

LOS PLACERES AURIFEROS DE LA LLANURA ALUVIAL DEL RIO SEGRE Y DELTA DEL RIO EBRO (NE DE LA PENINSULA IBERICA)

MANUEL VILADEVALL, GEMMA CAMACHO, JORDI MARTURIA Y J.M. PONCE

Departamento de Geoquímica, Petrología y Prospección Geológica (GPPG).
Universidad de Barcelona. Zona Universitaria de Pedralbes. 08071 BARCELONA. España.
Proyecto CICYT ref. GEO89-0156

RESUMEN: El hallazgo de oro durante una prospección geoquímica y a la batea de la llanura aluvial del Río Segre para definir fondos geoquímicos y tipos de minerales pesados, determinó un estudio exhaustivo de toda la cuenca de dicho Río así como de la parte terminal del Río Ebro en el que desemboca el Segre.

Durante esta investigación se determinó que los principales aportes de oro los realiza el Río Noguera Pallaresa (afluente por la izquierda del Segre); que el origen de dicho oro debería situarse en los materiales turbidíticos del Ordovícico Superior y del Silúrico-Devónico así como a skarns y filones de arsenopirita-oro tardihercínicos; que la mayor acumulación se sitúa en la llanura aluvial del Segre pudiéndose localizar así mismo fondos geoquímicos elevados en Tierras Raras, Oro, Circonio y Oro en el Delta del Río Ebro.

ABSTRACT: The discovery of gold during the geochemical exploration and panning of the Segre River's alluvial fan to determine geochemical background and heavy mineral types led to an exhaustive study of the entire river basin and that section of the Ebro River where the Segre joins.

During the study it was established that the main gold inflows came from the Noguera Pallaresa River (a left tributary of the Segre); that the origin of this gold could be located in Silurian and late Ordovician turbidic materials, as well as skarns and veins of late Hercynian arsenopyrite-gold; and that the greatest accumulation is located in the Segre alluvial fan with geochemical backgrounds high in REE, gold, zirconium and gold, in the Ebro delta.

INTRODUCCION

En Septiembre de 1988, durante una prospección rutinaria a la batea en lecho vivo con el fin de definir los fondos geoquímicos y la presencia de distintos minerales pesados en la llanura aluvial del Río Segre situada a unos 140 km de su cabecera y a unos 60 km de su cuenca de drenaje, los autores localizaron la presencia de partículas de oro en diversos puntos del río a la altura de la ciudad de Balaguer (fig.1), con una media de 6 partículas de oro en 10 litros de todo uno.

A partir de este hallazgo se batearon las distintas terrazas del Segre en esta zona y se comprobó que con una media algo inferior (3 partículas/10 litros), éste se localizaba en mayor o menor ley en todos los puntos de las terrazas.

A partir de aquí se desarrolló un proyecto de prospección sistemática, no tan solo en dicho río sino también en los otros ríos que configuran este sector de la Península Ibérica con los objetivos siguientes:

1. Localización de oro y minerales pesados (Tierras Raras, Ti, etc.), de tipo "Placer" en los Ríos Pirenaicos y su posible concentración en los embalses y en el Delta del Río Ebro.

2. Viabilidad económica del hallazgo en zonas de alto rendimiento agropecuario y fuerte presión ambiental.

3. Modelización de los placeres.

Sectores: (fig.1)

1. Cabecera de los Ríos Pirenaicos.

2. Llanura aluvial del Río Segre.

3. Delta del Ebro.

Fases:

1. Documentación Histórica

2. Documentación Geológica-Metalogenética.

3. Prospección Aluvionar.

4. Prospección Geoquímica: Aguas.
Sedimentos.
Suelos.
Vegetación.

5. Prospección Geofísica: Eléctrica (SEV)
Radar tipo: ECO 4 Pulse
Magnetometría
Radiometría

6. Valorización.

7. Modelización.

En este trabajo presentamos los primeros resultados obtenidos en las tres primeras fases así como de la exploración sistemática a la batea de todos los afluentes de cabecera de los ríos principales que desembocan en el Segre y los de prospección orientativa en la llanura aluvial del Segre y en el Delta del Ebro .

El Río Segre, antiguo Sícoris de los Romanos, discurre en dirección NE-SW por el NE de la Península Ibérica, nace en la zona axial del Pirineo, compuesta por materiales hercínicos tales como esquistos, rocas carbonáticas, materiales volcánicos (riolitas, andesitas y tobas asociadas) y granitos s.l.; atraviesa el Prepirineo compuesto por materiales indiferenciados del Secundario y Terciario (calizas, margas y areniscas) y desemboca en el Río Ebro, en una zona ocupada por materiales del Terciario indiferenciado (fig. 1).

El Río Ebro a partir de su confluencia con el Río Segre, transcurre por terrenos terciarios indiferenciados, atraviesa la parte terminal de las Cadenas Costeras Catalanas en su confluencia con la Cadena Ibérica y desemboca en el Mediterráneo formando un delta del mismo nombre.

El sistema Segre-Ebro desde su cabecera hasta su desembocadura en el Mediterráneo presenta un recorrido de más de 350 km. De ellos 70 km corresponden a la llanura aluvial del Segre con una extensión aproximada de más de 160 km².

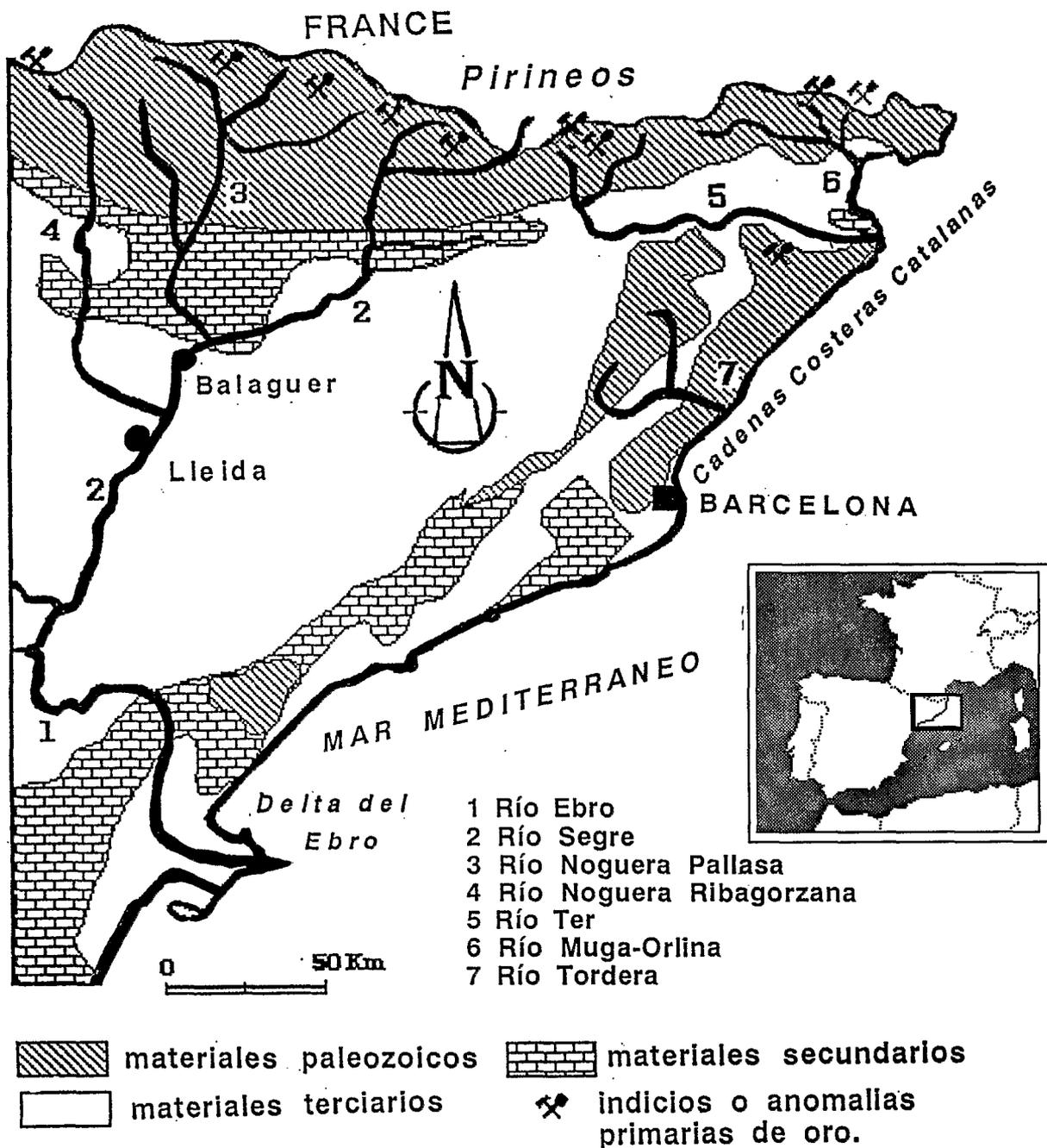


Fig.1: Esquema geológico del Principado de Catalunya, los principales ríos auríferos y los indicios primarios de oro.-

DOCUMENTACION HISTORICA

- Son numerosas las citas realizadas por historiadores y arqueólogos, sobre la presencia de oro en los ríos de este sector de la Península Ibérica, así, Josep Iglésies (1949); Maluquer de Motes (1971); Lara Peinado (1973); Vallverdú y Sirera (1973) y Pita Merce (1975), indican que el oro fue relativamente abundante en Lleida (Lérida) y sus zonas cercanas, ya que algunos autores clásicos no dudan en señalar que las arenas del Sícoris, arrastraban gruesas pepitas de oro (no se han hallado dichas citas). Esta acepción se debe en parte a los hallazgos arqueológicos de numerosas monedas de oro, collares y torques de oro como por ejemplo los de Trèmp (curso medio del Río Noguera Pallaresa) de época Ilergete y Romana, algunas de las cuales se encuentran en el Museo Arqueológico del IEI, de Lleida (Lérida).

En la Edad Media, la explotación del oro de las arenas del Segre continuó y parece que finalizó a finales del siglo XVII (última cita histórica de Pere Gil, S.I. 1551-1622, probablemente por el aporte del oro americano).

Este último autor no tan solo indica la ubicación a grandes rasgos de las zonas de explotación de arenas auríferas en Lérida, sino que también nos describe las herramientas utilizadas, así como la forma de manejarlas para extraer el oro del lecho del río. Además del Río Segre, este autor cita como otros ríos auríferos objeto de explotación en la Catalunya del Renacimiento, el Río Tordera y el Río Orlina (fig.1)

Si bien antes de conocer las citas históricas, el Río Orlina ya había sido reconocido a principios del verano de 1988 durante una fase de exploración para oro en el Cabo de Creus con resultado positivo, la presencia de oro en el Río Tordera era totalmente desconocida por nosotros y gracias a esta información histórica se realizó una investigación en 1989 con resultados positivos.

Otro de los ríos de este sector de la Península que se cita como aurífero, es el Río Ebro que tal como nos indica Anié (1982), en su libro sobre la "España musulmana", indica que una serie de autores musulmanes, denuncian que el oro era lavado y beneficiado tanto en las orillas del Segre como en las del Río Ebro. En cuanto a la presencia del oro en el Ebro, éste procedería de su principal tributario (el Río Segre), así como de un conjunto de sus afluentes y en concreto del Río Jalón y Ribota (aún no confirmado), a partir de las indicaciones que nos aporta el poeta Marcial (época flavia, según Blazquez, 1970), al indicarnos que este metal era explotado en la zona de Bilibis (cerca de la actual Calatayud).

A partir del siglo XVII hasta nuestra época desconocemos citas sobre laboreo de oro aluvial en este sector de la Península así como de las aportaciones escritas sobre la presencia de este metal en otro tipo de contexto.

Los primeros datos sobre la presencia de oro aluvial en textos de índole geológico-minero en los Pirineos, los tenemos en los trabajos de Guiollard (1988), que cita la presencia de oro en los ríos Têt, Tech, Ariège, Salat y Garona en los pirineos franceses, vertiente Mediterránea y Atlántica.

En la vertiente española, y dentro de una serie de trabajos del mismo tipo, Galán y Mirete (1979), indican una serie de localidades tales como Sallent (Huesca), Vall d'Arán (Lleida),

Ribes de Freser y San-Miquel de Cullera (Girona) con presencia de indicios primarios de oro, sin indicar claramente su procedencia, esta última así como la del Montseny (Barcelona) son también citadas por Calderón (1910).

Uno de los primeros trabajos modernos en los que se cita la presencia de oro primario y su beneficio, en un distrito minero situado en el contexto del NE de la Península Ibérica, es el de Thos (1904), realizado en la Vall de Ribes (Pirineo Oriental). Este autor hace hincapié sobre las labores de investigación y producción, así como de las leyes en oro y plata de los criaderos filonianos de este sector del Pirineo, indicando diversos contenidos en ambos metales, si bien considera que los valores más representativos serían de 30 ppm Au y unas 100 ppm de Ag. Este autor no menciona en todo caso ningún criadero o placer de tipo aluvial.

Más recientemente una serie de autores tales como Robert (1980), Ayora (1980), Ayora y Casas (1986) y Ayora et al (1989), citan la presencia de oro filoniano y estratiforme en la Vall de Ribes y filoniano en la zona de la Junquera (Pirineo Oriental), haciendo especial hincapié en su aspecto metalogénico, al igual que Soler (1990) que cita la presencia de oro aluvionar en las cabeceras del Río Segre y Valira, y realiza una descripción y estudio metalogénico de las mineralizaciones auríferas asociadas a skarns en el Pirineo Central. Arcos et al 1991, cita la presencia de oro y sulfuros en mineralizaciones asociadas a cizallas en el contexto de la Noguera Pallaresa. Una de las citas de mayor interés para la comprensión de la presencia de oro en dicha zona, la realiza Moret (1989) que localiza antiguos placeres de edad Ordovícico y Silúrico en el sector de la Vall de Montgarri (Pirineo Central).

En las Cadenas Costero Catalanas (C.C.C.), Ferrer (1989) cita la presencia de algunas anomalías de oro en el Macizo de les Gavarres y Guillerries asociados a sulfuros polimetálicos.

Durante las campañas de prospección geoquímica y aluvionar a escala estratégica realizadas entre 1981 y 1983 por el Departamento de Prospección Geológica y Geofísica de la Universidad de Barcelona junto con el "Servei Geologic de la Generalitat de Catalunya", se cita la presencia de oro aluvial en las cabeceras del Río Garona (Fernández Turiel, 1983) y del Río Noguera Pallaresa en el Pirineo Central y en dos torrentes de los Macizos del Montseny-Guillerries (C.C.C.), posteriormente en 1988, en trabajos realizados (no publicados) por el mismo equipo de la Universidad de Barcelona, se cita su presencia en los Ríos Orlina y Anyet en el Pirineo Oriental.

LA PROSPECCION ALUVIONAR

El área investigada en una primera fase, ocupa las unidades pirenaica y de las Cadenas Costeras Catalanas (C.C.C.) con las subunidades del hercínico del pirineo axial, litoral y prelitoral de las C.C.C. y las subunidades alpinas del Prepirineo, Cadena Prelitoral Catalana, Depresión del Empordá y Depresión del Ebro. En este trabajo tan solo describiremos los trabajos realizados en los Ríos Noguera Pallaresa principal tributario del Río Segre, Río Segre y Río Ebro.

ZONA DE DRENAJE DEL RIO SEGRE Y TRIBUTARIOS

La prospección aluvionar, se realizó principalmente sobre la mayor parte de los afluentes de cabecera del Río Segre y de sus tributarios así como sobre los ríos Orlina, Ter, Tordera y Ebro (fig. 1 y 2).

En ella se tomaron 10 y 30 litros de sedimento (todo uno) en las zonas más favorables a la acumulación de pesados y una vez concentrados mediante bateas (Theobald, 1954) o cuando el volumen era superior a 100 l, un sluice box y/o un concentrador Knelson, el concentrado obtenido se trató de forma clásica (Chaussier et Morer, 1981), con una separación magnética, electromagnética y licores densos (licor de Thoulet de $3,1 \text{ g/cm}^3$) y estudio a la lupa binocular con contaje y medida de partículas de oro.

Durante esta fase, se observó que los afluentes que nacen y transcurren en materiales secundarios y terciarios no presentan partículas de oro (fig. 1 y 2) y que el 80% de los afluentes del Noguera Pallaresa situados dentro de los materiales pelítico-arenosos del Paleozoico, presentan una media de cuatro partículas en diez litros de sedimento con algunos valores anómalos, como en el afluente Farrera con veinte partículas.

Los afluentes por la derecha en la zona de drenaje del Río Segre (ocupada principalmente por batolitos graníticos y materiales pelítico-arenosos y calcáreos del Paleozoico), presentan en un 20% partículas de oro con una media de 2, mientras que los afluentes por la izquierda en la misma zona y ocupados por materiales volcánicos (tobas ignimbríticas y lavas riolíticas y andesíticas del Estefaniense) y materiales permo-triásicos son estériles.

Otros afluentes del Segre como el Noguera Ribagorzana, Cinca y su afluente el Esera, presentan en la zona ocupada por el Paleozoico, valores bajos (1 partícula/10 litros). Sus tributarios situados en el Secundario y Terciario son a su vez estériles.

Otros tributarios de los ríos situados fuera de la cuenca del Segre, tales como el Ter, Tordera y Orlina también presentaron, aunque de forma dispersa, oro con una media no superior a 1 partícula, a excepción del Río Orlina con dos partículas en 10/litros. En todos ellos las zonas auríferas se sitúan dentro del Paleozoico pelítico-arenoso.

La presencia de partículas auríferas se sitúa pues dentro del contexto de los materiales paleozoicos, principalmente turbidíticos, más o menos próximos a los batolitos graníticos con un nivel de erosión de bajo a moderado.

Rasgos Geológicos de la Zona de Drenaje del Río Noguera Pallaresa

La zona de drenaje del Río Noguera Pallaresa como principal portador de oro, se halla ocupada en su cabecera, por materiales del Cambro-Ordovícico, Ordovícico Superior, del Silúrico y Silúrico-Devónico (Moret, 1989).

El Cambro-Ordovícico presenta unos microconglomerados en su base de origen volcánico y sedimentación litoral con una potencia de unos 200 m. En su parte superior se sitúa una potente serie pelítica azulada con intercalaciones arenosas y microconglomeráticas de más

de 500 m de potencia en este sector y un conjunto superior arenoso-conglomerático atribuido al Ordovícico Superior.

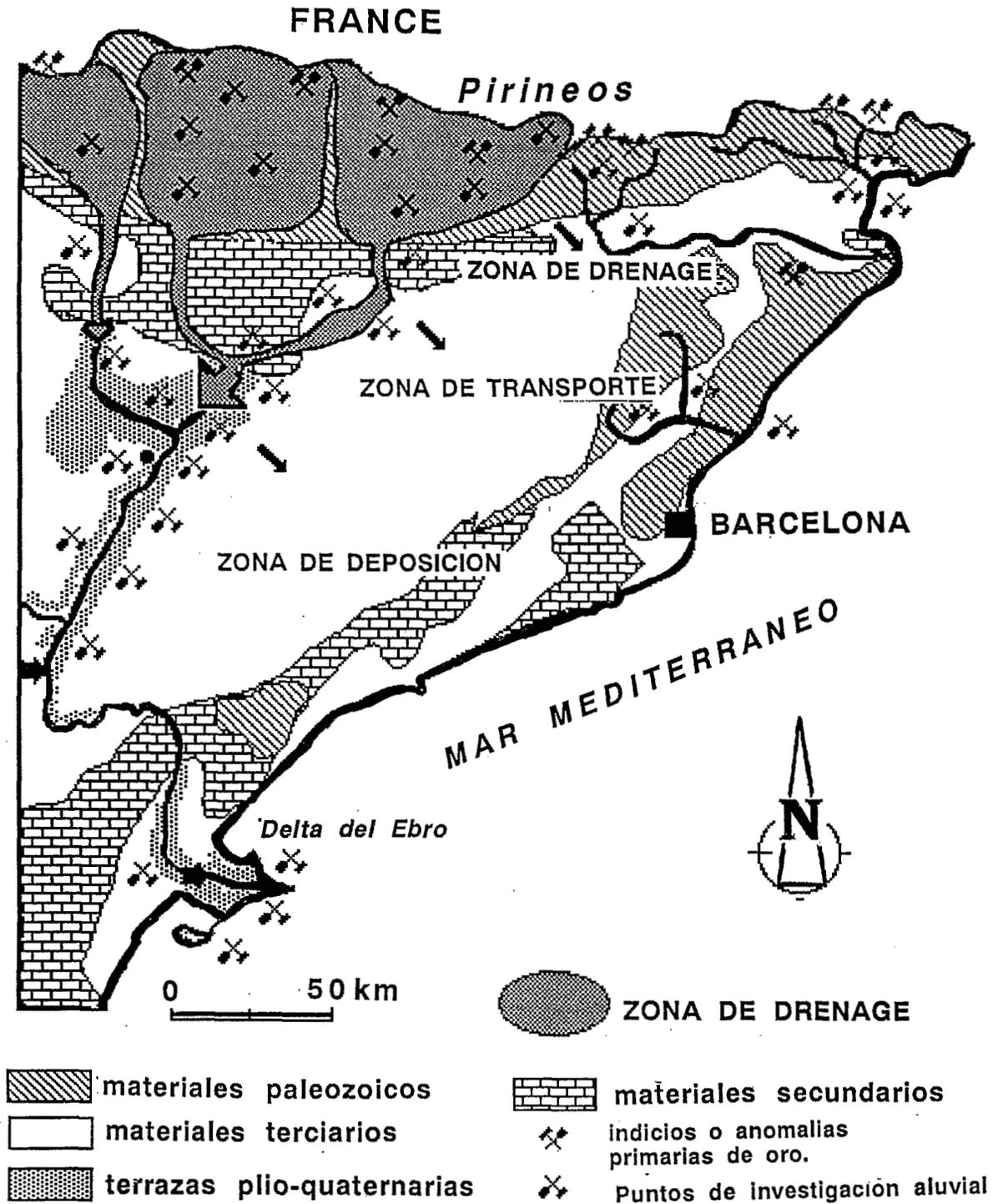


Fig. 2: Cuencas de drenaje del Río Segre y situación de las zonas de muestreo aluvial.

El Ordovícico superior con una potencia de unos 100 metros, presenta en su base y en contacto con el Cambro-Ordovícico una serie cuarcítica rica en minerales pesados alternante con pelitas. A techo se sitúa una serie conglomerática y microconglomerática fosfatada, rica en minerales pesados y oro cuyo origen sería un paleoplacer (Moret, 1989). Esta serie presenta variaciones laterales de facies hacia el norte con materiales arenosos carbonáticos y pelitas negro-azuladas

El Silúrico, se halla representado por las típica pizarras negras, en el Pirineo y C.C.C. Su potencia es variable y presenta intercalaciones de calizas negras. Estos materiales terminan en muchas zonas en una serie calcáreo pelítica atribuida al Silúrico-Devónico en cuya base se sitúa una serie calcáreo arenosa que lateralmente puede pasar a areniscas y esquistos arenosos fosfatados ricos en minerales pesados y oro.

Otros materiales a los que afecta el Noguera Pallaresa, son las formaciones carboníferas pelítico-grauváquicas de la facies Culm, aunque de extensión limitada, y los materiales volcánicos del Estefaniense compuestos por lavas y tobas ignimbríticas riolíticas, riódacíticas y andesíticas. Estos últimos también son afectados por el Río Segre y el Río Noguera Ribagorzana

En cuanto al metamorfismo, éste es de tipo regional de bajo grado, presentándose potentes aureolas de contacto en los macizos graníticos s.l. de la Maladeta (Nogueras Pallaresa y Ribagorzana), Marimañá (Noguera Pallaresa y Andorra (Segre).

Las Mineralizaciones Auríferas Primarias.

Las mineralizaciones primarias de oro procederían de diversos orígenes, entre las más sobresalientes tendríamos los paleoplaceres auríferos fosfatados con As, Co y Ni, localizados en el Ordovícico superior y en el Silúrico basal microconglomerático del Pallaresa y de Videssos (vertiente francesa).

Moret (1989) describe estas mineralizaciones como asociadas a secuencias microconglomeráticas situadas en alternancias pelito-carbonatadas a techo del Ordovícico. La base de esta secuencia es muy ferruginosa y contiene circones y turmalinas. El oro se observa en forma de pajuelas detríticas deformadas y erosionadas de hasta 300 μm y contenidos en plata del 0,8 al 1,5%. En los mismos niveles y dentro de la matriz biodetrítica es común la presencia de pirrotina y arsenopirita con trazas de oro.

El mismo autor nos describe la presencia de oro detrítico en los microconglomerados silúricos de hasta 400 μm y contenidos en plata de 1,3 a 2% y de partículas automorfas de hasta 150 μm . Como conclusión nos indica que ambos horizontes presentan la misma naturaleza detrítica con una matriz muy parecida y que el oro se presenta de forma detrítica y automorfa.

Otras mineralizaciones presentes en la zona y descritas por el mismo autor son las mineralizaciones estratiformes con esfalerita y minerales de As, Co y Ni en el Ordovícico Superior en un encajante calcáreo con cantos de cuarzo y minerales pesados, mineralizaciones estratiformes de esfalerita en las calizas devónicas de Bonabé y filones de cuarzo-pirita-

arsenopirita en el barranco de Cirerés en donde hemos detectado la presencia de oro y el skarn d'Aurenère rico en scheelita, arsenopirita y esfalerita cuyo barranco es el que más partículas de oro presenta en la parte de la cabecera.

En el Río Segre y vertientes ocupadas por éste y el Noguera Pallaresa, se describen otras fuentes primarias de oro como los skarns con arsenopirita situados al SW del granito de Andorra y encajados entre el propio granito y las calizas Devónicas (Soler, 1990) y filones de arsenopirita y cobres grises con oro encajados dentro de las materiales del Ordovícico superior, que son drenados por ambos ríos (Arcos et al , 1991).

Otras posibles fuentes son el Estefaniense volcánico, y si bien en el sector del Río Segre los torrentes que los atraviesan no presentan anomalías en oro, hemos podido detectar hasta 2 ppm de oro en jaspes analizados en la zona del Noguera Pallaresa. Para finalizar y fuera del contexto de ambos ríos indicar su presencia en mineralizaciones estratiformes de As-Au de edad pre-Caradoc y filonianas en la Vall de Ribes (Pirineo Centro-Oriental) descritas por Ayora y Casa (1986) y Thos (1904).

ZONA DE TRANSPORTE Y DEPOSICION DEL SEGRE Y SUS TRIBUTARIOS

La zona de transporte (cuenca media) del Río Segre y sus afluentes el Noguera Pallaresa y Noguera Ribagorzana, transcurre por una zona muy encajada en la que predominan los materiales detríticos del Triásico, calcáreos del Jurásico-Cretácico y detríticos y evaporíticos del Eoceno (fig. 1 y 3).

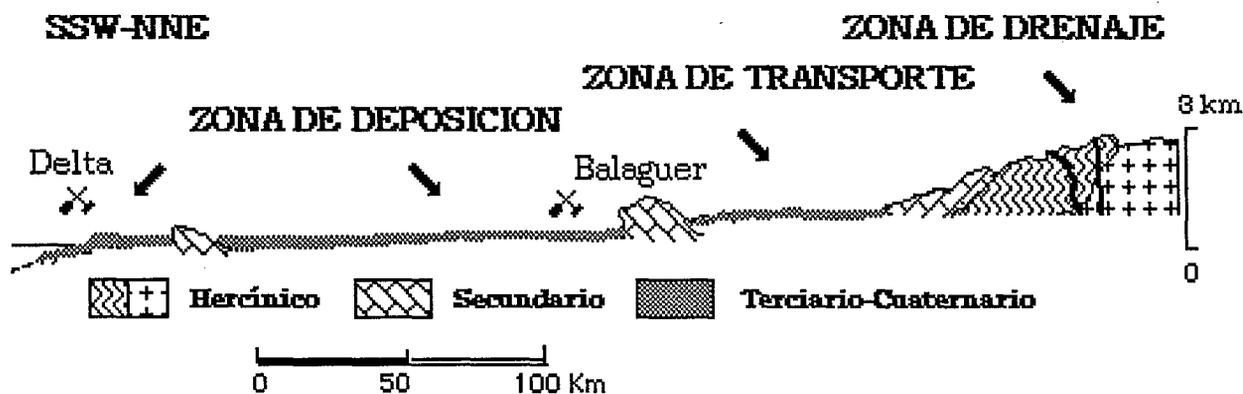


Fig. 3: Corte geológico esquemático y perfil del conjunto Segre-Ebro. Zonas de máxima acumulación aurífera.

En este curso medio de unos 55 km, el lecho de inundación durante las grandes avenidas centenarias, oscila entre 75 y 300 m con un valor medio de 150 m, mientras que el lecho menor oscila entre 25 y 120 m (Puigdefábregas, 1983).

Dentro de esta zona, en su mayor parte ocupada por embalses (Nogueras Pallaresa y Ribagorzana), la presencia de terrazas es muy baja, tan solo en el Segre es posible estudiarlas y en ellas resalta la evolución de los distintos materiales a medida que el Pirineo y Prepirineo es erosionado (fig. 4, 5 y 6). En cuanto a la presencia de oro, son las terrazas del Noguera Pallaresa (tres terrazas examinadas) las que mayor contenido presentan con cuatro partículas en 10 litros de todo uno por una partícula en el Noguera Ribagorzana (dos terrazas examinadas). El Segre presenta una media de 2 partículas en 26 terrazas examinadas.

La llanura aluvial del Segre (curso bajo) que se inicia después de la confluencia de éste con el Noguera Pallaresa, presenta una extensión de más de 200 km² (fig. 2 y 3) y discurre sobre materiales del Oligoceno compuesto por yesos, arcillas, areniscas y conglomerados estériles en oro. El lecho menor es de unos 50 metros que puede alcanzar hasta los 500 metros durante las grandes avenidas centenarias con una extensión de la llanura aluvial que oscila entre los 1500 y 2000 metros (Puigdefábregas, 1983). En cuanto al contenido en oro, las zonas más ricas son el lecho menor con leyes de hasta 2 g/m³ y la última terraza con leyes de 0,3 g/m³ en el sector de Balaguer (fig. 8), y leyes de 0,1-0,2 g/m³ en la primera terraza al Sur de Lleida.

Distribución de los distintos materiales a lo largo de las terrazas del Río Segre

Se ha procedido a un conteo estadístico de los tipos de materiales y a la determinación de los ejes A, B y C de los distintos cantos de las diferentes terrazas tanto de la zona de transporte como de la llanura aluvial con el fin de determinar la distancia de transporte y régimen de transporte, así como el origen de su procedencia, con el objeto de determinar cual de las terrazas sería la más favorable para una investigación de oro.

En efecto observamos que el desmantelamiento del Pirineo Axial (fig. 3) durante el Plio-Cuaternario, ha dado lugar a la aparición de los grandes batolitos como el de Andorra, la Maladeta y el macizo de Marimanyá lo que implica que todas las partes apicales de estos batolitos y macizos, junto con parte de sus aureolas de contacto y con ellas la mayor parte de las posibles mineralizaciones en oro asociadas a éstas (Boyle, 1979), así como parte de los materiales turbidíticos pre-enriquecidos, en nuestro caso los del Ordovícico Superior y Silúrico (Boyle, 1986), al ser erosionados se situarán preferentemente en las primeras terrazas del Segre y de sus afluentes.

En consecuencia estos materiales analizados los hemos subdividido en: materiales metamórficos s.l., tales como rocas de contacto, esquistos y calizas marmóreas; cuarzo; granitos s.l. y rocas volcánicas estefanienses; detríticos, haciendo especial hincapié en los materiales conglomeráticos rojos del Permo-Trias y triásicos; calcáreos (del Secundario y Terciario); ofitas (triásicas) y por último, la matriz arenosa.

El análisis de 5433 puntos de las distintas terrazas exclusivamente del Río Segre tanto en su zona de transporte como en su zona de deposición, nos muestran una distribución desde el inicio de la zona de transporte hasta la llanura aluvial en los alrededores de Lleida (fig. 2) y partiendo de las cotas actuales de las distintas terrazas en:

1. Una disminución del contenido en materiales metamórficos (fig. 4), desde la cota 625 hasta la cota 325 por aumento de la presencia de otros materiales no metamórficos.

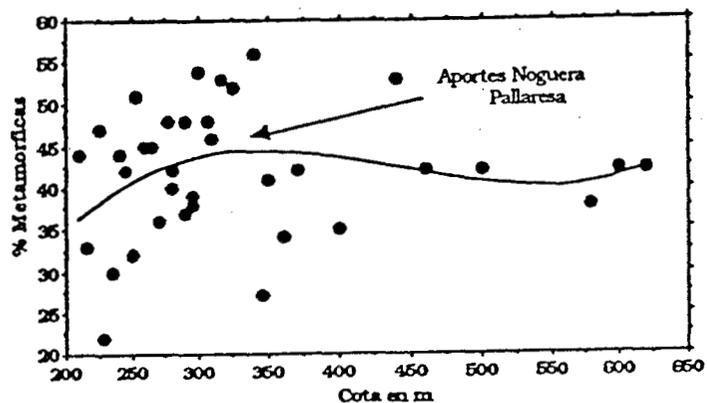


Fig. 4: Diagrama de los distintos contenidos en materiales metamórficos del Paleozoico de las terrazas de la zona de transporte y de deposición del Río Segre.

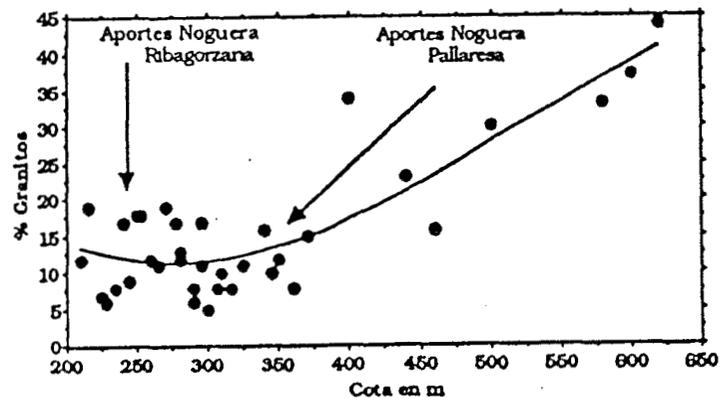


Fig. 6: Diagrama de los distintos contenidos en materiales graníticos hercínicos de las terrazas de la zona de transporte y de deposición del Río Segre.

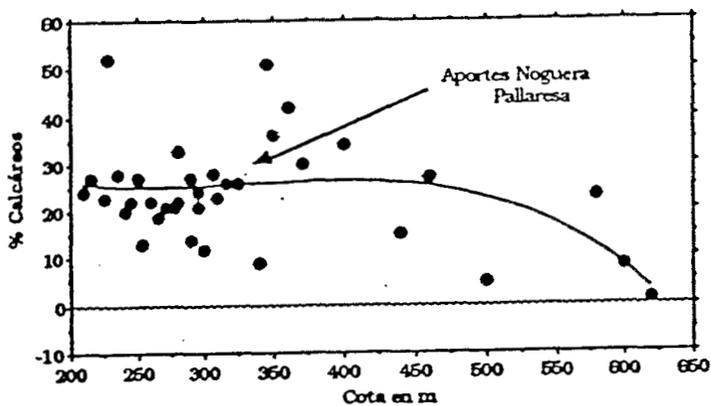


Fig. 5: Diagrama de los distintos contenidos en materiales carbonáticos del Secundario de las terrazas de la zona de transporte y de deposición del Río Segre.

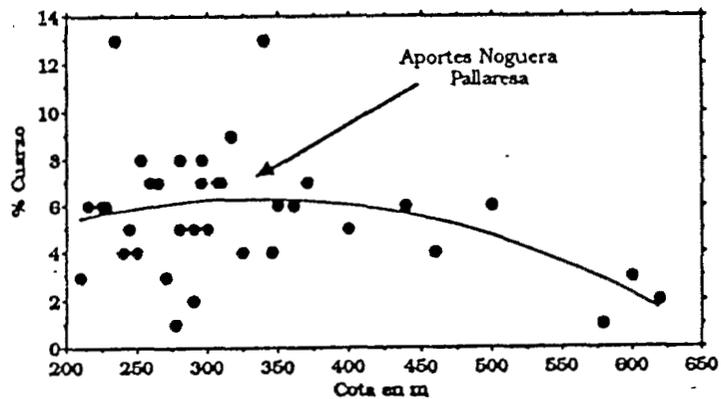


Fig. 7: Diagrama de los distintos contenidos en cantos de cuarzo de las terrazas de la zona de transporte y de deposición del Río Segre.

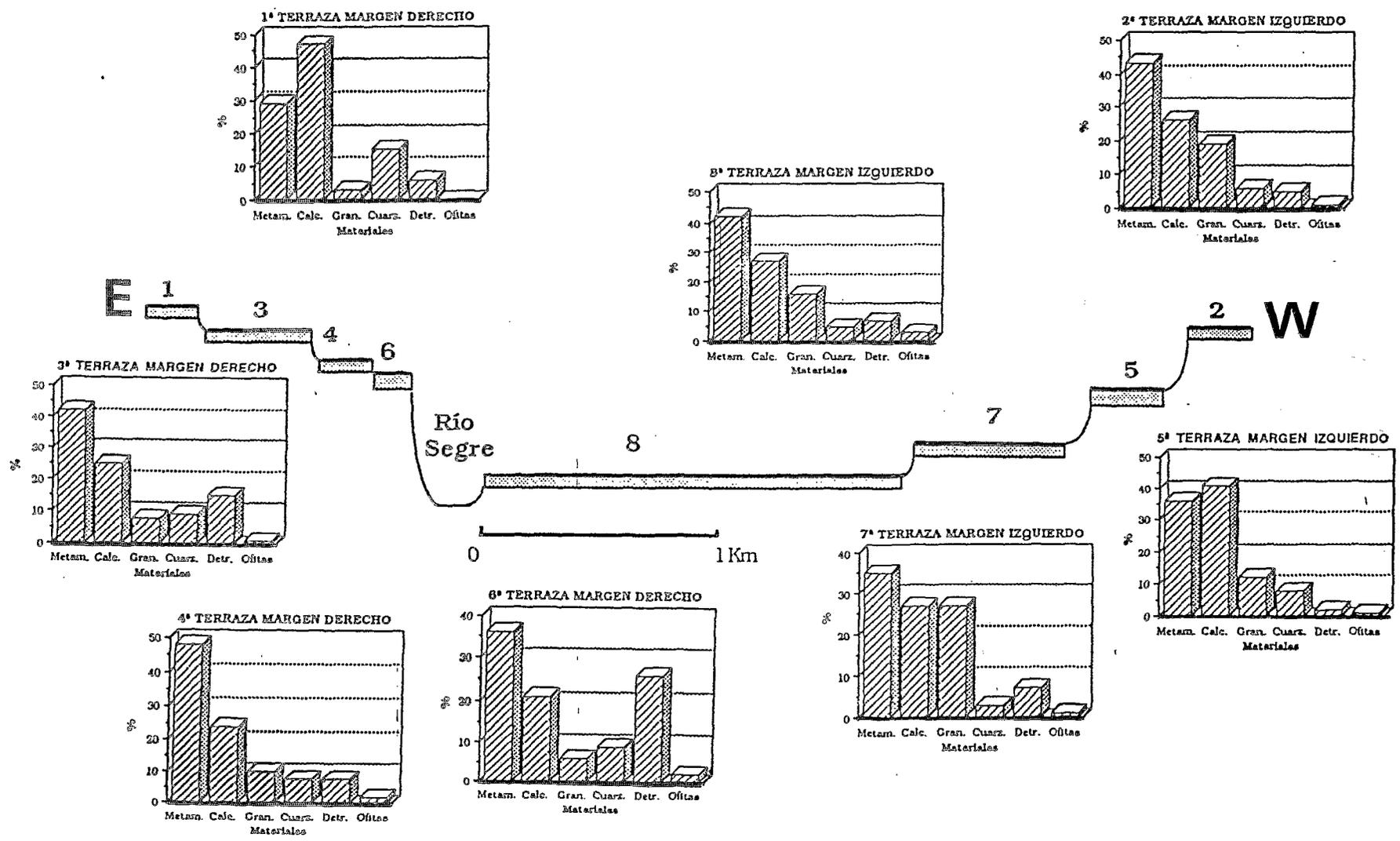


Fig. 8: Distribución de los materiales pirinaicos en las terrazas del Río Segre en Balaguer.

A partir de esta última cota el aumento en "metamórficos" es espectacular coincidiendo con los aportes por parte del Río Noguera Pallaresa para ir descendiendo en los alrededores de Lleida (cota 225) a valores similares a los de la 325.

2. Un aumento considerable de los materiales calcáreos desde la cota 625 hasta la 325 por los aportes laterales de los afluentes que drenan los materiales principalmente calcáreos del Secundario y Terciario del Prepirineo (fig. 1, 3 y 5). Si bien el aporte es muy elevado en la zona de transporte también lo es la disolución de estos materiales, lo que provocaría cierto equilibrio a partir de las confluencias del Segre con los dos ríos Nogueras.

3. Un descenso acusado de los materiales graníticos con pequeños aportes por parte del Noguera Pallaresa y en la cota 250 por parte del Río Noguera Ribagorzana (fig. 6). Esta disminución se debería en parte a la fácil alterabilidad de dichos materiales y los aportes de estos por parte de las terrazas ya no sería en forma de cantos rodados sino más bien en forma de material arenosos (matriz).

4. Un aumento acusado del cuarzo tanto en el propio Río Segre como por los aportes del Noguera Pallaresa (fig. 7). Este aumento se debería a la mayor resistencia de estos materiales en su desplazamiento y a los aportes sucesivos de los ya acumulados en las terrazas.

5. Un aumento muy acusado a partir de la confluencia con el Río Noguera Pallaresa de los materiales ofíticos debido a que éstos se sitúan principalmente en su zona de drenaje y de transporte. De forma similar actúan los materiales detríticos.

En el sector de Balaguer la distribución de los distintos materiales en relación con las terrazas se refleja en la figura 8. En esta figura, se observa que los contenidos medios de materiales metamórficos oscilan sobre el 40% de media con un máximo del 50% y un mínimo del 30%. Los máximos se situarían en las terrazas 2, 3 y 4 que corresponderían, una vez erosionada la cobertera terciaria y secundaria, al inicio del desmantelamiento del Paleozoico. Los materiales calcáreos presentan un máximo de un 45% en la primera terraza, lo que parece indicar el desmantelamiento de los materiales del Secundario y Terciario, tal como ya hemos indicado y que como es lógico són los primeros en erosionarse durante la evolución del Pirineo (fig. 1 y 3). En las terrazas intermedias estos porcentajes se mantienen sobre un 25% con unos máximos del 40% en la terraza nº5 que correspondería a un mayor aporte del Prepirineo. En cuanto a los materiales graníticos, resalta la terraza nº 7, de gran extensión y representación en toda la llanura aluvial del Segre y que indicaría el inicio del desmantelamiento masivo de los batolitos anteriormente mencionados en parte influenciado por los aportes fluvio-glaciales. Hay que resaltar que las morrenas glaciares del Pirineo presentan un elevado contenido en materiales graníticos.

Formas de los cantos dentro de la Llanura Aluvial del Río Segre.

Para la determinación de las formas de los cantos de la llanura aluvial hemos utilizado el diagrama clásico de Zingg (fig. 9) para lo cual se han medido los ejes A, B y C de 1346 cantos rodados de las distintas terrazas de la zona de transporte como de la llanura aluvial.

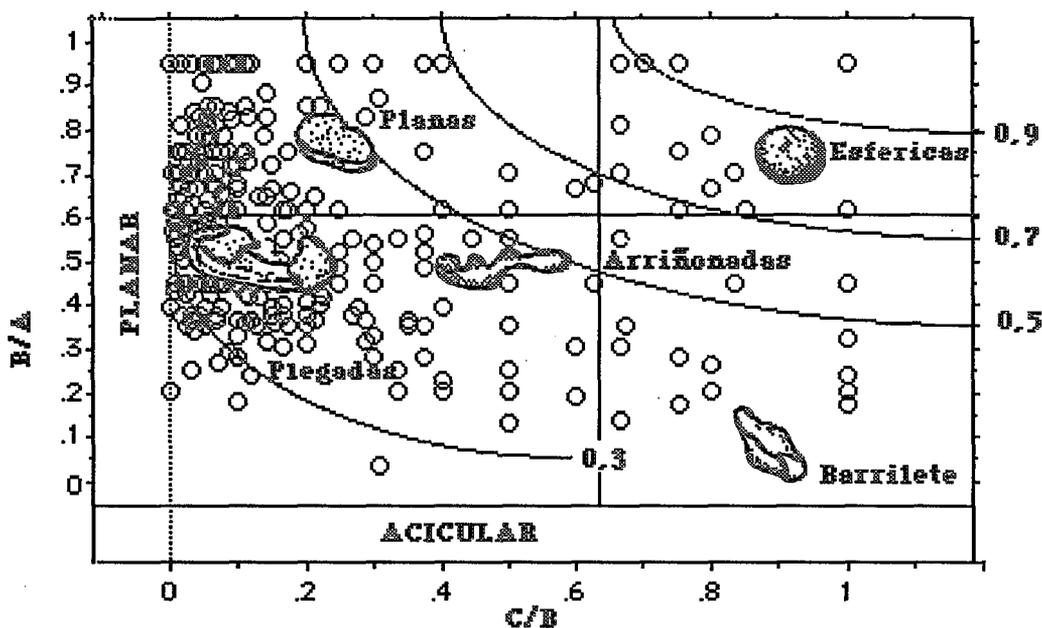


Fig. 10: Morfología de las partículas de oro (diagrama de Zingg-Krumbein).

En este diagrama podemos observar morfologías esféricas y arriñonadas pertenecientes en su mayoría a la zona de drenaje y con contenidos en plata que oscilan entre el 7% y el 12% (fig. 11), así como morfologías planas, plegadas, arriñonadas, en barrilete y algunas esféricas con contenidos en plata situados por término medio por debajo del 3%, pertenecientes en su mayoría a la llanura aluvial (fig. 12 y 13).

El contenido en plata de las partículas se ha determinado mediante análisis de superficie con un microscopio electrónico JEOL JSM-80 del Servicio de Espectroscopia Electrónica de la Universidad de Barcelona. Este análisis nos muestra un descenso del contenido en plata en las partes superficiales de las partículas, es decir un progresivo refinado, con el incremento de la distancia de transporte, de tal modo que en la cabecera, la ley de plata puede alcanzar hasta el 30% con una media del 10%, para descender progresivamente hasta contenidos inferiores al 3% en la llanura aluvial, concretamente en la zona de Balaguer.

Las partículas con morfologías planas, plegadas, arriñonadas, en barrilete y esféricas de la llanura aluvial (fig. 14), indicativas de un elevado transporte (Giusti, 1986), se originarían a partir de los impactos de cualquiera de las distintas morfologías con cantos duros, impacto entre cantos duros, impacto entre un canto duro y arena-limosa (Lopez, 1984) y a fenómenos de fricción (fig. 15). La evolución de una partícula plana hasta una partícula esférica pasando por morfologías intermedias tales como plegada y de barrilete (fig. 12 y 13), y de una esférica a una plana, se realizaría en diversos ciclos. Este fenómeno lo hemos podido también constatar, con los perdigones de caza, generalmente de plomo, observados en el lecho actual del río y que evolucionan de esféricos a planos, de planos a plegados y de plegados a morfologías con tendencia esférica.

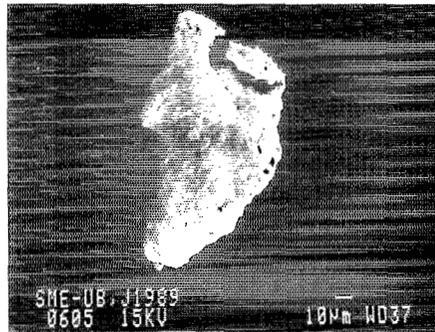
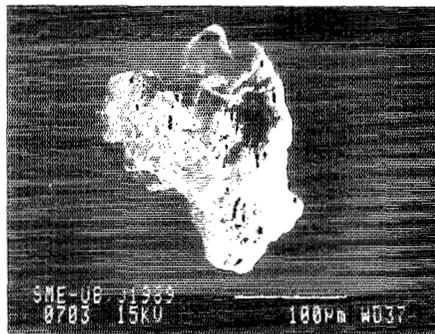
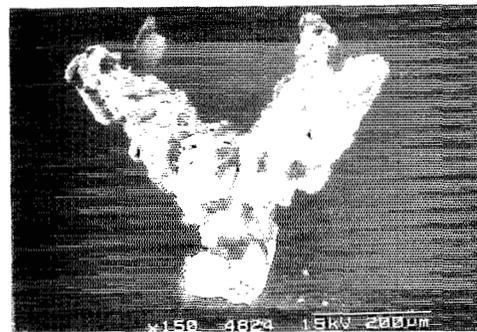
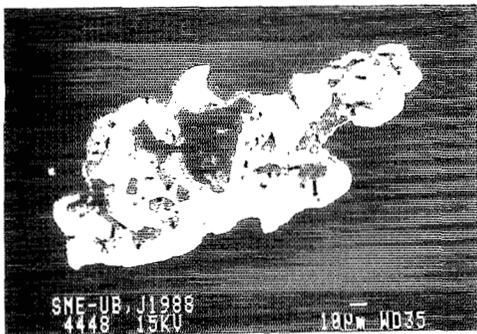
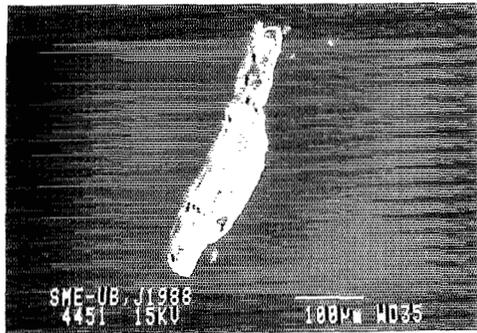
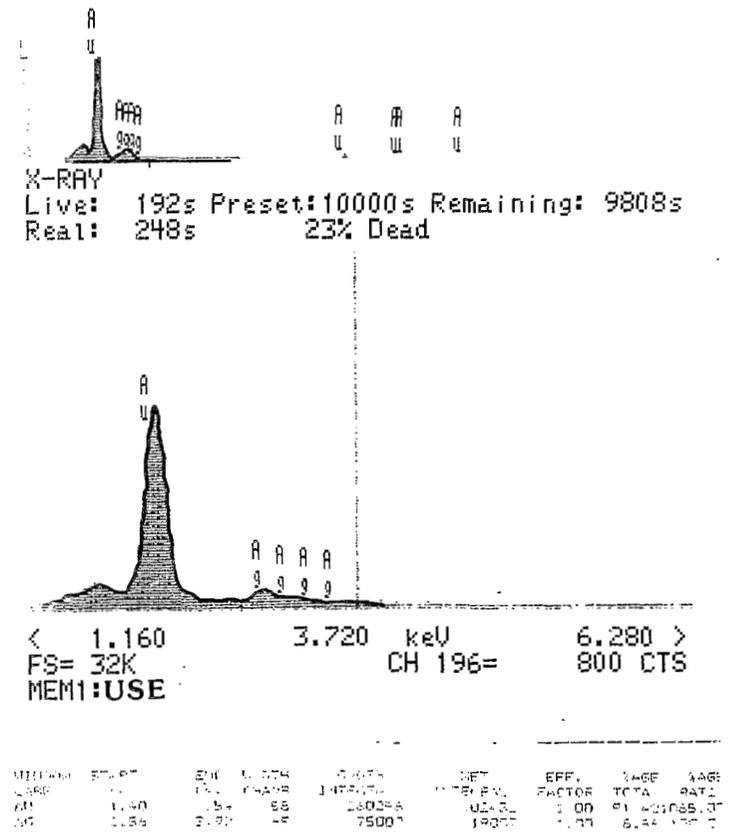


Fig. 11: Morfologies y contenidos en plata de las partículas de oro de la zona de drenaje. Ríos Noguera Pallares, Valira y Segre.



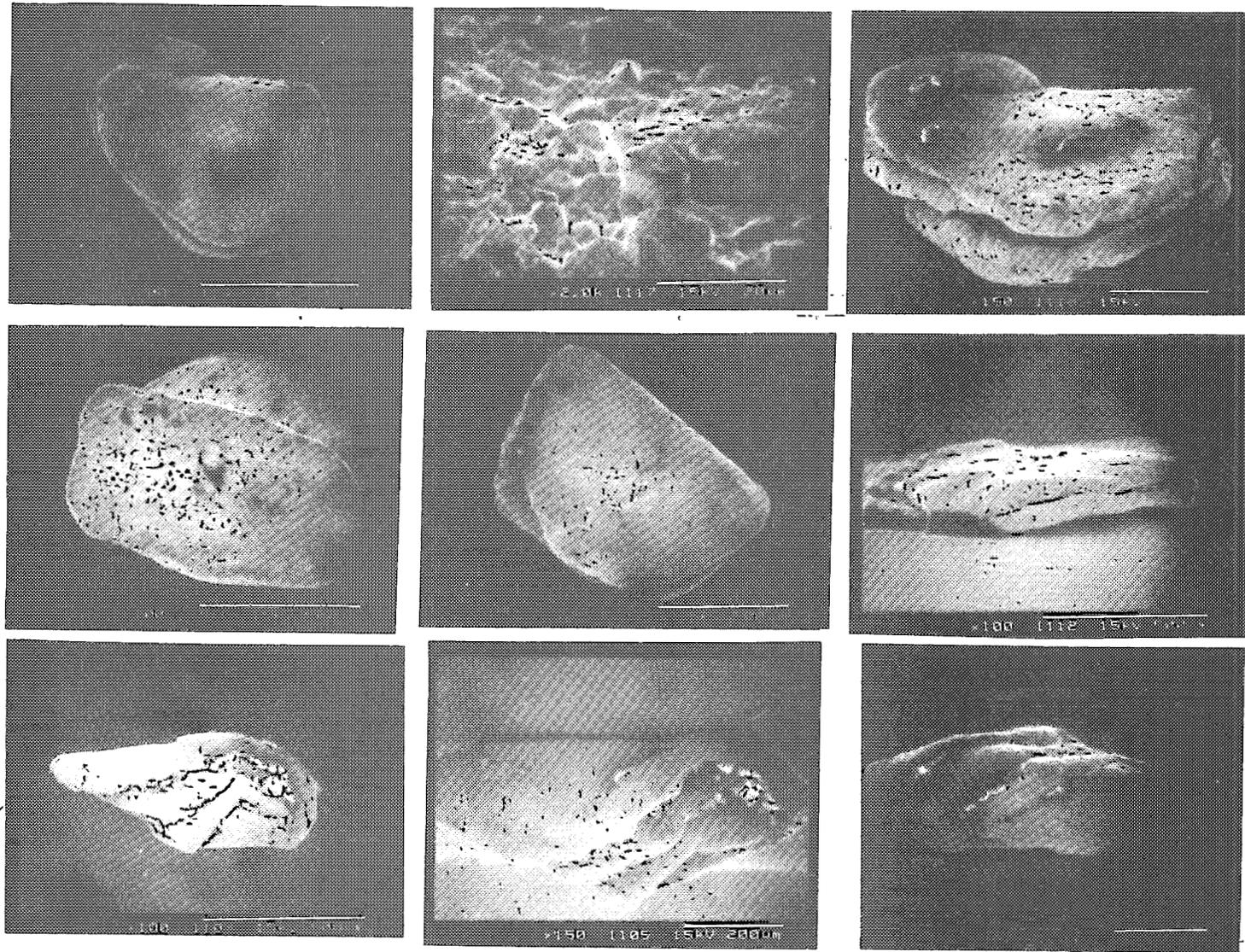
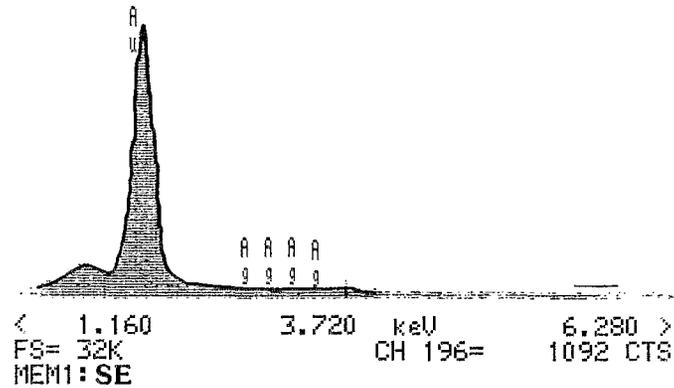
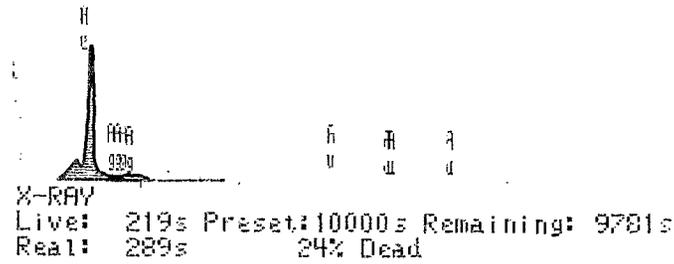
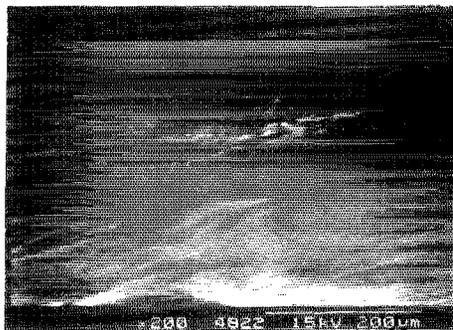
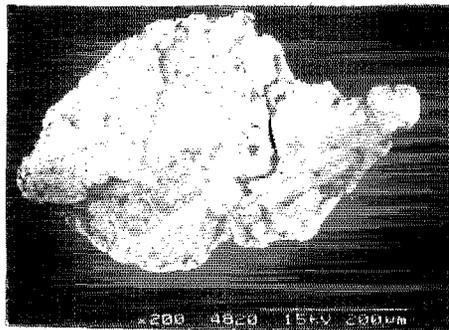
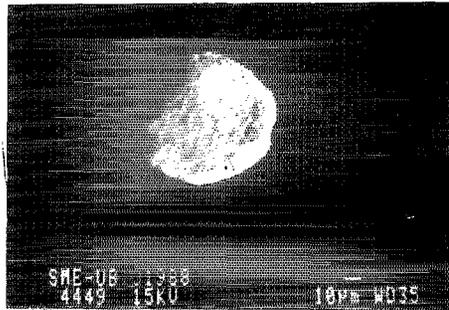


Fig. 12: Partículas de oro de morfologías plegadas y en barrilete de la llanura aluvial del Río Segre en el sector de Balaguer (Lleida).



MINIMUM	START	END	WIDTH	GROSS	NET	EFF.	ZAF	NAME
CASEL	LEV	LEV	CHAN	INTEGR	INTEGR	FACTO	WTH	UNIT
1	1740	2050	53	24141	23976	1.00	98.370000	100
2	2050	2450	57	7503	7503	1.00	98.370000	100

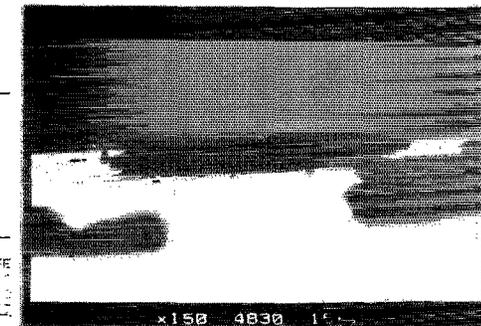
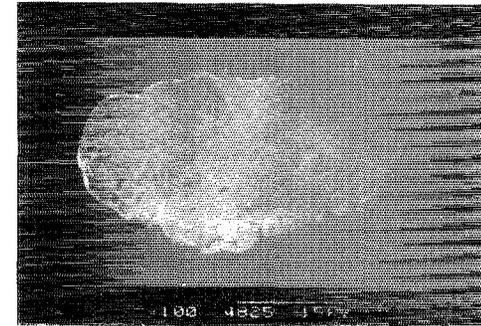


Fig. 13: Particules de oro de morfologias planas y esfericas y contenidos en plata de estas ultimas en la llanura aluvial del Río Segre a la altura de Balaguer.

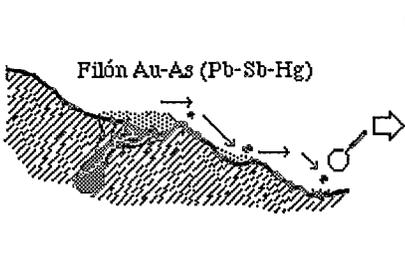
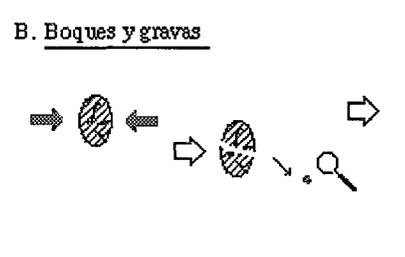
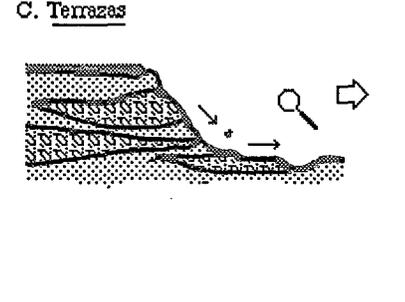
Area Fuente	Formas	Contenido en Ag
<p>A. <u>Yacimiento Primario</u></p>  <p>Filón Au-As (Pb-Sb-Hg)</p>	<p>Espumosas</p> <p>Arriñonadas</p> <p>Planas</p> <p>Esféricas</p>	<p>5 - 12%</p>
<p>B. <u>Boques y gravas</u></p> 	<p>Arriñonadas</p> <p>Planas</p> <p>Esféricas</p> <p>Espumosas</p>	<p>5 - 12%</p>
<p>C. <u>Terrazas</u></p> 	<p>Planas</p> <p>Plegadas</p> <p>Barrilete</p> <p>Arriñonadas (?)</p>	<p>< 3%</p>

Fig. 14: Tipos morfológicos mas comunes.

En la zona de drenaje con un transporte de bajo a moderado, las morfologías son principalmente de tipo espumoso (no representadas en las figuras 11, 12 y 13), que indicarían bien una estructura primaria (Fedchuk, 1983), bien una estructura de pedogénesis asociada a gosans, y de tipo esférico (origen primario). Las partículas arriñonadas (fig. 11), presentan en esta zona un mayor contenido en plata que las de la zona de transporte y de la llanura aluvial y su origen podría estar más relacionado a procesos de pedogénesis con formación de oro autógeno que a procesos mecánicos relacionados con el transporte. La presencia de partículas extremadamente planas en esta zona (fig. 14), podría atribuirse a la liberación de partículas primarias planas asociadas a paleoplaceres. La morfología plegada y de barrilete no ha sido observada.

La presencia de partículas espumosas y arriñonadas con elevados contenidos en plata en la zona de transporte y en la llanura aluvial, se debería a la liberación del oro de los cantos, principalmente metamórficos y de menas arsenicales con cuarzo (fig. 14).

Todas estas morfologías así como su contenido en plata, indican además de un grado de transporte, un grado de turbulencia en la dinámica fluvial en función de los tipos de impactos (fig. 15). Así por ejemplo las formas planas, plegadas y de barrilete se han originado en la zona de transporte y en la cabecera de la llanura aluvial a partir de diferentes pulsaciones que atribuimos a las grandes avenidas centenarias mientras que las partículas planas se sitúan preferentemente en la parte terminal de la llanura aluvial y en el Delta del Río Ebro.

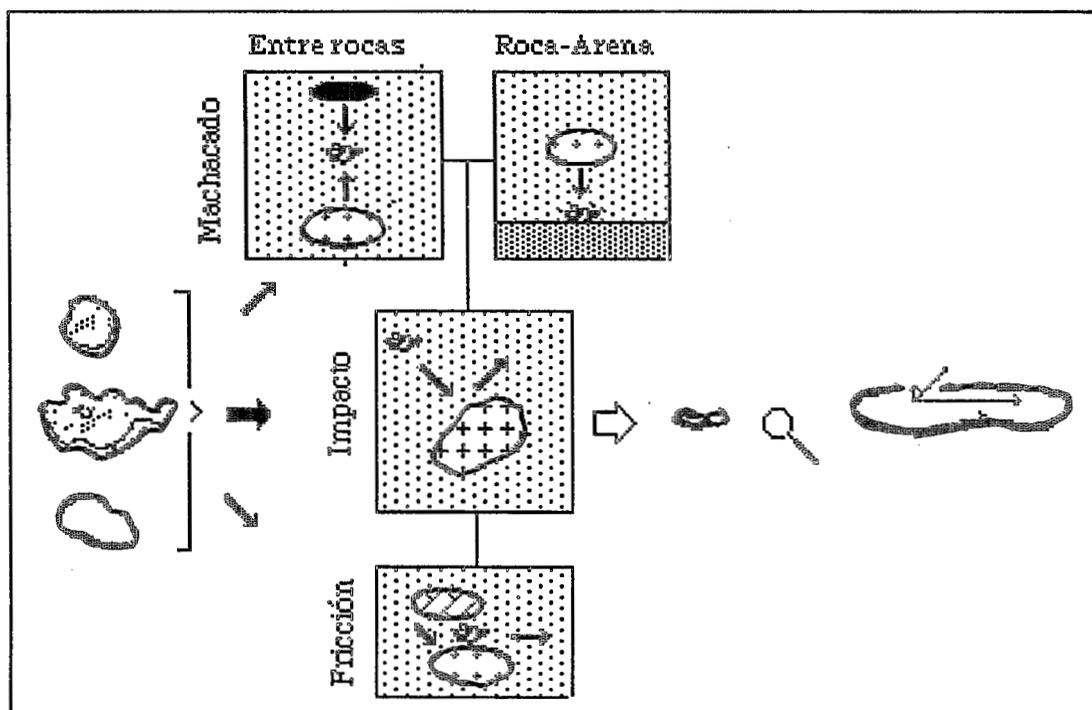
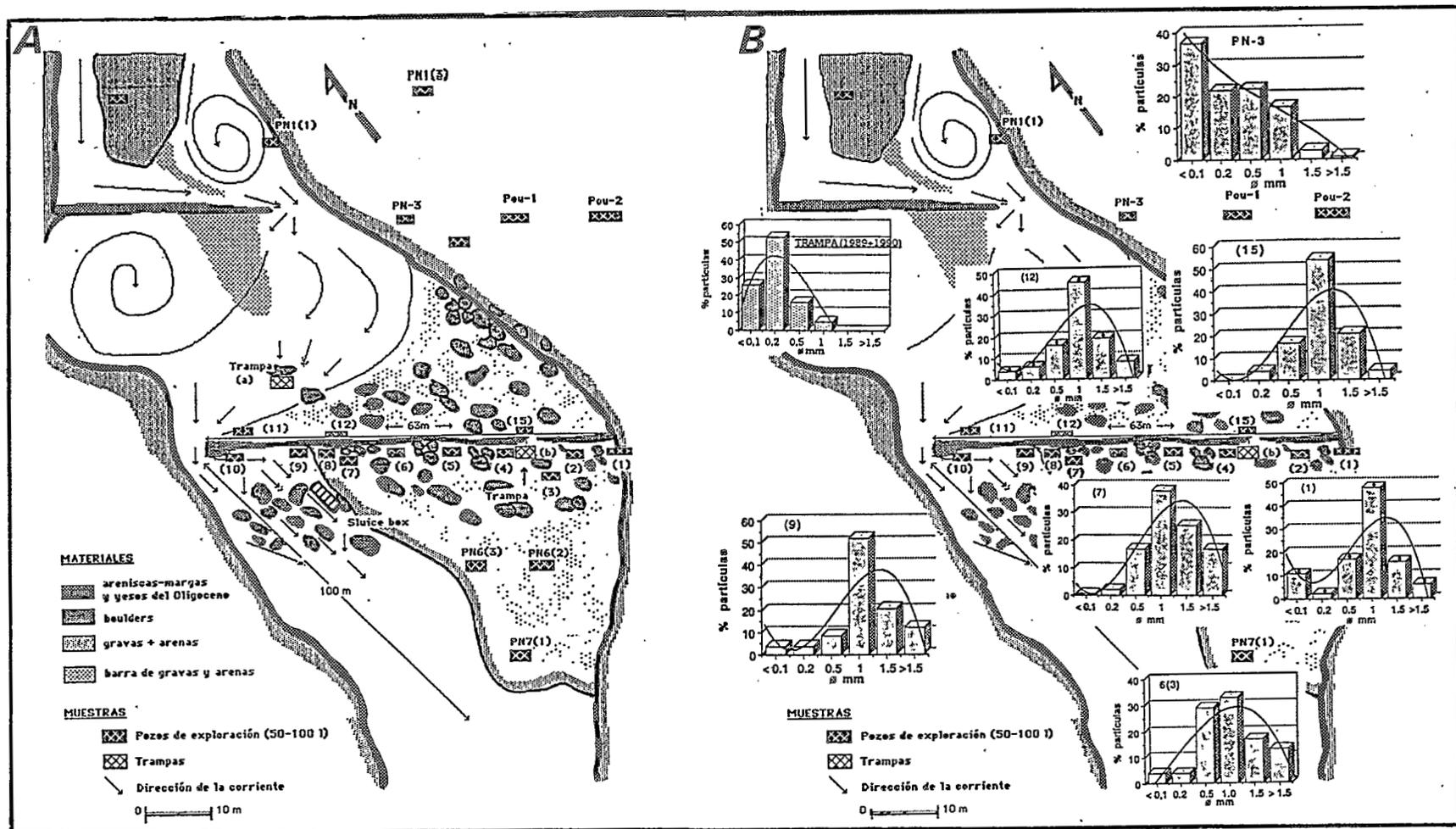


Fig. 15: Diferentes formas de moldeado.

Distribución de las partículas de oro en una zona de "paystreak" situado en el cauce del Río Segre en Balaguer.

Como zona experimental para la determinación de la distribución de las partículas de oro, su caracterización morfológica, quimismo, leyes y modelo de depósito de tipo placer, se eligió una zona de "riffle" en la llanura aluvial cercana a Balaguer y de fácil acceso (fig. 16).

El riffle de la figura 16, está compuesto por materiales detríticos (areniscas) y margas del Oligoceno dando una barrera de unos 65 metros a unos 45° de la dirección normal del río durante las crecidas estacionales (otoño y final de primavera) y a las grandes avenidas centenarias como la de 1982. Por regla general la dirección de flujo y el caudal es la que se representa en dicha figura.



"boulders" que oscilan entre los 10 y 100 cm, un lecho de gravas gruesas de unos 30 cm, un nivel de gravas de unos 20 cm y por debajo, arenas y limos que se sitúan sobre el bedrock cuya composición es principalmente yesífero y margoso. En este sector se realizaron 15 pozos de los que se extrajeron una media de 150 litros de todo uno y se situaron dos trampas para partículas de 60 litros, una en el lecho vivo y en la parte posterior de un boulder (trampa a) y otra en la parte posterior del riffle en una zona tan solo inundada durante las épocas de máximas avenidas anuales (trampa b, fig. 16).

Una vez cribado a 3 mm el volumen de todo uno indicado, las muestras fueron lavadas utilizando un "sluice box" diseñado por los autores y en algunos casos como en el pozo n° 7, la mitad de una muestra de 300 litros fue lavada con un concentrador Knelson 3". Posteriormente las muestras tratadas con el "sluice" fueron bateadas con un pan americano. En el laboratorio todas las muestras fueron tratadas de la forma clásica y las partículas se extrajeron una a una con la ayuda de la lupa binocular. Sistemáticamente se midieron los ejes A representados en los diagramas y sobre algunas muestras (fig. 10), se midieron los ejes B y C con el fin de determinar el diámetro equivalente.

La distribución de las partículas de oro en la zona de riffle s.s. nos indica una tendencia modal entre 1000 y 1500 μm con contenidos muy bajos de la fracción inferior a 100 μm y contenidos de entre 5-15% de la fracción superior a las 1500 μm y leyes que oscilan entre 0,51 a 3,27 g/m^3 con una media de 1,41 g/m^3 . Los minerales pesados más frecuentes son grandes partículas de hematites-siderita de hasta 20 cm de radio equivalente siendo su fracción mas frecuente entre 3000 y 5000 μm , magnetita, granates, circón, scheelita, minerales calcosilicatados y perdigones de plomo que desaparecen en profundidad.

La presencia de gruesos cantos de hematites es indicativo de la partículas de oro superiores a las 500 μm . En los bordes, fuera de la zona de boulders y en la terraza de inundación de grandes avenidas (PN-3) y Pou-1 y 2, la moda se sitúa dentro de un tamaño cercano a las 100 μm con gran abundancia de minerales pesados, principalmente hematites y circón. Las leyes oscilan entre 0,06 a 0,3 g/m^3 .

La trampa (a) muestreada después de las grandes avenidas estacionales nos muestra una moda de las partículas de oro (hasta 35 partículas en un muestreo de 60 litros), de una fracción situada entre las 100 y 200 μm con un elevado contenido en minerales pesados (circones, magnetita, hematites, granates y minerales calcosilicatados), en fracciones inferiores que oscilan entre las 60-300 μm . La trampa (b) ha permanecido siempre estéril en oro.

Este fenómeno nos hace pensar que la acumulación de oro de partículas superiores a las 500 μm así como de los cantos de hematites y de los perdigones de caza, algunos de 1000 μm de diámetro están ligados a las grandes avenidas centenarias y que la dinámica fluvial de las avenidas estacionales, representadas en la trampa (a) tan solo alcanzan a transportar partículas de pequeño tamaño.

Como primera conclusión, los depósitos "paystreak" en la llanura aluvial han tenido lugar durante las grandes avenidas centenarias que serían a su vez la causa de la baja deposición de oro en la zona de drenaje y en la zona de transporte.

EL DELTA DEL RIO EBRO.

El delta del Ebro (fig. 1, 2 y 3) con una extensión de 320 km² y una penetración de unos 25 km en el Mediterráneo, es el tercer delta de este mar después del Nilo y Ródano y se trataría de un delta lobulado muy moderno puesto que durante la época romana aún se comportaba como una "ría" (Riba et al., 1976). Su equilibrio dinámico se establece entre el aporte sedimentario del Ebro y los agentes destructivos y de transporte de las olas, corrientes marinas y vientos (Maldonado, 1972).

El interés de la zona vino como resultado de la información de la presencia de arenas negras ricas en minerales pesados en las playas de dicho delta, lo que nos indujo a muestrearlas para determinar la posible presencia de oro en ellas puesto que el Río Segre es el afluente principal por la izquierda de dicho río.

Los trabajos han consistido pues en un muestreo sistemático de las arenas de playa al borde del rompiente en una longitud de unos 40 km con una muestra cada kilómetro, un bateado y análisis multielemento de las arenas (beach sands) y arenas negras. Así mismo se han ensayado métodos geofísicos (magnetometría y radiometría).

LAS ARENAS NEGRAS (BLACK SANDS)

Las arenas negras se sitúan principalmente al sur de la desembocadura del Río Ebro en una franja de unos 3 km de largo y 100 m de ancho de dirección NE-SW. El espesor de las arenas negras en superficie puede oscilar después de un temporal de vientos de levante, entre los 5 y 20 cm de potencia. En profundidad los niveles de arenas negras alternantes con arenas s.l. puede alcanzar los 150 cm.

A lo largo de estos 3 km se tomaron seis muestras de arenas negras, dos de las cuales contenían un elevado porcentaje de ligeros y se realizaron los ensayos mineralométricos y geoquímicos con el fin de determinar los distintos parámetros necesarios para el desarrollo de una primera fase de prospección orientativa. La densidad de las muestras, previamente secadas, se determinó mediante varias pesadas de un volumen determinado (100 cm³), dando un peso medio de 220 g, lo que implica que su densidad media es de unos 2,2 g/cm³. Las muestras, previa extracción de los magnéticos, fueron bateadas en el laboratorio con el fin de observar la posible existencia de oro y otros elementos pesados para, en el caso de ser positivas, determinar: su granulometría, el número de partículas de oro en cada una de las diferentes granulometrías, la composición química de las partículas de oro y su peso.

El contenido de magnéticos determinado a partir de la extracción mediante un imán de 2,5 kg de muestra, fué de 520 g, lo que representa un 20,8% de la muestra. El concentrado resultante del bateado de los 2,5 kg, se trató según la hoja de flujo clásica, y de la fracción más densa y de mayor susceptibilidad magnética se extrajo el oro, partícula a partícula, contabilizándose en un número superior a 930. El peso de éstas partículas fué de 0,0035 g, lo que representa aproximadamente 2,2 g/m³ de oro. El contenido en minerales de circón fue de 68 g lo que nos da una ley de 27,2 kg/m³.

Otra muestra de 2,5 kg, se le extrajeron diversas fracciones de 250 g que se trataron de la manera siguiente:

A) La primera operación sobre los primeros 250 g, consistió en la extracción mediante un imán de los minerales magnéticos, dando como resultado un valor de 36,7 g que corresponde a un 14,68% de la muestra, que una vez tamizada se añadió a la operación siguiente.

En la segunda operación, se realizó un tamizado de la muestra según distintas mallas (mesh ASTM), así como la separación de cada una de ellas, de los paramagnéticos, en función de sus diferentes susceptibilidades, representadas por las distintas intensidades (r) del campo magnético que nos da un separador electromagnético tipo Franz Isodynamic. Los distintos minerales obtenidos a partir de ellas y confrontados mediante la lupa binocular son de menor a mayor intensidad: magnetita-hematites-ilmenita; ilmenita-titanita-monacita; granate-rutilo; circón-rutilo-oro-scheelita-apatito-cinabrio. Solo se incluyen los minerales de mayor interés económico. Posteriormente, se separaron los minerales pesados de los denominados ligeros, como el cuarzo, la calcita, los feldespatos, etc., con el fin de cuantificar a los primeros para lo cual, se utilizaron líquidos densos (licor de Thoulet), de densidad 3,1. Para esta operación tan solo se utilizó la fracción de menor susceptibilidad magnética y mayor contenido mineralógico. El porcentaje de pesados de la fracción $r > 1,6$ y de densidad superior a 3,1; oscila entre el 3 - 5% del total de los black sands (circones 70%, rutilos 15%, oro, scheelita, ¿casiterita?, etc.).

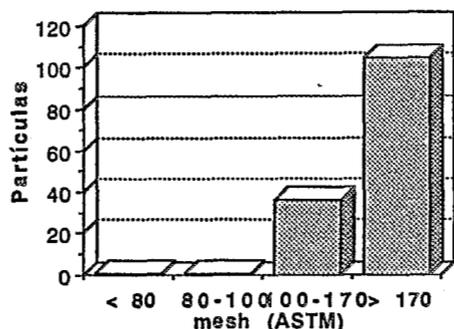
B) Sobre una segunda fracción de 250 g sin tamizar, se realizó la misma operación pero con otras susceptibilidades magnéticas, con el fin de aproximarnos a las distintas susceptibilidades en las que se presentan los elementos de mayor interés económico tales como ilmenita-titanita-anatasa-circón-rutilo-monacita-oro. Para ello se molturó cada una de las fracciones y se realizó un análisis cualitativo por difracción de rayos X, obteniendo los resultados que se expresan en la tabla 1.

Los resultados obtenidos son comparables con los observados mediante la lupa binocular en la muestra de la tabla 1, en la que la fracción de máximo contenido en monacita, se sitúa en $r = 0,45 - 0,7$ ó $0,3 - 0,6$ (principalmente entre 0,45 - 0,55), y que la fracción granulométrica de mayor interés se sitúa entre 0,16 - 0,10 mm .

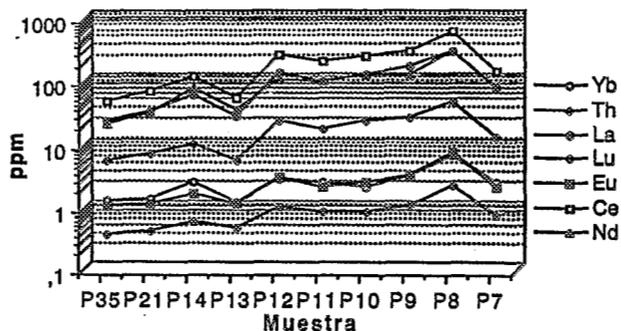
Tabla 1: Fases minerales observadas en distintas Susceptibilidades Electro Magneticas (a) obtenidas mediante el Franz Isodynamic horizontal y determinadas por analisis de difracción de RX.

Muestra	- r	a	Minerales
MD-1	< 0,1	$\infty - 500$	Hematites, Ilmenita, Titanita .
MD-2	0,1 - 0,25	500 - 80	Hematites, Ilmenita.
MD-3	0,25 - 0,45	80 - 25	Hematites, Goetita, Ilmenita, Titanita
MD-4	0,45 - 0,70	25 - 10	Goetita, Diópsido, Monacita.
MD-5	0,70 - 1,60	10 - 2	Grosularia, Rutilo, Anatasa
MD-6	> 1,60	$(d > 3,1) < 2$	Circón, Rutilo, Anatasa.
MD-7	> 1,60	$(d < 3,1) < 2$	Calcita, Cuarzo, Dolomita

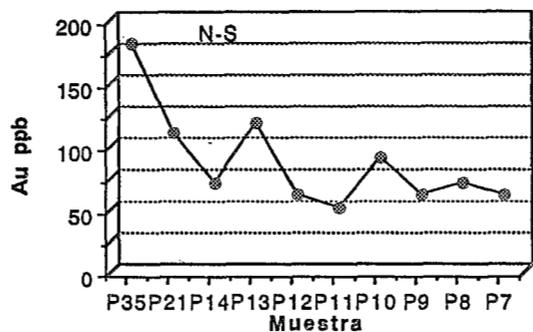
Gisements alluviaux d'or, La Paz, 1-5 juin 1991



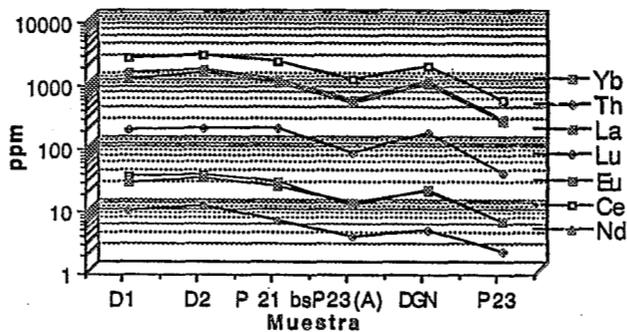
A. Distribución de las partículas de oro en las arenas negras.



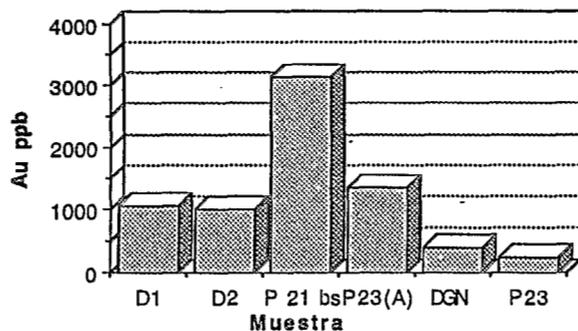
B. Distribución de las Tierras Raras en las arenas de playa. Obsérvese el aumento de la ley de NE a SW



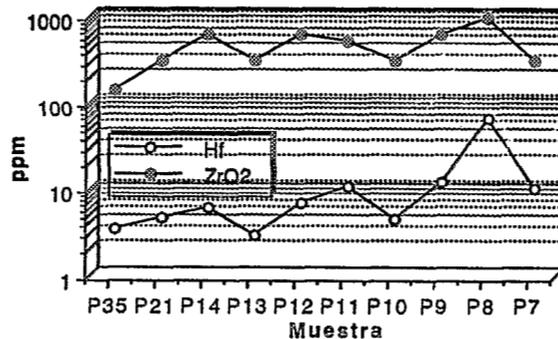
C. Distribución de las leyes de oro en las arenas de playa. Obsérvese su disminución en la ley de NE a SW.



D. Distribución de las tierras raras en las arenas negras. Los valores más bajos pertenecen a mezclas de arenas de playa y arenas negras.



E. Distribución del oro en las arenas negras. Los valores más bajos pertenecen a mezclas de arenas de playa y arenas negras.



F. Distribución del Hf y ZrO₂ en las arenas de playa. Los contenidos en estos elementos son hasta 100 veces superiores en las arenas negras y sus contenidos aumentan de NE a SW.

Fig. 17 A, B, C, D, E, F.

C) Sobre una tercera fracción de 250 g se realizó el proceso ya indicado en la hoja de flujo, pero sin tamizado previo. De la última fracción, se extrajeron todas las partículas de oro. Posteriormente estas partículas se tamizaron y dieron lugar a la distribución granulométrica que se representa en la figura 17 A. En ella observamos que mayoritariamente las partículas se sitúan en la fracción inferior a 170 mesh ASTM. El contenido en Au de dichas partículas ha sido analizado mediante SEM dando leyes superiores al 98%.

La morfología más típica (80% de las partículas de oro), corresponde a la de tipo plana (fig. 14), que en este caso son extremadamente circulares y con rebordes. Estos rebordes, presentan contenidos en Au similares a los de la parte central (> 98%). Las otras morfologías plantean la posibilidad de una formación autógena, ya que sus rebordes han desaparecido en parte, y sus extremos presentan contenidos superiores en Ag (12-6%).

Los análisis obtenidos de las 6 muestras de arenas negras situadas sobre el rompiente al Sur de la desembocadura del río (fig.17. E y D), nos dan valores de 0,2 a 3 ppm de oro, contenidos de hasta un 0,4% en Tierras Raras, de un 2,5% de ZrO_2 y hasta un 9% de TiO_2 . El volumen de arenas negras parece descender hacia el Sur.

LAS ARENAS DE PLAYA (BEACH SANDS)

Sobre las arenas y en la misma franja de dirección NE-SW a partir de la desembocadura del Río, se tomaron 23 muestras a 30 cm de profundidad y espaciadas 1 km cada una haciendo especial hincapié en no tomar niveles de arenas negras. Se tomaron también 11 muestras a partir de la desembocadura en dirección SE-NW (fig. 2). El volumen de muestra tomada fué de 5 litros para el laboratorio y 10 litros para ser bateadas en el lugar. En todas se observaron minerales pesados y en 15 de ellas se observó la presencia de alguna partícula de oro.

Las muestras de laboratorio fueron tratadas de la forma clásica y en una fracción de ellas se analizó el oro utilizando técnicas de lixiviación con agua regia y cianuración, mediante Absorción Atómica. En otra fracción se analizó el Au (para contrastar resultados), As, Sb, Zn, Cr, Co, Th, U, Hf, Fe, La, Lu, Eu, Ce, Cs, Ta, Yb, Nd, Ba, Sc, Br mediante Activación Neutrónica, y el Pb, Mo, Fe, Ti, Zr, Sr, Rb, Si y Ca por Florescencia de Rayos X.

De los resultados analíticos obtenidos se desprende que el contenido en oro descende desde la desembocadura en dirección NE a SW (fig. 17 C), y se mantiene con valores constantes de 0,1 ppm desde ésta hacia el NW (fig.2). Los contenidos medios se sitúan sobre las 0,15 ppm en la zona de desembocadura para descender hasta las 0,06 ppm al SW. Las Tierras Raras y el Zr-Hf (fig. 17 B y F), presentan el caso inverso aumentando sus contenidos de NE a SW al igual que el Ti y el Fe sin la espectacularidad de los otros. La Si y Ca mantienen una tendencia constante. El oro y los diferentes pesados se distribuyen de NE a SW en función de su densidad y a la propia dinámica litoral. Así tenemos que el fenómeno del empobrecimiento de oro de NE a SW, se debe a que las corrientes de dirección NE-SW que arrastran las partículas aportadas por el río las depositan en su zona proximal enriqueciendo las arenas s.l. (cerca de la desembocadura), mientras que los temporales de levante, las remobilizan y acumulan para depositarlas en forma de arenas negras (también cerca de la desembocadura). Esta removilización así como la pérdida de carga en oro por parte de las corrientes es la causa de que la zona situada al SW se halle empobrecida en oro, tanto en las arenas s.l. como en los

pequeños niveles de arenas negras puesto que al ser pobres dichas arenas s.l. la removilización-deposición por parte de los temporales también lo será.

Los otros minerales pesados también se depositarían a partir de su densidad inicialmente más próxima a los ligeros, lo que nos daría una distribución algo más equilibrada en función de esta. En la desembocadura, las corrientes, al igual que para el oro, ayudadas por los temporales de levante que remobilizarían las arenas ya existentes, enriquecerían en gran parte de pesados a las arenas negras y empobrecerían a las arenas s.l. removilizadas. Otra parte de dichos pesados seguirían arrastrados por la corriente hacia el SW enriqueciendo a pequeños niveles de arenas negras pero mayoritariamente a las arenas s.l.

PRIMERAS CONCLUSIONES

1. Tanto la llanura aluvial del Río Segre como la del Río Ebro fueron trabajadas hasta el Siglo XVII.
2. El oro primario tiene su origen en los materiales del Paleozoico, especialmente en:
 - Las turbiditas (pizarras negras) del Cambro-Ordovícico.
 - Filones mesothermal con arsenopirita tardihercínicos
 - Skarns polimetálicos Hercínicos
 - Materiales volcánicos ácidos del Estefaniense.
3. El microanálisis SEM-EDX de las partículas, pone de manifiesto una disminución del contenido en Ag respecto al Au, desde las zonas de drenaje (7-12%), a las de la llanura aluvial (5-6%) y de deposición (<3,5%).

Los valores bajos en plata pueden tener dos orígenes:

- Un origen primario reflejo de la génesis de la mineralización aurífera (por ejemplo los paleoplaceres).
 - Un origen secundario originado por la facilidad de la difusión de la plata dependiendo de la morfología, grado de aplastamiento, fricción y plegamiento experimentado durante el transporte de las partículas.
4. Los principales aportes de oro en la llanura aluvial del Río Segre, procederían del Río Noguera Pallaresa.
 5. Las zonas de máxima acumulación se sitúan:
 - Dentro de la llanura aluvial del Río Segre : en el bedrock de las terrazas intermedias y en el bedrock del lecho actual. Los contenidos máximos de oro en un paystreak del lecho actual son de $3,27 \text{ g/m}^3$ con un contenido medio de $1,41 \text{ g/m}^3$.
 - En el delta del Ebro : los contenidos medios de oro en las arenas de playa son de $0,1-0,2 \text{ g/m}^3$, mientras que en las arenas negras los contenidos máximos son de 3 g/m^3 .

AGRADECIMIENTOS: Este trabajo ha sido realizado con la ayuda financiera de la Comisión Interministerial de Investigación Científica y Técnica (CICYT) de España, Proyecto ref. GEO89-0156. Los autores agradecen a los componentes de dicho proyecto por la ayuda prestada y especialmente al Sr. Jorge Guillén del Instituto Jaime Almera de Barcelona (CSIC) las directrices y ayuda prestada en la toma de muestras del delta del Río Ebro.

REFERENCIAS

- ARCOS D.; AYORA C. & SOLER A. 1991. Gold transport in shear zones from Central Pyrenees, Spain. Source, transport and deposition of metals. 25 years SGA Anniversary Meeting. Nancy. 4 p.
- AYORA C. & CASAS J.M. 1986. Stratabound As-Au mineralizations in pre-Caradocian rocks from the Vall de Ribes, Eastern Pyrenees, Spain. Mineral. Deposita. v.21. :278-287.
- AYORA C.; LIESA M. & SOLER A. 1989. El filón de cuarzo con As-Bi de Sant Pere, La Junquera, Pirineo Oriental: Parámetros físico-químicos de formación. Bol. de la Soc. Española de Mineralogía, 12. :351-362.
- BLAZQUEZ J.M. 1970. Fuentes Literarias Griegas y Romanas referente a las explotaciones mineras de la Hispania Romana. La Minería Hispana e Iberoamericana. Edit. Cátedra de San Isidoro. León. :117-150.
- BOYLE, R.W. 1979. The geochemistry of gold and its deposits . Geol. Surv. Can. Bull. 280, 584p.
- BOYLE, R.W. 1986. Gold deposits in Turbidite Sequences: Their Geology, Geochemistry and History of the Theories of Their Origin. Geol. Assoc. of Canada Special Paper 32. :1-13.
- CALDERON S. 1910. Los Minerales de España. Junta para la Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas. Madrid. 2 t.
- CHAUSSIER J.B & MORER, J. 1981. Manuel du Prospecteur Minier. Manuels & Methodes 2. BRGM. Orléans.273p.
- FEDCHUK, V.YA.; KARAGODINA, M.V. & MALKIN B.V. 1983 .Sources of gold placers from one region in the USSR. Internat. Geology Rev., v.25, n°2. :173-177.
- FERRER MODOLELL, A. 1989. El vulcanismo calco-alcalino del Ordovícico Superior de los Macizos de las Guilleries y Les Gavarres (Cordilleras Costeras Catalanas, Prov. Girona) y sus mineralizaciones asociadas: Mecanismos eruptivos, Metalogenia y Prospección Geoquímica. Tesis, Universidad de Barcelona. 2 tomos. Inédita.
- GALAN E & MIRETE S. 1979. Introducción a los minerales de España. Edit. IGME. Minist. Industria. Madrid. 420p.
- GIUSTI L. 1986. The morpholgy, mineralogy, and behaviour of "fine-grained" gold from placer deposits of Alberta: sampling and implications for mineral exploration. Can. J. Earth Sci. vol.23.:1662-1672.
- GUIOLLARD P.CH. 1988. Mines d'or. Edit. Guiollard. La Téoulere. 232p.
- HÉRAIL G. 1984. Dynamique géomorphologique et sédimentologique des piémonts et bassins intramontagneux du nord-ouest de l'Espagne et gîtologie de l'or détritico. Chron. Rech. Min. BRGM. n°474, :49-80.

- IGLESIAS J. 1949. Pere Gil S.L. (1551-1622) i la seva Geografia de Catalunya. Quaderns de Geografia. Barcelona. 223p.
- LARA PEINADO F. 1973. Lérida Romana. Colección Cultura Ilerdense, Dilagro Ed. Lleida. 141p.
- LOPEZ NAVARRO, T. 1984. Orígenes de la Formabilidad de los Metales en Frío. Ed. Prensa XX1. Barcelona. 402p.
- MALDONADO A. 1972. El delta del Ebro: Estudio sedimentológico y estratigráfico. Boletín de Estratigrafía, I. Barcelona,
- MALUQUER DE MONTES J. 1971. La Humanidad Prehistórica. Ed. Montaner y Simón S.A. Barcelona 361p.
- MONTENEGRO A. & BLAZQUEZ J.M. 1982. Historia de España. España Romana (218 a.JC-414 de JC). de R.Menendez Pidal; vol I La conquista y la explotación económica. Espasa Calpe Madrid. 646p.
- MORET J.F. 1989. Géologie de la zone Axiale pyrénéenne dans les vallées de la Pallaresa (Lleida, Espagne) et du Vicdessos (Ariège, France). Tesis. INPL. Nancy. France. 150p.
- PITA MERCE R. 1975. Lérida Ilergete. Dilagro Ed. Lleida 198p.
- PUIGDEFABREGAS C. 1983 Efectes geomorfològics dels aiguats del Novembre de 1982. Informe. Servei Geològic de la Generalitat de Catalunya. Dep. Política Territorial i Obres Publiques. 236p.
- RIBA O, BOLOS O, PANAREDA J.M.; NUET J & GOSÀLBEZ J. 1976. Geografia física dels Països Catalans. Edit. Ketres. Barcelona . 223 p
- SOLER, A. 1990. Geologia i Metallogenia de la terminacio sud del granit d'Andorra (Pirineu Central). Tesis Doctoral. 886p. Inédita.
- THEOBALD, Jr. P.K. 1954. The gold pan as a quantitative geologic tool. U.S. Geol. Survey Bull. 1071A., 54p.
- THOS, S. 1904. Exploración y Explotación de los criaderos metalíferos del Valle de Ribas. Minas y Minerales, Gironés i Henrich, Barcelona. 147p.
- WOJCLK, R.J. 1984. Geologic factors described for large global gold placer deposits. Mining Engineering, vol.36.,11, :1528-1539.
- YEEND W & SHAW D.R. 1990. Gold Placers. In Gold in placer Deposits. U.S. Geolog. Survey Bull. 1857, :G1-G13.