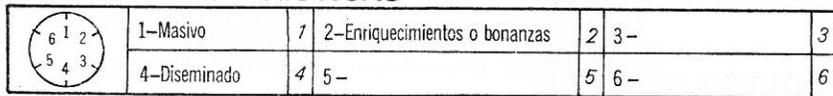
La circunferencia externa únicamente aparecerá en los yacimientos que han sido o son objeto de explotación, y no en los indicios; si es de trazos querrá decir que el yacimiento está inactivo, y si es continua, que está activo. Según su diámetro se indica sucesivamente: la falta de datos y la importancia económica, pequeña, excepcional y grande. La separación entre estas categorías se ha establecido de forma orientativa, según el valor del volumen de metal explotado más las reservas conocidas, apoyándose en las cifras de los Mapas Europeo y Americano.

DATOS ECONOMICOS (Laboreo y reservas)



Se ha aprovechado también la circunferencia externa para representar características geológicas que generalmente sólo hay posibilidad de conocer en yacimientos explotados; la distribución interna de la mineralización, su control estructural de detalle y su edad.

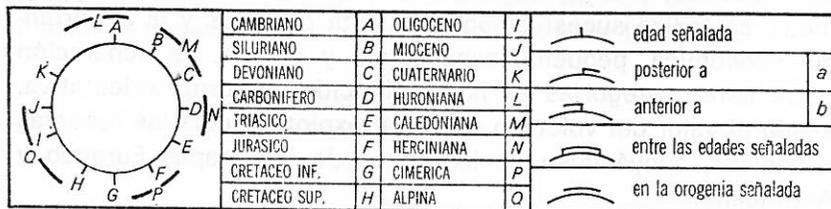
OTRAS CARACTERISTICAS



Así, para la distribución interna de la mineralización, su control estructural de detalle y otras características, se cuenta con seis posiciones de reloj disponibles; unas fijas, como la 1 (masivo), 4 (diseminado) y 2 (en enriquecimiento o bonanzas), y otras que pueden ser variables.

La edad de la mineralización se expresa por posiciones de reloj, externas a la circunferencia, y que se refieren a los distintos períodos geológicos y orogénicos; este sistema, tomado del americano, tiene la ventaja de que con un trazo com-

EDAD



plementario se puede señalar si no se conoce el período exacto, si es posterior a uno, anterior a otro, comprendido entre dos o perteneciente a una orogenia.

3.2.3 Metalotectos

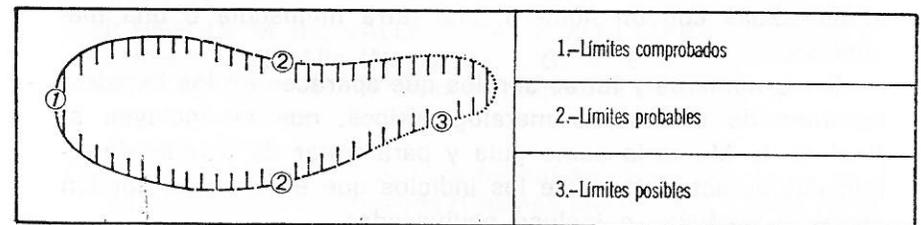
Metalotecto comprobado. Corresponde al caso en que tanto los yacimientos e indicios como su contexto geológico están claramente definidos y relacionados. Se representan por líneas continuas, del mismo color que el de la mena correspondiente, que contornean los rasgos geológicos y siguen a los estructurales.

Metalotecto probable. Se define por analogía de contexto geológico, continuidad espacial con un metalotecto visto y existencia de indicios. Su representación es análoga al del anterior, con líneas de trazos.

Metalotecto posible. Se define por analogía de contexto geológico, rareza o ausencia de indicios, y no necesaria continuidad espacial.

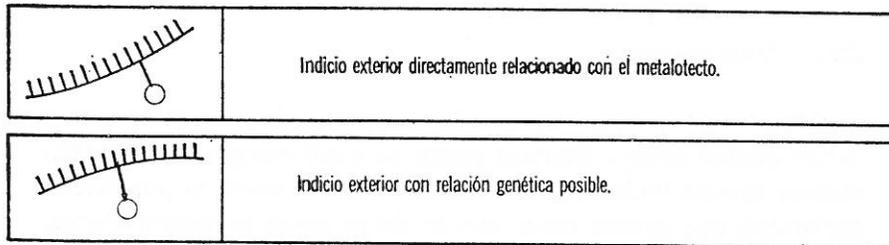
Su representación es análoga a las anteriores, pero con líneas de puntos.

METALOTECTOS



Metalotecto no aflorante. Si el yacimiento se encuentra incluido físicamente en un metalotecto, pero en el mapa geológico no cae sobre él, por ejemplo, porque en superficie aflora

una formación y el yacimiento se encuentra en otra, en profundidad, se le puede relacionar con el afloramiento con una flecha continua.



Metalotecto y yacimiento distanciados. Si el yacimiento no se encuentra incluido físicamente en el metalotecto, pero puede tener una relación con él (por ejemplo, filones de Sn en pizarras y existencias de un granito próximo), ésta se puede sugerir mediante una flecha de trazos uniéndolo con el metalotecto probable.

3.2.4 Codificación

Como puede observarse en la leyenda, a la derecha de la parte dedicada a cada una de las características representadas existe una columna que identifica cada una de las posibilidades simbolizadas con un número, una letra minúscula o una mayúscula.

Estos números y letras son los que aparecen en los listados-resumen de los mapas metalogenéticos, que se incluyen al final de la Memoria como guía y para tratar de aclarar determinadas características de los indicios que en el mapa pueden aparecer confusas o incluso equivocadas.

4 BIBLIOGRAFIA

- ADAN DE YARZA, R. (1885).—«Descripción física y geológica de la provincia de Alava». *Mem. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo 13.
- ALCIVAR, A. N. (1858).—«Memoria sobre las minas de carbón de piedra existentes en los términos municipales de Prejamo, Turruncun y Villarroya (Logroño)».
- ALIA MEDINA, M. (1942).—«Excursión geológica a Guadalajara, Soria y Logroño». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, n.º 40.
- ALVARADO, M.; COMBA, J. A.; OCHOA, J., y RIOS, J. M. (1962).—«Hoja n.º 204. Logroño». *I. G. M. E.*
- ALLOITEAN, J. (1957-60).—«Nouveaux polypiers du cretaceique d'Espagne». *Trab. Lab. Geol. Sem. Conc. Barcelona*, vol. VIII.
- AMAR DE LA TORRE, R. (1866).—«Estudio de las memorias estadísticas en 1866. Navarra». *Rev. Min.*, tomo 20.
- ANONIMO (1932).—«Reservas de cobre en España. Los Arcos». *Not. y Com.*, n.º 4.
- ASHAUER, H. (1943).—«La terminación oriental de los Pirineos». *Publ. Ext. Geol. Esp.*
- BENTHER, A.; DAHM, H.; KNEUPER-HAAK, F., y MENSINK, H. (1960).—«Der jura und wealde im Nordost-Spanien (Sierra de las Cameras)». *Beih. Geol. Jahrbuch.*, n.º 44.
- BRINKMANN, R. (1957).—«Terciario y Cuaternario antiguo de las cadenas celtibéricas occidentales». *Est. Geol.*, vol. 13, n.º 34.
- CANTOS FIGUEROLA, J. (1953).—«Investigación hidrogeológica, por el método eléctrico, en Logroño». *Mem. I. G. M. E.*, tomo 55.
- CINCUNEGUI, M. de; VALLE, A. del, y MENDIZABAL, J. (1943).—«Hoja n.º 172. Allo (Navarra)». *I. G. M. E.*
- CIRY, R. (1967).—«Evolution paleographique et structurale de la region basco-cantabrique». *Comp. Rend. Somm. Soc. Géol. France*, Fasc. 9.
- COLCHEN, M. (1964).—«Sur les formations carbonifères du nord de la Sierra de la Demanda (Chaînes Iberiques)». *Comp. Rend. Acad. Sci. Paris*.
- (1966).—«Sur la tectonique tertiaire du massif paleozoique de la sierra de la Demanda (Espagne) et de sa couverture mesozoique et cenozoique». *Bull. Soc. Géol. France*, 7.ª serie, tomo 8, n.º 1.

- (1968).—«Carte geologique de la sierra de la Demanda». *Doc. Particular*.
- CRUSAFONT, M.; TRUYOLS, J., y RIBA, O. (1966).—«Contribución al conocimiento de la estratigrafía del Terciario continental de Navarra y Rioja». *Not. y Com.*, n.º 90.
- DIAZ, R.; ECHANOVE, Y.; VELARDE, R., y ALMAZAN, R. (1934).—«Estudio geológico industrial de la zona de hierros de Monterrubio de la Sierra». *Cat. Des. Cri. Min.*, tomo 2.
- ELVIRA, J. (1934).—«Criaderos de plomo de Mantilla de la Sierra y otros (Prov. Logroño)». *Cat. Des. Cri. Min.*, tomo 2.
- ESSO IBERIA; INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZACION.—«Mapa geológico del oeste del Ebro y montañas adyacentes». *Hidrocarburos*.
- FEUILLEE, P. (1967).—«Le cénoomanien des pyrénées basques aus Asturies essai d'analyse stratigraphique». *Mém. Soc. Géol. France*, n.º 108.
- HAHNE, C.; RICHTER, G., y SCHRODER, E. (1930).—«Zu tektonik du keltiberischen ketten». *Abhan. Gessell. Wissen. Gött.*, n.º 5.
- HEREDIA, J., y RIERA, E. (1933).—«Estudio industrial de los criaderos de cobre en Arcos (Navarra)». *Cat. Des. Cri. Min.*, tomo 1.
- HERNANDEZ SAMPELAYO, P. (1925).—«Informe sobre las minas de hierro de Ezcaray». *Informe*.
- (1942).—«Isleos de Aragón y otros referidos». *Mem. I. G. M. E.* tomo 45.
- (1942).—«Criaderos de mineral de hierro de la sierra de la Demanda». *Informe*.
- I. G. M. E. (DPTO. ESTUDIOS GEOLOGICOS) (1968).—«Mapa provincial de Alava». *I. G. M. E.*
- (1969).—«Mapa provincial de Logroño». *I. G. M. E.*
- INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZACION; I. G. M. E.; AERO SERVICE, LTD. (1967).—«Mapa geológico de la cuenca del Duero». *Inst. Nac. Col./I. G. M. E.*
- LOGTERS, H., y VOORT, H. (1968).—«Die Gastain. Structur». *Geol. Runds.* B. 57, H. 2.
- LOTZE, F. (1958).—«Geologische karte de Pyrenäisch-kantabrischen grenzgebietes». *Universidad de Münster/Westf.*
- (1960).—«Sobre la tectónica de la parte oriental de la Demanda». *Not. y Com.*, n.º 57.
- LLOPIS LLADO, N. (1945).—«Sobre la estructura de Navarra y los enlaces occidentales de Pirineo». *Misc. Alme.*, tomo 7 (1.º parte).

- MANGIN, J. Ph. (1958, 1959-60).—«Le nummulitique sud-pyrénéen à l'ouest de l'Aragón». *Tesis C. S. I. C.*, n.º 85, *Rev. Pirineos*, n.º 51-58.
- MANGIN, J. Ph., y RAT, P. (1961).—«L'évolution post-hercynienne entre Asturies et Aragon». *Mém. Soc. Géol. de France. Livr. Mem. Prof. P. Fallot*.
- MENDIZABAL, J.; COMBA, A.; RIOS, J. M., y TEIXEIRA, C. (1947).—Hoja n.º 243. Calahorra (Logroño). *I. G. M. E.*
- MODESTO DEL VALLE, A. (1934).—«Estudio de la zona asfáltica de la provincia de Alava». *Cat. Des. Cri. Min.*, tomo 2.
- NAVARRO ALVARGONZALEZ, A.; VILLALON DAVILA, C., y TRIQUEROS MOLINA, E. (1960).—«Hoja n.º 241. Auguiano (Logroño)». *I. G. M. E.*
- ORIOI Y VIDAL, R. (1873).—«Carbones minerales de España. Logroño».
- PALACIOS, P. (1890).—«Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Soria». *Mem. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo 16.
- PLAZIAT, J. G. (1970).—«La limite cretace-tertiaire en Alava méridionale (Pays basque espagnol). La Rogacien n'y est pas l'équivalent continental du Danien». *Comp. Rend. Somm. Soc. Géol. France*, Fasc. 3.
- RAMBAUD PEREZ, F. (1960).—«La falla inversa del borde N. de la Sierra de la Demanda en el cerro de Peñalba». *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, n.º 58.
- REMACHA, R. (1957).—«Criaderos de hierro de Monterrubio (Logroño)». *Informe*.
- RIBA, O. (1955).—«Sur le type de sedimentation du tertiaire continental de la partie ouest du bassin de l'Ebre». *Geol. Runds.*, B. 51, H. 1.
- (1967).—«Resultados de un estudio sobre el Terciario continental de la parte este de la depresión central Catalana». *Act. Geol. Hisp.*, n.º 1.
- RICHTER, G., y TEICHMULLER, R. (1933).—«Die Entwicklung der keltiberischen ketten». *Abhan. Gessell. Wissen. Gött.*
- RICHTER, G. (1956).—«Las cadenas Ibéricas entre el Valle del Jalón y la Sierra de la Demanda». *Pub. Ext. Geol. Esp.*, n.º 9.
- RUIZ DE GAONA, M. (1956).—«Memoria estratigráfica de los yacimientos ofíticos de Navarra». *Est. Geol.*, n.º 31-32.
- SANCHEZ LOZANO, R. (1932).—«Reservas de cobre en España. Ezcaray». *Not. y Com.*, n.º 4.
- SOLE SABARIS, L. (1954).—«Sobre la estratigrafía de las Barde-

- nas y los límites del Oligoceno y del Mioceno en el sector occidental de la depresión del Ebro». *Real Soc. Esp. Hist. Nat.*
- VALDEBRO (1955).—«Geological map of the northeast. side of the Iberica mountains». *Valdebro*.
- «Geologie map of west Soria region northern Spain». *Valdebro*.
- VALLE, J. (1969).—«Mapa de la provincia de Navarra». *I. G. M. E. Diputación Provincial de Navarra*.
- VALLE, A. del (1929).—«Investigación de las sales potásicas de Navarra». *Bol. I. G. M. E.*, tomo 51.
- VALLE, A. del; MENDIZABAL, J., y CINCUNEGUI, M. (1933).—«Hoja n.º 171. Viana (Navarra-Alava)». *I. G. M. E.*
- (1936).—«Hoja n.º 205. Lodosa (Navarra)». *I. G. M. E.*
- WIENANDS, A. (1964).—«Über des oberkarbon und das alter der Variszischen faltung in der Sierra de la Demanda (nordspanien, prov. Burgos und Logroño)». *Neues Jarhb. Geol. Paleont. Mh.*
- (1964).—«Zur Begrenzung des kambriums in der Sierra de la Demanda. Nord-Spanien». *Neues Jarhb. Geol. Paleont. Mh.*, n.º 12.
- (1966).—«Über den Muschelkalk in der Sierre de la Demanda (nord-Spanien)». *Neues Jarhb. Geol. Paleont. Mh.*, Heft. 3.

NUMERO	COORDENADAS Lambert		HOJA 1:50.000	SUSTANCIA	PROVINCIA	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION									
	x	y					Morfología	Mena	Quimismo		Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras característic.	
									Mena	Ganga						
1	647,7	894,1	169	Pb	Burgos	Pancorbo	1	a	2							
2	648	892,6	169	kao	»	»	1	z	8							
3	726	836,3	281	pyr	Logroño	Muros de Aguas	1	l	2		4					
4	668,3	892,2	169	Na	»	Haro	4	t	3			c				
5	668	891,1	169-70	lig-kao	»	»	3	u	1			c				
6	684,6	893,1	170	asf	»	Peñacerrada	3	x	1	B	1	c	2a	H	4	
7	698,5	894,4	171	asf	Alava	Bernedo	3	x	1	B	1	c	2a	H	4	
8	699,3	895,6	171	asf	»	Román de Campero	3	x	1	B	1	c	2b	H	4	
9	706,1	891,7	171	Na	»	Aguilar de Codos	4	t	3			c				
10	708,2	890,7	171	Na	»	»	4	t	3			c				
11	713,9	891,7	171	Cu, Pb	Navarra	Otiñano	3	c	5	A	3	c		I	4	
12	714,9	890,6	171	Cu, Pb	»	Desojo	3	c	5	A	3	c		I	4	
13	716,4	890,9	171	Cu, Pb	»	Ubago	3	c	5	A	3	c		I	4	
14	717,5	890,3	171	Cu, Pb	»	Ubago, Mues	3	c	5	A	3	c		I	4	
15	719	890,3	171	Cu, Pb	»	Mues	3	c	5	A	3	c		I	4	
16	720,4	890,8	171	Cu, Pb	»	Sorlada	3	c	5	A	3	c		I	4	
17	720,8	890,3	171	Cu, Pb	»	»	3	c	5	A	4	c	2b	I	4	
18	747,5	893,3	172	Cu	»	Cirauquí	3	c	5	A	3	c		J	4	
19	644,1	876	202	Na	Burgos	Cerezo del Río Tirón	3	t	6		4	c	2a	J		
20	713,5	860,9	204	lig	Logroño	Lagunilla de Jubera	3	u	1		4	c	2b	J		
21	720,3	868,7	204	Na	»	Alcanadre	3	t	63		4	c	2b	J	1	
22	722,4	868,8	204	Na	»	»	3	t	63		4	c	2b	J	1	
23	723,6	868,2	205	Na	»	»	3	t	63		4	c	2b	J	1	
24	653,6	858,7	240	Fe	»	Ezcaray-Zorraguín	4	i	45	B	1	fn				
25	655,1	857,4	240	Fe	»	Ezcaray	4	i	45	B	12	fn				
26	652,9	855,6	240	Fe	»	Ezcaray-Zorraguín	4	i	45	B	1	fn				
27	652	855,5	240	Fe	»	Ezcaray	4	i	45	B	1	fn				
28	654,3	856,6	240	Pb	»	»	1	a	2							
29	658,2	856,2	240	Fe	»	»	4	i	45	B	12	fn				

Nota.—El caolín se representa en esta Hoja por kao.

NUMERO	COORDENADAS Lambert		HOJA 1:50.000	SUSTANCIA	PROVINCIA	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION										
	x	y					Morfología	Mena	Quimismo		Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras características.		
									Mena	Ganga							
30	659,2	856,4	240	Cu, Pb	Logroño	Ezcaray	1	c	2								
31	665	855,8	240	Fe	»	San Millán de la Cogolla	4	i	45	B	12	fn					
32	651,2	854,2	240	Fe	»	Ezcaray	4	i	45	B	12	fn					
33	655,1	854,5	240	Fe	»	»	4	i	45	B	12	fn					
34	652	852,8	240	Fe	»	»	4	i	45	B	12	fn					
35	653,4	853	240	Cu, Pb	»	»	1	c	2								
36	657,9	852,6	240	Fe	»	»	4	i	45	B	12	fn					
37	652,9	852	240	Fe	»	»	4	i	45	B	12	fn					
38	653,4	850,8	240	Fe	»	»	4	i	45	B	12	fn					
39	655	850,6	240	Fe	»	»	4	i	45	B	12	fn					
40	655,6	851,4	240	Fe	»	»	4	i	45	B	12	fn					
41	655	849,5	240	Cu	»	»	1	c	2								
42	657,9	850,5	240	Fe	»	»	4	i	45	B	12	nf					
43	657,9	850,5	240	Fe	»	»	4	i	45	B	12	nf					
44	659	851,8	240	Fe	»	»	4	i	45	B	12	nf					
45	655,2	848,8	240	Fe	»	»	4	i	45	B	12	nf					
46	658,3	847,6	240	Fe	»	»	4	i	45	B	12	nf					
47	666,4	849,3	240	Cu	»	Anguiano	2	c	25	A	2	f					4
48	648,6	845,2	240	Cu, Pb	»	Canales de la Sierra	1	c	2								
49	647,7	843,7	240	Fe	»	»	4	i	45	B	12	nf					
50	654,4	845,9	240	Fe	»	Ezcaray	4	i	45	B	12	nf					
51	654,3	844,6	240	Pb	»	»	1	a	2								
52	660,2	842,3	240	Pb, Ag	»	Mansilla	2	a	2	A	2	f	2b	aA			
53	662,2	843,6	240	Pb, Ag	»	»	2	a	2	A		f	2b	aA			
54	665,3	847,3	240	Fe	»	Anguiano	4	i	45	B	12	nf					
55	664,7	841,4	240	Pb, Ag	»	Viñiegra de Abajo	2	a	2	Ac		f	2b	aA			
56	674,8	851,3	240	Fe	»	Anguiano	4	i	45	B	12	nf					
57	688,5	850,3	241	Cu, Ag	»	Torrecilla de Cameros	1	c	25	A	3						
58	684,9	846,3	241	Cu	»	Nieva de Cameros	1	c									

NUMERO	COORDENADAS Lambert		HOJA 1:50.000	SUSTANCIA	PROVINCIA	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION								
	x	y					Morfología	Mena	Quimismo		Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras característic.
									Mena	Ganga					
59	672	842,8	241	Pb, Cu	Logroño	Ventrosa, Briera de Cameros	2	ac	2	A	3	f			
60	689,2	842,2	241	Cu, Ag	»	Gallinero de Cameros	1	c	2	A			1b		
61	688,5	841,1	241-79	Cu, Ag	»	»	2	c	2	A			1b		
62	696,9	849,5	242	Pb	»	Torre de Cameros	1	a	2						
63	713,9	857,6	242	Pb, Zn	»	Santa Engracia	3	a	2	AB	14		2b		4
64	714,7	855,3	242	Pb, Zn	»	Jubera	3	a	2	AB	14		2b		4
65	716,8	847	242	Cu	»	Arnedillo	1	c	2						
66	704,5	844,6	242	Pb	»	Hornillos de Cameros	1	a	2						
67	722	844,2	242	lig	»	Arnedillo, Préjano	3	u	1		23	c	2b		G
68	702,8	842,6	242	Cu, Ag	»	San Román de Cameros	3	c	2						
69	724	842,8	243	lig	»	Préjano	3	u	1		23	c	2b		G
70	641,4	839,6	278	Fe	Burgos	Barbadillo de Herreros	4	i	45	B	12	nf			
71	642,3	840	278	Fe	»	»	4	i	45	B	12	nf			
72	642,3	840	278	Fe	»	»	4	i	45	B	12	nf			
73	645,4	839,6	278	Fe	»	»	4	i	45	B	12	nf			
74	647,6	839	278	Fe	»	Monterrubio de la Demanda	4	i	45	B	12	nf	2b		
75	647,6	839	278	Fe	»	»	4	i	45	B	12	nf	2b		
76	647,6	838	278	Cu, Ag	»	»	1	c	25	D			1b		
77	647,6	838	278	Cu, Ag	»	»	1	c	25	D			1b		
78	652,6	839,4	278	Cu, Ag	Logroño	Canales de la Sierra	3	c	2				2b		
79	652,6	839,4	278	Cu, Ag	»	»	3	c	2				2b		
80	652,6	839,4	278	Cu, Ag	»	»	3	c	2				2b		
81	655,2	839,6	278	Fe	»	»	4	i	45	B	12	nf			
82	655,2	839,6	278	Fe	»	»	4	i	45	B	12	nf			
83	659,1	838,9	278	Ba	»	Mansilla	1	k	6						
84	660,9	840	278	Pb, Ag	»	»	2	a	2	A	2	f	2b	aA	4
85	662,8	840,6	278	Pb	»	»	2	a	2		2	f		aA	4
86	664,2	839,6	278	Cu	»	Viriegra de Abajo	2	c	25	A	2	f			4
87	665,9	840,3	278	Pb, Ag	»	»	2	a	2	A	3	f	2b	aA	4

NUMERO	COORDENADAS Lambert		HOJA 1:50.000	SUSTANCIA	PROVINCIA	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION								
	x	y					Morfología	Mena	Quimismo		Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras característic.
									Mena	Ganga					
88	661,4	838,4	278	Pb	Logroño	Mansilla, Viniegra de Abajo	2	a	2			f	2b		
89	664,6	837,7	278	Cu	»	Viniegra de Abajo	1	c	2	A					
90	666,1	838,9	278	Fe	»	»	4	i	45	B	12	fn			
91	641,5	836,2	278	Fe	Burgos	Vallejimeno	2	i	4	A	2	f			
92	641,5	836,2	278	Fe	»	»	2	i	4	A	2	f			
93	643	836,4	278	Fe	»	»	4	i	45	B	12	nf			
94	644,7	835,8	278	Fe	»	Huerta de Abajo	4	i	45	B	12	nf	2b		
95	657,6	835,4	278	Fe	Logroño	Villavelayo	4	i	45	B	12	nf			
96	663,2	833,9	278	Fe	»	Mansilla	4	i	45	B	12	nf			
97	665,2	832,8	278	Fe	»	Viniegra de Abajo, Mansilla	4	i	45	AB	12	nf	2b	1	
98	668,1	834,8	278	Cu	»	Viniegra de Arriba	1	c	2						
99	667,6	833,2	278	Fe	»	Viniegra de Abajo	4	i	45	B	12	nf			
100	666,7	832,6	278	Fe	»	»	4	i	45	B	12	nf			
101	653,7	833,7	278	Fe	»	Canales de la Sierra	4	i	45	B	12	nf			
102	653,7	833,7	278	Fe	»	»	4	i	45	B	12	nf			
103	653,9	831,5	278	Fe	Burgos	T. de Arriba, Canales	4	i	45	B	12	nf			
104	655,4	833,9	278	Fe	Logroño	Canales de la Sierra	4	i	45	B	12	nf			
105	656,7	834	278	Fe	»	Villavelayo	4	i	45	B	12	nf			
106	659,2	832,8	278	Fe	»	»	4	i	45	B	12	nf			
107	659,6	831,6	278	Fe	»	»	4	i	45	B	12	nf			
108	660,6	833,3	278	Fe	»	»	4	i	45	B	12	nf			
109	662,6	831,4	278	Fe	»	Mansilla	4	i	45	B	12	nf			
110	664,2	831	278	Fe	»	Viniegra de Abajo	4	i	45	B	12	nf			
111	662,1	828,4	278	Pb	Burgos	Neila	1	a	2						
112	649,9	839,5	278	Fe	Logroño	Canales de la Sierra	4	i	45	B	12	nf			
113	656,7	836,1	278	Cú	»	Villavelayo	2	c	25		23	f			
114	646	834,9	278	Fe	Burgos	Huerta de Abajo	4	i	45	B	12	nf			
115	672,6	837,6	279	Fe	Logroño	Ventrosa	4	i	45	B	12	nf			
116	674,4	839,9	279	Fe	»	Brieva de Cameros	4	i	45	B	12	nf			

