

anuario
1987

INSTITUTO
DE ESTUDIOS
ZAMORANOS
FLORIAN
DE OCAMPO



ANUARIO 1987

INSTITUTO DE ESTUDIOS ZAMORANOS
«FLORIAN DE OCAMPO»

**anuario
1987**

**INSTITUTO
DE ESTUDIOS
ZAMORANOS
FLORIAN
DE OCAMPO**



CONSEJO DE REDACCION

Miguel Angel Mateos Rodríguez, Enrique Fernández-Prieto, Miguel de Unamuno, Juan Carlos Alba López, Juan Ignacio Gutiérrez Nieto, Luciano García Lorenzo, Jorge Juan Fernández, José Luis González Vallvé, Eusebio González.

Secretario Redacción: Juan Carlos Alba López.

Diseño Portada: Angel Luis Esteban Ramírez.

© INSTITUTO DE ESTUDIOS ZAMORANOS
«FLORIAN DE OCAMPO»
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (C.S.I.C.)
DIPUTACION PROVINCIAL DE ZAMORA

ISSN: 0213-82-12

Depósito Legal: ZA - 297 - 1988

Imprime: Gráficas Heraldo de Zamora. Santa Clara, 25. ZAMORA

INDICE

ARTICULOS

ARQUEOLOGIA	13
Fernando Regueras Grande y Luis A. Grau Lobo: <i>Intervención arqueológica en el yacimiento de «El Torrejón» (Santa Cristina de la Polvorosa).</i>	15
José Ignacio Martín Benito: <i>Los hendidores en el Achelense de los valles zamoranos</i>	31
Hortensia Larren Izquierdo: <i>Intervenciones arqueológicas en la provincia de Zamora</i>	61
ARTE, ARQUITECTURA	71
Rosa Martín Vaquero: <i>La imagen como elemento parlante en el arte sepulcral. Representación de las virtudes en el sepulcro de Antonio de Sotelo y Cisneros</i>	73
Gregorio J. Tejedor Micó: <i>Caracterización de la arquitectura mudéjar zamorana</i>	89
Inocencio Cadiñanos Bardeci: <i>La iglesia de Coreses. Nuevos datos artísticos</i>	99
ESTUDIOS CLIMATICOS	107
M. ^a Elisa González-Moro Zincke: <i>Las condiciones climáticas en la zamorana Tierra de Alba</i>	109
DEMOGRAFIA	125
M. ^a Angeles Morán: <i>Las migraciones recientes en la provincia de Zamora</i>	127
ECOLOGIA	139
M. ^a Dolores Matías Sánchez y J. Antonio García Rodríguez: <i>Evaluación de recursos naturales. Recuperación de tierras marginales y posibilidades de un desarrollo integrado, ante la entrada en la C.E.E., de las comarcas fronterizas zamorano-salmantinas (Fermoselle y la Ribera) con Portugal.</i>	141
EDUCACION	173
Leoncio Vega Gil y Laura Martín Noguerras: <i>Sociedad, cultura y formación de maestros en Zamora en el siglo XIX</i>	175
ETNOLOGIA	231
Joaquín Miguel Alonso González: <i>Lagares de cera. Un primitivo sistema de elaboración industrial</i>	233

GEOLOGIA	243
Julio Saavedra Alonso, José Luis Fernández Turiel, M. ^a Eulalia Durán Barrachina, Antonio García Sánchez y Andrés Franco Herrero: <i>Recursos minerales metálicos de la zona Castro de Alcañices-Villadepera-Carbajosa</i>	245
M. ^a Candelas Moro Benito: <i>Estudio geológico y metalogenético de los yacimientos minerales de la provincia de Zamora. Su valoración e interés económico</i>	269
HISTORIA	313
Antonio Matilla Tascón: <i>Noticias de tres personajes zamoranos</i>	315
MUSICA	329
Alejandro Luis Iglesias: <i>La música policoral de Alonso de Tejada</i>	331
ORNITOLOGIA	439
J. Ignacio Regueras: <i>El pantano del Esla o de Ricobayo: Importante en clave ornitológico</i>	441
TEXTOS Y DOCUMENTOS	
Enrique Fernández Prieto: <i>Índice de pinturas que existían en algunos de los monasterios de la provincia de Zamora, que desaparecieron con la desamortización. 1835-1836</i>	451
M. ^a Josefa Sanz Fuentes: <i>Testamento de Per Yañez de Ulloa, jurista torese</i>	457
RESEÑAS	
María Pilar Brel Cachón: <i>Antonio Maya Frades. La economía agraria en las campiñas meridionales del Duero. La tierra de la Guareña (Zamora), 1950-1986</i>	489
BIBLIOGRAFIA 1987	493
ACTIVIDADES Y CONFERENCIAS, 1987	
Memoria de actividades del curso	505

ARTICULOS

GEOLOGIA



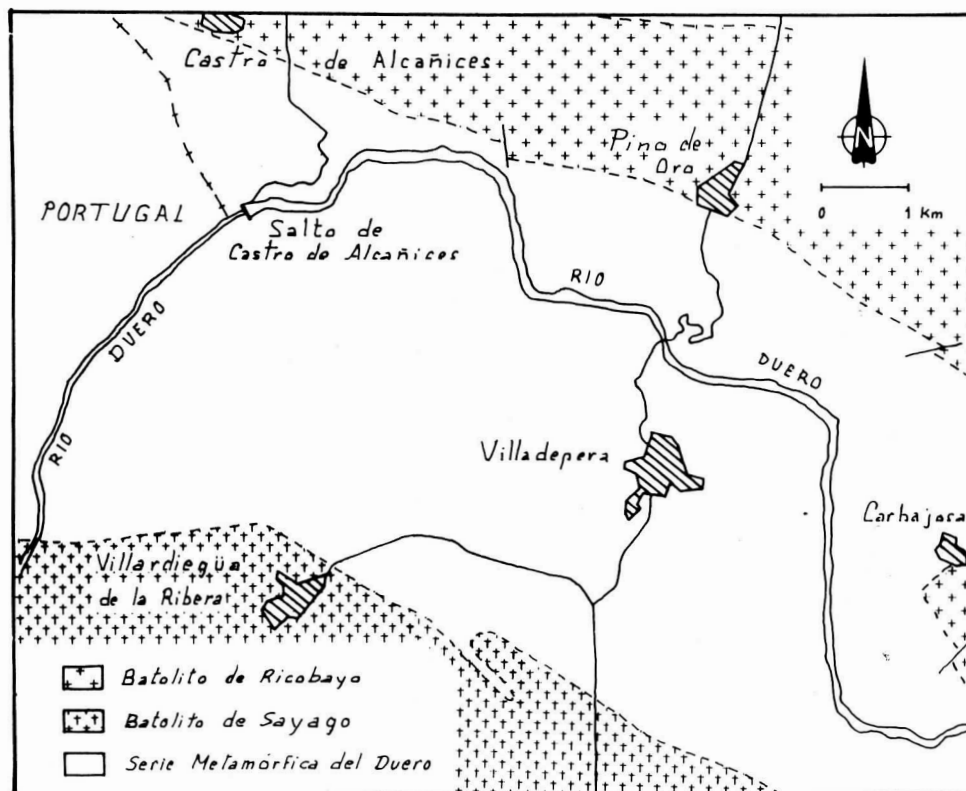
RECURSOS MINERALES METALICOS DE LA ZONA CASTRO DE ALCAÑICES - VILLADEPERA - CARBAJOSA

JULIO SAAVEDRA ALONSO
JOSE LUIS FERNANDEZ TURIEL
M.^a EULALIA DURAN BARRACHINA
ANTONIO GARCIA SANCHEZ
ANDRES FRANCO HERRERO *

1. RASGOS GEOGRAFICOS

El área investigada se halla situada en las proximidades del río Duero, en las comarcas de Aliste y Sayago. Las localidades que en ella se encuentran son, de oeste a este: Castro de Alcañices, Villardiegua de la Ribera, Villadepera, Pino de Oro y Carbajosa.

El relieve es suave, con una altitud media de 800 m. y es cortado de forma espectacular por el río Duero, que ha modelado profundas gargantas a través de las cuales el río discurre lentamente, pues sus aguas se hallan embalsadas por la presa de Castro.



* Para la elaboración del presente trabajo los autores disfrutaron de una beca del I.E.Z. «Florián de Ocampo».

2. CONTEXTO GEOLOGICO

Geológicamente, el sector estudiado se encuentra en el borde septentrional de la zona centroibérica, según la distinción establecida por JULIVERT et al. (1974), y en el terreno de Villadepera según la división de MARTINEZ GARCIA y GIL IBAR-GUCHI (1986).

Más concretamente, el sector de referencia se sitúa entre el Batolito de Sayago y el Batolito de Ricobayo, sobre el dominio estructural del antiforme de Villadepera, aquí constituido por una potente serie preordovícica afectada por metamorfismo de grado medio y conocida como Serie Metamórfica del Duero.

2.1. Estratigrafía

La Serie Metamórfica del Duero está formada por una potente sucesión, más de 2.000 m., de micaesquistos, esquistos y materiales de afinidad vulcanosedimentaria (predominantemente gneisses, grauwackas y areniscas feldespáticas). Estos materiales afloran en dirección N120E dibujando la estructura del antiforme de Villadepera.

Los micaesquistos y esquistos son por lo general de colores pardos, dominando los tonos oscuros, están compuestos por cuarzo, biotita, moscovita y, en menor grado, feldespato; como minerales accesorios se presentan granate, andalucita, estauroлита, sillimanita, turmalina, apatito, clorita y opacos. Estas paragénesis están evidentemente influidas por el metamorfismo.

Importantes intercalaciones de gneisses afloran al Norte de Villadepera, entre Carbajosa y la frontera portuguesa (al Sur de Castro de Alcañices); forman niveles de potencia variable, de 1 a 150 m., con una extensión en la dirección N120E de hectométrica a kilométrica para los niveles más potentes. Sus contactos son netos y fácilmente distinguibles sobre el terreno, dado que la erosión ha hecho que estos materiales resalten sobre el terreno. Son rocas de colores claros, pardos y grises, muestran textura gneíssica y están constituidos por porfidoblastos de feldespato y cuarzo (a veces con golfos de corrosión), cuyo tamaño máximo no suele sobrepasar los 5 mm., en una matriz de cuarzo, feldespato, biotita y moscovita; como minerales accesorios se encuentran apatito, granate, clorita y opacos.

Las características de los niveles gneíssicos permiten atribuirles un origen vulcano-sedimentario. Esta interpretación genética no es exclusivamente aplicable a estos niveles y, en principio, puede ser extendida a otros tramos de la Serie Metamórfica del Duero.

La Serie Metamórfica del Duero ha sido correlacionada por diversos autores con series de regiones vecinas: IGLESIAS y RIBEIRO (1981) con la Formación Olló de Sapo al norte de la Sierra de la Culebra (Comarcas de Sanabria y Carballeda), asignándola al «Cámbrico (y Precámbrico Superior ?)»; MARTINEZ GARCIA y QUIROGA (1981) y QUIROGA (1982) con la Serie de Morille y parte de la de Aldeatejada al sur de Salamanca y le atribuyen una edad Precámbrico Superior - Cámbrico Inferior.

2.2. Tecnónica

En la zona estudiada, IGLESIAS Y RIBEIRO (1981) reconocen dos fases mayores de deformación: la primera fase produce pliegues tumbados isoclinales, de dirección N110E y vergencias al NE, acompañados de una esquistosidad o foliación de plano axial con estiramiento paralelo a los ejes de los pliegues; la segunda fase da lugar a pliegues homoaxiales con la primera, convergencia al suroeste, acompañados por una esquistosidad de crenulación de plano axial.

QUIROGA (1981, 1982) infiere para esta misma zona tres fases de deformación:

- I. La primera deformación es muy difícil de observar debido a que las estructuras en ella producidas han sido deformadas y aplastadas por las fases posteriores; habría dado lugar a pliegues de tipo paralelo a similar y esquistosidad de plano axial (S_1) del tipo «schistosity» a «slaty cleavage».
- II. La segunda fase de deformación es casi tan penetrativa como la anterior y se asocia a un metamorfismo de presión intermedia, produce cabalgamientos y/o fallas inversas, pliegues similares y desarrolla una esquistosidad de plano axial (S_2) que en las zonas de mayor grado metamórfico se traduce en una verdadera «schistosity» producida por una recristalización importante que llega a obliterar la esquistosidad anterior. En el dominio epizonal sólo se presenta claramente en forma de esquistosidad de crenulación.
- III. La tercera fase da lugar a estructuras de orden kilométrico, como el antiformal de Villadepera y el sinforme de San Vitero, y a pliegues de menor entidad; todas estas estructuras son homoaxiales con las de las fases anteriores, pero con planos axiales subverticales en la mesozona, el desarrollo de una esquistosidad de crenulación (S_3) subvertical.

En el campo y al microscopio son fácilmente distinguibles dos tipos de estructuras y, probablemente, las más antiguas son la suma de los efectos de la primera y segunda fases de QUIROGA (op. cit.), mientras que las más modernas coinciden con las señaladas por IGLESIAS y RIBEIRO (op. cit.) como de segunda fase y por QUIROGA como de tercera. La superposición entre las dos primeras explicaría la discrepancia en el número de fases de estos autores.

En relación con la segunda fase de IGLESIAS y RIBEIRO (op. cit.) y con la tercera de QUIROGA (ops. cit.) funcionaron varias zonas de cizallamiento dúctil, como la banda de cizalla dextra que afecta especialmente al Batolito de Ricobayo (FERNANDEZ TURIEL, 1987).

Las fases tardías provocan un suave plegamiento de amplio radio y dirección perpendicular (NO50E) a las estructuras anteriores. Localmente se observan kink bands, pliegues asociados a fracturas y crenulaciones subhorizontales. Existe también una tectónica de fractura que origina fallas y diaclasas.

2.3. Metamorfismo

La serie aflorante en el área se halla afectada por un metamorfismo regional que,

al menos, abarca desde las facies de esquistos verdes hasta las facies de las anfibolitas almandínicas.

Las paragénesis encontradas han sido:

I. *Zona de la clorita*

cuarzo + clorita + moscovita + plagioclasa

II. *Zona de la biotita*

cuarzo + moscovita + biotita + clorita + plagioclasa

III. *Zona de la andalucita*

cuarzo + biotita + moscovita + andalucita + granate + estauroлита + sillimanita + plagioclasa

Las anteriores asociaciones minerales permiten deducir, a partir de los correspondientes diagramas de estabilidad, unas condiciones máximas alcanzadas por el metamorfismo que no superan los 5 Kb de presión y los 650 °C de temperatura, de lo que se infiere que no se dieron condiciones para que se hubieran producido fenómenos de anatexia generalizada en este nivel estructural.

2.4. Rocas ígneas

El límite sur de la zona considerada es el borde Norte del Batolito de Sayago, constituido aquí por granodioritas orientadas con fenocristales de feldespato potásico de hasta 10 cm. de dimensión máxima, con idiomorfismo acusado, y con enclaves de rocas básicas microgranudos. Todos estos elementos están fuertemente orientados en una dirección subparalela al contacto (N120E).

El límite norte lo forma el Batolito de Ricobayo, que presenta una forma muy alargada (45 Km. de largo por 8 de ancho) en el sentido de las grandes estructuras regionales (N120E). Comprende (FERNANDEZ TURIEL, 1987) varias facies petrográficas (granitos de dos micas, moscovíticos y biotíticos con cordierita) y está fuertemente afectado por fenómenos de deformación asociados a la tercera fase de deformación, que han originado una orientación generalizada de los minerales, así como típicas estructuras de cizalla (planos C y S).

3. PROSPECCION SOBRE LA RED DE DRENAJE

3.1. Introducción

Algunas de las técnicas de prospección de depósitos minerales son tan antiguas como el conocimiento de los metales por el hombre. Recuérdese cómo, por ejemplo, griegos y romanos realizaban prospección aluvionar bateando los arroyos de un área para buscar oro. Sin embargo, no es hasta finales de la década de los años 30 que tienen lugar el origen propiamente dicho de la prospección o exploración geoquímica, principalmente en la Unión Soviética y en los países escandinavos. Su posterior y espectacular desarrollo ha ido asociado al avance de las técnicas analíticas y, en los dos últimos decenios, también al progreso de la tecnología informática.

ROSE, HAWKES y WEBB (1979) señalan que «*la prospección geoquímica*

para minerales (...) incluye cualquier método de exploración mineral basado en la medida sistemática de una o más propiedades químicas de un material natural». Más recientemente, BOYLE (1984) define la prospección o exploración geoquímica como «la aplicación de datos y principios geoquímicos y biogeoquímicos en la búsqueda de depósitos económicos de minerales, petróleo y gases naturales».

Por otra parte, para GUIGUES y DEVISMES (1969), la prospección aluvionar consiste en realizar muestreos sistemáticos de los aluviones a intervalos regulares a lo largo de la red hidrográfica de la zona a prospectar, con vistas a anotar en cada punto muestreado la composición mineralógica, ya sea cuantitativa, semicuantitativa o cualitativamente, y establecer mapas de distribución de minerales, principalmente aquellos de interés económico, con el objetivo de delimitar las zonas anómalas y localizar los depósitos primarios que los han originado.

En el presente caso, se ha utilizado una metodología de prospección que combina la utilización de análisis químicos y mineralógicos de concentrados a la batea y de análisis químicos de aguas.

Las principales ventajas de este método son:

- I. Minimiza la influencia litológica de los óxidos de hierro y de la materia orgánica (fenómenos de adsorción y absorción).
- II. Aunque no se determinan las concentraciones geoquímicas reales en el sedimento (principalmente debido a la pérdida de finos durante el bateo), es capaz de evidenciar las zonas anómalas correctamente.
- III. Disminuye los límites de detección por efecto de la concentración.
- IV. El análisis de los contenidos geoquímicos de los concentrados simplifica los problemas de identificación de especies minerales y de estimación de la abundancia relativa de éstas, evitando su laboriosidad y lentitud.
- V. Na, K y F (elementos prácticamente omnipresentes en las aureolas de alteración primaria de numerosos tipos de mineralización) son sumamente móviles en condiciones superficiales y, desde el punto de vista analítico, fácilmente detectables en aguas.

3.2. Recogida, preparación y análisis de muestras

Se han recogido aleatoriamente sobre los arroyos de la zona un centenar de muestras aproximadamente.

En cada punto muestreado se tomaron 10 litros de sedimento en lecho vivo sobre el tramo del arroyo de unos 10 m. In situ, se tamizó a 5 mm. y el material granulométricamente inferior se bateó con bateas de fondo plano del tipo californiano hasta obtener un concentrado de 150 a 200 gramos. Además se recogieron 100 ml. de agua en frascos de polietileno.

Los concentrados a la batea fueron separados en dos fracciones: una fue molidura y la otra se preservó para los correspondientes estudios mineralógicos.

Sobre la fracción molidura se han analizado los contenidos geoquímicos de W, Sn, Pb, Zn, Cu, Ba y As con un espectrómetro de fluorescencia de rayos-X con tubo de Mo a 50 Kv y 40 mA, con un tiempo de medida comprendido entre 10 y 40

segundos, dependiendo del elemento, y utilizando como cristal analizador LiF (200). La precisión analítica ha sido del 5-10% para Sn, Pb, Zn y Cu y 10-15% para W, As y Ba al 95% de nivel de confianza.

En las aguas, Na y K se han determinado por espectrometría de absorción atómica y el F por medio de electrodos específicos, mezclando muestras y patrones 1:1 con TISAB (Total Ion Strength Absorption Buffer). La precisión analítica para Na, K y F está en el rango del 5 al 10% al nivel del 95% de confianza.

3.3. Definición de las áreas con contenidos elementales anómalos

La Real Academia de la Lengua Española define «anomalía» como «irregularidad, discrepancia de una regla». En nuestro caso particular y a efectos prácticos, una anomalía puede considerarse como un enriquecimiento en algún (-os) elemento (-s) y/o mineral (-es) respecto al entorno regional.

Una implicación nefasta de lo anteriormente expuesto es que una anomalía no necesariamente es la respuesta a una (o varias) mineralización (-es), sino que puede deberse a procesos geológicos no relacionados con éstas. En el caso de que ello ocurra se habrá definido una «anomalía falsa».

Para la determinación de una anomalía es necesario separar en cada concentración geoquímica y/o contenido mineral la parte correspondiente al fondo regional, que es la respuesta a todos aquellos procesos que han tenido lugar en toda la zona estudiada, de la parte anómala, que es la manifestación de aquellos procesos que sólo han actuado localmente y que en principio asociaremos a la existencia de mineralizaciones. En otras palabras, todo valor que se aparte del fondo regional será considerado anómalo.

Por las repercusiones que de ello pueden inferirse es muy importante dilucidar el valor de la concentración geoquímica o del contenido mineral a partir del cual una muestra puede considerarse anómala. A este valor se le conoce como «umbral de anomalía».

Varios métodos estadísticos se han usado para discriminar las muestras con contenidos anómalos, tanto univariantes (desde la discriminación gráfica sobre los grupos de valores de un histograma hasta el trazado de isolíneas de contenidos en un mapa), como multivariantes (regresión, análisis factorial, etc.). Entre los más utilizados y a la vez más simples, cabe destacar el de la representación de las frecuencias acumuladas de una población en un gráfico logprobabilístico. Este hecho se debe a que una de las distribuciones más frecuentes que presentan los elementos traza en la Naturaleza es la distribución lognormal o de Galton (AHRENS, 1954a, 1954b, 1957; DAVIS, 1986) y especialmente en el caso de los elementos prospectados en redes de drenaje (LEPELTIER, 1969; PARSLOW, 1974, 1979; FERNANDEZ TURIEL, 1983; etc.). Sin embargo, no debe olvidarse que «*the lognormal model is merely an adequate approximation of reality*» (SINCLAIR, 1981).

3.3.1. La distribución lognormal

De forma conceptual, decir que los valores « x_1 » de una variable muestreada «X»

presentan una distribución logarítmica normal o lognormal significa que los logaritmos de estos valores dan lugar a una variable log-transformada «Y» que sigue una distribución normal o de Gauss. Ello implica que todas las propiedades de esta última son aplicables a una distribución lognormal, teniendo en cuenta evidentemente la transformación logarítmica.

La comprobación de que la distribución de una variable se ajuste a un modelo lognormal puede realizarse numéricamente a través de tests estadísticos (p. ej., test de chi-cuadrado) trabajando sobre los logaritmos de los valores de dicha variable, o bien gráficamente utilizando representaciones logprobabilísticas. Se recomienda la utilización de estas últimas, puesto que los tests únicamente van a indicar si no existen evidencias para rechazar la hipótesis de que una determinada distribución de frecuencias se ajusta a un modelo teórico, lo cual no implica que dicha hipótesis sea cierta, y porque además las representaciones logprobabilísticas van a permitir estimar los parámetros de la distribución lognormal de forma que no estén tan afectados por los valores extremos como en el cálculo numérico.

3.3.2. *Los gráficos logprobabilísticos*

Los gráficos logprobabilísticos suelen llevar en abscisas una escala logarítmica en base 10 y en ordenadas una escala probabilística en porcentajes acumulados. Estos gráficos tienen la particularidad de que las frecuencias acumuladas de una variable distribuida lognormalmente dibujan sobre ellos una línea recta (recta de Henry).

Para representar las frecuencias acumuladas en un gráfico logprobabilístico, los valores de la variable son agrupados en clases teniendo en cuenta que el intervalo de clase expresado logarítmicamente es función del número de puntos necesario para construir una línea con rigurosidad (n) y del rango de la distribución de valores (R):

$$\text{Intervalo logarítmico} = \frac{\log R}{n}$$

LEPELTIER (1969) ha tratado este tema con bastante detalle y concluye que un intervalo logarítmico de 0.10 puede considerarse como óptimo para la mayor parte de distribuciones, pues da un razonable número de clases y una buena definición de la curva probabilística. En caso de una definición muy reducida alrededor de la media se puede usar 0.50 y si la dispersión es especialmente grande, 0.20 puede ser elegido.

En un gráfico logprobabilístico las frecuencias acumuladas pueden dibujar una línea recta, si los datos estudiados forman parte de una población muestral lognormal simple, o una línea curva con uno o varios puntos de inflexión si pertenecen a la combinación de dos o más poblaciones muestrales lognormales.

3.3.3. *Determinación de anomalías en poblaciones lognormales simples*

La disposición en línea recta de las frecuencias acumuladas sugiere que el fondo

regional y la distribución empírica son coincidentes. Sin embargo, es prudente asumir que algunos valores altos son anómalos hasta que no se demuestre lo contrario. Esta es una precaución conveniente en casos donde los valores anómalos se presentan en muy baja proporción como para definir una segunda población (SINCLAIR, 1974).

Para la comprobación de que las frecuencias acumuladas de una variable se disponen siguiendo una línea recta, sin curvaturas significativas, WOODSWORTH (1972) sugiere la construcción de sus límites de confianza al 95%. A efectos prácticos, estos límites se pueden determinar gráficamente, en función del número de muestras y porcentaje acumulado (véase LEPELTIER, 1969, pág. 542).

A fin de favorecer la visualización de las anomalías que definen las variables estudiadas, sobre las correspondientes representaciones cartográficas, se determinan los valores correspondientes al fondo regional y aquellos que son anómalos. Los valores que separan a unos y otros (umbrales de anomalía) se establecen en base a la media y su desviación:

- I. Valores inferiores al fondo (anomalía negativa): concentraciones inferiores a x/g (x , media geométrica; g , desviación geométrica) o lo que es lo mismo, inferiores al valor correspondiente al 16% de las frecuencias acumuladas sobre el gráfico logprobabilístico.
- II. Fondo: concentraciones comprendidas entre x/g y $x.g$ o entre las frecuencias acumuladas del 16 y el 84%.
- III. Anomalía: concentraciones superiores a $x.g$, es decir, al 84% de porcentaje acumulado.

3.3.4. *Análisis de mezclas de poblaciones lognormales*

Si los valores de una variable forman parte de más de una población, las frecuencias acumuladas dibujarán en un gráfico logprobabilístico una curva de tipo sigmoideal con uno o más puntos de inflexión, según haya dos o más poblaciones mezcladas. En cualquier caso, es fundamental, para no infravalorar o sobrevalorar las concentraciones anómalas, determinar el peso y representatividad de la población anómala mediante la descomposición de la curva sigmoideal en sus componentes lognormales integrantes (DIEZ, 1977; PARSLOW, 1974; SINCLAIR, 1974).

En caso más frecuente es la curva sigmoideal con un punto de inflexión, que se interpreta como la respuesta a la coexistencia de valores de una población muestral de fondo «F» y una población anómala «A», que se manifiestan con una frecuencia « $f(F+A)$ » que no es la suma de su frecuencia en la población de fondo « $f(F)$ » más la que presenta en la población anómala $f(A)$, sino que

$$f(F+A) = \frac{x f(F) + y f(A)}{x + y} \quad (1)$$

donde « x » es el tamaño relativo de la población de fondo e « y » el de la población anómala.

En consecuencia con la ecuación (1) se sugiere emplear el siguiente procedimiento operativo (PARSLOW, 1974; SINCLAIR, 1974, 1981; AZCARATE, 1971, 1985; DIEZ, 1979; FERNANDEZ TURIEL, 1983):

- I. Se determina el punto de inflexión, es decir, los tamaños relativos «x» e «y», cuya suma es 100.
- II. Se calculan los valores «f(F)» de la distribución de la población de fondo mediante la ecuación

$$f(f) = \frac{f(F+A)}{100} \cdot 100 \quad (2)$$

- III. Se calculan los valores «f(A)» de la distribución de la población anómala mediante

$$f(A) = \frac{100 f(F+A) - x f(F)}{y} \quad (3)$$

- IV. Y por último, se comprueba que la mezcla de las dos poblaciones teóricas se ajusta a la distribución empírica mediante la ecuación (1).

Este procedimiento sería utilizable también para mezclas de varias poblaciones muestrales, teniendo en cuenta que:

$$f(A + \dots + N) = \frac{a f(A) + \dots + n f(N)}{a + \dots + n}$$

Pero normalmente resulta imposible aplicarlo para más de tres o cuatro poblaciones muestrales, pues es muy difícil determinar los puntos de inflexión, por lo que se recomienda la separación de los datos en unidades geoquímicas más homogéneas.

Para distribuciones con mezcla de poblaciones, los umbrales de anomalía se determinan en función de la media y su desviación, como en el caso de las poblaciones muestrales simples, pero tomando como referencia la distribución de la población muestral de fondo en vez de la anómala. Este método es más adecuado porque 1) no se dejan por determinar anomalías débiles, 2) la población de fondo representa la mayoría de los datos y 3) como la escala es logarítmica, pequeños cambios en la distribución anómala producen cambios relativamente importantes en los umbrales de anomalía (PARSLOW, 1974). Así, la distribución anómala únicamente se usa para comprobar que su adición a la distribución de fondo se adecúa correctamente a la distribución mezcla de ambas.

3.3.5 Análisis de distribuciones censuradas

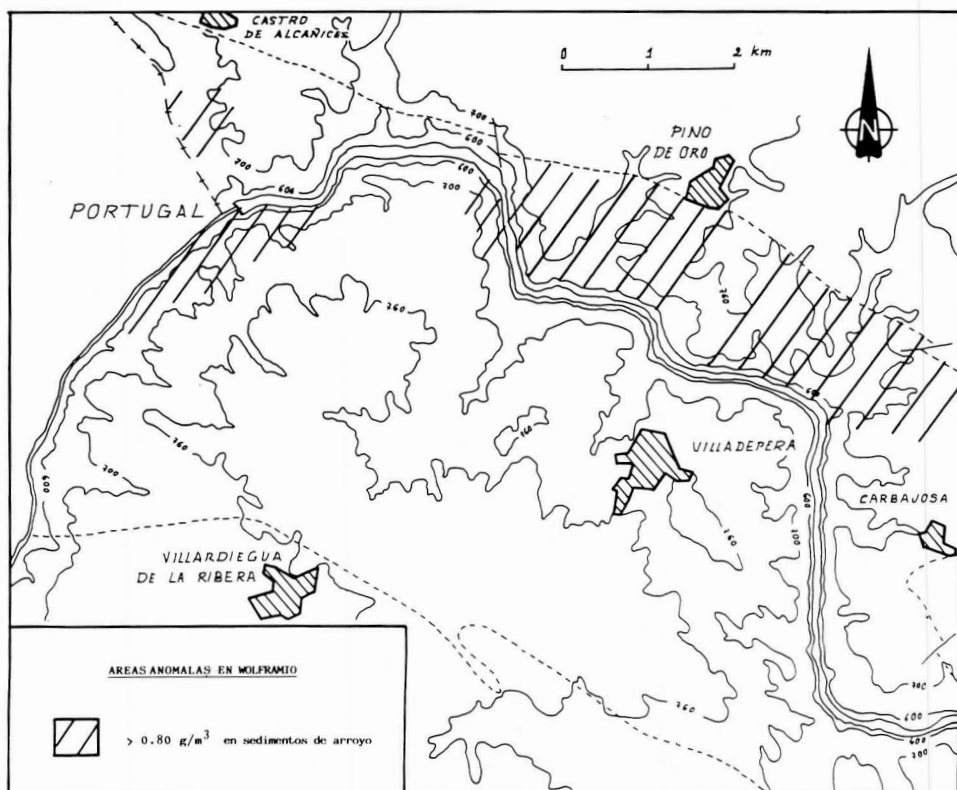
Una distribución censurada es aquella en que a un lado de un valor dado se conocen las concentraciones en cada muestra y el número de éstas, mientras que el otro sólo se conoce el número de muestras. Ejemplos comunes de distribuciones censuradas son aquellos grupos de muestras analizadas para un determinado elemento en las que las concentraciones de una parte de ellas son dadas como «*mayor que...*» o «*menores que el límite de detección*» (SINCLAIR, 1981). Se recomienda:

- I. ignorar las frecuencias acumuladas de las clases con valores inferiores al límite de detección, y
- II. recalcular las frecuencias suponiendo que el porcentaje de valores inferiores a este límite han desaparecido.

A continuación se procede como en los casos anteriormente expuestos.

4. RESULTADOS

Las distribuciones de todos los elementos estudiados son lognormales. As, Cu y



Na muestran unas distribuciones de valores que corresponden a poblaciones muestrales simples; W, Sn, Pb, F y K a la mezcla de dos poblaciones y Ba y Zn a la mezcla de tres.

Los umbrales de anomalía y el fondo regional han sido determinados según el método expuesto en páginas precedentes a partir de las correspondientes representaciones logprobabilísticas de las poblaciones muestrales de fondo.

La cartografía de los valores anómalos muestra áreas anómalas bien definidas para W, Sn, F y K y en menor grado para el resto de los elementos, que presentan por lo general poco contraste y los valores anómalos aparecen especialmente dispersos.

Además de los elementos citados, se ha tenido en consideración la distribución de las muestras en que ha sido detectada la presencia de granos de oro, si bien de forma cualitativa.

4.1. Wolframio

Las anomalías de wolframio se localizan en el margen septentrional del río Duero, entre Carbajosa y Pino de Oro, y junto a la frontera portuguesa en la zona de Castro de Alcañices y en el término de Villadepera.

Los granos de scheelita hallados en los sedimentos de los arroyos de estas áreas (Foto 1) presentan tamaños inferiores a 0.5 mm. y prácticamente el 50% de ellos están comprendidos entre 0.1 y 0.2 mm.

Estas anomalías están estrechamente ligadas a las formaciones gneíssicas de claro origen vulcanosedimentario de la Serie Metamórfica del Duero. Su origen se ha comprobado que está en relación con la presencia de mineralizaciones estratoligadas de scheelita y sulfuros (Foto 2), siendo el más común la pirrotina que aparece acompañada, en pequeña proporción, por piritita y calcopiritita.

4.2. Estaño

Fuera de las zonas con mineralizaciones de estaño ya conocidas como son las del Pozo Esperanza, Pozo Carmen, Valdefeide, Mina Santa Bárbara y Peña Blanca en el término de Villadepera y Mina Dorinda y Peña de Cuervo en el de Carbajosa (FERNANDEZ TURIEL, 1987), se han detectado áreas anómalas, que en algunos casos representan la continuación espacial de las anteriormente citadas:

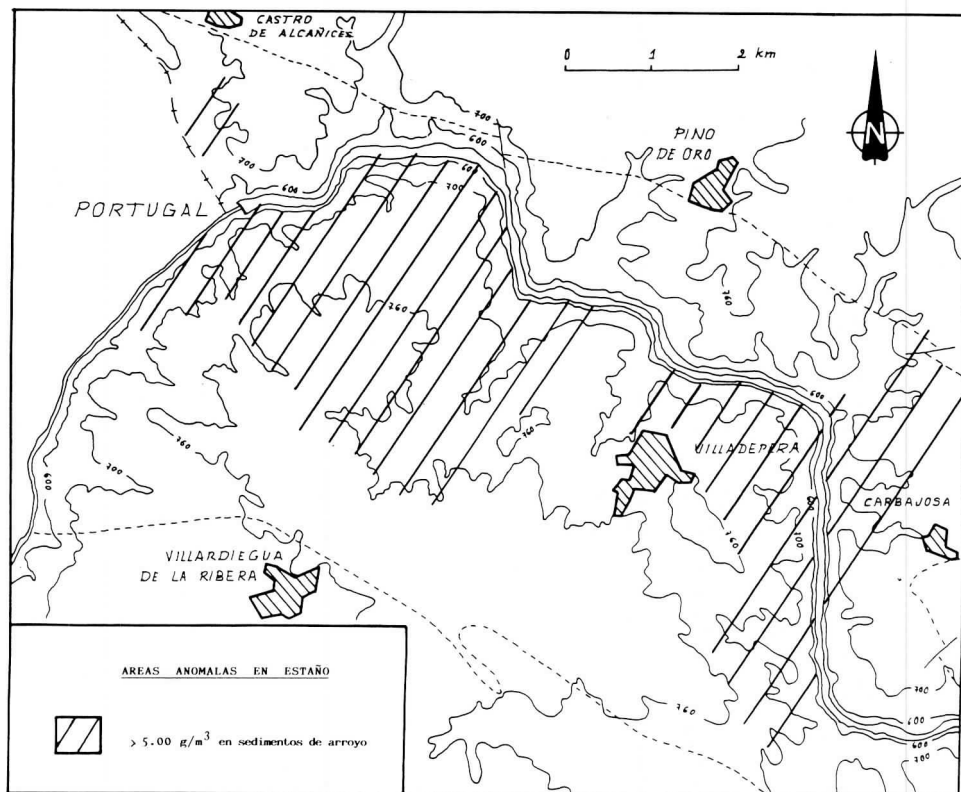
- I. Area de los arribes del Duero junto a la frontera portuguesa (en los lugares de Galleguino y Diego Cique).
- II. Area en la zona próxima a las labores del Pozo Esperanza y Valdefeide.
- III. Area comprendida entre los lugares de Ritalospino y El Hoyón (ésta área amplía la conocida zona mineralizada de Mina Dorinda-Peña Blanca hacia el sur).

La comparación entre los contenidos en estaño y la presencia de casiterita en los concentrados muestra que es fácil observar la evidencia de este mineral hasta concentraciones de aproximadamente 5 g/m³ y que dichos contenidos no se deben en

ningún caso a otros minerales, correspondiendo por tanto las anomalías definidas única y exclusivamente a mineralizaciones de casiterita.

Numerosos estudios se han realizado con objeto de relacionar las características morfológicas, químicas, de colorido, etc. de la casiterita con sus diferentes tipos de yacimientos y en términos generales ciertas correlaciones pueden ser establecidas.

En el presente caso, atendiendo exclusivamente a las características observadas a la lupa binocular, se ha observado que las casiteritas son de colores marronosos (Foto 3), con gamas que van desde variedades anaranjadas hasta pardas oscuras, a veces con parches de distintos colores y zonaciones en las que las partes internas son más oscuras; predominan las formas prismáticas apuntadas en pirámide (característica difícil de observar pues la mayoría de granos minerales no presenta ninguna cara). Su tamaño está comprendido entre 0.2 y 0.5 mm., aunque puede llegar en algunos casos a 1 mm. y excepcionalmente a 2-3 mm. Proceden de diseminaciones en aplitas (Foto 4) y filones de cuarzo, no pudiéndose apreciar ninguna diferencia entre las de ambos orígenes.



4.3. Arsénico

Las anomalías de arsénico son escasas, puntuales y dispersas. En algunos puntos se correlacionan con anomalías de estaño.

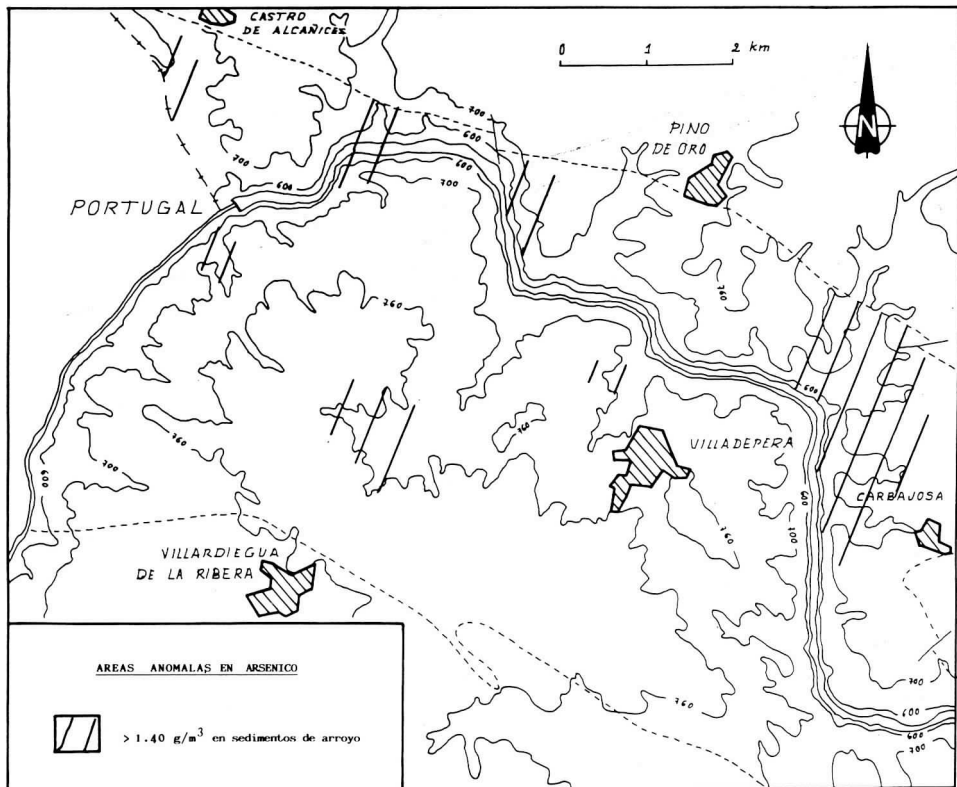
El mineral de arsénico que se ha hallado en los sedimentos de los arroyos es la arsenopirita, que es muy inestable en el régimen de alteración supergénica local y se transforma rápidamente en scorodita.

Las anomalías de arsénico están asociadas a:

- I. filones de cuarzo con casiterita y arsenopirita, como los de la zona de Mina Dorinda-Peña del Cuervo; y
- II. filones de cuarzo con arsenopirita, acompañada a veces por pirita y, en raras ocasiones, por calcopirita como se ha observado al oeste de Villadepera y al sur de Pino de Oro (La Marta).

4.4. Plomo

Las anomalías de plomo aparecen también de forma puntual y dispersa, sin



embargo, su relación espacial con determinados niveles de la Serie Metamórfica del Duero, en su gran mayoría con los niveles gneíssicos vulcanosedimentarios, es sintomática.

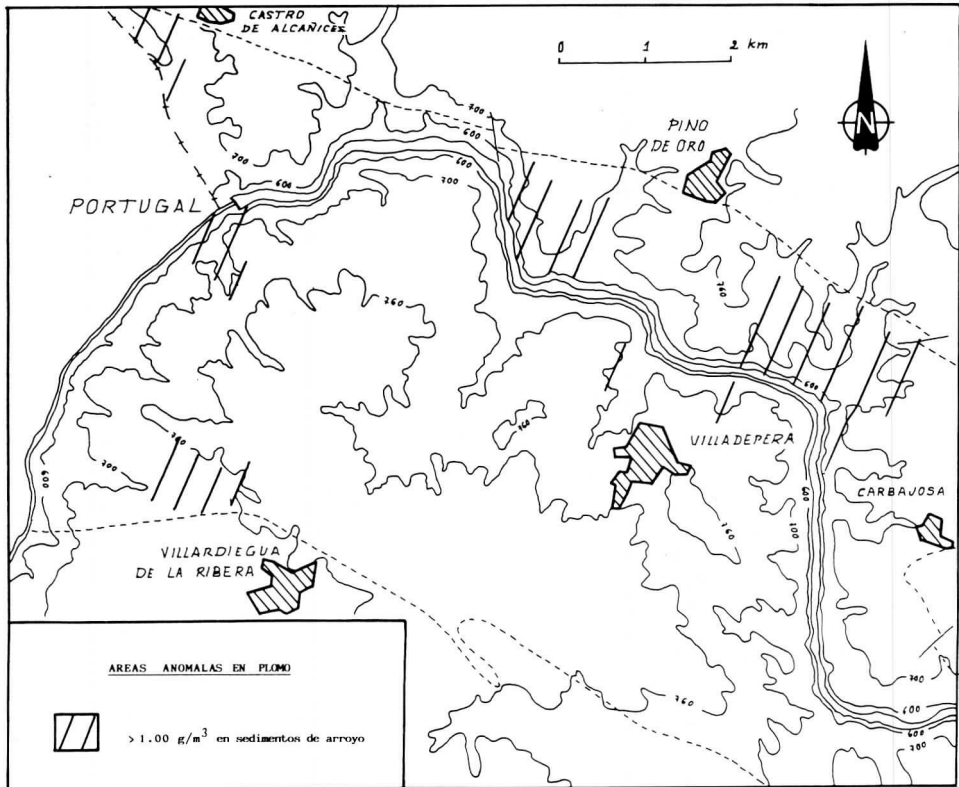
Estas anomalías están producidas por galena y dada la relación espacial mencionada, no parece aventurado inferir que las mineralizaciones primarias que las han originado puedan ser diseminaciones estratoligadas en los materiales preordovícicos de la Serie Metamórfica del Duero.

4.5. Zinc

Dos zonas principales con anomalías en zinc han sido detectadas:

- I. al sur de Castro de Alcañices y oeste de Villardepera; y
- II. área al sur de Carbajosa.

Estas anomalías están relacionadas con la presencia de esfalerita en los sedimentos de los arroyos y no se ha localizado ninguna mineralización primaria que la contenga, con la excepción de los filones de La Marta citados en el apartado del plomo, si bien en estos se presenta en pequeña cantidad.



La estrecha relación espacial entre anomalías de zinc y algunos tramos de la Serie Metamórfica del Duero sugieren que en su mayor parte podría proceder, como la galena, de mineralizaciones estratoligadas.

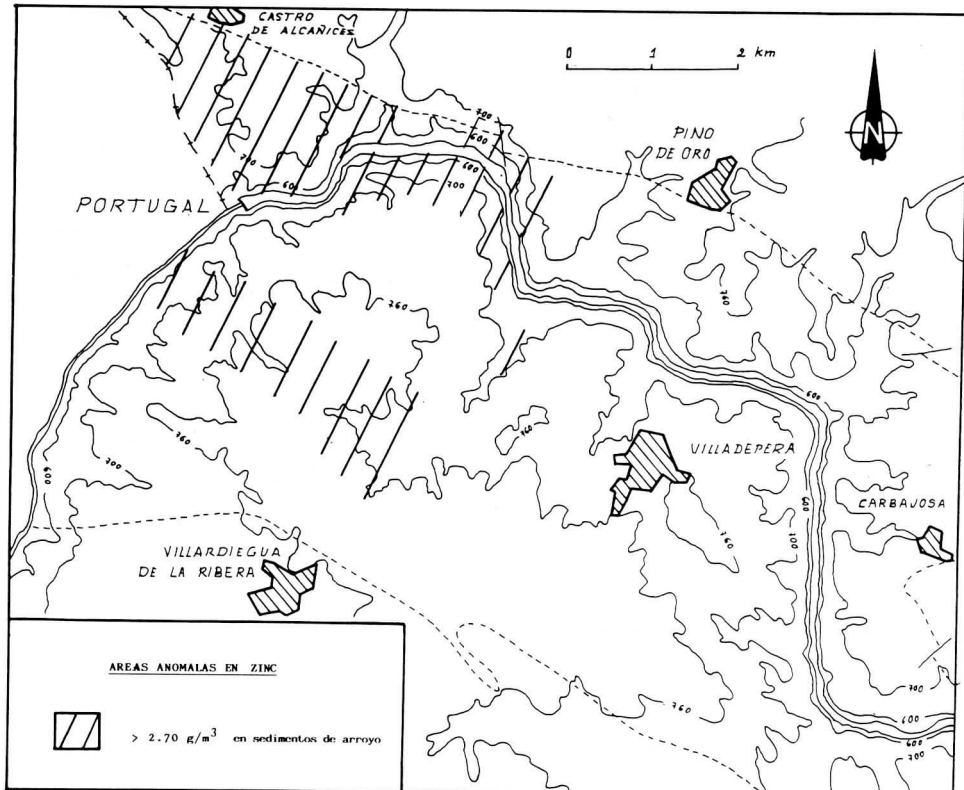
4.6. Cobre

Las anomalías de cobre son muy numerosas y aparecen sobre todo:

- I. en el margen septentrional del río Duero, entre el norte de Carbajosa y el suroeste de Pino de Oro; y
- II. en el área del arroyo de El Cañal, al oeste de Villardiegua de la Ribera.

Estas anomalías son producidas por la presencia de calcopirita en los sedimentos de los arroyos. Las mineralizaciones primarias que las han originado son de dos tipos:

- I. diseminaciones en los materiales preordovícicos de la Serie Metamórfica del Duero (al norte de Carbajosa, en los niveles gnessicos vulcanosedimentarios, se ha encontrado calcopirita diseminada acompañando a scheelita y pirrotina); y
- II. filones de cuarzo: a) concasiterita-arsenopirita (calcopirita) como en la zona de



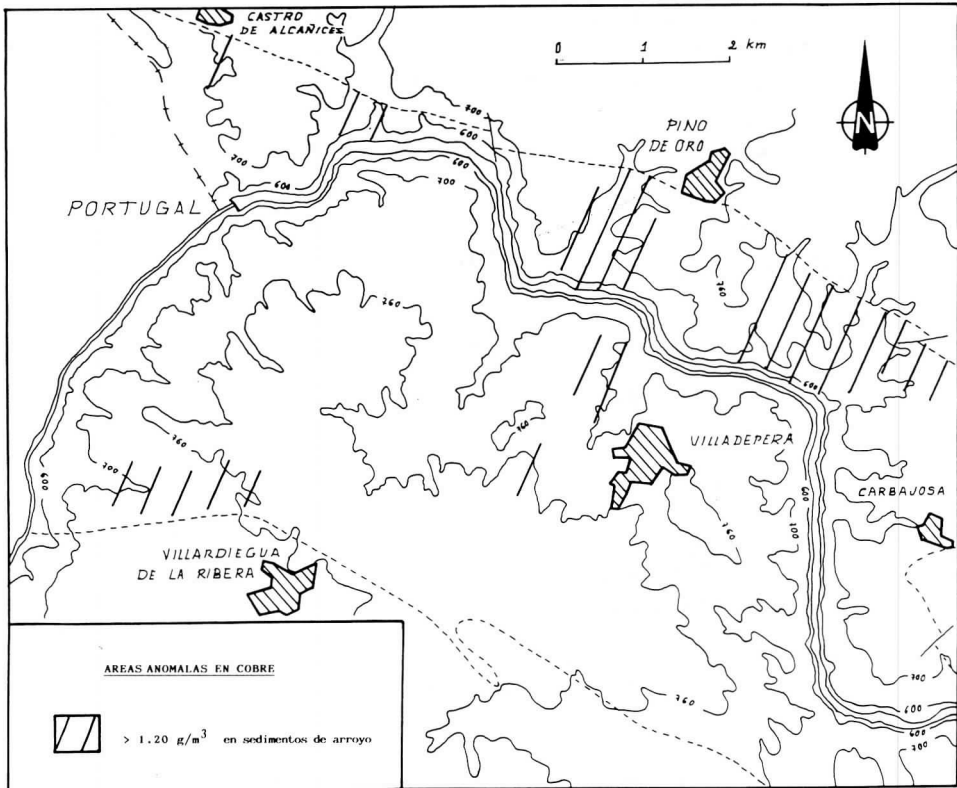
Mina Dorinda-Peña del Cuervo (Carbajosa) o en Valdefeide (Villadepera) y b) con arsenopirita-pirita-calcopirita como en el área de La Marta al suroeste de Pino de Oro.

4.7. Bario

Las áreas anómalas en bario se localizan en relación espacial con los niveles gnéissicos de la Serie Metamórfica del Duero entre el norte de Carbajosa y Castro de Alcañices y en el Arroyo de El Cañal en Villardiegua de la Ribera.

En esta última zona, las anomalías son producidas por la presencia de baritina de color blanco.

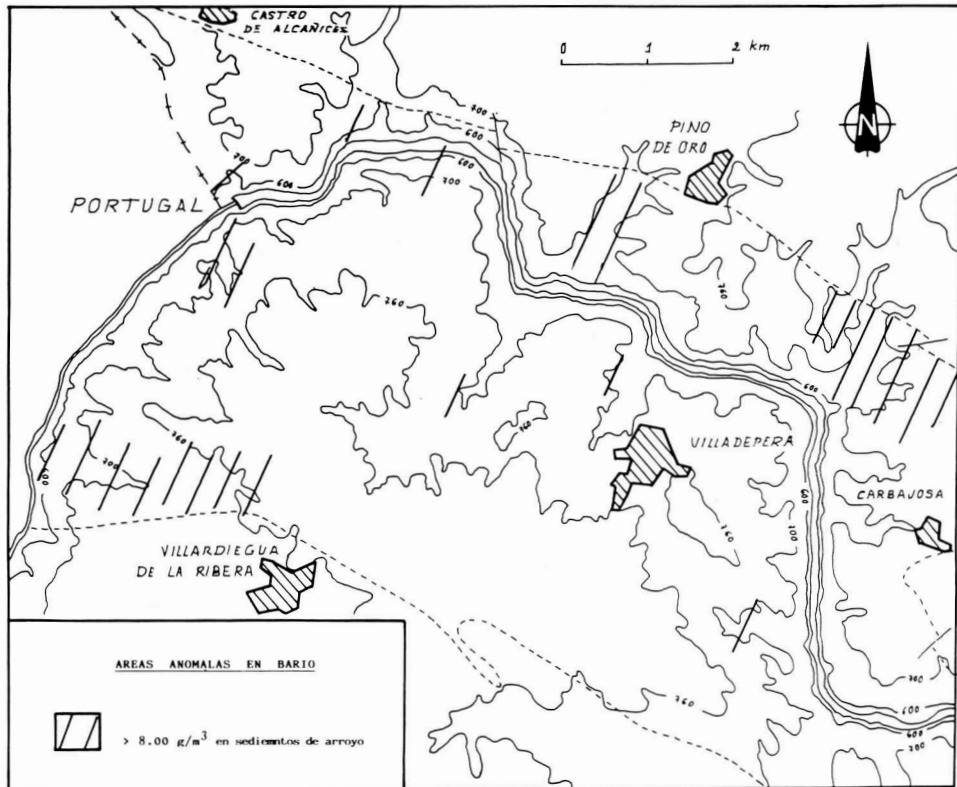
Por el momento no se ha encontrado ninguna mineralización que haya podido producir tales anomalías en bario. Por comparación con el vecino sinforme de San Vitero, concretamente con los depósitos vulcanosedimentarios en él existentes, no es descartable que manifestaciones similares ocurran en la Serie Metamórfica del Duero.



4.8. Flúor

En gran parte del área comprendida entre Villadepera y la frontera portuguesa, las aguas de los arroyos presentan contenidos anómalos en flúor.

En esta área numerosas anomalías en flúor se corresponden con concentrados a la batea anómalos en estaño. Esta correlación plantea el problema de si las anomalías en flúor están producidas también por las mineralizaciones de casiterita. A este respecto cabe señalar que los minerales portadores de flúor observados en los concentrados a la batea son turmalina, apatito y micas, pero su distribución es más o menos homogénea por todo el área y no muestran una especial coincidencia con las anomalías de estaño y, además, tales minerales son relativamente estables en el régimen de alteración supergénica. Estos aspectos, junto con el hecho de que las anomalías de flúor se localizan en las zonas de mineralizaciones de casiterita asociadas a aplitas y aplopegmatitas (como las del Pozo Esperanza en Villadepera, en las que la presencia de fluorita no ha sido observada, sugiere que el origen del flúor está relacionado con fosfatos ricos en este elemento relativamente inestable en las



condiciones supergénicas locales (p. ej., triplita), tal y como ocurre en otras áreas vecinas (p. ej., en el Oeste de la provincia de Salamanca y en Tras os Montes en Portugal (ADAM y GAGNY, 1986).

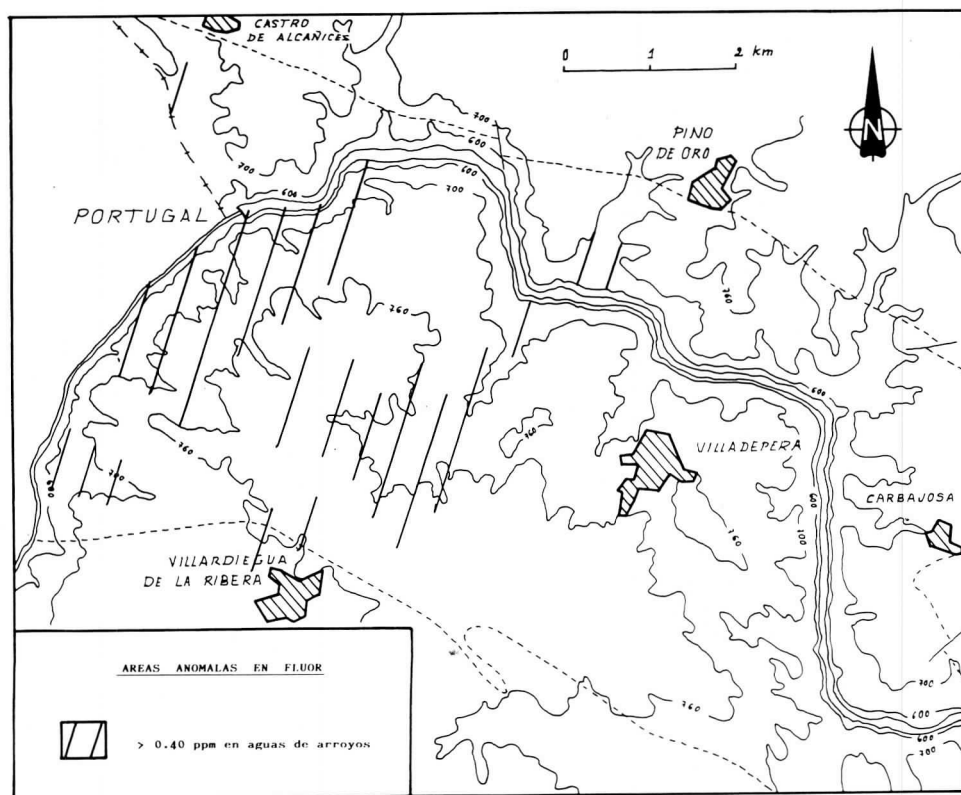
4.9. Sodio

Las anomalías de sodio en las aguas de los arroyos de la zona estudiada son muy escasas y puntuales. No presentan ninguna correlación significativa con los otros elementos analizados, tanto en concentrados a la batea como en aguas, ni con elementos estructurales o estratigráficos.

La posibilidad de que su origen sea debido a procesos de contaminación antrópica no es descartable.

4.10. Potasio

Las anomalías de potasio contrastan netamente y se localizan todas en los arroyos que drenan las localidades de la zona estudiada:



- Castro de Alcañices
- Villardiegua de la Ribera
- Pino de Oro
- Villadepera

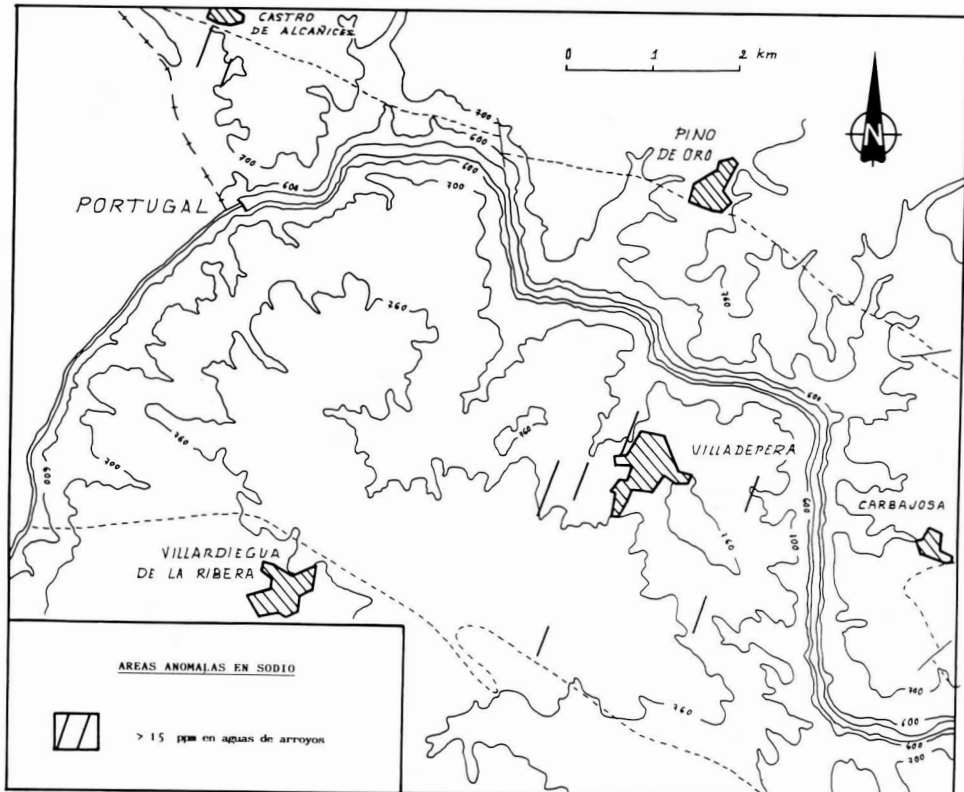
La única excepción es el arroyo que drena la localidad de Carbajosa, que presenta contenidos de fondo.

La asociación concreta entre las anomalías de potasio y los arroyos que drenan las localidades de la zona sugiere un origen por contaminación antrópica.

4.11. Oro

Pequeñas pepitas y láminas de oro, siempre de tamaño inferior a 0.5 mm., se han encontrado en los sedimentos de los arroyos de:

- I. la zona comprendida entre El Carrascal y Los Regatos en Villadepera; y
- II. entre el norte de Carbajosa y las proximidades de Pino de Oro.



Es poco frecuente y cuando aparece lo hace en muy pequeña cantidad (1 ó 2 láminas o pepitas por cada 10 litros de sedimento).

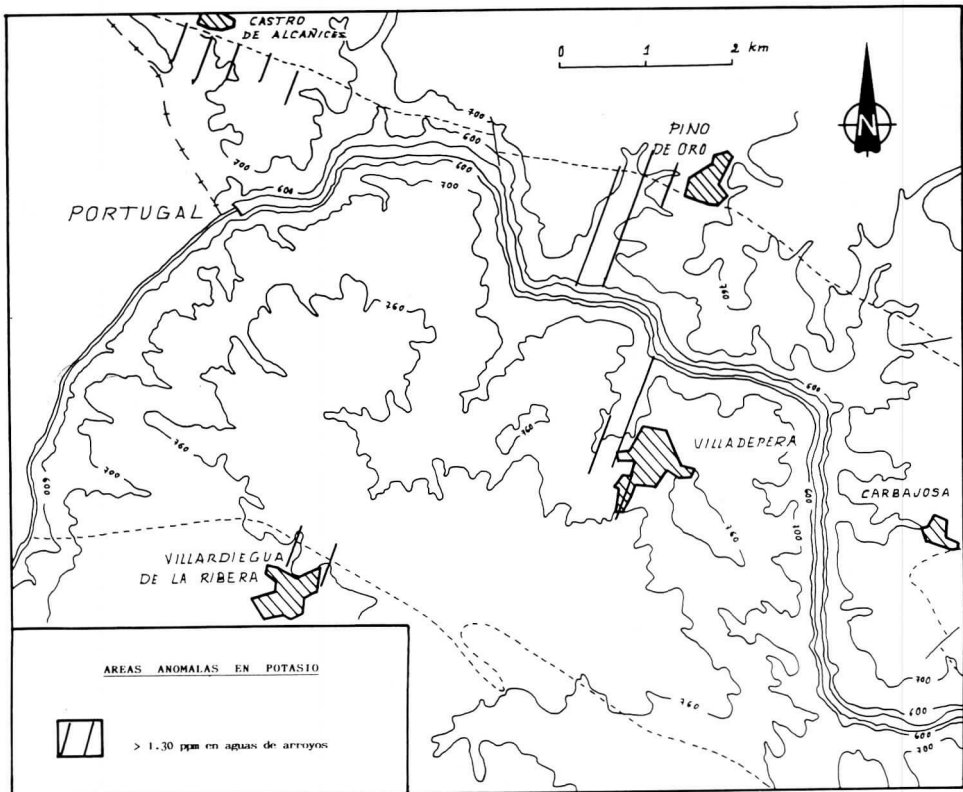
Las mineralizaciones primarias de las que el oro procede son de dos tipos:

- I. filones de cuarzo con arsenopirita y pirita, como los existentes en le área de Pino de Oro; y
- II. diseminaciones en los materiales de la Serie Metamórfica del Duero.

Respecto a este segundo origen, se ha observado la presencia de oro, junto con sulfuros (pirrotina y pirita), en los niveles gneissicos situados al sureste de Pino de Oro, aunque en tal cantidad que su ocurrencia puede ser calificada de puramente anecdótica.

5. CONCLUSIONES

El presente trabajo ha puesto de manifiesto sobre todo el interés que ofrecen los materiales preordovícicos de la Serie Metamórfica del Duero, especialmente sus



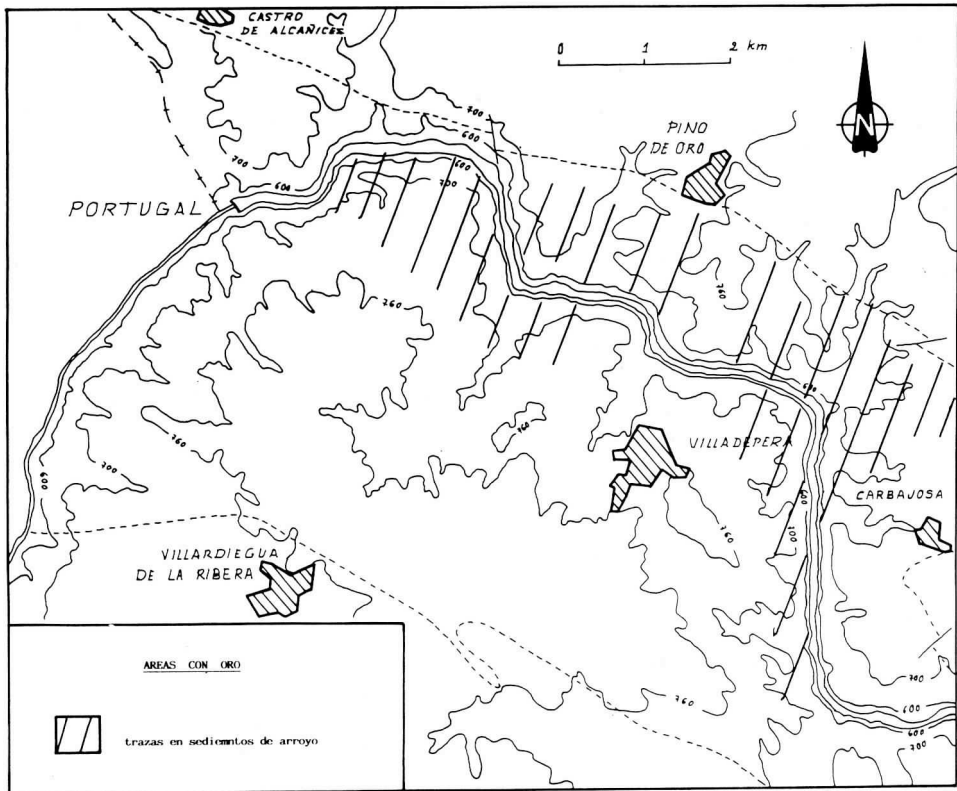
términos vulcanosedimentarios, pues son portadores de mineralizaciones estratoligadas de wolframio-plomo-zinc-cobre-bario-oro.

De todas estas mineralizaciones, en el actual estado de conocimientos, las que muestran una mayor extensión espacial y parecen tener mayor importancia en cuanto a cantidades de mineral son las de scheelita-sulfuros.

Nuevas y más detalladas investigaciones en estos materiales vulcanosedimentarios son pues de gran interés para el conocimiento de estas series preordovícicas, tan extendidas en el oeste de la Península Ibérica, dado que en esta zona su exposición es muy favorable para realizar un estudio completo desde el punto de vista geológico.

6. BIBLIOGRAFIA

- ADAM D. y GAGNY, C., 1986. L'expression minéralogique du phosphore dans les leucogranites. Apport à la métallogénie de l'étain-tungstène. Cas de la Mine de Ribeira. (Tras os Montes, Portugal). Bull. Minéral., 109: 441-460.
 AHRENS, L.H., 1954a. The lognormal distribution of the elements, I. Geochim. Cosmochim. Acta, 5: 49-73.
 AHRENS, L.H., 1954b. The lognormal distribution of the elements, II. Geochim. Cosmochim. Acta, 6: 121-131.
 AHRENS, L.H., 1957. Lognormal type distributions. Geochim. Cosmochim. Acta, 11: 205-212.



- AZCARATE, J.E., 1971. Fundamentos geológico-matemáticos para la interpretación de prospecciones geoquímicas sobre sedimentos de redes de drenaje. I C.H.L.A.G.E., E-6-3: 31-50.
- AZCARATE, J.E., 1985. Introducción a la metodología de investigación minera. 594 pp. I.G.M.E.
- BOYLE, R.W., 1984. The prospect for geochemical exploration - predictable advances and new approaches. *J. Geochem. Explor.*, 21: 1-18.
- DAVIS, J.C., 1986. *Statistics and data analysis in Geology*. Segunda edición. 646 pp. John Wiley & Sons.
- DIEZ, C., 1977. Influencia de la regionalización en el desmuestre de unidades geológicas (Aplicación de la geotemática a la prospección geoquímica). Fundación Juan March (Beca España-1976). 96 pp.
- DIEZ, C., 1979. La economía y geotemática en la prospección geoquímica, serie universitaria (Fundación Juan March), 83: 1-53 pp.
- FERNANDEZ TURIEL, J.L., 1983. Prospección estratégica de la cuenca hidrográfica del río Garona (Vall d'Aran, Lleida). Tesis de Licenciatura, Univ. de Barcelona, 236 pp.
- FERNANDEZ TURIEL, J.L., 1987. Aspectos geológicos y metalogenéticos del Batolito de Ricobayo y Complejo de Villaseco-Pereruela y sus mineralizaciones estanníferas asociadas. Tesis Doctoral, Univ. de Barcelona, 307 pp.
- GUIGUES, J. y DEVISMES, P., 1969. La prospección minière à la batée dans le Massif Armoricain. *Mém. B.R.G.M.*, 71.
- IGLESIAS, M., y RIBEIRO, A., 1981. Position stratigraphique de la formation «Ollo de Sapo» dans la région de Zamora (Espagne)-Miranda do Douro (Portugal). *Comun. Serv. Geol. de Portugal*, 67: 141-146.
- JULIVERT, J., FONTBOTE, J.M., RIBEIRO, A. Y CONDE, L.N., 1974. Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares. Mem. explicativa (113 pp.) y 1 mapa pleg. f.t. I.G.M.E.
- LEPELTIER, C., 1969. A simplified statistical treatment of geochemical data by graphical representation. *Econ. Geol.*, 64: 538-550.
- MARTINEZ GARCIA, E., y QUIROGA, J.L., 1981. Posición estratigráfica de la Serie Metamórfica del Duero. *Brev. Geol. Astur.*, XXV: 3-8.
- MARTINEZ GARCIA, E., y GIL IBARGUCHI, J.I., 1986. Geotraverse north (A-1). Excursion Guidebook. *Int. Conf. Ib. Terranes, Oviedo*. 124 + B-15 pp.
- PARSLOW, G.R., 1974. Determination of background and threshold in exploration geochemistry. *J. Geochem. Explor.*, 3: 319-336.
- PARSLOW, G.R., 1979. Interpretation of some geochemical distributions in Key and Seahorse Lakes, Saskatchewan. *Bull. Can. Inst. Min. Met.*, April: 112-117.
- QUIROGA, J.L., 1981. Estudio geológico del Paleozoico del W de Zamora. Tesis Doctoral, Univ. de Oviedo.
- QUIROGA, J.L., 1981. Estudio geológico del Paleozoico del W de Zamora. *Trab. Geol.*, 12: 205-226.
- ROSE, A.W., HAWKES, H.E., y WEBB, J.S., 1979. *Geochemistry in mineral exploration*. 657 pp., segunda ed. Academic Press. London.
- SINCLAIR, A.J., 1974. Selection of threshold values in geochemical data using probability graphs. *J. Geochem. Explor.*, 3: 129-149.
- SINCLAIR, A.J., 1981. Application of probability graphs in mineral exploration. *Assoc. Explor. Geochem., Spec. Vol.*, 4: 1-95.
- WOODSWORTH, G.J., 1972. A geochemical drainage survey and its implications for metallogenesis. Central Coast Mountains, British Columbia. *Econ. Geol.*, 66: 1.104-1.120.

FOTO 1. Granos de scheelita procedentes de los sedimentos de los arroyos del norte de carbajosa (Fotografía a la lupa binocular, × 30).

FOTO 2. Scheelita y sulfuros de las mineralizaciones estratoligadas en los niveles gneissicos de la Serie Metamórfica del Duero al norte de Carbajosa (Microfotografía, × 40).

FOTO 3. Granos de casiterita procedentes de sedimentos de arroyos del este de Villadepera (Fotografía a la lupa binocular, × 30).

FOTO 4. Casiterita en aplita. Mina del Pozo Esperanza en Villadepera (Fotografía a la lupa binocular, × 40).



FOTO 1. Granos de scheelita procedentes de los sedimentos de los arroyos del norte de Carbajosa (Fotografía a la lupa binocular, $\times 30$).

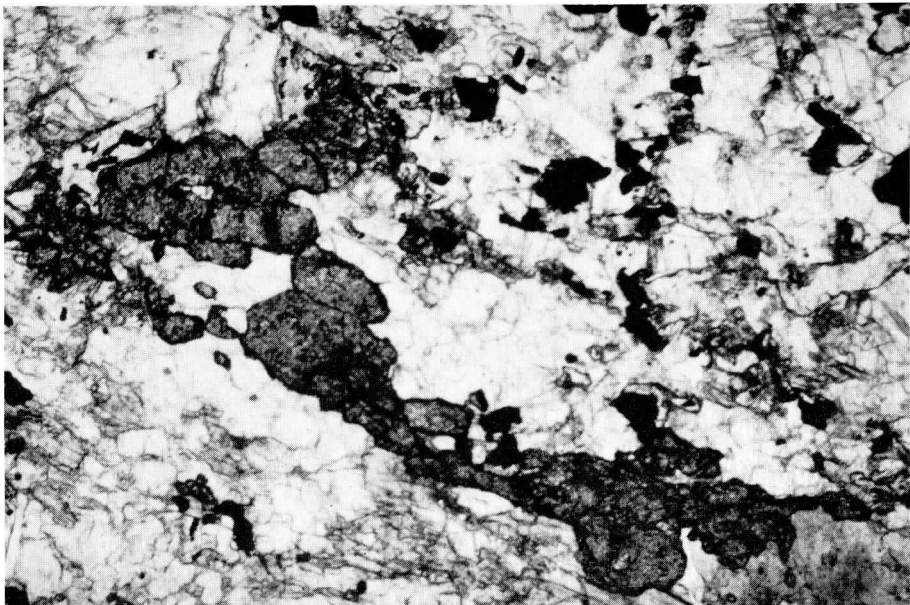


FOTO 2. Scheelita y sulfuros de las mineralizaciones estratoligadas en los niveles gneissicos de la Serie Metamórfica del Duero al norte de Carbajosa (Microfotografía, $\times 40$).



FOTO 3. Granos de casiterita procedentes de sedimentos de arroyos del este de Villadepera (Fotografía a lupa binocular, $\times 30$).



FOTO 4. Casiterita en aprita. Mina del Pozo Esperanza en Villadepera (Fotografía a la lupa binocular, $\times 40$).

**DIPUTACION
de ZAMORA**



instituto de estudios zamoranos
florián de ocampo
(C.S.I.C.)

