



IGME

6-13

DIVISION DE MINERIA (Fichas)
ARMARIO N.º V

MAPA METALOGENETICO DE ESPAÑA

E. 1:200.000

IRUN-PAMPLONA

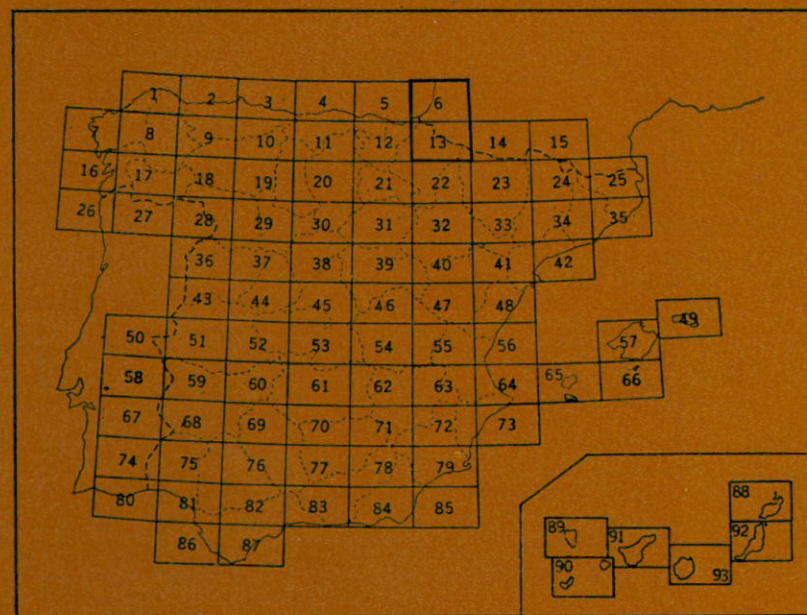
Primera edición

Documento perteneciente al Archivo de la
División de Investigaciones Mineras
Archivo n.º _____ Armario _____ Estante _____
Ref.º _____
Instituto Geológico y Minero de España

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



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA METALOGENETICO DE ESPAÑA
E. 1:200.000

IRUN-PAMPLONA

Primera edición

Documento perteneciente al Archivo de la
División de Investigaciones Mineras

Archivo n.º Armario Estante

Ref.^a

Instituto Geológico y Minero de España

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

INDICE

	Págs.
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

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

Depósito Legal: M-1.194-1975

Imprenta IDEAL - Chile, 27 - Madrid-16

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 (ENAD:MSA), 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 pre-visores 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 metalogena 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 predictor 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. CARACTERISTICAS 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 cuidadosa, 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 concesiones

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.

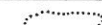
La unidad de representación corresponde a uno o más indicios o yacimientos contenidos en 30 Ha., que es la superficie ocupada por el módulo.

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

☐ Pb, Zn, Ag	a	☐ Sb	j	☐ U y radiactivos	s	☐ TR (tierras raras) Zr, mnc (monacita)	v
☐ F	b	☐ Ba, Sr, Mg	k	☐ sales: Na, K, Mg	t	☐ alu (alunita)	w
☐ Cu	c	☐ pyr (pirita)	l	☐ carbones: ant (antracita) hul (hulla) lig (lignito) tur (turba)	u	☐ grf (grafito)	x
☐ Cu, Co, Ni	d	☐ Au, Ag, As	m			☐ asf (asfalto)	
☐ Cr, Ni, Pt	e	☐ dmt (diamante)	n				
☐ Sn, W, Mo, Bi	f	☐ Li, Be, Nb, Ta, Ti	o				
☐ Hg	g	☐ Sb, As, Bi	p	☐ silicatos industriales	z	☐ Al (bauxita)	y
☐ S	h	☐ P (fosfato)	q				
☐ Fe	i	☐ 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			GANGA	
<i>n</i>	nativos	1	—	A
<i>z</i>	sulfuros y combinaciones afines	2	—	
<i>h</i>	sales haloideas	3	—	
<i>o</i>	óxidos, hidróxidos (tantalatos, niobatos, titanatos, antimoniat.)	4	-----	B
<i>c</i>	carbonatos, boratos, nitratos, yodatos	5	-----	
<i>t</i>	sulfatos, cromatos, molibdatos, wolframatos	6	-----	C
<i>f</i>	fosfatos, arseniatos, vanadatos	7		
<i>s</i>	silicatos	8		D

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

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

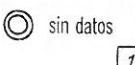
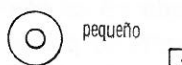
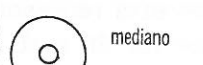
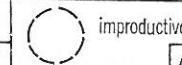
Para representar el proceso genético se ha utilizado prácticamente la misma simbología que el Mapa Metalogenético de Europa 1 : 2.500.000, en la que los procesos endógenos se representan con flechas verticales en sentido ascendente y los exógenos con flechas descendentes.

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-neumatolít.	<i>j</i>	 pneumatolítico	<i>k</i>	
 pegmatítico	<i>l</i>	 intramagmático	<i>m</i>	 metasomático	<i>n</i>	 metamórfico metamorfozado	<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)

 sin datos	 pequeño	 mediano	 grande
1	2		
 productivo	 improductivo		
a	b	3	4

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

	1-Masivo	1	2-Enriquecimientos o bonanzas	2	3-	3
	4-Diseminado	4	5-	5	6-	6

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 complemen-

tario 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

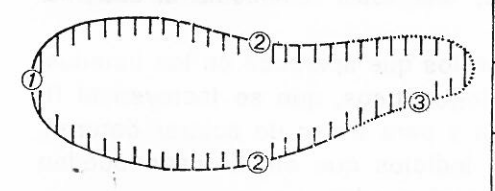
Metalotecto comprobado. Corresponde al caso en que tanto los yacimientos e indicios como su contexto geológico están claramente definidos y relacionados. Se representan por líneas continuas, del mismo color que el de la mena correspondiente, que contornean los rasgos geológicos y siguen a los estructurales.

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.

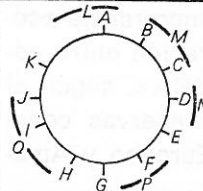
Su representación es análoga a las anteriores, pero con líneas de puntos.

METALOTECTOS

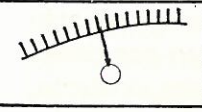
	1-Límites comprobados
	2-Límites probables
	3-Límites posibles

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

EDAD

	CAMBRIANO	A	OLIGOCENO	I		edad señalada
	SILURIANO	B	MIOCENO	J		posterior a
	DEVONIANO	C	CUATERNARIO	K		anterior a
	CARBONIFERO	D	HURONIANA	L		
	TRIASICO	E	CALEDONIANA	M		
	JURASICO	F	HERCINIANA	N		
	CRETACEO INF.	G	CIMERICA	P		
	CRETACEO SUP.	H	ALPINA	Q		

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

	Indicio exterior directamente relacionado con el metalotecto.
	Indicio exterior con relación genética posible.

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 existencia de un granito próximo), ésta se puede sugerir mediante una flecha de trazos uniendo el indicio 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

HOJA N.º 6

- ADAN DE YARZA, R. (1884).—«Descripción física y geológica de la provincia de Guipúzcoa». *Mem. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo 12.
- AMAR DE LA TORRE, R. (1866).—«Extracto de las memorias estadísticas de 1866 (Guipúzcoa)». *Rev. Min.*, tomo 20.
- CIRY, R. (1967).—«Evolution paléogéographique et structurale de la région basco-cantabrique». *Comp. Rend. Somm. Soc. Géol. France*, Fasc. 9.
- CLAUSTHAL ZELLERFELD (1964).—«Beispiele spitzwinkiger Achsenüberprägung ans den spanischen westpyrenäen». *Zeits. Deutsch. Geol. Gessell.* Band 116, 3 Teil.
- ESNAOLA, J. M.; JEREZ MIR, L.; REY JORISSEN, R., y RUBIO SUSAN, V. (1968).—«Mapa geológico de Guipúzcoa». *I.G.M.E.*
- FEUILLEE, P. (1967).—«Le cénomanien des pyrénées basques aus Asturies essai d'analyse stratigraphique». *Mém. Soc. Géol. France*, n.º 108.
- LOTZE, FRANZ (1958).—«Geologische karte des Pyrenäisch-Kantabrischen grenzgebietes». *Universidad de Münster/Westf.*
- MANGUIN, J. Ph., y RAT, P. (1961).—«L'évolution post-hercynienne entre Asturies et Aragón». *Mém. Soc. Géol. France. Livr. Mém. Prof. P. Fallot.*

- ADAN DE YARZA, R. (1884).—«Descripción física y geológica de la provincia de Guipúzcoa». *Mem. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo 12.
- ALMELA, A.; RIOS, J. M., y ALASTRUE, E. (1957).—«Mapa geológico de Huesca». *I.G.M.E.*
- AMAR DE LA TORRE, R. (1866).—«Estudio de las memorias estadísticas de 1866. Navarra». *Rev. Min.*, tomo 20.
- ANONIMO.—«Reservas de cobre en España. Yauci y Vera». *Not. y Com.*, n.º 4.
- BOER, H. U., y MOHR, K. (1966).—«Zum magmatismus im Aldudes-Quinto Real massif in den Spanischen westpyrenäen». *Z. Deutsch. Geol. Gessel.* B. 116, tomo 3.
- BOER, H. U. (1967).—«Beispiele spitzwinkliger Achsenüberprägung aus den Spanischen westpyrenäen». *Z. Deutsch. Geol. Gessel.* B. 116, tomo 3.
- CIA, P. (1859).—«Ligeros apuntes sobre el terreno nummulítico de las inmediaciones de Pamplona». *Rev. Min.*, tomo 10.
- CIRY, R.; AMIOT, M., y FEUILLEE, P. (1963).—«Les trasgressions crétacées sur le massif d'Oroz Betelu (Navarre, Espagne)». *Bull. Soc. Géol. de France*, 7.^a Serie, n.º 5.
- CIRY, R. (1967).—«Evolution paléographique et structurale de la région basco-cantabrique». *Comp. Rend. Somm. Soc. Géol. France*, Fasc. 9.
- CLAUSTHAL ZELLERFELD (1964). — «Beispiele spitzwinkliger Achsenüberprägung aus den Spanischen westpyrenäen». *Zeits. Deutsch. Geol. Gessel.* Band 116, 3 Teil.
- (1964).—«Zum magmatismus im Aldudes —Quinto Real— massif in den Spanischen westpyrenäen». *Zeits. Deutsch. Geol. Gessel.* Band 116, 3 Teil.
- 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.
- CUP, K. C., y WENSINK, H. (1959).—«The lead-zinc ores of the Yenfeito near Panticosa (Spanish Pyrenees)». *Geol. Mijn.*, n.º 12.
- CHESTERIKOFF, A. (1964).—«Note sur l'existence d'un paléodôme dans la région de Burguete-Arive-Arrieta. (Pyrénées

basques espagnoles)». *Bull. Soc. Géol. France*, 7.^a Serie, tomo 6, n.º 2.

- DAMESTOY, G. (1961).—«Esquisse tectonique du massif des Aldudes-Quinto-Real (Basses Pyrénées)». *Comp. Rend. Somm. Soc. Géol. France*, Fasc. 4.
- ECHEVARRIA CABALLERO, y GARCIA SALINAS, F. (1964).—«Estudio geológico de la zona española de Lácara (Valle Alto del Roncal, Navarra)». *Not. y Com.*, n.º 74.
- ELSBURG, J. N. VAN (1968).—«Geology of the upper cretaceous and part of the lower tertiary north of Hecho and Aragüés del Puerto». *Est. Geol.*, Vol. 24, n.º 1-2.
- ESNAOLA, J. M.; JEREZ MIR, L.; REY JORISSEN, R., y RUBIO SUSAN, V. (1968).—«Mapa geológico de Guipúzcoa». *I.G.M.E.*
- ESSO IBERIA; INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZACION. — «Mapa geológico del oeste del Ebro y montañas adyacentes». *Hidrocarburos*.
- FERNANDEZ IRUEGAS, P. (1947).—«Estructuras geológicas de Aoiz (Navarra)». *Miner. y Metalurg.* (4.^a revista).
- FEUILLEE, P., y SIGAL, J. (1965).—«La transgresion du Crétace Superior (flysch nord pyrénéen) sur le massif des Cinco-Villas (Pyrénées basques)». *Bull. Soc. Géol. France*, 7.^a Serie, tomo 7, n.º 1.
- FEUILLEE, P. (1967).—«Le cénomanien des pyrénées basques aus. Asturies essai d'analyse stratigraphique». *Mém. Soc. Géol. France*, n.º 108.
- GOMEZ DE LLARENA, J. (1952).—«Sobre el origen de la dolomita del Puerto de Velato (Navarra)». *Not. y Com.*, n.º 26.
- (1964).—«Observaciones complementarias y experimentales sobre la magnesita sedimentaria. Asturreta». *Not. y Com.*, n.º 66.
- GARCIA SIÑERIZ, J. (1941).—«Investigación sísmica en Monreal y en Puente la Reina-Obanos-Tirapu». *Mem. I.G.M.E.*, tomo 44.
- HEDDEBAUT, C. (1967).—«Observations tectoniques sur le massif des Aldudes (Basses-Pyrénées)». *Comp. Rend. Somm. Soc. Géol. Fr.*, Fasc. 7.
- I. N. I.—«Perímetro d'Anso-Berdun-Schema structural». *I.N.I.*
- INSTITUT FRANÇAIS DU PETROLE (1960).—«Carte géologique provisoire de la région de Pamplona». *I.N.I.-COPAREX*.
- IRIUSTA, C., y ALONSO, R. (1934).—«Estudio geológico industrial de las minas comprendidas en la región norte de Navarra y término de Irún, en la provincia de Guipúzcoa». *Cat. Des. Cri. Min.*, tomo 2.

- LAMARE, D. (1934).—«Cinco mapas geológicos de Navarra, Naya, Elizondo, San Sebastián y Tolosa».
- (1936).—«Recherches géologiques dans les pyrénées basques d'Espagne». *Mém. Soc. Géol. France*.
- LOTZE, FRANZ (1958).—«Geologische karte de Pyrenäischg-Kantabrischen grenzgebiete». *Universidad de Münster/Wetsf.*
- LLOPIS LLADO, N. (1945).—«Sobre la estructura de Navarra y los enlaces occidentales del Pirineo». *Miscel. Alm.*, tomo 7 (1.^a parte).
- (1947).—«El relieve del Alto Valle del Aragón». *Rev. Pirineos*, n.º 5.
- MALLADA, L. (1878).—«Descripción física y geológica de la provincia de Huesca». *Mem. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo 6.
- MANGIN, J. Ph. (1958) (1959-60).—«Le nummulitique sud-pyrénéen à l'ouest de l'Aragón». *Tesis C.S.I.C.*, n.º 85/Fac. Sc. Univ.-Dijon (Theses)/*Rev. Pirineos*, n.º 51-58.
- MANGIN, J. Ph., y RAT, P. (1961).—«L'évolution post-hercynienne entre Asturies et Aragón». *Mém. Soc. Géol. France. Livr. Mém. Prof. P. Fallot*.
- MARTIN DONAYRE, F. (1866).—«Mapa provincial de Zaragoza». *I.G.M.E. Com. Map. Geol. Esp.*
- MENDIZABAL, J., y RUIZ DE GAONA, M. (1949).—«Hoja n.º 141. Pamplona (Navarra)». *I.G.M.E.*
- RIERA COELLO, E. (1930).—«Estudio geológico e industrial de las minas de hierro Quinto-Real». *Cat. Des. Cri. Min.*, tomo 2.
- RIOS, J. M.; ALMELA, A., y GARRIDO, J. (1944).—«Datos para el conocimiento estratigráfico y tectónico del Pirineo Navarro». *Not. y Com.*, n.º 13 (14).
- (1945).—«Datos para el conocimiento estratigráfico y tectónico del Pirineo Navarro». *Not. y Com.*, n.º 14.
- (1946).—«Datos para el conocimiento estratigráfico y tectónico del Pirineo Navarro». *Not. y Com.*, n.º 16.
- RIOS, J. M. (1954).—«Bosquejo geológico de parte del país vasco-cántabro». *Rev. Pirineos*, n.º 31-32.
- RUIZ DE GAONA, M. (1947).—«El Bartoniense de la cuenca de Pamplona». *Not. y Com.*, n.º 17.
- SCHWARZ (1962).—«Geology and paleomagnetism of the Valley of the río Aragón subordan north and east of Oza». *Est. Geol.*, Vol. 18, n.º 3-4.
- SELZER, G. (1948).—«Geología de las sierras sur-pirenaicas del Alto Aragón». *Pub. Ext. Geol. Esp.*, n.º 4.
- SERVICIO AGRONÓMICO NACIONAL; MINISTERIO AGRICULTU-

- RA.—«Mapa geológico de la provincia de Zaragoza». *Minist. Agricultura*.
- SERVICIO GEOLOGICO DE OBRAS PUBLICAS (1962).—«I Coloquio internacional sobre obras públicas en los terrenos yesíferos». *Serv. Geol. Ob. Púb.* (Estudio n.º 3).
- SOUQUET, P. (1967).—«Le Crétace Supérieur sud-pyrénéen en Catalogne, Aragón et Navarre». *Fasc. Sc. Toulouse*.
- SUAREZ FEITO, J. (1961).—«Carte des gîtes minéraux de la France». *Bur. Recher. Géol. et Min./I.G.M.E.*
- VALDES LEAL, J. (1964).—«Sobre la tectónica del triángulo Irún-Oyarzun-Monte Aya (Guipúzcoa)». *Est. Geol.*, tomo 20, n.º 3-4.
- VALLE, J. (1969).—«Mapa de la provincia de Navarra». *I.G.M.E. Dip. Prov. Navarra*.
- VALLE, A. DEL (1929).—«Investigación de las sales potásicas de Navarra». *Bol. I.G.M.E.*, tomo 51.
- VALLE DE LERSUNDI, A. DEL (1932).—«Descubrimiento de la cuenca potásica de Navarra». *Not. y Com.*, n.º 4.
- VAN DE LINGER, G. J. (1960).—«The arsene-bearing ores of Canfranc station (Central Spanish Pyrenees)». *Geol. Mij.*, n.º 12.
- WATERLOT, M. (1970).—«Grands faits stratigraphiques et paléogéographiques du Carbonifère ante-stéphanien des Pyrénées centrales spagnoles». *Bull. Soc. Géol. France*, 7.^a Serie, tomo 11, n.º 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					
1	751,9	970,3	65	F, Zn	Guipúzcoa	Irún	2	b	3		6	f	2b	N	
2	753,4	970,5	65	Fe	»	»	2	i	4	A	6	f	2b		
3	756,6	970,5	65	F, Pb, Fe	»	»	2	b	3	A	6	f	2b	N	
4	750,9	969,3	65	Zn, Pb	»	»	2	a	2		6	f	2b	N	
5	754,6	969,6	65	Pb, Zn	»	»	2	a	2		6	f	2b	N	
6	757,4	969,9	65	Pb	»	»	1	a	2	A	6			N	
7	753,4	967,3	65	Fe	»	Oyarzun	2	i	4		36	h	2b		
8	756,0	967,4	65	Fe, Pb	»	Irún	2	i	45		36	f	2b	N	
9	757,5	969,2	65	Fe	»	»	2	i	4	A	3	f	2b		
10	752,4	967,2	65	Zn, Pb	»	Oyarzun	2	a	2		6	h	2b	N	
11	752,7	966,5	65	Fe	»	»	2	i	5	AB	6	h	2b	N	
12	754,6	966,7	65	Fe	»	Irún-Lesaca	2	i	5		36	h	2b		
13	752,2	965,7	65	F, Zn	»	Oyarzun	2	b	3	AB	6	h	2a	N	
14	788,8	966,4	65	Fe	Navarra	Lesaca	2	i	45		3	f	2b		
15	760,8	966,6	65	Fe, Pb	»	Vera de Bidasoa	2	i	45	AB	16	f	2b	N	
16	762,4	968,8	65	Fe	»	»	1	i	5	A	6		2b	N	
17	761,5	965,0	65	Fe	»	Lesaca	4	i	4	AB	6	nk	2a	Da	
18	763,0	963,3	65	Fe	»	Vera de Bidasoa	2	i	5	A	16	f	2b		
19	767,4	964,8	65	ant	»	»	3	u	1		6	c	2b	D	
20	767,8	963,6	65	ant	»	»	3	u	1		6	c	2b	D	
21	769,6	962,1	65	Pb	»	Echalar	2	a	2	A	6	f	2b		
22	749,5	963,1	65	Fe	Guipúzcoa	Oyarzun	2	i	4			f			
23	749,5	962,0	65	Zn	»	»	1	a	2						
24	751,6	962,2	65	Zn	»	»	1	a	2						
25	750,0	961,3	65	Zn	»	»	1	a	2						
26	755,4	959,9	65	Zn	Navarra	Goizueta	1	a	2						
27	755,3	958,2	65	Fe	»	»	1	i	4						
28	763,6	959,1	65	pyr	»	Yauci	2	l	2		16		2b		
29	763,4	956,4	65	Pb, Zn	»	Sumbilla	2	a	2		16	f	2b		

Nota.—Los silicatos industriales que aparecen en esta Hoja tienen la siguiente abreviatura: el talco se representa por tlc; el caolín se representa 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 característic.
									Mena	Ganga					
30	764,3	956,8	65	Pb, Zn	Navarra	Sumbilla	2	a	2		16	f	2b		
31	752,1	952,0	90	Fe	»	Goizueta	2	i	4		6	f	2b		
32	752,9	951,0	90	Fe	»	Erasun	1	i							
33	753,3	950,7	90	Fe	»	»	1	i	4						
34	751,9	949,6	90	F	»	»	2	b	3	AC		f	2b		
35	750,5	947,6	90	Pb, Zn	»	Leiza	2	a	2	AB	6	f	2a		
36	750,2	946,0	90	F	»	Ezcurra	2	b	3	AC	6	f	2a	N	
37	758,5	949,6	90	Fe	»	Zubieta	1	i							
38	751,6	945,4	90	F	»	Ezcurra	1	b	3						
39	766,2	949,2	90	Fe	»	Elgorriaga	1	i	4						
40	766,8	950,2	90	Fe	»	Narvarte	1	i							
41	765,5	949,2	90	Fe	»	Donamaría	1	i							
42	767,8	950,9	90	Fe	»	Bértiz-Arana	1	i							
43	768,9	950,0	90	Fe	»	»	1	i							
44	772,9	949,1	90	kao	»	Baztán	4	z	8			a	2a		
45	773,9	948,9	90	kao	»	»	1	z	8						
46	770,6	944,8	90	kao	»	»	3	z	8						
47	753,0	941,2	90	tlc	»	Besaburúa Mayor	1	z	8						
48	769,7	943,0	90	kao	»	Baztán	3	z	8			c			
49	773,1	943,5	90	Mg	»	»	3	k	5			c		C	
50	774,9	942,7	90	Mg	»	»	3	k	5			c		D	
51	767,5	940,6	90	kao	»	»	4	z	8			a	2a		
52	768,7	940,8	90	kao	»	»	3	z	8			c	2b		
53	775,1	940,4	90	Mg	»	»	3	k	5			c		D	
54	753,9	938,5	90	lig	»	Besaburúa Mayor	3	u	1			c	1b		
55	753,2	937,7	90	Fe	»	»	2	i	4						
56	757,6	938,4	90	Fe, Cu	»	»	1	i							
57	757,8	938,6	90	Fe, Cu	»	Ulzama	1	i							
58	768,8	939,0	90	Fe	»	»	1	i							

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	777,0	954,5	91	Ba	Navarra	Baztán	2	k	6			f	2b		
60	778,1	951,5	91	Ba	»	»	2	k	6			f	2b		
61	779,0	950,2	91	Ba	»	»	1	k	6						
62	781,7	950,4	91	kao	»	»	1	z	8						
63	784,2	950,7	91	Cu	»	»	2	c	25	A		f	2b		
64	777,9	943,5	91	Mg	»	Esteribar	3	k	5	AB	12	c	3a	C	
65	777,9	940,2	91	Fe	»	Erro	3	i	4	A	5	c	2b	C	
66	778,9	940,3	91	Fe	»	Baztán	3	i	4	A	16	c	2b	C	
67	781,0	940,5	91	Fe	»	Erro	3	i	4	A	16	c	2b	C	
68	794,4	946,0	91	Cu, Fe	»	Valcarlos	1	c	2		16				
69	794,6	942,5	91	Fe	»	»	1	i	5						
70	777,8	936,1	91	Mg	»	Esteribar	3	k	5	AB	5	c	3a	D	
71	788,3	937,7	91	Cu	»	Erro	1	c							
72	793,2	937,6	91	Fe	»	Valcarlos-Roncesvalles	1	i							
73	796,2	939,0	91	Pb	»	Orbaiceta	2	a	2		6	f	2b	N	
74	798,6	939,2	91	Cu	»	»	2	c	2	A	6	f	2b	N	
75	750,3	933,5	115	Zn	»	Larraun	4	a	2		5		2b		
76	751,2	932,7	115	Zn	»	»	4	a	2		5		2b		
77	771,4	933,0	115	lig	»	Anué	3	u	1			c		G	
78	772,6	933,6	115	lig	»	»	3	u	i			c		G	
79	774,3	934,4	115	Mg	»	»	3	k	5	B	5	c	3b	D	
80	768,6	931,6	115	kao	»	»	3	z	8			c	2b	G	
81	750,6	928,6	115	asf	»	Imoz	3	x	1		5	c		H	
82	753,6	930,5	115	Fe	»	»	4	i	4		5				
83	752,0	927,3	115	pyr	»	Araquiri	3	l	2		5	c	2b	F	
84	752,2	926,5	115	Fe	»	»	1	i	4						
85	752,6	926,0	115	Fe	»	»	3	i	4						
86	750,4	920,2	115	asf	»	Olo	3	x	1			c		HI	
87	752,0	919,6	115	Fe	»	»	2	i	4		12	f	2b		

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	753,4	921,2	115	Fe	Navarra	Iza	1	i	4							
89	752,5	919,4	115	Cu	»	Ollo	1	c								
90	754,0	919,6	115	Fe	»	Ollo-Iza	1	i								
91	752,3	918,6	115	Fe	»	Ollo	1	i								
92	756,0	918,2	115	Fe	»	Iza-Olza	1	i								
93	758,0	920,1	115	Zn	»	Iza	4	a	5		5		2b			
94	760,9	922,9	115	Cu	»	Juslapeña	1	c								
95	757,6	908,4	141	K, Na	»	Cizur (S. ^a del Perdón)	3	t	3		4	c	4a	HI	1	
96	761,0	908,4	141	K, Na	»	» » »	3	t	3		4	c	4a	HI	1	
97	764,0	907,6	141	K, Na	»	Galar (S. ^a del Perdón)	3	t	3		4	c	4a	HI	1	
98	766,4	906,2	141	K, Na	»	» » »	3	t	3		4	c	4a	HI	1	
99	777,0	934,1	116	Mg	»	Esteribar	3	k	5	B	5	c	3a	D	1	
100	781,1	934,3	116	Mg	»	»	3	k	5	B	5	c	3a	D	1	
101	782,9	934,1	116	Mg	»	Erro	3	k	5	B	5	c	3a	D	1	
102	789,0	932,4	116	Cu	»	»	1	c	5							
103	791,5	932,8	116	Sr	»	Burguete	1	k	6							
104	790,8	932,0	116	Cu	»	»	1	c	2							
105	788,9	930,7	116	Cu	»	Erro	2	c	25	A	1	f	2b	Q		
106	788,2	928,9	116	Cu (Hg)	»	Arce	2	c	52	A	1	f	2b	Q		
107	788,8	926,0	116	Cu (Hg)	»	»	2	c	52	A	1	f	2b	Q		
108	796,6	928,1	116	Cu (Hg)	»	Arive	2	c	2	A	1	f	2b	Q		
109	798,7	927,0	116	Fe	»	Garayoa	1	i	4							
110	798,0	926,0	116	Hg	»	»	1	g	2							
111	773,0	922,3	115	kao	»	Esteribar	1	z	8							
112	755,7	900,6	141	K	»	Obanos	1	t	3							
113	848,3	917,6	144	Cu	Huesca	Hecho	2	c	25	A	1	f	2b			
114	749,8	947,0	90	F, Pb	Navarra	Ezcurrea	2	b	3		6	f	2a	N		
115	753,1	972,6	65	F, Pb	Guipúzcoa	Irún	1	b	3				1b			