

Contribución de la geología minera al conocimiento de la cuenca permotriásica asturiana

C. LUQUE CABAL, M. GUTIÉRREZ CLAVEROL* Y L. PANDO

Departamento de Geología. Universidad de Oviedo, c/Jesús Arias de Velasco s/n, 33005 Oviedo, España.

**e-mail: claverol@uniovi.es*

Resumen: Los intensos trabajos de investigación minera realizados para prospectar y explotar fluorita en las zonas de Llanera, Siero, Colunga, Caravia y Ribadesella han permitido conocer en detalle por menores cartográficos, estratigráficos y tectónicos de la cuenca permotriásica asturiana. Para este artículo se han seleccionado las aportaciones más relevantes efectuadas por los geólogos –muchos de ellos extranjeros– que participaron en esta actividad. Buena parte de los mapas y cortes estructurales presentados corresponden a documentos inéditos de las empresas o proceden de tesis doctorales no publicadas, por lo que no han sido recogidos ni integrados en las cartografías geológicas más utilizadas actualmente.

Palabras clave: Permotriás, cartografía geológica, minería fluorita, Asturias.

Abstract: The exhaustive research developed to fluorite prospecting and mining in Llanera, Siero, Colunga, Caravia and Ribadesella, has enabled detailed knowledge about cartographic, stratigraphic and tectonic features in the asturian Permian-Triassic basin. For this paper there have been selected the main contributions effected by geologists –many of them foreigners– that took part in this activity. Most maps and structural sections came from unpublished companies documents or doctoral theses, so they were neither gathered nor integrated into current used geological maps in Asturias.

Keywords: Permian-Triassic, geological mapping, fluorite mining, Asturias.

La fiebre de la fluorita que aconteció en Asturias en el período comprendido entre la guerra civil española y finales de la década de los setenta, supuso el reconocimiento geológico exhaustivo de una parte de la cuenca permotriásica. Durante el periplo minero se abrieron medio centenar de explotaciones subterráneas y a cielo abierto lo cual, junto al gran número de sondeos (centenares) realizados con fines prospectivos, hizo posible estudiar con un detalle sin precedentes los materiales donde encaja la mineralización y su estructuración; ello coadyuvó con el paso de los años a que la producción de esta minería regional llegase a alcanzar el sexto puesto mundial.

Una reciente investigación sobre este tipo de mineralizaciones (Gutiérrez Claverol *et al.*, 2009) permitió consultar abundante información bibliográfica (planes de labores, informes privados, tesis) sobre los pro-

yectos desarrollados por las empresas involucradas en el beneficio a lo largo de toda la historia de esta industria extractiva en territorio asturiano. Además de los informes internos de las compañías, se revisaron tesis doctorales inéditas presentadas en universidades alemanas: Endlicher (1974, en Múnich), Kuchelka (1974, en Clausthal), Schäfer (1974, en Clausthal) y Huber (1976, en Clausthal), francesas: Jullien (1974, en París) y Ferrand (1978, en Orleans) y españolas (Díaz González, 1978; Loredo Pérez, 1981).

A partir de ese trabajo de documentación, este artículo pretende compendiar particularmente de manera gráfica varias de las más relevantes contribuciones a la geología regional que técnicos e investigadores han realizado, y que sin embargo no han gozado de una divulgación a la altura de su interés para enriquecer –por su detallada escala de trabajo– las cartografías de

Tabla I. Unidades litoestratigráficas permotriásicas representativas de las inmediaciones de La Camocha (Gijón) determinadas con sondeos mineros.

EDAD	MIEMBROS CONSIDERADOS	FORMACIONES EQUIPARABLES
LÍAS BASAL	Arcillas marrones y pizarras negras con yeso y anhidrita (<60 m)	"Tramo de transición" (Suárez Vega, 1974) <i>Fm. Fuentes</i> (Suárez Rodríguez, 1988)
SAXONIENSE	Margas y arcillas superiores (200 m) Limos superiores (40 m) Margas rojas con cavidades (18-24 m) Calizas o "Brecha caliza" (<26 m) Caliches (30 m) Limos inferiores (<25 m) Conglomerado basal de La Riera (<87 m)	<i>Formación Caravia</i> (Martínez García, 1990)
PÉRMICO INFERIOR	Tobas del arroyo Vilorteo (?)	<i>Formación Cabranes</i> (?) (Martínez García, 1990)

(Basada en Pieren *et al.*, 1995, con modificaciones)

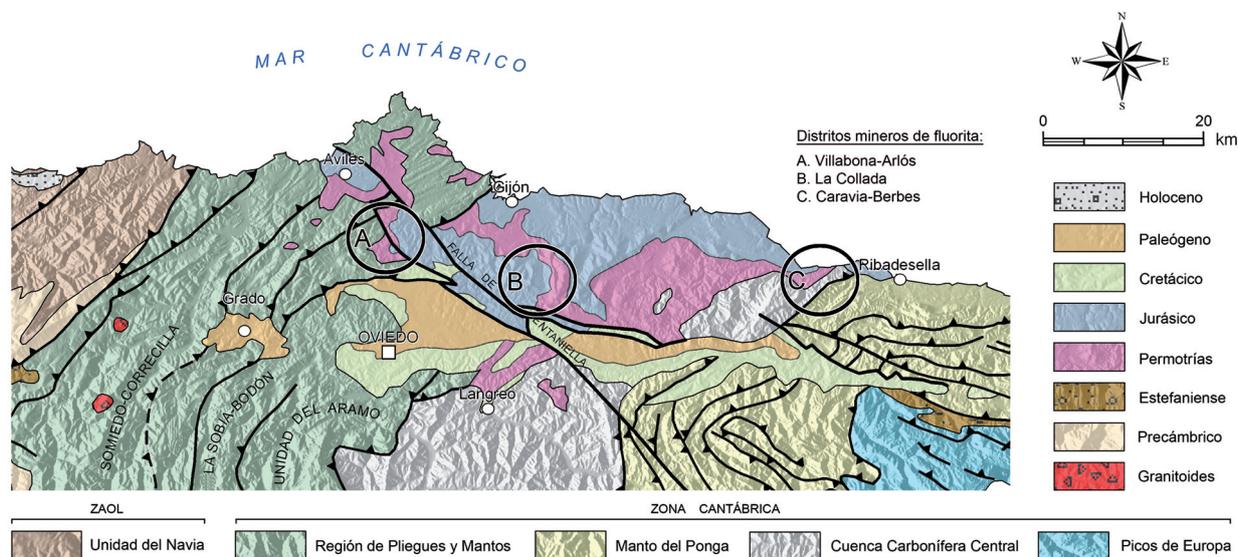
superficie publicadas acerca del Permotriás. Asimismo, se aportan diversas columnas estratigráficas y secciones elaboradas para la interpretación del contexto estructural de las mineralizaciones, que pueden complementar los conocimientos de que se dispone sobre el efecto de deformación frágil alpina sobre éstas litologías.

Peculiaridades geológicas

El Permotriás de Asturias constituye un conjunto complejo sobre el que aún se ciernen bastantes incógnitas. Aunque con singularidades notables, en líneas generales se diferencia un tramo inferior con niveles de conglomerados carbonatados, una secuencia vulca-

no-detritica y una serie de conglomerados silíceos, areniscas y lutitas, más o menos margosas, irregularmente repartidas, y otro superior que incluye arcillas rojas con yesos, de facies Keuper (atribuido ya al Triásico). Ofrecen una dominante coloración rojiza y puntualmente contienen abundantes manifestaciones volcánicas en sus secuencias inferiores.

Barrois (1882) fue el primero en mencionar rocas pérmicas en el Principado (área de Villaviciosa, Cabranes y Langreo), y Adaro y Junquera (1916) atribuyen al Triásico ciertos materiales rojizos superpuestos a terrenos carboníferos. Sin embargo, las primeras dataciones fehacientes se deben a Patac (1920) que descubre en Puente Vergueres (Siero) plantas fósiles (*Walchia*,

**Figura 1.** Situación geológica de los distritos mineros de fluorita de Asturias.

Cordaites, *Pecópterus*, *Lepidodendron*, *Callipteris*) a las que asigna una edad pérmica.

Con posterioridad aparecen estudios que reafirman la presencia de Pérmico en esta región y entre ellos cabe destacar los de Meléndez (1950), Martínez García (1981, 1983 y 1990), Wagner y Martínez García (1982), Suárez Rodríguez (1988), Manjón *et al.* (1992) y Pieren *et al.* (1995).

La base de la serie permotriásica está constituida por la Formación Cabranes, caracterizada por una considerable variación lateral. En el entorno de Viñón (Cabranes) se inicia con un conglomerado calcáreo (“gonfolita” para los mineros del carbón) discordante sobre el Carbonífero productivo (3-20 m), al que se superpone una secuencia de microconglomerados silíceos, areniscas y lutitas (70-100 m), calizas (6 m) y una importante serie efusiva constituida por lavas basálticas (González Prado, 1972) y andesíticas,

En Gijón (Tabla I) fueron hallados en un sondeo unos pocos metros de tobas volcánicas por debajo del conglomerado silíceo pérmico, discordantes sobre los materiales carboníferos. Sin embargo en el área de Villabona se han descrito hasta 86,9 m de una sucesión cinerítica con flora fósil, que podría ser un equivalente de la Formación Cabranes; no obstante, por debajo de la misma aún aparecen 105 m de conglomerados, areniscas y lutitas de tonos negruzcos y rojizos, discordantes asimismo sobre el Carbonífero (Manjón *et al.*, *op. cit.*). En las cercanías de Villaviciosa, los tramos superiores detríticos de esta formación contienen macroflora de edad Autuniense (Wagner y Martínez García, *op. cit.*).

La unidad más ampliamente representada es la *Formación Caravia*. Posee cierta heterogeneidad litológica (conglomerados, areniscas, margas, limolitas, arcillitas), diferenciándose el tramo superior de naturaleza arcillo-margosa del resto; estos términos más

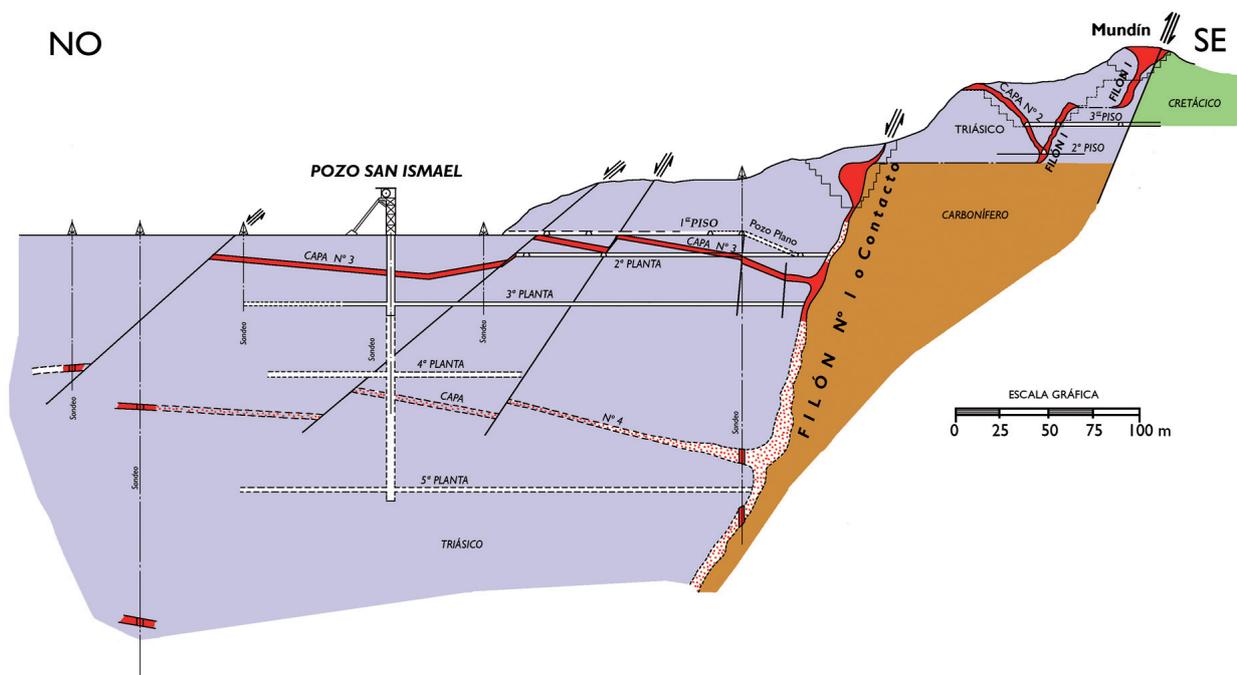


Figura 2. Corte geológico-minero mostrando la disposición de las capas y filones en el yacimiento de Villabona (documentación inédita de la empresa Minas de Villabona). *Nota:* en rojo mineralización de fluorita.

acompañadas a techo por tobas ácidas a intermedias, cineritas y conglomerados polimícticos de matriz vulcano-detrítica, con un espesor variable entre 50 y 200 m (Suárez Rodríguez, *op. cit.*). Culmina con una potente sucesión siliciclástica de tonalidad rojiza y lutítico-arenosa, con varias intercalaciones de conglomerados silíceos y caliches (250-300 m).

altos –descritos como “Formación pelítica superior” (Ferrand, 1978)– están formados por una sucesión monótona de lutitas arenoso-limosas y limolitas arcillosas con el característico color rojizo y más escasamente verdoso, en ocasiones carbonatadas (dolomícticas), con nódulos de carbonato, cristales de yeso y abundantes nivelillos (normalmente de espesor inferior a 10 cm) de yeso fibroso diagenético.

Puntualmente se encuentran niveles de margas negruzcas ricas en materia orgánica. En los lugares donde se conserva este miembro sin erosionar, sobrepasa los 200 m de potencia.

Por último, el “Tramo de transición” comprende sedimentos lutíticos con importantes niveles de sulfatos que han sido objeto de actividades mineras subterráneas (Manjón y Gutiérrez Claverol, 1991). Su espesor es muy variable, desde su ausencia hasta alcanzar incluso 60 m. Ha sido datado (Martínez García *et al.*, 1998) mediante microflora –esporas y granos de polen– y acritarcos, como de edad Retiense (Triásico Superior). A techo del mismo se pasa directamente a las calizas y dolomías típicas de la Formación Gijón

(Jurásico); no obstante, debe citarse respecto al miembro inferior de esta unidad carbonatada que, aunque habitualmente considerada como perteneciente al Lías, Barrón *et al.* (2002) han obtenido mediante palinomorfos para el mismo miembro y en la región oriental, una edad Retiense.

Los sedimentos, que se depositaron en las depresiones producidas por la fracturación varisca, están poco deformados. El contacto basal se presenta netamente discordante y disconforme sobre diferentes niveles del Carbonífero o Devónico.

En lo referente a su disposición estructural, los materiales apenas han sufrido deformaciones importantes.

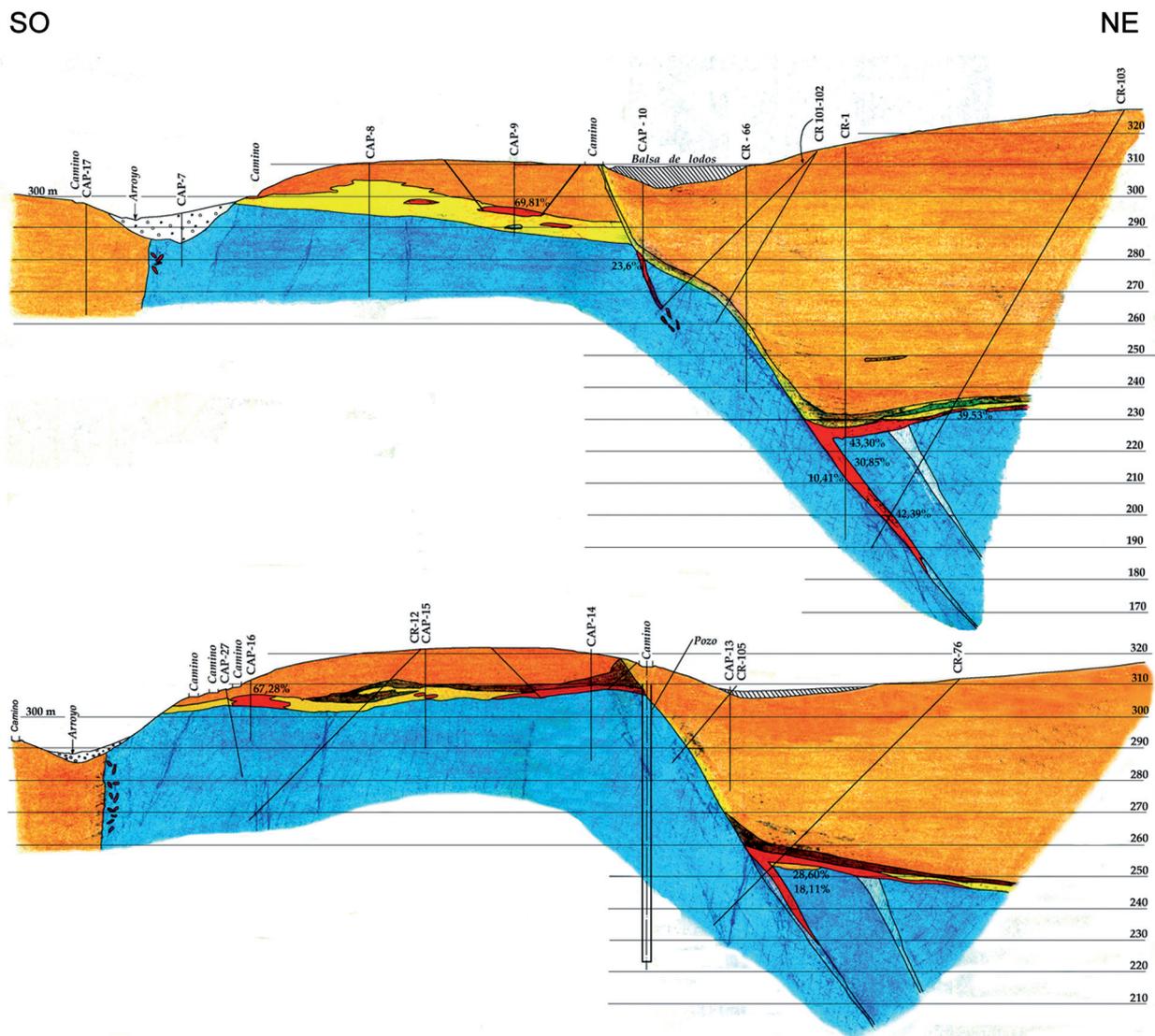


Figura 3. Distribución de la mineralización (en rojo) en el Filón Josefa-Veneros y estratoligada en la zona de Corona. (Según informes internos de Fluoruros, S. A. del año 1974).

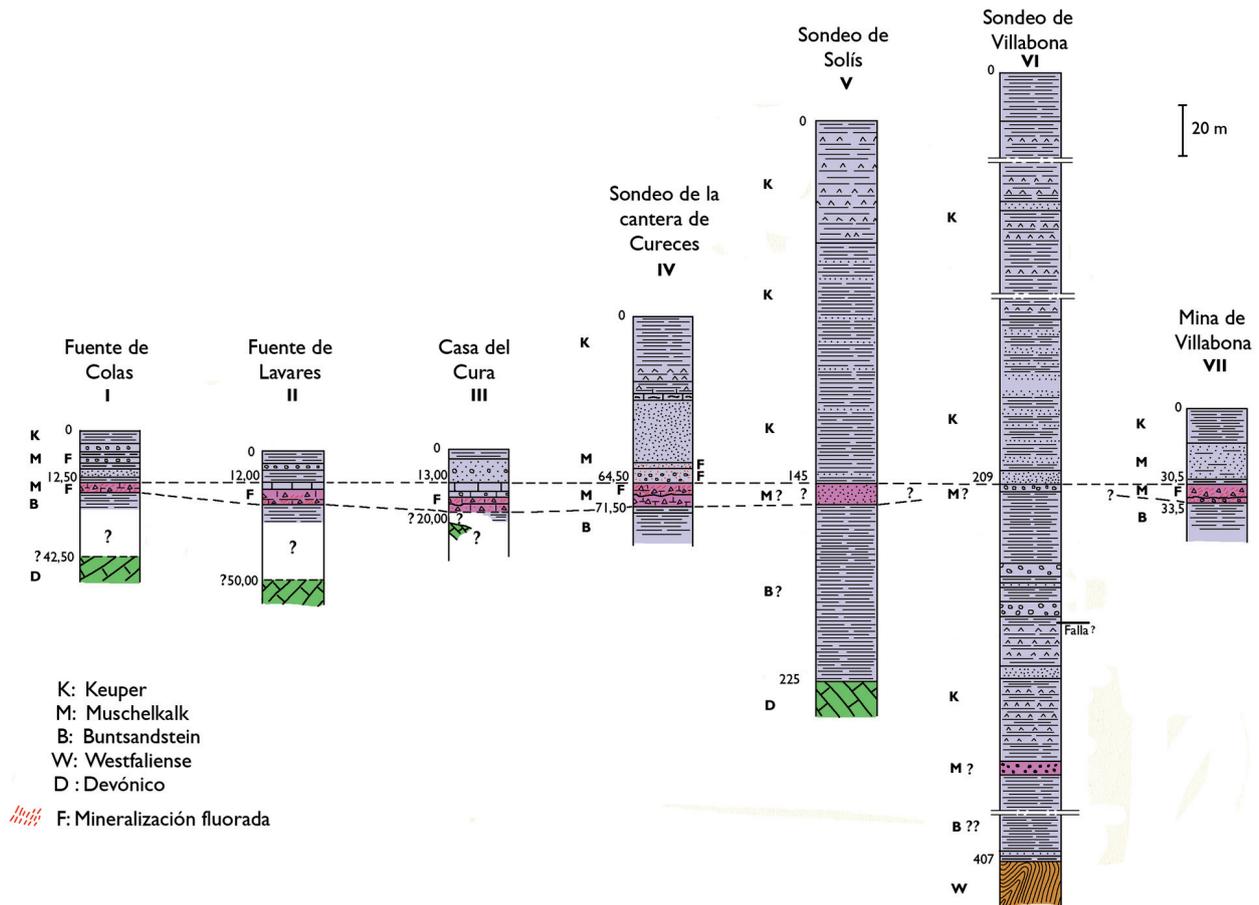


Figura 4. Columnas estratigráficas representativas del Distrito de Villabona-Arlós (Jullien, 1974).

Se diferencian dos sistemas principales de fracturación: uno E-O (Falla de Llanera) testigo de un antiguo accidente relacionado con los procesos extensionales mesozoicos –durante la compresión alpina produjo la elevación del bloque septentrional– (Alonso *et al.*, 1995), y otro NO-SE (del que es representativa la Falla de Ventaniella) (Julivert *et al.*, 1971; Arthaud y Matte, 1975).

La frecuencia con la que las fallas NO-SE dibujan el límite zócalo-cobertera en determinadas zonas, junto con los cambios de espesor de la serie estratigráfica permotriásica (probablemente condicionada por estos accidentes) y la existencia de varias discordancias en la misma, abogan por la hipótesis de una actividad tectónica contemporánea con la sedimentación. El vulcanismo que con cierta regularidad se observa en la serie pérmica también debe vincularse a la mencionada etapa distensiva.

Districtos mineros de la cuenca permotriásica

La minería de la fluorita asturiana anteriormente citada se concentra espacialmente en tres “distritos”, denominados Villabona-Arlós, La Collada y Caravia-Berbes (Fig. 1).

De manera general, la mineralización fluorítica puede manifestarse con morfología *estratoligada* –formando capas subhorizontales– o *filoniana* –rellenando fracturas, tanto en materiales pérmicos como carboníferos–. Cuando existen niveles mineralizados éstos se distribuyen casi siempre coincidiendo con el conglomerado de cantos calizos, o brecha calcárea, conocido como “Conglomerado de La Riera” con frecuencia a lo largo del contacto con la “Caliza de Montaña” infrayacente, por lo general muy karstificada; ocasionalmente también encaja en otros tramos carbonatados emplazados en posición estratigráfica más alta.

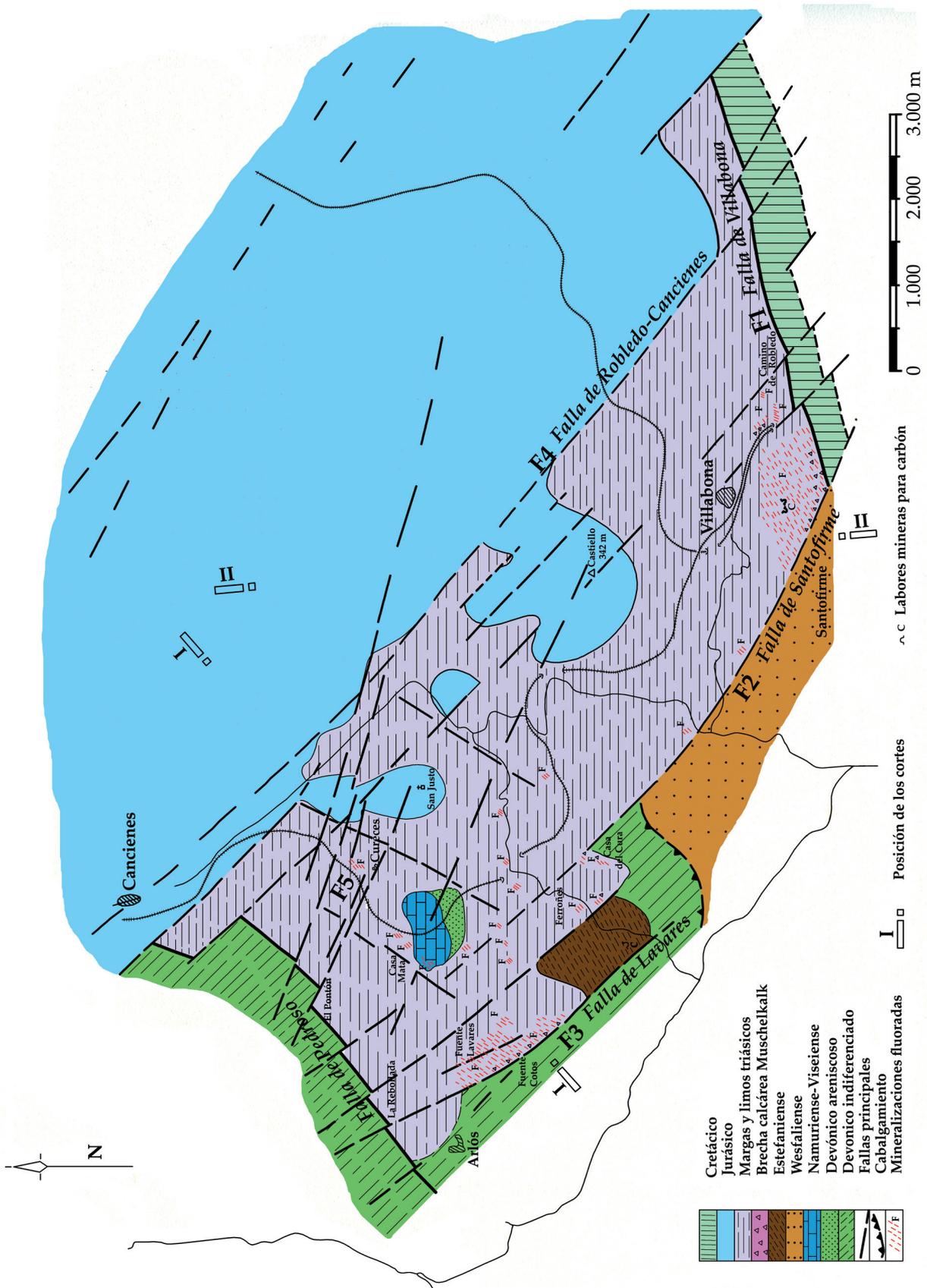


Figura 5. Esquema geológico del Distrito Minero de Villabona-Arlós (Jullien, 1974, con pequeñas modificaciones).

Distrito de Villabona-Arlós

Ubicado en el área suroccidental de la cuenca permotriásica, en el entorno de las dos localidades de las que recibe la denominación, ha sido estudiado por Almela y Ríos (1962), Llopis Lladó (1965), Beroiz *et al.* (1973a y b) y Martínez Álvarez *et al.* (1975) quienes definieron sus principales rasgos geológicos, realizando sobre todo una aportación cartográfica.

El zócalo paleozoico abarca un amplio registro estratigráfico que comprende al Ordovícico, Silúrico, Devónico y Carbonífero (destacando el productivo, con capas de carbón). La secuencia sedimentaria permotriásica es bastan-

te peculiar llegando alcanzar, en el sector más oriental, unos 500 m de potencia, con aparición de frecuentes manifestaciones volcánicas en la mitad inferior de la serie, puestas de manifiesto en un sondeo mecánico efectuado por la sociedad que explotó durante mucho tiempo los yacimientos de la zona (Manjón *et al.*, *op. cit.*).

De forma preferente, la fluorita se encuentra estratoligada relacionándose las capas fluoradas con niveles de naturaleza carbonatada (calizas, areniscas y conglomerados con cemento calcáreo), aunque varían lateralmente ya que en Arlós se localiza en tramos inferiores de la columna estratigráfica, mientras que en Villabona ocupa una posición más alta, con dos niveles explotables.

Tabla II. Principales accidentes tectónicos del Distrito de Villabona-Arlós.

FALLA	LOCALIDADES	ORIENTACIÓN	INTERÉS MINERO
VILLABONA (F1)	SE Villabona, Robledo	OSO-ENE	Puede contener fluorita
SANTOFIRME (F2)	Ferroñes, Casa del Cura, Santofirme	NO-SE	Mineralizada con fluorita
LAVARES (F3)	Arlós, Fuente Colás, Lavares	NO-SE	Mineralizada con fluorita
ROBLEDO-CANCIENES (F4)	Cancienes, Robledo	NO-SE	Mineralizada con fluorita
SAN JUSTO (F5)	Cureces, San Justo	ONO-ESE	—
PEDROSO	La Rebollada, El Pontón	NE-SO	—

Fuente: Jullien (1974).

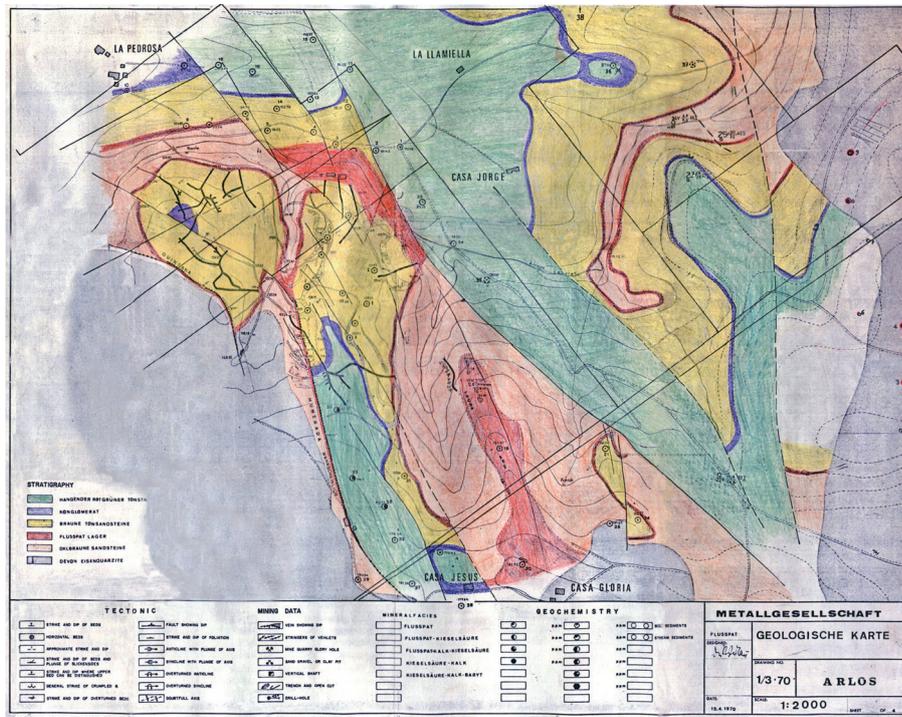


Figura 6. Mapa geológico de la zona de Arlós realizado por la empresa Metallgesellschaft en 1970.

La continuidad de las capas queda interrumpida por múltiples fallas de pequeño salto que las escalonan, hundiéndolas progresivamente hacia el norte (Fig. 2). Existen algunos filones de exigua persistencia asociados a fracturas que delimitan la cobertera permotriásica con los materiales del zócalo paleozoico.

Distrito de La Collada

Está situado en la zona centro-meridional de la cuenca permotriásica asturiana, inmediatamente al norte de Pola de Siero (carretera a Gijón, AS-248).

El sustrato está integrado, además de “Caliza de Montaña” dominante, por materiales calcáreos y siliciclásticos del Devónico (formaciones Rañeces, Moniello y Naranco). La secuencia de cobertera comienza con el característico “Conglomerado de la Riera”, localmente en tránsito gradual con la caliza carbonífera sobre la que se suele apoyar; continúa con una serie de areniscas, arcillitas y limolitas, más o

menos margosas e irregularmente repartidas, para finalizar con arcillas rojas con yesos, por encima de las cuales se superponen niveles carbonatados de la Formación Gijón.

La mineralización se presenta bajo dos configuraciones diferentes: tanto en importantes filones –bien en materiales pérmicos o carboníferos–, como estratoligada –asociada a sedimentos carbonatados del Pérmico–. La primera disposición encaja fundamentalmente en fracturas de orientación general NO-SE y E-O, correspondiendo los filones más rentables a los denominados Josefa-Veneros y Collada.

El *Filón Josefa-Veneros* (de orientación NO-SE) fue reconocido y explotado en una longitud de 700 m y profundidad de 140 m, mostrando una anchura promedio de 3 m, aunque con espesores locales que llegan a sobrepasar los 15 m; la mineralización esteriliza en profundidad –siendo la fluorita reemplazada por calcita– así como al alejarse de la falla con la que evidencia conexión (Fig. 3).

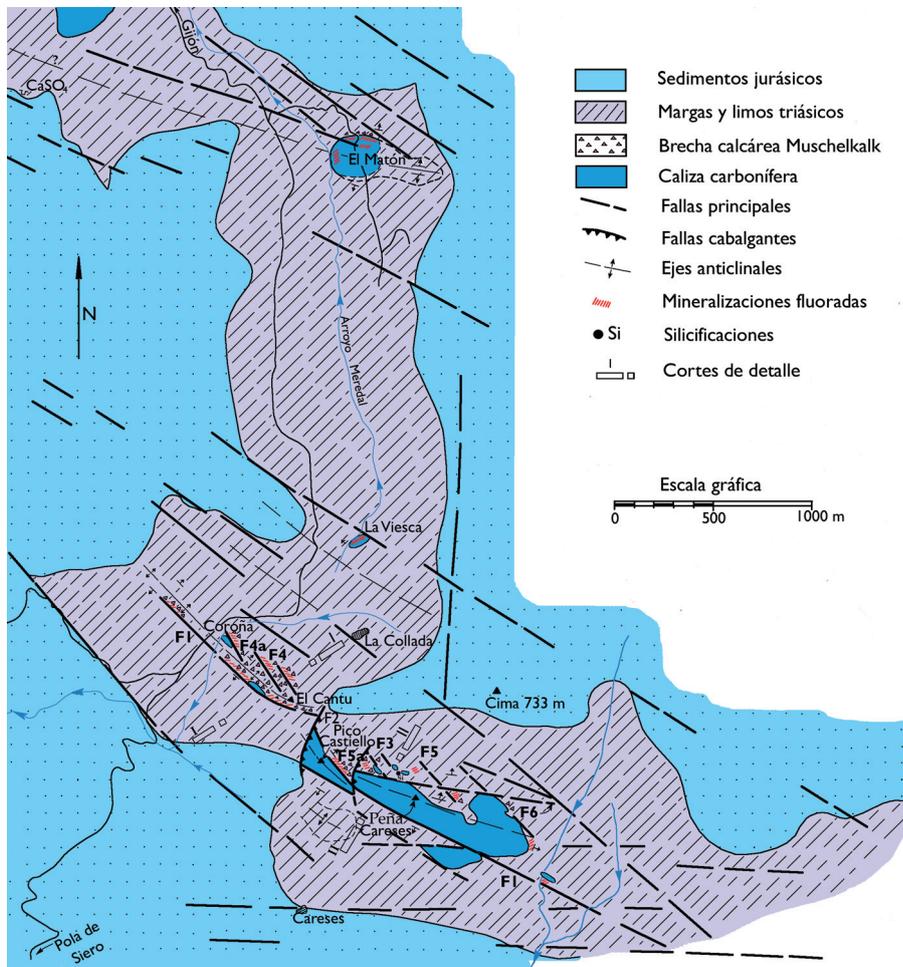


Figura 7. Esquema geológico del Distrito de La Collada (Jullien, 1974).

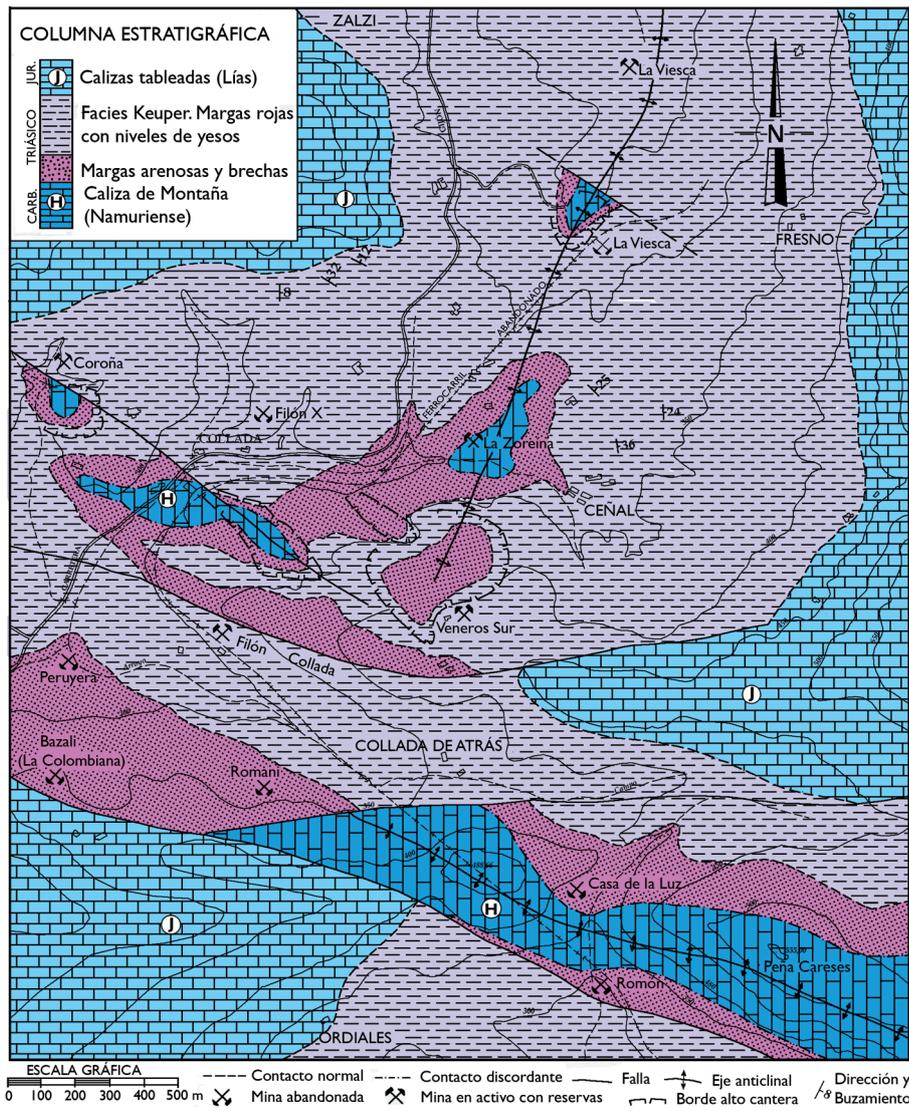


Figura 8. Esquema geológico del Distrito de La Collada (Tejerina Lobo y Vargas Alonso, 1980).

El *Filón Collada* (E-O) tiene una potencia en la parte media de 3 m –más ancho hacia la parte superior–, desarrollo longitudinal de 1,4 km y una profundidad de 50-70 m; en realidad, compendia un grupo de venas más pequeñas (Uno, Dos, Equis, etc.).

La mineralización estratoligada se concentra en dos niveles. Uno asociado a la brecha calcárea basal del Pérmico con distribución irregular y otro –con presencia ocasional– en una posición estratigráfica superior. La mena también se reparte a lo largo del contac-

Tabla III. Principales fallas en el Distrito de La Collada.

FALLA	LOCALIDADES	DIRECCIÓN Y BUZAMIENTO	SALTO	HECHOS GEOLÓGICO-MINEROS
F1	Coroña, El Cantu, Peña Careses	N130°E/70°NE	200 m	Bordea el flanco sur del anticlinal de Peña Careses. Hacia su mitad NO es rica en mineralizaciones (Filón Josefa-Veneros)
F2 y F3	Bordean el Pico Castiello	N10°E/45°E	–	Fallas de carácter inverso. Estériles
F4 y F5	El Cantu, E de Pico Castiello	N140°E	–	Anteriores a F2 y F3. Mineralizadas
F6	–	ONO-ESE/S	–	Equivale al Filón Collada

Fuente: Jullien (1974).

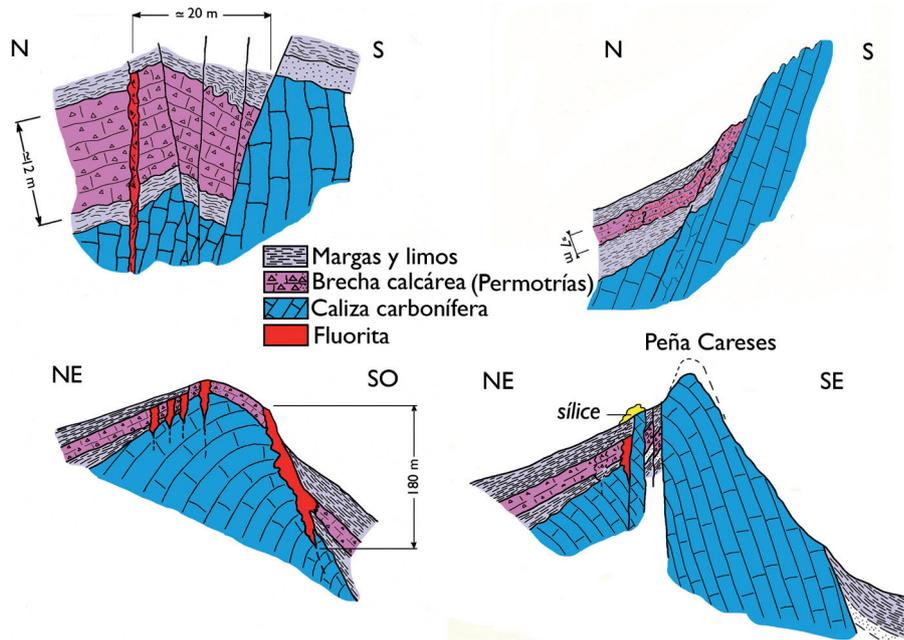


Figura 9. Cortes geológicos esquemáticos en el Distrito de La Collada poniendo de manifiesto las particularidades del contacto Permotriás-Carbonífero (Jullien, 1974).

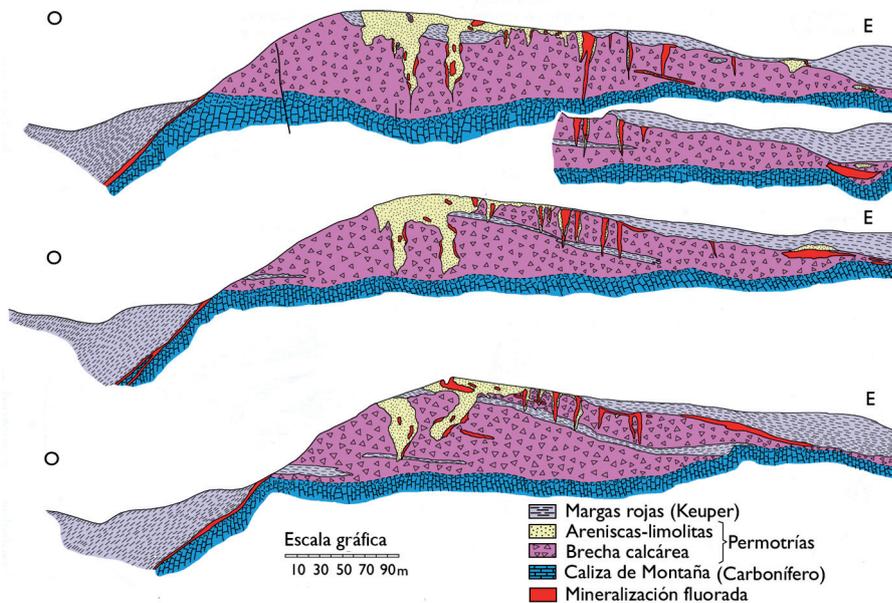


Figura 10. Perfiles característicos del Filón Josefa-Veneros en Veneros Sur (La Collada) (Forster, 1974).

to, muy karstificado, con la subyacente “Caliza de Montaña”.

Distrito de Caravia-Berbes

Dentro del sector oriental de la cuenca permotriásica, constituye una estrecha franja limitada por el sur con la sierra del Suevo y hacia el norte por el Mar Cantábrico.

Sobre un sustrato compuesto por materiales del Ordovícico, Silúrico y Carbonífero (con unidades litológicas tan conocidas como: “Cuarcita Armoricana”, Pizarras del Suevo, “Griotte”, “Caliza de Montaña”, “Paquete Fresnedo o Beleño” y “Caliza Masiva”) se disponen discordantes los materiales post-orogénicos. Inmediatamente superpuesto al zócalo paleozoico se encuentra el habitual “Conglomerado

de La Riera”, con clastos y cemento arenoso y calcáreo, al que siguen niveles margosos, en ocasiones dolomíticos, con intercalaciones lutíticas; continúa con una monótona sucesión (cerca al centenar de metros) de arcillitas y margas rojas y verdosas que, hacia el techo, exhiben un variable contenido yesífero.

La intensa fracturación, que afecta tanto al zócalo como a la cobertera, juega un destacado papel en los mecanismos mineralizadores. Se distinguen dos sistemas dominantes: NO-SE (la Falla del Suevo constituye el ejemplo más representativo) y NE-SO –orientación condicionada por las estructuras variscas–, a los que eventualmente se agrega un tercero de dirección E-O.

Las características litológicas de los materiales ejercen una gran influencia en el control de la mineralización estratoligada. Los más competentes (caso del referido nivel conglomerático), al fracturarse con más facilidad, ofrecen una buena porosidad que induce la circulación de fluidos mineralizadores a su través, favoreciendo la cristalización de fluorita y minerales acompañantes; entretanto, en las litologías incompetentes (p. ej., los niveles lutíticos y margosos) domina el comportamiento plástico, atenuándose la posibilidad de tránsito de los fluidos hidrotermales. Por ello, los niveles ricos en carbonato cálcico son más susceptibles a mineralizarse, mientras que los lutíticos del techo de la serie, o incluso los dolomíticos, no lo hacen.

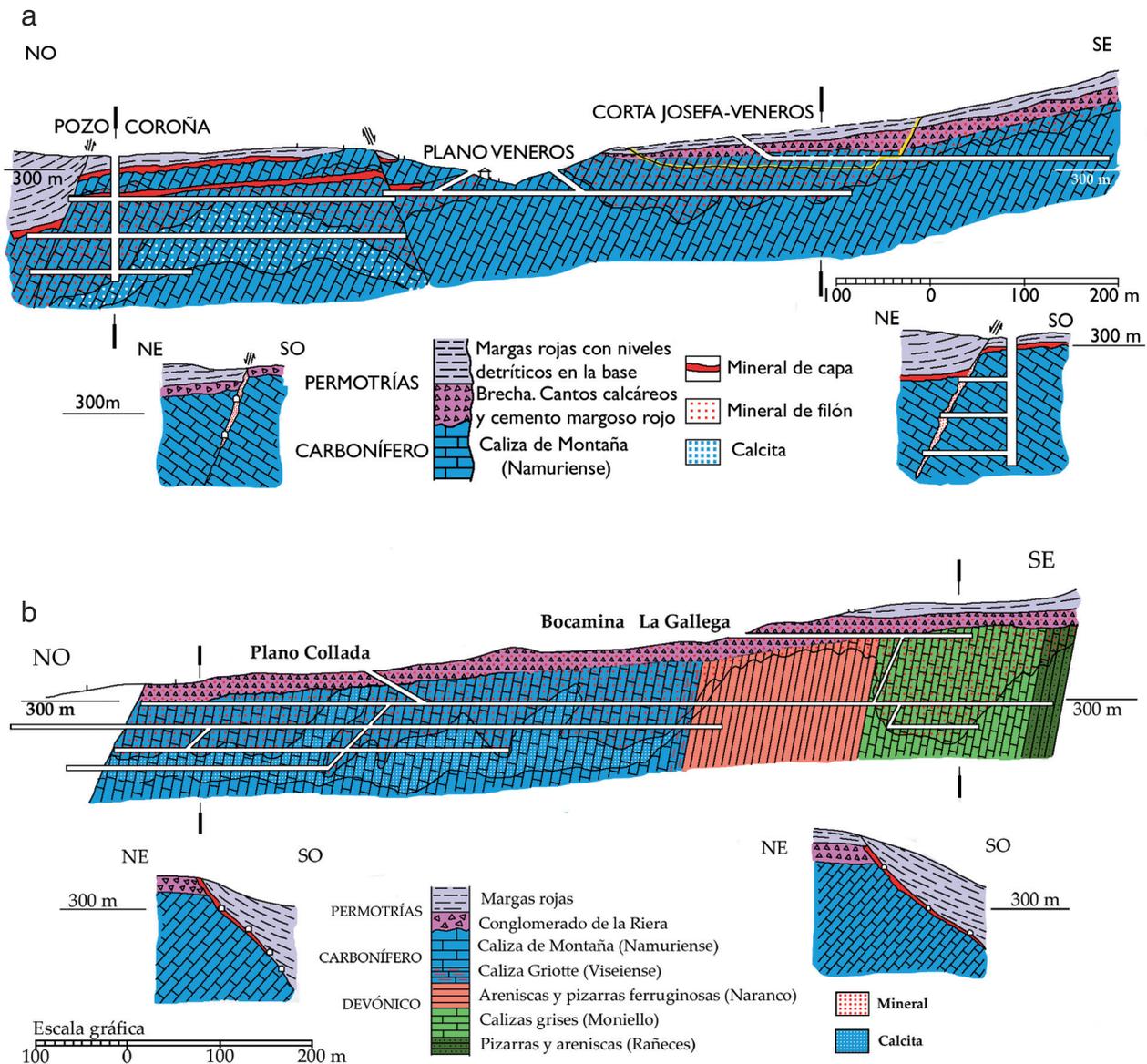


Figura 11. Cortes geológico-mineros –longitudinal y transversales– de los filones Josefa-Veneros (a) y Collada (b), con la disposición de las labores mineras (Tejerina Lobo y Vargas Alonso, 1980).

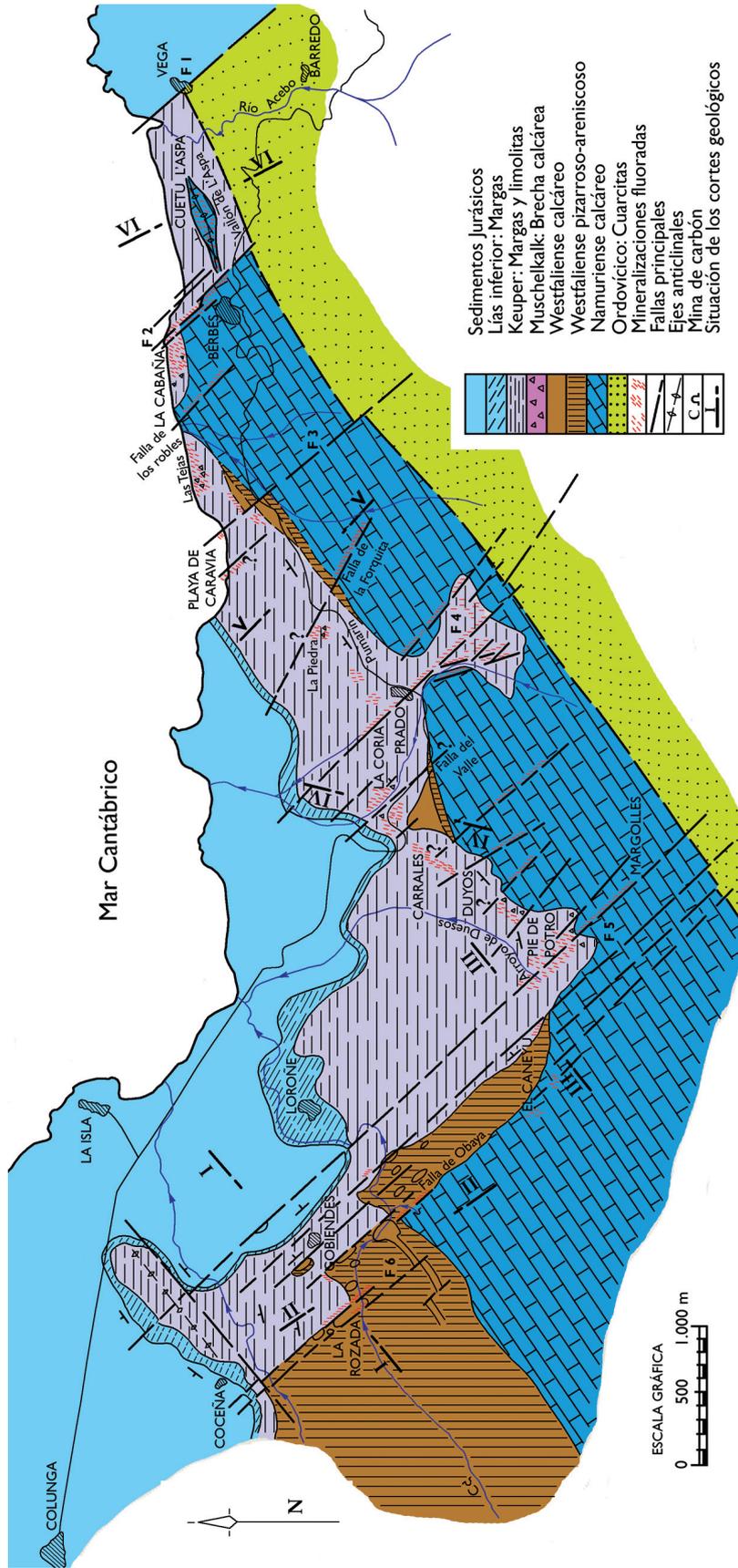


Figura 12. Mapa geológico del Distrito de Caravia-Berbes (Jullien, 1974).

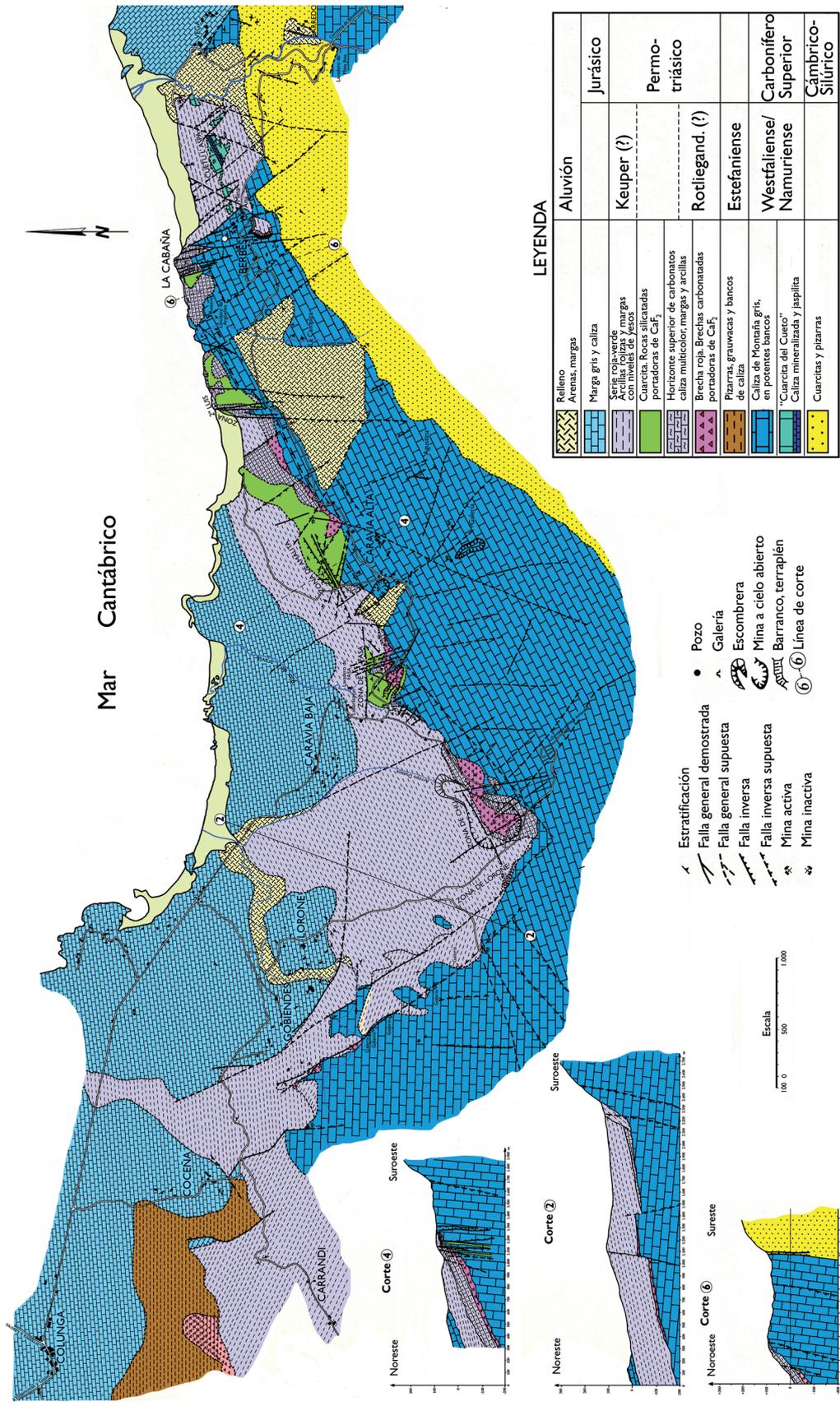


Figura 13. Mapa y cortes geológicos del Distrito de Caravia-Berbes (Huber, 1976).

Aunque los procesos de karstificación adquieren una cierta relevancia, la incidencia estructural es aún más marcada, ya que la mena se concentra preferentemente en fallas y diaclasas, formando frecuentes filones (Obdulia, Aurora, Ana, etc.), que llegan a mostrar potencias de 3 a 7 m –sufriendo un fuerte engrosamiento hacia la parte superior–, desarrollos longitudinales entre 650 y 1.000 m y profundidades de 70-100 m.

Algunas aportaciones geológicas novedosas

En este apartado se irán recogiendo, fundamentalmente de forma gráfica, aportaciones de los geólogos que trabajaron en la minería de la fluorita en favor del conocimiento de la cuenca permotriásica. En su mayoría estos autores confeccionaron las figuras en blanco y negro, por lo que han sido redibujadas a color para facilitar su comprensión respetando en la medida de lo posible los formatos originales.

Sector de Llanera

Los principales trabajos realizados sobre la subcuenca de Villabona-Arlós proceden de Jullien (1974), Endlicher (1974), Forster (1974), Thibiéroz (1976), Ferrand (1978), Ferrand *et al.* (1977 y 1978), y Ferrand y Thibiéroz (1978).

Desde el punto de vista estratigráfico, en la sucesión permotriásica de este campo minero aparecen bien representados los dos conjuntos litológicos (con ciertas diferencias según las zonas), en especial en un sondeo realizado por Minas de Villabona, S. A. (Fig. 4, columna VI), y estudiado con detalle por Manjón *et al.* (1992).

El *inferior* –cuyos niveles más bajos descansan discordantes sobre el Carbonífero– está configurado, en el mejor de los casos, por un tramo basal (39 m) de alternancias de conglomerados polimícticos, lutitas

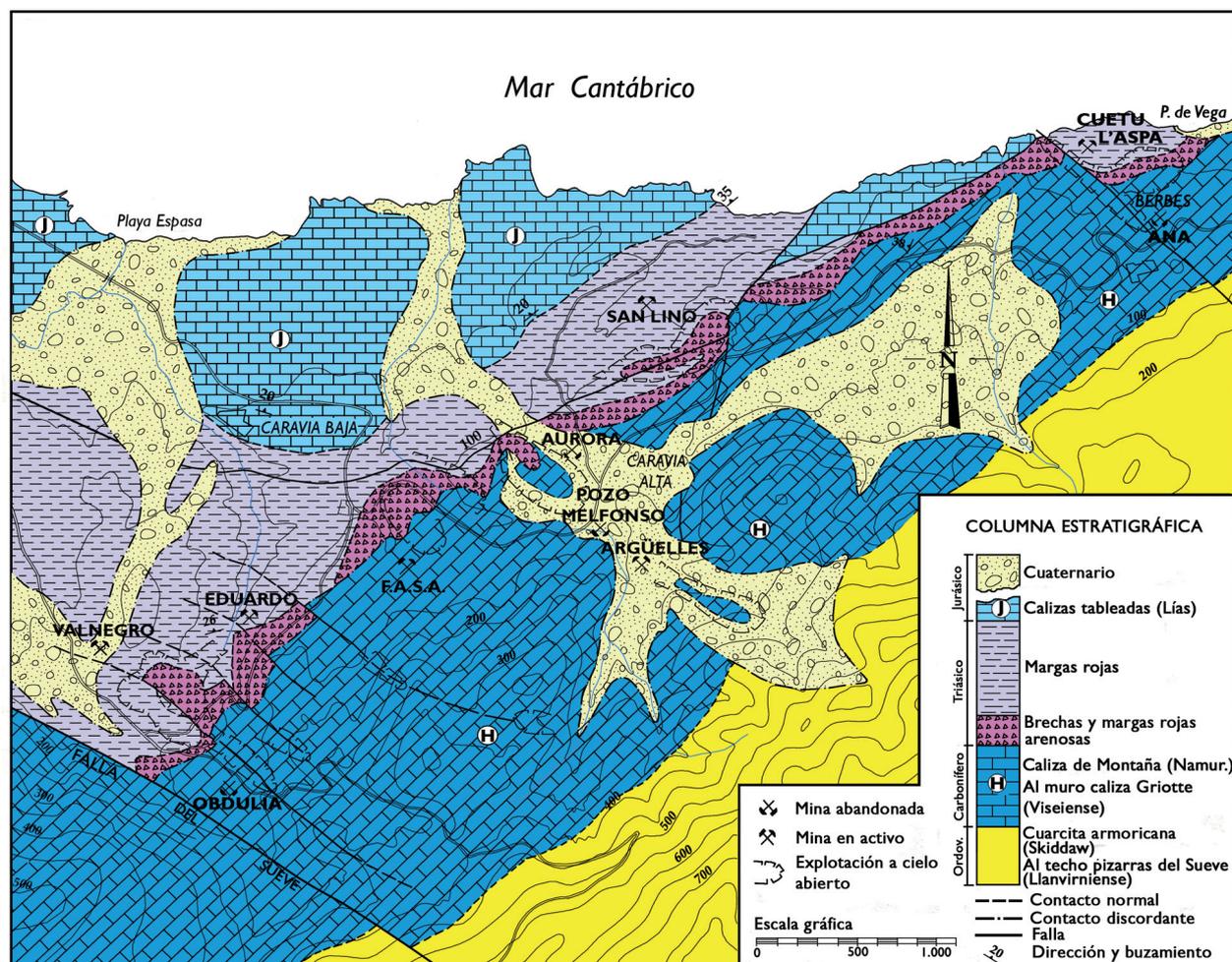


Figura 14. Mapa geológico-minero del Distrito de Caravia-Berbes (Tejerina Lobo y Zorrilla Bringas, 1980).

Tabla IV. Principales fallas de rumbo NO-SE en el Distrito de Caravia-Berbes.

FALLA	LOCALIDADES	BUZAMIENTO	SALTO	HECHOS GEOLÓGICO-MINEROS
F6	Coceña, La Rozada	80°NE	30-80 m	Sucesión de graben y horst
F5	Gobiendes, Pie de Potro	65-70°NE	20-120 m	Haz de fracturas subverticales
F4	Prado	65-70°NE	20-30 m	Estrías horizontales indicativas de desgarres. Se explotó el Filón Aurora
F3	Playa de Caravia	–	–	Descendió el bloque NO. Componentes de desgarre dextral
F2	La Cabaña, Berbes	85°NE	70 m	Descendió el bloque NE de manera progresiva de SE a NO. El filón se explotó en Mina Ana

Fuente: Jullien (1974).

carbonosas negruzcas y/o rojizas y areniscas de grano fino a grueso; a él se superpone otro (65 m) formado por lutitas y limolitas, con esporádicas capas de areniscas de grano fino, calizas e incluso conglomerados de clastos carbonatados. Por último, en su parte más alta (89,6 m) destaca la presencia de horizontes asfálticos (asfaltitas) y abundantes niveles de cenizas volcánicas (más de una treintena), a la vez que lutitas y diversos bancos de calizas bioclásticas y dolomías. En este conjunto sobresale la presencia de flora fósil (*Annularia stellata*).

El *superior* –con cerca de 200 m en el mencionado sondeo– comprende los únicos materiales que afloran en superficie, apoyándose en algunos puntos por discordancia sobre el Carbonífero (alrededores de La Miranda, Santofirme y Mundín). Se han establecido, a su vez, tres tramos, estando el más profundo (47,6 m) compuesto por calizas y calizas dolomíticas fosilíferas, areniscas, limolitas y conglomerados silíceos (36 m) en cuya matriz aparecen frecuentes cristales de fluorita –explotados en las inmediaciones de Mundín–. El tramo intermedio consta de un centenar de metros de alternancia de areniscas, limolitas y lutitas, conglomerados poligénicos y caliches carbonatados; estos últimos son cuantiosos hacia el techo y suelen mostrar un característico retículo de calcita blanca (“brecha de corrosión”); se sitúan anexos al muro de la capa fluorada constituida por un nivel calcáreo (3-7 m), en ocasiones afectado por una intensa silicificación, mientras que en otras pasan lateralmente a un conglomerado calcáreo de matriz arcillosa y color rojizo. Sobre esta importante secuencia se disponen unos 40 m (“serie del techo” de Ferrand, 1978) de alternancias de areniscas, conglomerados silíceos con cemento carbonatado y algunas dolomías. Culmina la sucesión estratigráfica con más de 150 m de lutitas y limolitas

con un típico color rojizo (verde en ocasiones), atribuido al Triásico.

Desde un punto de vista tectónico, el sector de Llanera muestra una enrevesada configuración estructural al hallarse en las inmediaciones de la traza de la Falla de Ventaniella. Se aprecian dos familias principales de fallas (Fig. 5 y Tabla II). La más significativa, NO-SE –correspondiente a la orientación de la Falla de Ventaniella–, dibuja el borde nor-oriental (F4) y sudoccidental del mismo (F2 y F3); la otra (F1) –que establece su límite meridional– tiene una orientación dominante OSO-ENE. Con menor trascendencia, existe un tercer sistema (NE-SO), del que es ejemplo la Falla de Pedroso, neto reflejo de la removilización de estructuras variscas del zócalo infrayacente.

Culminada la década de los 60, la Sociedad Minas de Arlós, S. A. encargó un estudio geológico-minero a la compañía alemana Metallgesellschaft, cuyos trabajos prospectivos incluyeron la perforación de 39 sondeos. El campo de explotación –emplazado en las inmediaciones de la aldea de La Pedrosa, en los parajes de Quintana y Humerada– estaba limitado por accidentes tectónicos con dirección NNO-SSE y buzamiento hacia el este, que ponen en contacto el Permotriás con calizas del Devónico (Fig. 6).

Sector de Siero

Las investigaciones geológicas más notables realizadas sobre la subcuenca permotriásica de La Collada se deben a Forster (1974), Jullien (1974), y Tejerina Lobo y Vargas Alonso (1980). La principal aportación cartográfica en este sector se reduce a dos mapas geológicos, uno (Fig. 7) procede de la tesis doctoral de

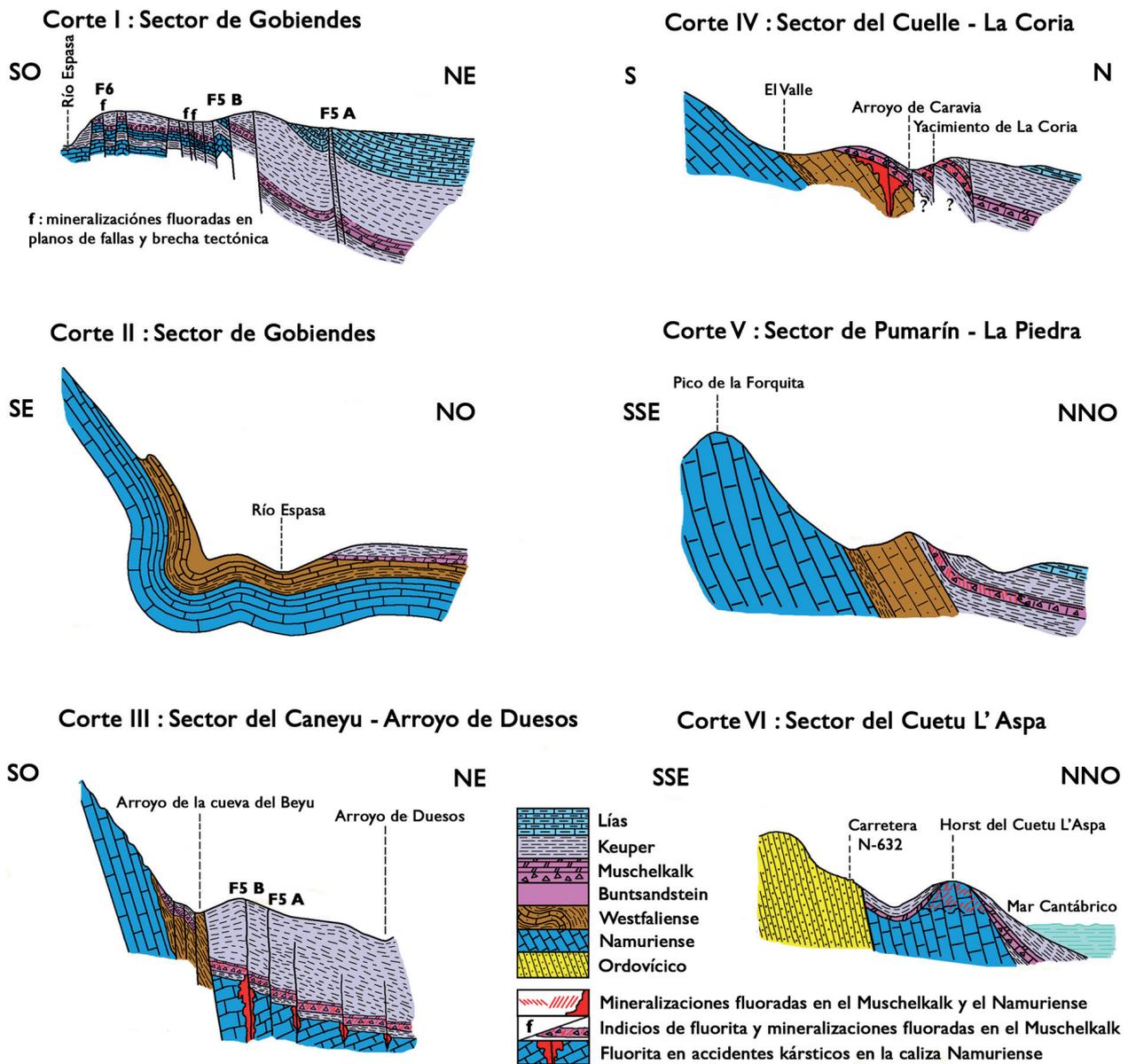


Figura 15. Cortes geológicos de Caravia-Berbes. Véase situación en figura 12 (Jullien, 1974).

Jullien (1974) y del otro (Fig. 8) son autores los geólogos de Fluoruros, S. A. Tejerina Lobo y Vargas Alonso (1980).

Toda la zona evidencia una densa red de fracturación –más abundante hacia el sur– que complica la sencilla disposición de la cobertera, poco buzante (Tabla III). Destacan los sistemas de orientación NO-SE (tipo Falla de Ventaniella) –con el que se relacionan los filones más señalados (Josefa-Veneros y Collada)– y O-E (tipo Falla de Llanera), a los que se une, aunque con menor representación, la familia NE-SO. La estructura general coincide con una serie de bloques o

dovelas limitados por fallas, dando lugar a pequeños “horst” y fosas (“graben”).

Las intensas campañas de campo permitieron establecer precisas interpretaciones estructurales, tanto del contacto Carbonífero-Permotrias (Fig. 9), como del contexto de los depósitos minerales (Figs. 10 y 11).

Sector de Colunga-Ribadesella

Este ámbito geográfico se convirtió en el más productivo de Asturias –y por ello el más profusamente cartografiado– gracias al hallazgo de importantes con-

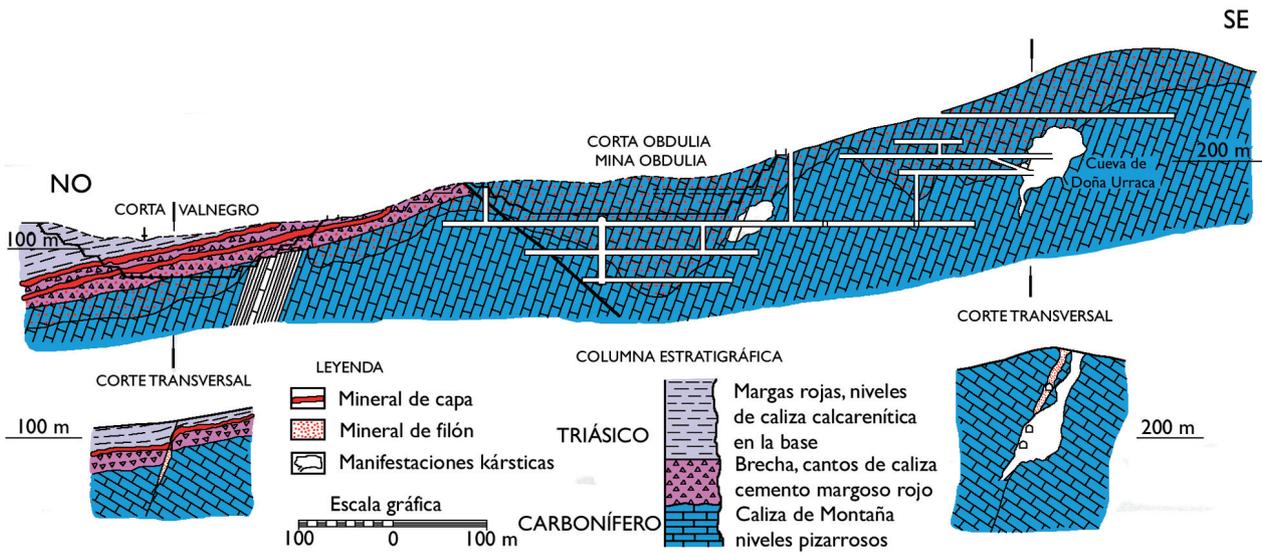


Figura 16. Cortes longitudinales y transversales en el entorno de Mina Obdulia-Corta Valnegro (Tejerina Lobo y Zorrilla Bringas, 1980). Nota: La parte superficial (punteada en rojo) corresponde al Filón Obdulia.

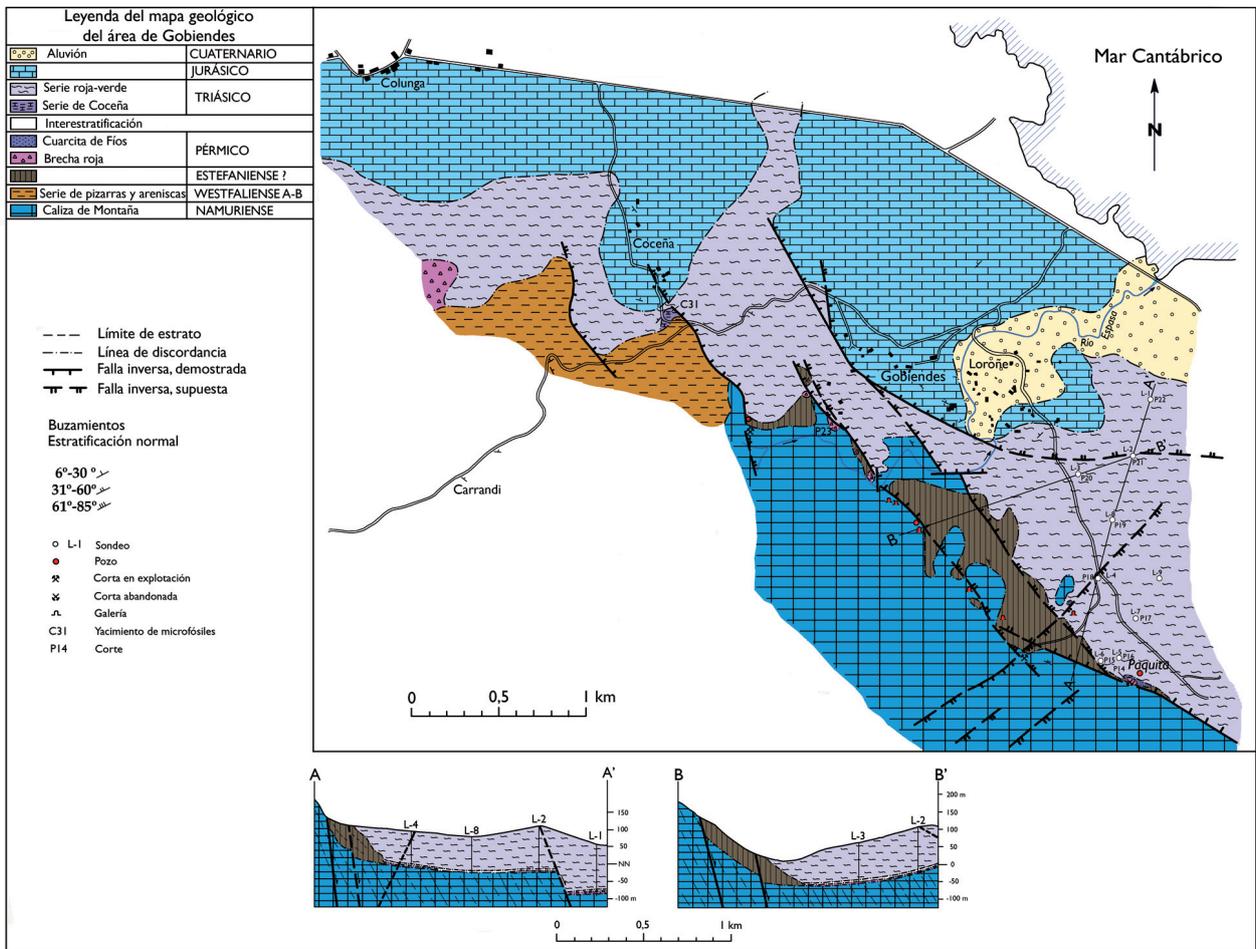


Figura 17. Mapa geológico de las inmediaciones de Gobiendes (actualizado de Schäfer, 1974).

centraciones minerales, prácticamente aflorantes. Ha sido estudiado sobre todo por García Iglesias (1972), Jullien (1974), Forster (1974), Tejerina Lobo y Zorrilla Bringas (1980) y Peña Barbero (1981).

Se trata de una zona profusamente cartografiada dada la enorme concentración de minas de fluorita existentes. Los mapas más destacados de índole general (Figs. 12, 13 y 14) corresponden a Jullien (*op. cit.*), Huber (1976), y Tejerina Lobo y Zorrilla Bringas (1980), en los que se resalta la delimitación de la cuenca permotriásica del basamento paleozoico y el trazado de un buen número de accidentes tectónicos.

Un hecho de singular trascendencia en este contorno lo constituye la discordancia angular que superpone la cobertera pérmica al zócalo carbonífero, comenzando aquélla, la mayor parte de las veces, con el ya referido “Conglomerado de La Riera”. Tal como ocurre al sur de Gijón, debajo del mismo aparecen ocasionalmente pizarras y/o areniscas pizarrosas rojo violáceo y negras, indicativas de una sedimentación peculiar que rellenó áreas deprimidas del paleorrelieve carbonífero; pero cuando la roca calcá-

rea se apoya directamente sobre “Caliza de Montaña” ya no se observan restos de paleosuelos, costras de Fe, etc., sino que el tránsito es brusco. En el caso concreto del entorno de la capital de Caravia (Mina Aurora), sobre el zócalo carbonífero se halla una reducida sucesión permotriásica (Jullien, *op. cit.*) constituida por: 4-10 m de lutitas rojas; 2-4 m de brecha calcárea mineralizada, acompañada por calizas dolomíticas amarillentas; 3-10 m de margas y lutitas rocas (Permotriás) y 5-10 m de sedimentos eluviales (arenas blancas más o menos arcillosas con cantos cuarcíticos angulosos y heterométricos).

La cobertera está afectada por un conjunto de fallas distribuidas en varios sistemas, entre los que predominan las orientaciones NO-SE y NE-SO a E-O. Entre las primeras alcanza una gran importancia la Falla del Sueve. Tanto ésta como los accidentes paralelos –que exhiben un menor salto– se encuentran generalmente mineralizados y en ellos suele encajar una densa red filoniana –de gran interés minero–. La mayoría de estas fracturas muestran una orientación N130-160°E y buzamientos de 65-85° hacia el NE, con desplazamientos tanto vertica-

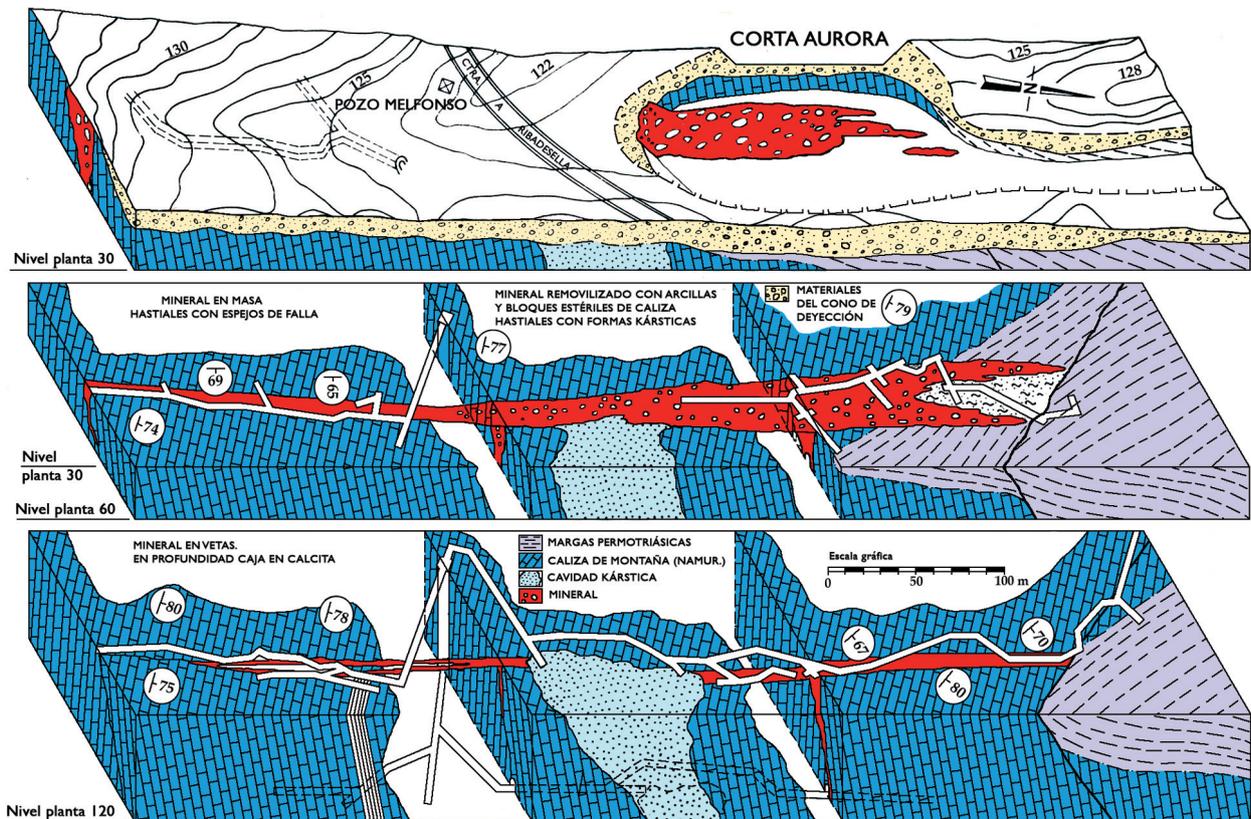


Figura 18. Bloques diagrama representando el trazado del Filón Aurora a distintas cotas en las inmediaciones de la Corta Aurora y del Pozo Melfonso (Tejerina Lobo y Zorrilla Bringas, 1980).

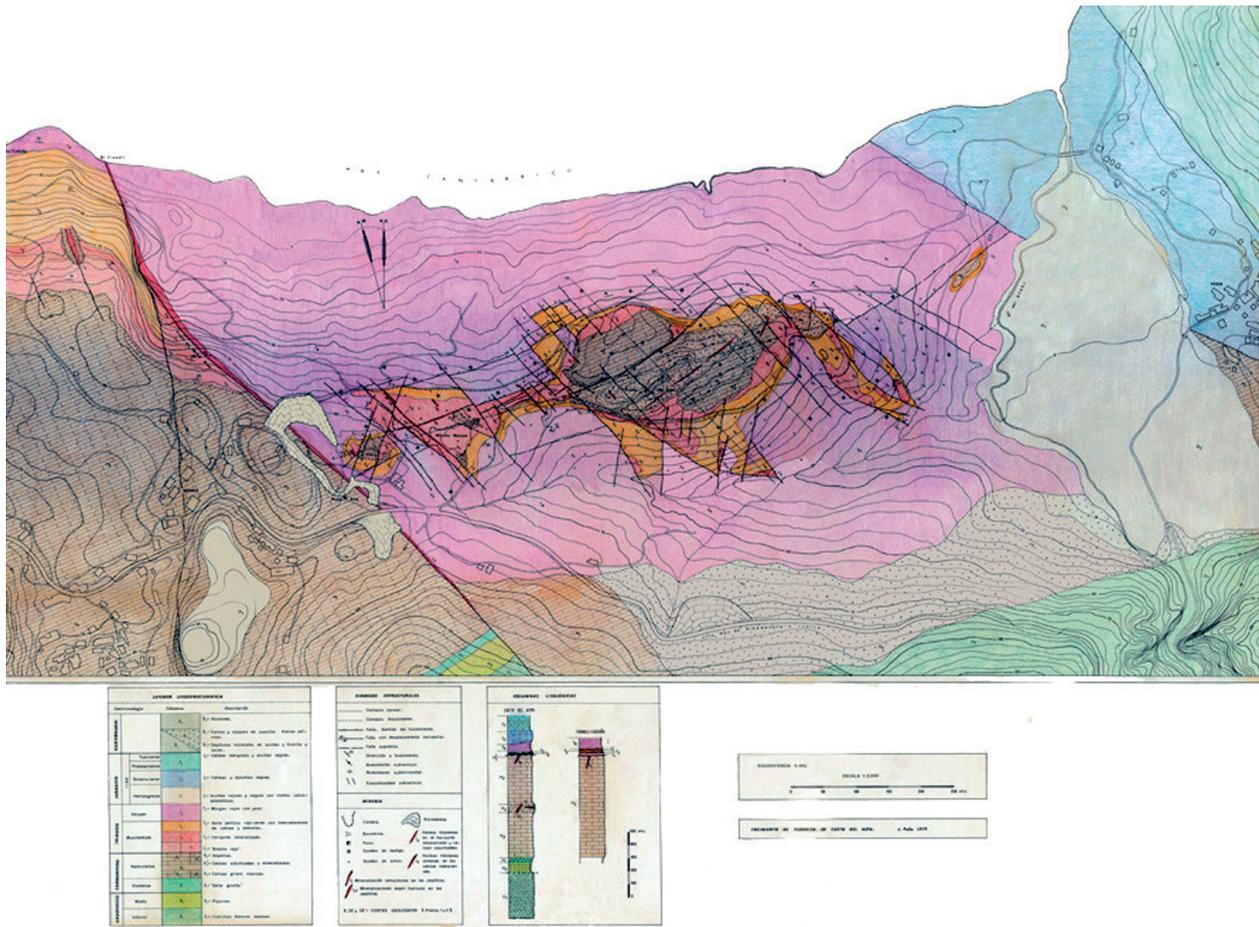


Figura 19. Mapa geológico de Cuetu l'Aspa. Nótese la gran densidad de fracturas (Peña Barbero, 1981).

les como horizontales (fallas de desgarre), sobresañando las que recoge la Tabla IV y cuya situación se aprecia en la figura 12.

Las fallas de orientación NE-SO a E-O presentan direcciones variables, en general N40-60°E junto con otras N80-90°E. A este grupo se adscriben las fallas de Fasa, Duyos, Loroñe y Cuetu l'Aspa, siendo de destacar la primera al poseer un salto considerable, hundiendo el bloque septentrional medio centenar de metros; se distingue sobremanera esta gran fractura curvada E-O al atravesar el distrito de parte a parte—desde un kilómetro al sur de la playa Espasa hasta las cercanías de la playa de Vega— (cfr. Fig. 14).

Las estructuras de plegamiento apenas quedan de manifiesto en los sedimentos permo-mesozoicos pues dada su gran plasticidad absorben la deformación, produciendo pliegues muy suaves de amplio radio, cuyos ejes señalan una inmersión de unos 20° hacia el norte.

La figura 15 ofrece las peculiaridades geológicas de algunos sectores de este distrito (véase la situación de los cortes en la figura 12). Como en casos precedentes, la mineralización estratoligada, de orden métrico, está relacionada con niveles litológicos reactivos, generalmente brechas carbonatadas.

Las concentraciones fluoradas se distribuyen de nuevo tanto de manera estratiforme como filoniana, disponiéndose las venas con una orientación preferente NO-SE y tendencia a adelgazar en profundidad. Los más destacados son los denominados Obdulia, Aurora y Ana (respectivamente, coincidentes con las fallas F5, F4 y F2 de la Tabla IV y figura 12), aunque existen otras de menor trascendencia, algunas de las cuales corresponden a denominaciones locales de los principales.

En el entorno de los filones es reincidente la manifestación de procesos kársticos, coadyuvados por las mismas fracturas, que progresan de manera desigual

según acontezcan en zonas de percolación o en puntos de circulación permanente.

El *Filón Obdulia*—que se encuentra en el extremo SO del distrito, subparalelo a la Falla del Suevo— fue beneficiado en las minas Emilio, Eduardo, Valnegro-Pie de Potro y Obdulia (Fig. 16), siendo las manifestaciones fluoríticas más occidentales las emplazadas al SO de Gobiendes (Colunga) en Los Llorales, con una potencia media de 1,20 m y buzamiento de 60° al NE, encajadas en materiales margo-calizos (Fig. 17). En su desarrollo posee gran influencia la litología de la roca encajante, con buenas leyes cuando su naturaleza es carbonatada, llegando a esterilizar si es lutítica, enriqueciéndose entonces en calcita; hacia la parte superior suele engrosar hasta alcanzar potencias de 30 m.

Por su parte, el *Filón Aurora*—aflorea a la altura de la localidad de Prado (Fig. 18)— siendo explotado subterráneamente y a cielo abierto, entre otras, en las minas Aurora, Pozo Melfonso y María de las Nieves, incluso en esta última cambiando su denominación, pues la Sociedad Minera Foncaravia lo conocía como Filón Foncaravia.

Por último, el *Filón Ana*—situado a la altura de Berbes (Ribadesella)—, con orientación NO-SE, fue objetivo preferente en Mina Ana, Cuetu l'Aspa, El Frondil y Vulcano (Fig. 19). Asociados a él se reconocen otros pequeños filones pero de alta ley.

Aparte de esta disposición dominante, resultan notorios algunos filones E-O que, aunque menos frecuentes se han localizado en las inmediaciones de San Lino (al norte de Prado, Caravia Alta), en las labores de Fluoritas Asturianas, S. A. (FASA) (al este de Carrales, Caravia) y en Cuetu l'Aspa (al NE de Berbes, Ribadesella) (véase situación en figura 14).

FASA desplegó su actividad en la vecindad de Carrales (Caravia) sobre dos ámbitos de explotación superficiales (Fig. 20) denominados Fasa Norte-Filón Uno y Fasa Sur-El Vallín, separados ambos por una zona de fractura que hunde el bloque septentrional, con un salto de unos 50 m.

Al NE de este ámbito minero, la empresa Minersa efectuó hacia 1970 prospecciones mediante sondeos y elaboró una detallada cartografía geológica (Fig. 21) cuyo fruto fue la apertura de la explotación Amalita, para beneficiar el denominado Filón Uno—descrito anteriormente— con un espesor de 2,5 m. A no mucha distancia Fluoruros, S. A. benefició nuevas concentraciones fluoríticas en la Corta San Lino.

Sector meridional de la Sierra del Suevo

En el entorno de esta mole calcárea existen discretos indicios de fluorita, repartidos por su borde sur, destacando el ámbito de Cofiño-Fíos donde se explotó Mina Esperanza, situada en el paraje de Pandiello, a un kilómetro del poblado de Fíos (Parres). Aunque próximos a terrenos paleozoicos, se encuentran en niveles areníticos de la sucesión permotriásica, a techo del “Conglomerado de La Riera” (Fig. 22); en ellos encaja el denominado Filón Pandiello (orientación N-S, buzando 45° y 0,80 m de potencia media), sobre el que se abrieron pequeñas labores en dirección de las que se obtuvo mineral con una ley bastante pobre.

Conclusiones

El estudio de yacimientos mineros suele utilizar herramientas de trabajo complementarias habitualmente al investigador universitario. Aunque en el capítulo económico que las empresas dedican a la prospección geológica suele representar una pequeña fracción del presupuesto global, permite sin lugar a duda, recabar datos muy fiables, y a una escala de detalle inalcanzable para el geólogo convencional.

La labor prospectiva desarrollada en los depósitos de fluorita de la cuenca permotriásica asturiana enriqueció el conocimiento geológico sobre la misma, aportando abundantes datos novedosos, extraídos de sondeos y de labores extractivas, que fueron plasmados en columnas estratigráficas, mapas y cortes estructurales.

En este artículo se recogen algunas de las aportaciones realizadas en el ámbito de esta minería que podemos extractar en los apartados de estratigrafía, cartografía y geología estructural.

La *contribución litoestratigráfica* se centró fundamentalmente en los niveles productivos del Pérmico, donde el denominado “Conglomerado de la Riera” supone el principal elemento de referencia al constituir una litología con frecuencia mineralizada. Algunas de las perforaciones realizadas, sobre todo una de gran longitud centrada en el yacimiento de Villabona, permitió obtener una columna estratigráfica muy detallada de la serie, dada su ejecución a testigo continuo.

La *cartografía geológica* de algunas zonas de la cuenca permotriásica, relacionadas con explotaciones fluoríticas, se realizó con gran meticulosidad, localmente a escala 1:2.000. En este sentido se deben destacar los mapas generales realizados en los tres distritos mineros: Villabona-Arlós, La Collada, y Caravia-Berbes.

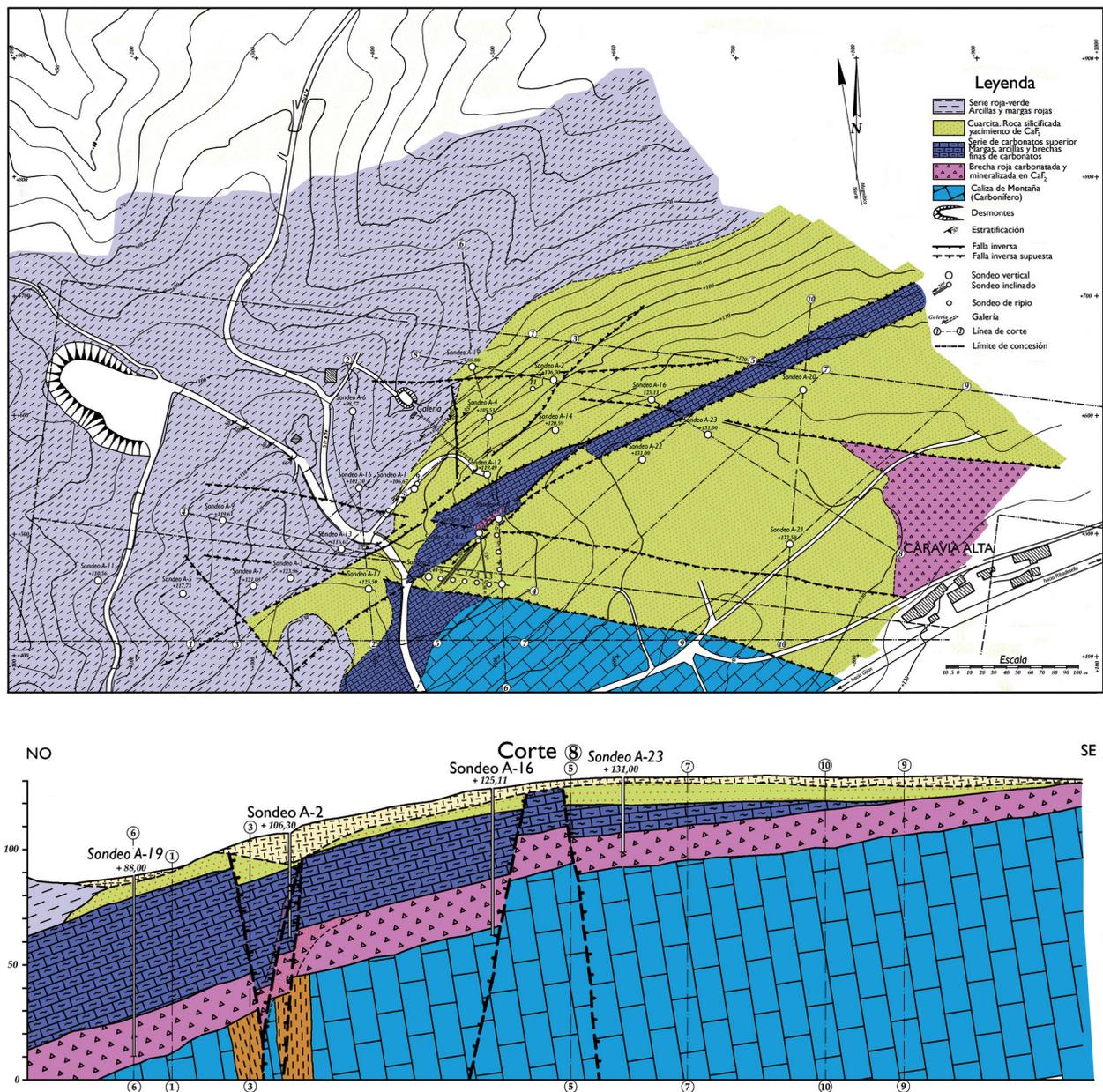


Figura 21. Mapa y corte geológico representativo de la Mina Amalita (Huber, 1976).

Las cartografías más detalladas se concentran en Arlós, inmediaciones de Caravia Alta (minas Amalita, Aurora, Fasa Norte- Filón Uno y Fasa Sur-El Vallín), Gobiendes, Cuetu l'Aspa y en los alrededores de la sierra del Sueve (indicios de Fíos y Torazo).

La *geología estructural* se vio favorecida, además de las aportaciones cartográficas, por un conjunto de cortes detallados, que resaltan con precisión el contacto Pérmico-Carbonífero, así como la estructuración de los yacimientos según un modelo de

fallas. A este respecto, señalar las del estudio por menorizado de la deformación frágil, de enorme repercusión minera al constituir la fracturación el sostén donde arman los filones mineralizados. Además, se aportan secciones muy ilustrativas de minas significativas de Villabona, La Collada y Caravia, entre otras.

La información precedente hace reflexionar sobre la escasa relación –cuando no total inconexión– entre la prospección minera de las empresas y la investigación

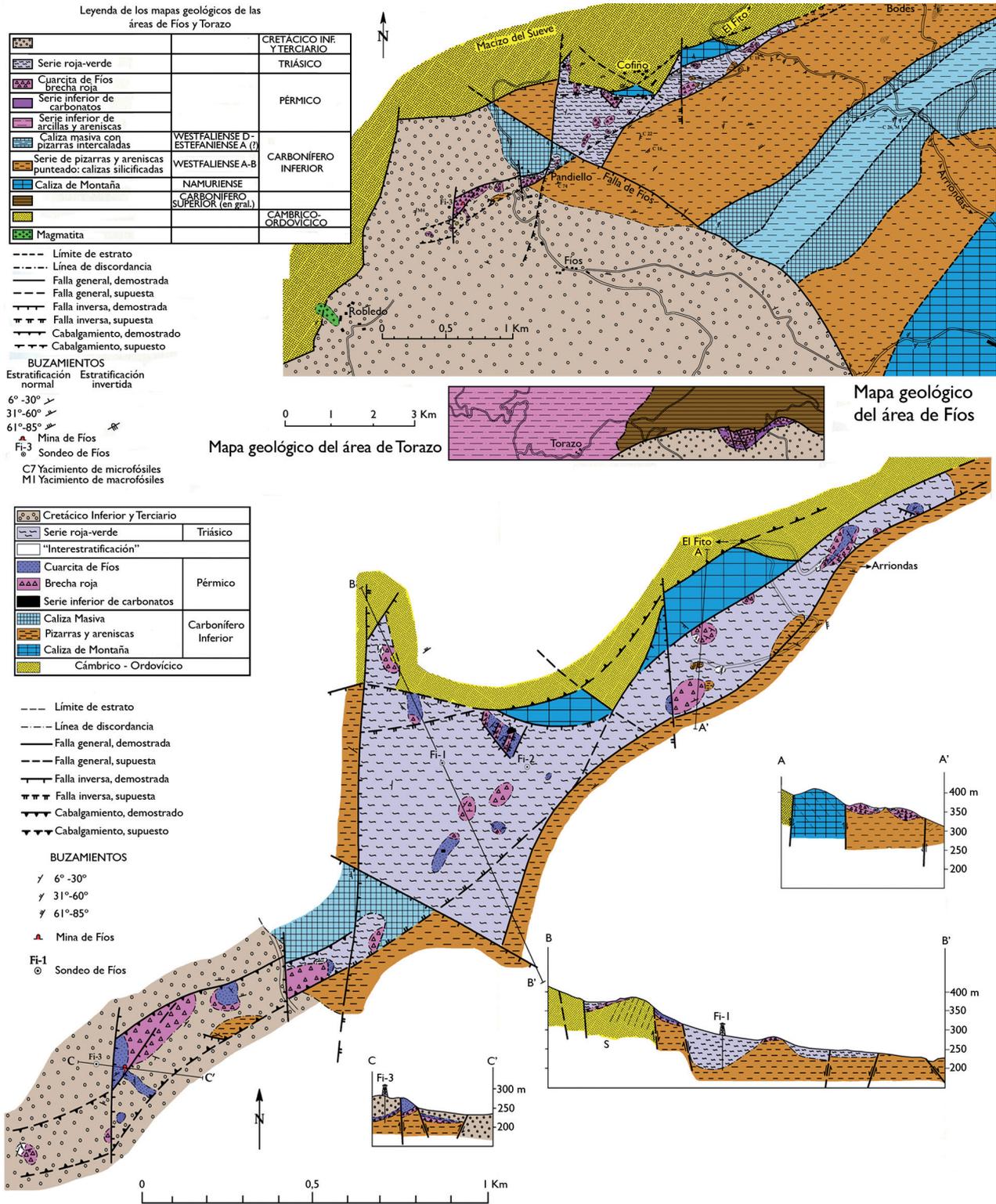


Figura 22. Mapas geológicos de los alrededores de Fíos, a diferentes escalas, y de Torazo (Schäfer, 1974).

universitaria, perdiéndose con ello una importantísima fuente de acopio de datos geológicos, la mayor parte de las veces inaccesibles al científico y por tanto no incorporados a las cartografías publicadas. Apelamos por ello a fomentar esta relación simbiótica que redundará en un beneficio para las actividades mineras y en un enriquecimiento del conocimiento académico.

Bibliografía

ADARO, L. DE y JUNQUERA, G. (1916): Criaderos de Asturias. *En: Criaderos de hierro de España*. Mem. Inst. Geol. España, Madrid t. II: 1-610.

ALMELA, A. y RÍOS, J. M. (1962): *Investigación del Hullero bajo los terrenos mesozoicos de la Costa Cantábrica (zona de Oviedo-Gijón-Villaviciosa-Infiesto)*. Empr. Nacional "Adaro" de Investigaciones Mineras, Madrid, 181 pp.

ALONSO, J. L., PULGAR, J. A., GARCÍA-RAMOS, J. C. y BARBA, P. (1995): Tertiary basins and alpine tectonics in the Cantabrian Mountains (NW Spain). *En: P. F. FRIEND Y C. J. DABRIO (eds): Tertiary Basins of Spain. Tectonics, climate and sea level changes*. Cambridge University Press.

ARTHAUD, F. y MATTE, PH. (1975): Les décrochements tardi-hercyniens du Sud-Ouest de l'Europe. Géométrie et essai de reconstitution des conditions la déformation. *Tectonophysics*, 25: 139-171.

BARROIS, CH. (1882): Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice (Espagne). *Mém. Soc. Géol. Nord*, 2-1, 630 pp.

BARRÓN, E., GÓMEZ, J. J. y GOY, A. (2002): Los materiales del tránsito Triásico-Jurásico en la región de Villaviciosa (Asturias, España). Caracterización palinológica. *Geogaceta*, 31: 197-200.

BEROIZ, C., PIGNATELLI, R., FELGUEROSO, C., RAMÍREZ DEL POZO, J., GIANNINI, G. y GERVILLA, M. (1973 a): *Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja n.º 29/13-4 "Oviedo"*. Inst. Geol. y Min. de España, Madrid.

BEROIZ, C., RAMÍREZ DEL POZO, J., GIANNINI, G., BARÓN, A., JULIVERT, M. y TRUYOLS, J. (1973 b): *Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja n.º 14/13-3 "Gijón"*. Inst. Geol. y Min. de España, Madrid.

DÍAZ GONZÁLEZ, J. S. (1978): *Estudio geológico de los indicios y yacimientos de fluorita en Asturias*. Tesis Doctoral (inédita), E.T.S. Ingenieros de Minas, Universidad de Oviedo, 450 pp.

ENDLICHER, G. (1974): *Flu spat-Schwespatmineralisation, petrographie und tektonik im bereich der lagerstätten von Arlos und Villabona-Westasturien (Nordspanien)*. Tesis doctoral (inédita), Auszerg Doct. Natur., Technischen Universität Munchen, 25 pp.

FERRAND, A. (1978): *Étude géologique et géochimique du gisement de fluorine de Villabona (Asturies, Espagne)*. Thèse de 3^e cycle (inédita), Univ. Orleans, 116 pp.

FERRAND, A. y THIBIÉROZ, J. (1978): Les gîtes de fluorine de l'ouest de la province asturienne (Arlós, La Moscona, Casa del Cura, Villabona, Cucona, Ural) résultent d'une même succession

Agradecimientos

A José Ramón García Álvarez por el arduo trabajo de digitalización de mapas y cortes geológicos procedentes de trabajos doctorales inéditos de universidades alemanas y francesas.

de circulations paléohydrogéologiques au sein d'un horizon calcaire triasique. *B. BRGM*, 4: 335-355

FERRAND, A., GARCÍA IGLESIAS, J. y TOURAY, J. C. (1977): Sur les indices de fluorine en rapport avec le gîte de Villabona (Asturies, Espagne). *C. R. Acad. Sci. série D*, 284: 2195-2197.

FERRAND, A., GRAPPIN, C., GARCÍA IGLESIAS, J. y TOURAY, J. C. (1978): Nouvelles données sur le gîte de fluorine de Villabona (Asturies-Espagne) et ses conditions de genèse. *B. BRGM*, 4: 357-369.

FORSTER, A. (1974): Die Flu spatlagerstätten Asturiens/Nordspanien und deren Genese. *Geologischen Rundschau*, 63: 211-263, Stuttgart; *Int. J. Earth Sci.*, 63 (1), Springer Berlin-Heidelberg.

GARCÍA IGLESIAS, J. (1972): *Los yacimientos de fluorita en Asturias*. Fundación Juan March (informe inédito), Madrid.

GONZÁLEZ PRADO, J. (1972): Nota sobre la petrografía de la zona de Viñón (Asturias). *Studia Geológica*, 3: 7-32.

GUTIÉRREZ CLAVEROL, M., LUQUE CABAL, C., GARCÍA ÁLVAREZ, J. R. y RODRÍGUEZ TERENCE, L. M. (2009): *La Fluorita. Un siglo de minería en Asturias*. Eujoa Artes Gráficas, 568 pp., Oviedo.

HUBER, G. (1976): *Geologisch-lagerstättenkundliche Untersuchungen horizontgebundener Flu spatlagerstätten in Ostasturien und Möglichkeiten zu ihrer Darstellung*. Tesis doctoral (inédita), Technischen Universität Clausthal, 208 pp.

JULIVERT, M., RAMÍREZ DEL POZO, J. y TRUYOLS, J. (1971): Le réseau de failles et la couverture post hercynienne dan les Asturies. *En: Histoire structural du Golfe de Gascogne. Technip*, V. 3.33.

JULLIEN, J. (1974): *Recherches sur les minéralisations fluorées liées à l'évolution du bassin permo-triasique des Asturies (Espagne)*. Tesis Doctoral (inédita), Univ. Paris VI, 298 pp.

KUCHELKA, R. (1974): *Die Erkundung und Darstellung der Flu spatlagerstätte Cueto del AspalAsturien sowie ein Versuch zur genetischen Deutung*. Tesis doctoral (inédita), Technischen Universität Clausthal, 108 pp.

LOREDO PÉREZ, J. (1981): *Aplicación de los estudios de inclusiones fluidas a la investigación metalogénica de los yacimientos asturianos de fluorita*. Tesis doctoral (inédita), E.T.S. Ingenieros de Minas, Universidad de Oviedo.

LLOPIS LLADÓ, N. (1965): Estudio geológico de la región del norte de Llanera (Oviedo). *Bol. Inst. Geol. y Min. de España*, 76: 143-232.

MANJÓN, M. y GUTIÉRREZ CLAVEROL, M. (1991): Nuevas precisiones sobre los depósitos de sulfatos de los alrededores de Gijón (Asturias). *Geogaceta*, 9: 87-89.

- MANJÓN, M., GUTIÉRREZ CLAVEROL, M. y MARTÍNEZ GARCÍA, E. (1992): La sucesión posthercínica preliásica del área de Villabona (Asturias, N de España). *III Congr. Geol. de España, Actas 2*: 107-111.
- MARTÍNEZ ÁLVAREZ, J. A., GUTIÉRREZ CLAVEROL, M. y TORRES ALONSO, M. (1975): *Mapa Geológico de España (MAGNA). Hoja n.º 28 (12-4) "Grado" (1:50.000)*. Inst. Geol. y Min. de España, Serv. Publ. del Ministerio de Industria, Madrid, 49 pp.
- MARTÍNEZ GARCÍA, E. (1981): Tectónica y mineralizaciones pérmicas en la Cordillera Cantábrica oriental (Noroeste de España). *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, 2 (II): 263-270.
- MARTÍNEZ GARCÍA, E. (1983): El Pérmico de la Región Cantábrica. En: C. MARTÍNEZ DÍAZ (coord): *Carbonífero y Pérmico. Inst. Geol. Min. Esp.*: 389-402.
- MARTÍNEZ GARCÍA, E. (1990): Stephanian and Permian Basins. En: R. D. DALMAYER y E. MARTÍNEZ GARCÍA (eds): *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*. Springer-Verlag: 39-54.
- MARTÍNEZ-GARCÍA, E., COQUEL, R., GUTIÉRREZ CLAVEROL, M. y QUIROGA, J. L. (1998): La edad del «Tramo de transición» entre el Pérmico y el Jurásico en el área de Gijón (Asturias, NW de España). *Geogaceta*, 14: 215-218.
- MELÉNDEZ, B. (1950): Nota previa sobre los terrenos pérmicos de Colunga y Caravia. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 48: 141-154.
- PATAC, I. (1920): La Formación Uraliense Asturiana. Estudios de cuencas carboníferas. *Cía. Asturiana de Artes Gráficas S.A.*, Gijón, 54 pp.
- PEÑA BARBERO, J. (1981): *Geología, Mineralogía y Metalogenia del yacimiento de fluorita del Cueto del Aspa (Asturias)*. Tesis de Licenciatura (inérita), Universidad de Salamanca, 99 pp.
- PIEREN, A. P., ARECES, J. L., TORAÑO, J. y MARTÍNEZ GARCÍA, E. (1995): Estratigrafía y estructura de los materiales permotriásicos del sector Gijón-La Collada (Asturias). *Cuad. Geol. Ibérica*, 19: 309-335. Universidad Complutense, Madrid.
- SCHÄFER, D. (1974): *Zur Geologie einiger Permotrias-Vorkommen in Asturien/Spanien*. Tesis doctoral (inérita), Technischen Universität Clausthal, 75 pp.
- SUÁREZ RODRÍGUEZ, A. (1988): Estructura del área de Villaviciosa-Libardón (Asturias, Cordillera Cantábrica). *Trabajos de Geología*, 17: 87-98.
- SUÁREZ VEGA, L. C. (1974): Estratigrafía del Jurásico de Asturias. *Cuad. Geol. Ibérica*, 5, n.º 3, C.S.I.C. Madrid, 368 pp.
- THIBIÉROZ, J. (1976): *Rapport à la Comisión Nacional de Geología de España*. E.R. du C.N.R.S., n.º 194: Provinces Métallogéniques. Univ. P. & M. Curie (Paris VI), informe inédito, 30 pp.
- TEJERINA LOBO, L. y VARGAS ALONSO, I. (1980): Descripción geológica del distrito minero de La Collada (Fluorita teletermal, Asturias). *Tecniterrae*, 4 (35): 44-53.
- TEJERINA LOBO, L. y ZORRILLA BRINGAS, J. (1980): Descripción geológica del distrito minero Caravia-Berbes (Asturias). *Bol. Geol. y Min.*, 91 (6): 716-731.
- WAGNER, R. H. y MARTÍNEZ GARCÍA, E. (1982): Description of an early Permian flora from Asturias and comments on similar occurrences in the Iberian Peninsula. *Trabajos de Geología*, 12: 273-287.