

LA FLORIDA

Aspecto de la antigua planta de tratamiento en el paraje conocido como "Plaza del Monte". Destaca por su valor patrimonial el horno de calaminas. Foto: G. García.



Geología y labores del Grupo Minero de La Florida:
Castillete del Pozo La Cuerre, en el extremo occidental del yacimiento.



Desarrollo de la mina, sus métodos, su historia y sus minerales:
Cristales maclados de calcita, especie que destaca por su calidad.



La zona de cueva natural. Desarrollo turístico de “El Soplao”:
La minería ha permitido dar a conocer soberbios paisajes kársticos.

LA FLORIDA

Autores: Gonzalo GARCÍA (*); Fernando J. PALERO (*); José RABADÁN (**); Mariano HEDROSA (**).

(*) Bocamina. E. T. S. de Ingenieros de Minas de Madrid. Grupo Mineralogista de Madrid; (**) AMYP. E. T. S. de Ingenieros de Minas de Madrid.

INTRODUCCIÓN

ESTE trabajo tiene por objeto sintetizar los elementos geológicos y mineros del yacimiento Zn-Pb de La Florida, haciendo hincapié en su mineralogía. Se realizará como es costumbre un análisis del desarrollo industrial desde el punto de vista técnico e histórico, con especial énfasis en la etapa de la Real Compañía Asturiana de Minas, y concluirá el trabajo con algunas informaciones relativas al reciente desarrollo para el turismo de la cueva “El Soplao”. No se profun-

dizará en cuestiones espeleológicas que entendemos quedan fuera del ámbito de interés de los lectores de esta revista. Por otra parte, existen publicaciones recientes y muy bien ilustradas que abordan suficientemente el tema de la cueva, pero no tanto los aspectos geológicos y mineros que constituirán, como siempre, el núcleo de nuestra atención.

La mina de La Florida empezó a trabajarse aproximadamente desde 1850. Forma parte de conjunto de yacimientos cántabros de cinc que, con desigual longevidad y amplitud, se han venido explotando hasta final del siglo XX,

con la mina de Reocín como máximo exponente de riqueza y continuidad, y la única de hecho que asistió al cambio de milenio para rendir sus últimas toneladas. Compartiendo todas ellas unos rasgos geológicos comunes, también fueron a menudo gestionadas por los mismos promotores, con la “Real Compañía Asturiana de Minas” como líder indiscutible de la exploración y laboreo, sucedida en 1957 por “Asturiana de Zinc, S.A.”. Esta compañía ha tenido que buscar en las blendas australianas de Mount Isa el reemplazo para sus pujantes actividades como uno de los principales suministradores



Galería de transporte en la mina Las Ligorias, en la zona oriental del yacimiento, de sección aprox. de 3 m x 2 m en roca viva. Foto: M. Hedrosa, 10/1998.

mundiales de cinc metal, ante el agotamiento de los yacimientos de Cantabria en 2003, para la alimentación de la enorme planta de cinc electrolítico que AZSA tiene en San Juan de Nieva, en la vecina comunidad del Principado de Asturias.

Las actividades extractivas de La Florida se iniciaron en el paraje de Braña Escondida, a favor de los afloramientos gargasienses de dolomía ocre, tan visibles y bien conocidos por los mineros de Santander. Progresivamente los trabajos se extendieron al este y al oeste, hasta Bustriguado por la parte oriental y hasta la Braña de La Curre a occidente, y ganaron toda

la profundidad que la mineralización y la economía permitieron.

De mineralogía relativamente simple, el yacimiento de La Florida se trabajó, al igual que otros, de arriba a abajo, beneficiando primero las menas oxidadas (calaminas), que en La Florida alcanzan profundidades apreciables, y posteriormente sus blendas, con ganga de dolomita y barita que era separada por medios densos y flotación. El carácter desigual y la complejidad geométrica de las columnas mineralizadas condujo al término de trabajos en 1978, no tanto por un agotamiento absoluto como por un retroceso muy importante en su rentabilidad.

ABSTRACT

The La Florida Mines was a group of small Zn-Pb mining operations in the Cantabria Province (Northern Spain). The ore-bodies had a stratabound geometry and they hosted in a specific limestones and dolostones level in Lower Cretaceous sequence of Vasque-Cantabrian Basin. The geological and paragenetical characters are very similar to the Reocín Giant Deposit, that it was the biggest Zn-Pb mine of Spain.

The La Florida Mines were in production in 2nd half of the XIX century and in 1910 was closed, but in 30^s of XX century was reopened again. In 1978 stopped the ore production and in 80^s was abandoned progressively. During mine advance an amazing cavern was discovered. That cavern has been a fact of attraction by speleologists and geologists since mine closure.

While mines were in production, several references about to appearances of crystallized mineral samples were made, but they never were taken into account. However, a group of speleologists with mineralogical knowledges started the exploration of old tunnels of the mines in 90^s. With great surprise they found excellent crystallized calcite samples and other remarkable minerals like hemimorphite, hydrozincite and galena. This calcite crystals could be accepted as the best specimens of this mineral in Spain. Unfortunately, the recent workings to the construction of tourist complex in relation to the cavern, have impeded the continuation of the mineralogical investigations.



Macla de cristales de calcita de 10 cm, con romboedro dominante, prisma y escalenoedro (muy poco desarrollado). Una gran mayoría de los especímenes están maclados, siendo raro encontrar cristales individuales. Mina La Curre. Colección: M. Hedrosa. Foto: J. M. Sanchis.

Soberbia perspectiva de la costa cantábrica desde la Sierra de Arnero. Foto: Cortesía de "El Soplao, S.L".



Aspecto general de las nuevas instalaciones para la visita turística de la cueva "El Soplao", con unas espléndidas vistas al sur. Foto: G. García, 7/2007.



Encuadre similar al de la foto central, en paisaje invernal. Foto: Cortesía de "El Soplao, S.L".

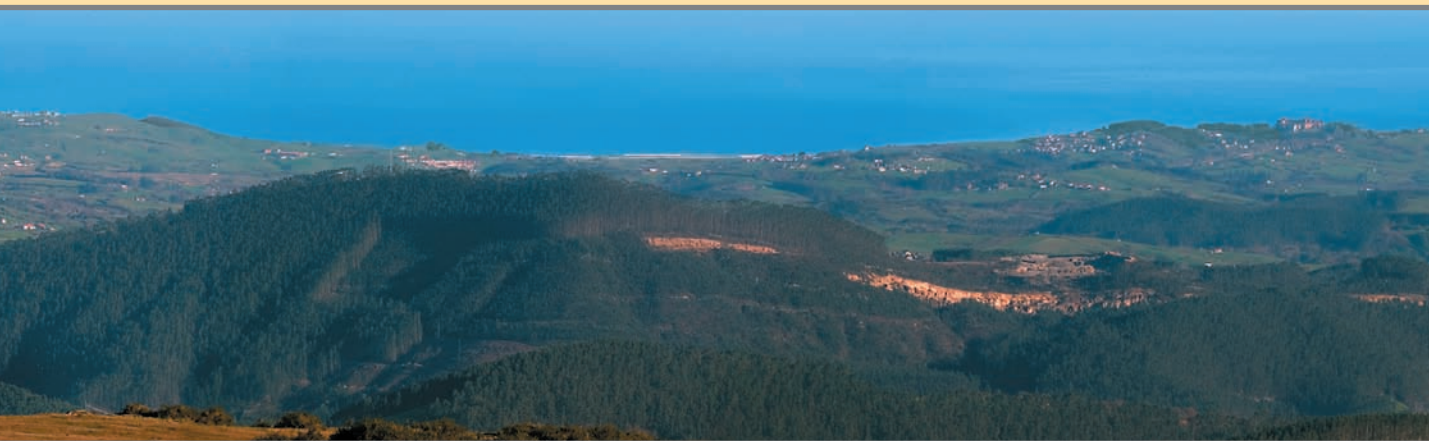


El avance los trabajos mineros puso de manifiesto, hacia 1908, la existencia de una importante caverna o "soplao" de imponente desarrollo y belleza, generada por procesos kársticos en las calizas encajantes de la mineralización y de la cual se han

podido topografiar más de 14 kilómetros hasta la fecha. Esta circunstancia dió lugar a la utilización de una parte de la cueva natural como zona de paso y transporte de la mina, si bien los trabajos extractivos de mayor importancia se desarrollaron a muro del estra-

to disuelto. Se recoge no obstante de forma recurrente en la bibliografía la cita de La Florida como yacimiento de aragonito coraloide o "flos ferri" (Calderón, 1910).

Cuando en 1997 un equipo de buscadores de minerales decide investigar



la mina en su conjunto, descubre con cierta sorpresa la existencia de zonas con geodas vírgenes en las que empiezan a recogerse excelentes especímenes de calcita, probablemente los más notables de la Península Ibérica. Resultaba sorprendente que una mina de la importancia de La Florida no hubiese sido inspeccionada en profundidad con anterioridad. Aunque en colecciones antiguas y en algunos hogares de mineros (algunos recogían minerales que normalmente regalaban) pueden admirarse ejemplares de La Florida, parece obvio que las fecundas geodas de esta mina permanecieron en cierto olvido de los buscadores. Naturalmente, durante unos años se continuó la exploración de todas las labores accesibles, tiempo que permitió hacer de las calcitas de La Florida un objeto de transacción e intercambio.

En 1999 la Administración regional, consciente de la relevancia del patrimonio kárstico de El Soplao, decide actuar con la finalidad de proteger la cueva, tras la puesta en evidencia de penosos episodios de pillaje sobre las formaciones de la caverna protagonizados por desaprensivos. Tras un período de inactividad, en 2003 la Consejería de Cultura, Turismo y Deporte del Gobierno de Cantabria recupera el proyecto proteccionista y promueve la adaptación de la cueva del Soplao para fines turísticos, que culmina en julio de 2005 con la inauguración de la instalación. Desde entonces, El Soplao se ha revelado como un éxito de público, con muy positivos efectos dinamizadores de la economía en toda la comarca.

LOCALIZACIÓN

Las minas de La Florida se encuentran en la Sierra de Arnero, 15 km al Sur de San Vicente de La Barquera (Cantabria), comprendidas entre las localidades de Rábago y Bustriguado y dentro de los límites de la Reserva del Saja. Las extraordinarias visuales de las minas de La Florida dan soberbias perspectivas del Alto Campoo, la Cordillera del Cuera, al macizo central de los Picos de Europa, a San Vicente de la Barquera y el parque natural de Oyambre.

El acceso a las labores puede hacerse desde la carretera que parte de Treceño, pasando por La Cocina en dirección a Labarces. Bajo el repetidor de Castro Rubio se encuentran los socavones principales, Cereceo (donde estaba emplazado el último lavadero) y Plaza del Monte. Con el desarrollo turístico de la cueva El Soplao, ha entrado en servicio un acceso mucho más largo pero de nueva construcción, a partir de la autovía del Cantábrico A-8 en su salida 269 (Pesués-Los Tánagos), perfectamente señalizado. Con vehículo todoterreno, la primera opción es sin duda la más rápida.

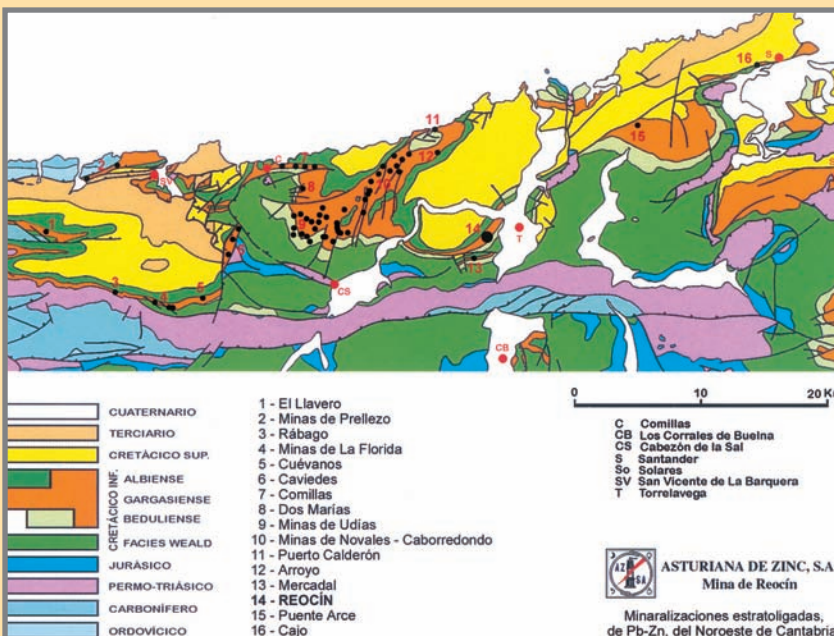
GEOLOGÍA

INTRODUCCIÓN

Las minas de La Florida fueron un conjunto de pequeñas explotaciones de Zn-Pb situadas en la parte occidental de Cantabria. Representan un ejemplo más de las numerosas manifestaciones de esfalerita y galena que hay en esta región, que aparecen relacionadas con rocas carbonatadas mesozoicas y cuyo mayor exponente fue la Mina de Reocín (Mazarrasa, 1930; Bustillo y Ordoñez, 1985; Barbanson, 1987; Sánchez Alonso, 1990; Heredia *et al.*, 1990; Seebold *et al.*, 1992; Castro *et al.*, 2001). Todas estas mineralizaciones cincíferas de Cantabria tienen como caracteres generales:



Macla de calcita. Escalenoedro asimétrico. La Cuerre. Tamaño: 4 cm. Colección: J. Rabadán. Foto: J. M. Sanchis.



Distribución de las principales mineralizaciones en el complejo urgoniano cántabro. Fuente: AZSA.

- Presentan un acusado carácter estratiforme o estratoligado.
- Aparecen relacionadas con tramos dolomitizados de rocas calizas.

- Se localizan en un nivel estratigráfico carbonatado muy concreto del Cretácico Aptense (Gargasiense) cuya edad absoluta es de unos 112 millones de años.

- Siempre la esfalerita predomina ampliamente sobre la galena.

Las mineralizaciones de este tipo se distribuyen de forma dispersa siguiendo los afloramientos del citado nivel estratigráfico por todo Cantabria y el País Vasco, siendo especialmente abundantes en la mitad Oeste de la primera región. En este contexto general aparecen las minas de La Florida, localizadas sobre una alineación de afloramientos gargasienses orientados E-O que aparece en las vertientes septentrionales de la Sierra del Escudo de Cabuérniga, entre las poblaciones de Bielsa y Bustriguado, repartidas en los términos municipales de Puentenansa, Valdáliga y Herrería.

Las minas que integran el grupo se extienden en una longitud de unos 5 km y son, de poniente a levante: La Cuerre, La Isidra, Braña Escondida, Plaza del Monte, Cereceo, Ligorias y Cuévanos. Estas minas daban acceso a diferentes cuerpos mineralizados y, con excepción de Cuévanos, estaban todas interconectadas entre sí mediante largas galerías. La principal mina era Cereceo, que actuaba como salida general de extracción y tenía situada junto a ella el lavadero de concentración.

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

Desde el punto de vista de la geología regional, las minas de La Florida se encuentran en el extremo occidental de la cuenca Vasco Cantábrica, en el Dominio Peri-Asturiano de García-Mondéjar (1979).

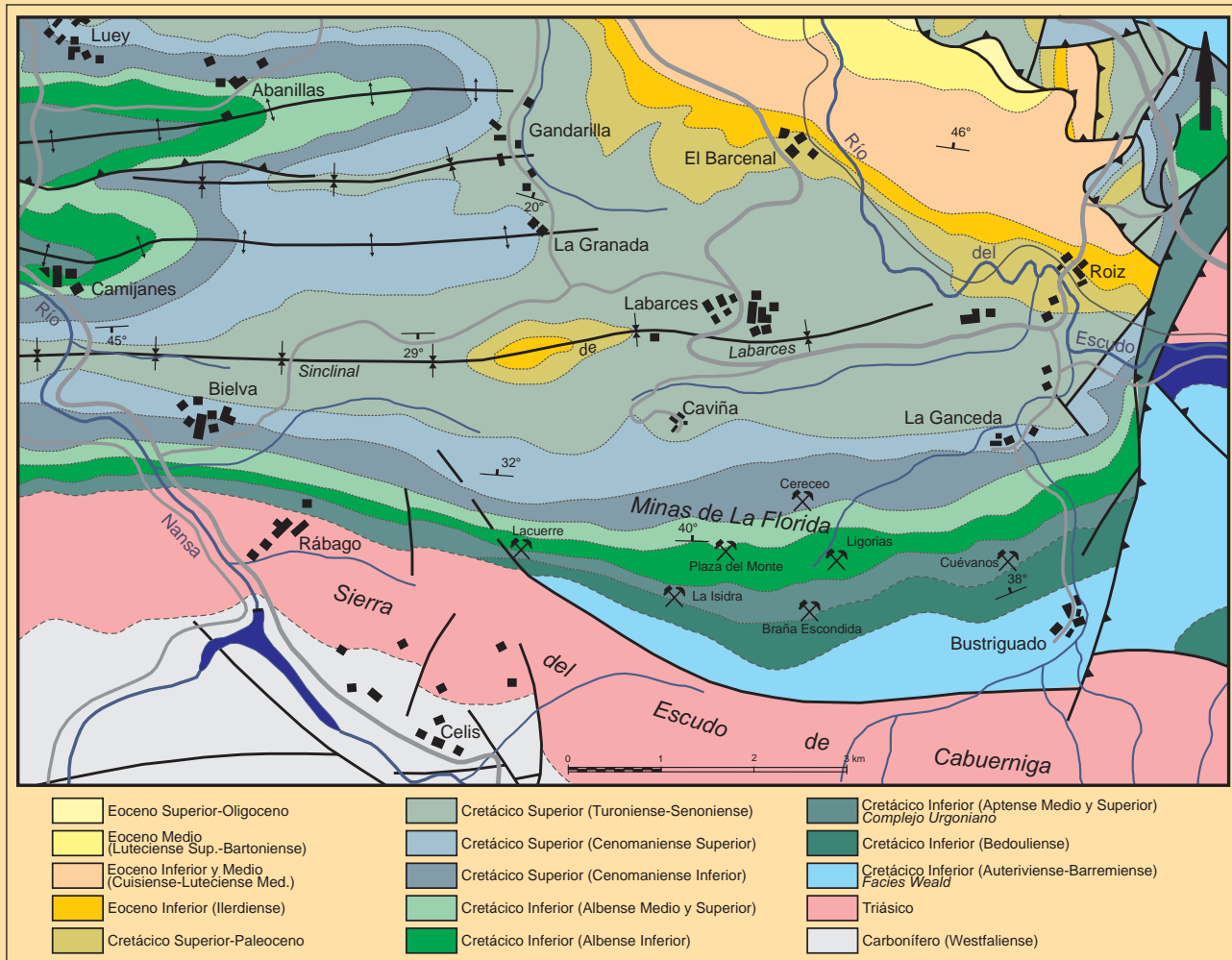
La cuenca Vasco Cantábrica se extiende con amplitud desde el límite entre Asturias y Cantabria hacia el Este y SE hasta los macizos paleozoicos de Los Pirineos y de la Sierra de La Demanda. Esta cuenca está formada por una potente secuencia de materiales sedimentarios mesozoicos y terciarios que se apoya en discordancia sobre el basamento hercínico que apa-



Escalenoedro de calcita con rombos del prisma hexagonal (en desarrollo desequilibrado) y pequeño cierre romboédrico. Tamaño: 4 cm. Colección: J. Rabadán. Foto: J. M. Sanchis.



Cristal de calcita de 4 cm. Textura reticulada sobre el prisma. Romboedro preponderante, pequeños triángulos del escalenoedro. Mina La Cierre. Colección: M. Hedrosa. Foto: J. M. Sanchis.



Mapa geológico del entorno de las minas de La Florida. Basado en el Heredia *et al.* (1990).

rece en su entorno. Esta secuencia abarca un rango de edades de unos 200 millones de años entre el Triásico (hace unos 240 millones de años) y el final del Eoceno (hace unos 36 millones de años). La secuencia sedimentaria ha sido formada predominantemente en un medio marino (Rat, 1959) y llama la atención la gran acumulación de sedimentos del Jurásico terminal y el Cretácico Inferior (entre los 150 y 90 millones de años).

La formación de la cuenca Vasco Cantábrica parece estar producida en dos pulsos sedimentarios, uno primero durante el Triásico debido a la formación de una cuenca intracratónica tras la finalización del orógeno hercínico (hace unos 240 millones de años), y otro que se inicia al final del Jurásico (Kimmeridgiense, hace unos 145 millones de años). Este último episo-

“El yacimiento Zn-Pb de La Florida se extiende a lo largo de 5 km sobre el banco gargasiense, en el flanco sur de la cubeta de Labarces”

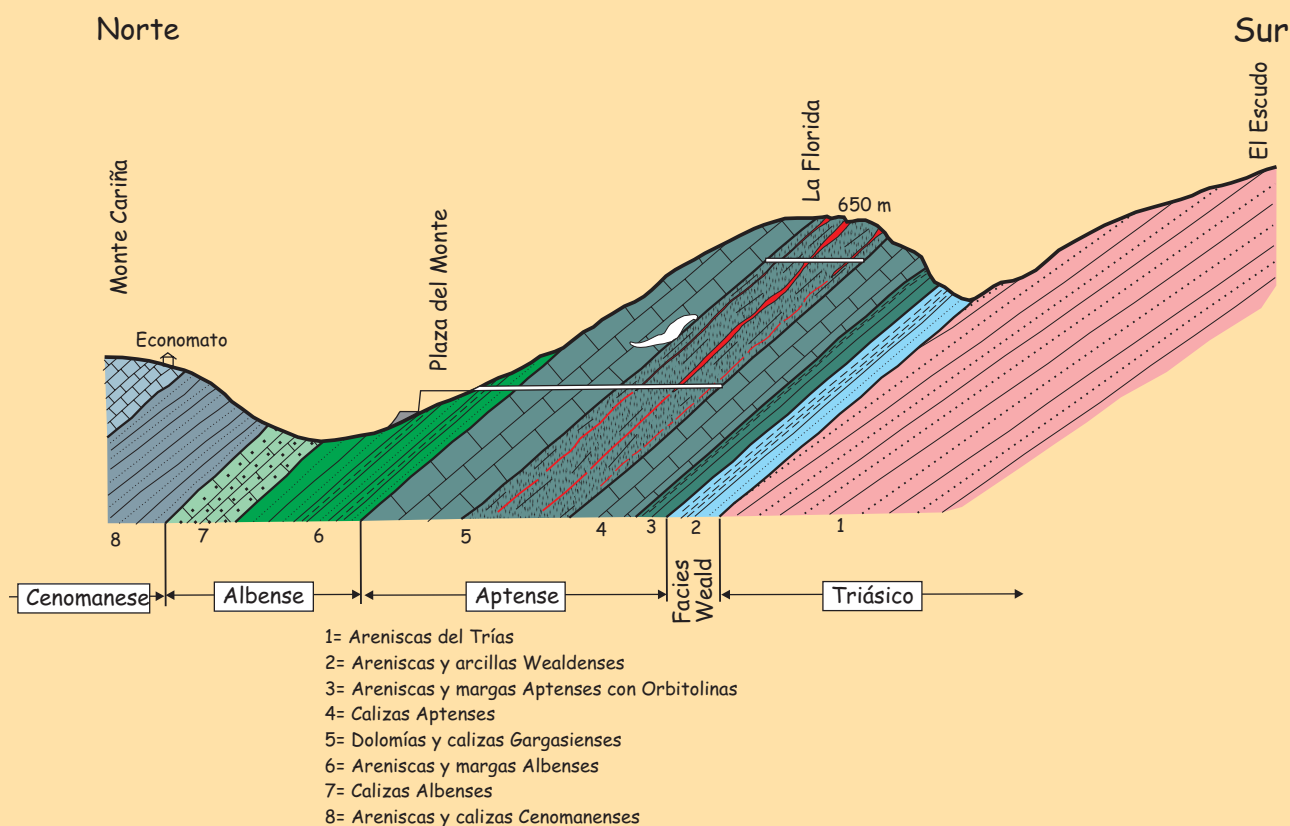
odio se relacionaría con la apertura del Golfo de Vizcaya y del Atlántico Norte y la consecuente separación de la Península Ibérica y Europa de Terranova y Los Appalaches (García-Mondéjar, 1990a).

Esta formación de la gran cuenca sedimentaria supone el adelgazamiento de la corteza continental, dando lugar a un juego de bloques subsidentes que están controlados por grandes fracturas de dirección N 90°E a N 120°E y otro

sistema oblicuo, de menor desarrollo, N 20°E a N 40°E. Este juego de fallas tiene especial importancia durante la deposición del Jurásico terminal y del Cretácico Inferior (entre los 145 y 112 millones de años), y produce una serie de cubetas sedimentarias con caracteres particulares (García-Mondéjar, 1990b), donde se deposita una secuencia principalmente arenosa conocida como la Facies Weald. Como podrá verse más adelante, estos sistemas de fallas jugarán un importante papel en la formación de los yacimientos de Zn-Pb de la región Cantábrica (Velasco *et al.*, 2003).

Tras el depósito de la Facies Weald tiene lugar una transgresión generalizada del mar y se produce una sedimentación en una plataforma marina carbonatada con la formación de abundantes paquetes carbonatados y margosos durante el

LA FLORIDA



Corte geológico idealizado por el centro del yacimiento de La Florida. Basado en Mazarrasa (1930).



Excelente afloramiento del tramo carbonatado gargasiense correspondiente a la mina "Isidra", antes de los trabajos destinados al desarrollo turístico de El Sopla. Las escombreras y trabajos mineros se hallan sobre el tramo de dolomía que presenta coloración marrón. A izquierda y derecha de él se ven las capas de calizas blancas correspondientes respectivamente a los tramos de techo y de muro que no están dolomitizados. Foto: F. Palero, 11/1998.

Aptense y el Albense Medio (entre los 112 y 100 millones de años). Esta secuencia carbonatada recibe la denominación de Complejo Urgoniano. Este complejo contiene un tramo de calizas y dolomías formadas en gran parte por edificios arrecifales, que presenta gran continuidad en la región y que constituye el princi-






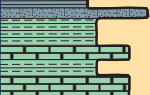

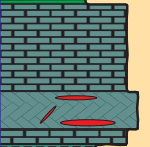

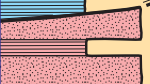
pal metalotecto de la zona (Sánchez Alonso, 1990). Es en estas rocas donde se hallan, entre otras, las mineralizaciones de La Florida. El tramo calcáreo recibe el calificativo de Gargasiense, con un sentido de edad que quedaría comprendida entre el Aptense y el Albense (≈105 millones de años).

Si bien el Complejo Urgoniano parece estar sellando las fallas que controlan la subsidencia de la cuenca, sí que se reconocen notables diferencias de espesor de la secuencia carbonatada a uno y otro lado de ellas. Este hecho indicaría una cierta actividad de las fallas durante la sedimentación urgoniana (Barbanson, 1987).

En el Albense superior se produjo una fuerte subsidencia de la cuenca que se prolongó hasta el Paleoceno (≈60 millones de años), dando lugar a una sedimentación marina profunda con la formación de un potente flysch (alternancia de paquetes centi y decimétricos) de afinidades turbidíticas.

En el Eoceno se inicia el cierre del Golfo de Vizcaya con un acortamiento aproximadamente N-S. Se van formando cuencas restringidas a la vez que se va produciendo el plegamiento de la zona y la elevación de ciertos sectores a favor de fallas inversas. A finales del Eoceno y comienzos del Oligoceno (hace unos 35 millones de

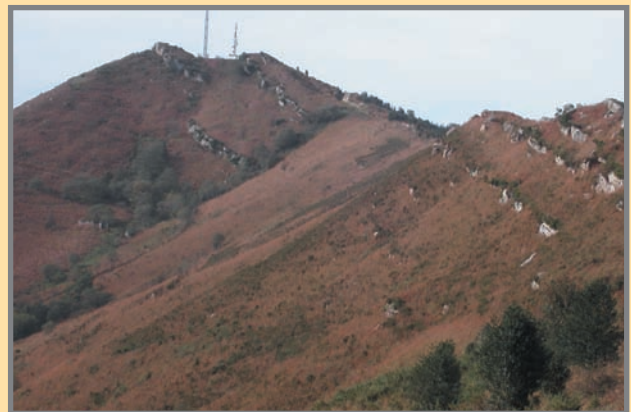
LA FLORIDA

EDAD (Carreras et al, 1978)		Secuencia de La Florida (Acibo, 2003)		FORMACIONES (Hines, 1985)	GRUPOS (Hines, 1985)	Secuencia de Cuévanos (Barbason, 1987)	Secuencia de Reocín (Velasco et al., 2003)
		COLUMNA	ESPESOR	LITOLOGÍA			
EOCENO INFERIOR			50 m	Calizas	ESTRADA		
MAASTRICHIENSE A PALEOCENO			170 m	Dolomías	MUÑORRODERO		
TURONIENSE A CAMPANIENSE			145 m	Margas nodulosas parcialmente dolomitizadas	SARDINERO		
CENOMANIENSE MEDIO			65 m	Calcarenitas y calizas	ALTAMIRA		
CENOMANIENSE INFERIOR			75 m	Areniscas y lutitas	BIELBA		
ALBENSE	MEDIO Y SUPERIOR		135 m	Calizas margosas, margas y calcarenitas con glauconita	BARCENACIONES		
	INFERIOR		90 m	Areniscas y lutitas carbonosas	LAS PEÑOSAS		
APTENSE	GARGASIENSE		300 m	Calizas y dolomías con mineralizaciones de Zn-Pb	REOCÍN	Mb. Sierra	
						Mb. Novales	
						Mb. Barrio	
	BEDOULEIENSE	45 m	Margas y lutitas	RODEZAS			
			60 m	Calcarenitas	SAN ESTEBAN		
VALANGINIENSE A BARREMIENSE			160 m	Alternancias de areniscas y lutitas	VEGA DE PAS Y LA REVILLA		
TRIÁSICO				Alternancias de areniscas rojizas y lutitas	(Facies Buntsandstein)		

Secuencia estratigráfica de La Florida y relaciones con las secuencias urgonianas de Cuévanos y Reocín. Tomado de Acibo (2003).



Frente mineralizado de alta ley (blenda-galena) próximo a la rampa en el 4º nivel de la mina La Curre, con el aspecto brechoide característico de esta parte del yacimiento. Foto: F. Palero, 11/1998.



Afloramientos de areniscas entre lutitas rojas correspondientes al Triásico en el Cerro Hugón. Estos afloramientos son parte de la importante corrida de estos materiales que forman la Sierra del Escudo de Cabuérniga. Foto: F. Palero, 10/2006.

años) quedaría constituida la estructuración geológica que hoy apreciamos.

GEOLOGÍA DEL ENTORNO DE LA FLORIDA

Como ya se ha dicho, las minas de La Florida se sitúan en el extremo occidental de la cuenca Vasco Cantábrica. Este sector de la cuenca está estructurado por una serie de pliegues y fallas

inversas orientados Este-Oeste, y que a grandes rasgos está constituido por un domo que separa un sinclinal cabalgado por el Norte en la zona de San Vicente de la Barquera, y una cubeta sinclinal al Sur denominada de Labarces (Carreras y Ramírez del Pozo, 1971). Esta cubeta está limitada en su flanco meridional por los afloramientos triásicos y paleozoicos del Escudo de Cabuérniga, mientras que al Este los límites se deben a una zona de frac-

turación de orientación norteadada (falla de Bustriguado) que la separan del sinclinal de Santillana (ver mapa geológico de la pág. 20).

Las minas de La Florida se hallan en el flanco sur de esta cubeta de Labarces, entre el corte que realiza el río Nansa al Oeste y la citada falla de Bustriguado al Este. En este flanco aparece la secuencia del Cretácico Inferior y el Complejo Urgoniano bien representados, con el paquete carbo-



Acceso a la zona de la mina Isidra desde los niveles superiores de la explotación. Véase el techo de calizas blancas y las obras mineras de mampostería en la zona dolomitizada y mineralizada. Foto: G. García, 8/2000.



Alternancia de calizas y margocalizas de la parte basal del tramo carbonatado gargasiense, situado a muro del tramo dolomitizado que contiene las mineralizaciones de Zn-Pb. Foto: F. Palero, 10/2006.

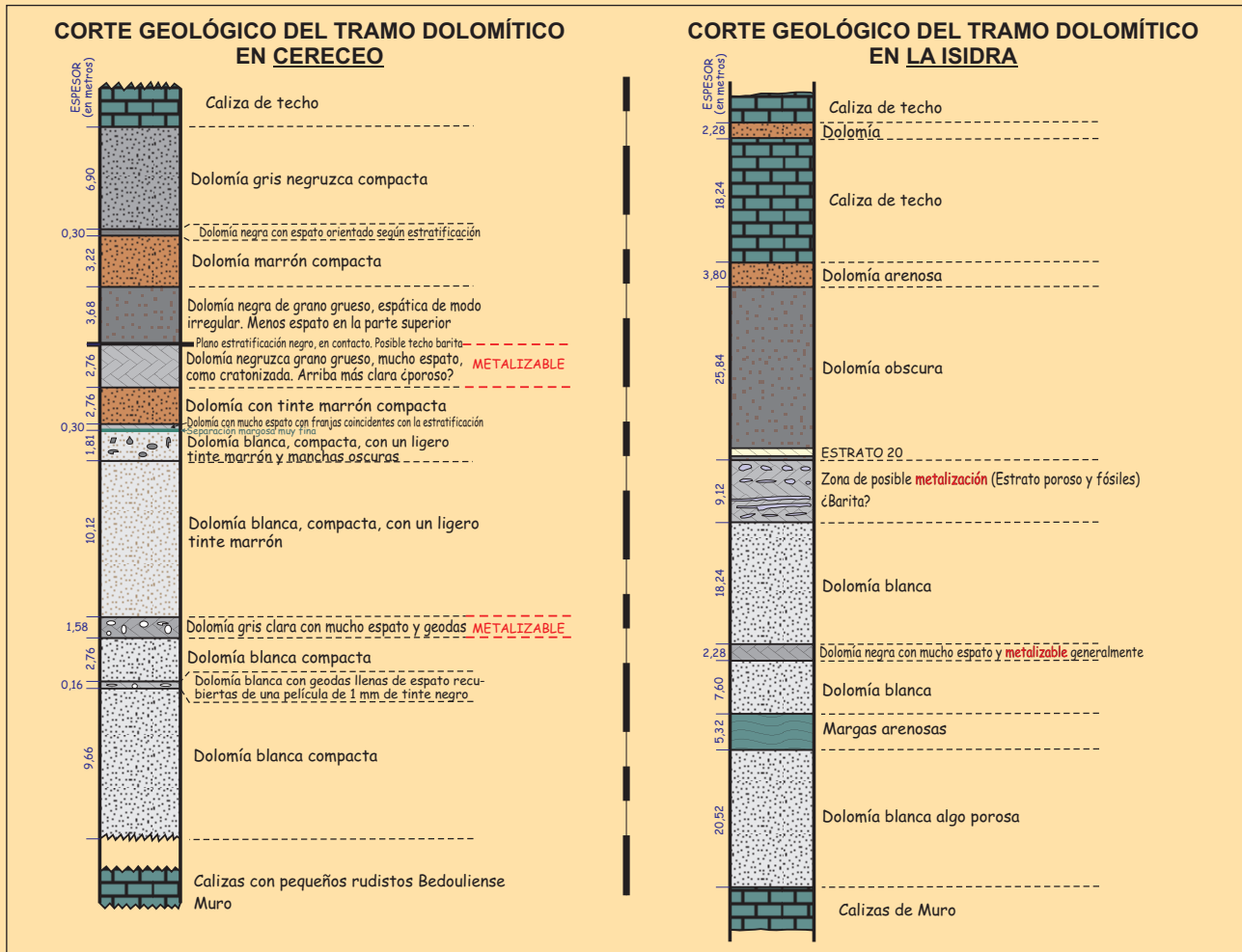


Areniscas y lutitas carbonosas del Albense Inferior, que aparecen situadas estratigráficamente sobre el tramo carbonatado gargasiense. Carretera nueva de acceso al Soplao. Foto: F. Palero, 10/2006.

natado gargasiense bien desarrollado y con tramos dolomitizados que es donde encajan las mineralizaciones de cinc-plomo.

La secuencia estratigráfica aparece con buzamientos del orden de 30° a 40° al norte y dirección prácticamente E-O. Una fractura casi longitudinal al flanco, de trazado ligeramente arqueado y de fuerte inclinación, va laminado la secuencia sedimentaria, de forma que en la parte Este los sedimentos de la Facies Weald están presentes en una notable extensión de afloramiento, para ir reduciéndose hacia el Oeste y llegar a desaparecer a la altura de la mina La Cuerre. En este punto, la falla lleva una dirección aproximadamente N 120°E y afecta a todas las rocas del Cretácico Inferior, actuando de hastial de poniente de la mineralización explotada en dicha mina. Desde este punto y hacia poniente, la secuencia aptense se apoya directamente sobre los sedimentos triásicos. Esta falla se interpreta como un ejemplo de las sinsedimentarias comentadas anteriormente y, aunque haya podido tener reactivaciones posteriores, parece estar sellada por las rocas del Cretácico Superior.

La unidad litológica Gargasiense tiene en la Florida un espesor de unos 300 m y está formado por una alternancia de estratos de calizas, con abundantes fósiles de rudistas y corales, y tramos dolomitizados. Según Acibo (2003) se diferencian 3 tramos, uno inferior de calizas delgado, un tramo intermedio dolomítico de unos 90 m y otro superior calizo de unos 200 m (ver secuencias estratigráficas de la pág. 22). El tramo dolomítico lo subdivide en dolomías crema situadas a techo y muro de irregular desarrollo con unos 10 m de espesor, y dolomías rojizas formando la gran masa dolomítica de unos 80 m a 70 m de espesor. Por contra, Álvaro (1965) realiza un corte minucioso del tramo dolomítico cortado en el interior de la mina en el socavón de Cereceo, con casi 46 m de espesor, así como otro corte en la mina



Cortes geológicos de los tramos dolomitizados de la mina de La Florida. Tomado de Álvaro (1965).

La Isidra, en el que el tramo dolomítico alcanza los 113 m, si bien aquí, los últimos 20 m son predominantemente calizos (ver figura). Álvaro (op. cit.) subdivide el tramo dolomítico en diversos tramos en base a criterios morfológicos y texturales, y sitúa la posición exacta de las partes metalizables que hay en el yacimiento.

La estructuración geológica del yacimiento es muy simple. Su localización en el flanco sur de la cubeta sinclinal de Labarces, con buena continuidad y sin replegamientos menores condiciona su disposición casi constante en todo su desarrollo longitudinal de más de 5 km. Esta estructura general se puede definir como la de una cuesta estructural de rumbo cercano a E-O y buzamiento casi constante de 40° al Norte. (ver foto y corte geológico esquemático de la pág. 21).

A escala de la mina, otras estructu-

“La mineralización está controlada por las fracturas NO-SE, en cuya periferia se localizan las columnas metalizadas”

ras interesantes son las fracturas, siendo las más comunes las NO-SE. Estas fracturas aparecen en ciertos corredores, formando haces convergentes hacia un solo punto. Son subverticales y juegan un papel importante en el control de las mineralizaciones, como ya puso de manifiesto Álvaro (1965) (ver plano general de la mina y labores de explotación en doc. anexo). Estas fracturas probablemente están relacionadas con el accidente que va

laminando por el Sur las facies Weald hasta hacerlas desaparecer a la altura de la mina La Cuerre. Estas fallas serían fracturas menores en relación con la dinámica deformativa de dicha falla, que parece corresponder a un desgarre dextral. Probablemente este sea un rejuego de un accidente heredado con evidente actividad sinsedimentaria, como ocurre en otros puntos de la región (Velasco *et al.*, 2003).

Otras fracturas de aparente escasa incidencia en el yacimiento son norteadas, también subverticales y con escaso salto que parece ser vertical. Sin embargo, Acibo (2003), en base al trabajo previo de Barbersson (1987), dan gran importancia a este tipo de fallas y postulan que son estas estructuras las que controlan el desarrollo de la sedimentación cretácica. Pero, por lo reflejado por otros auto-



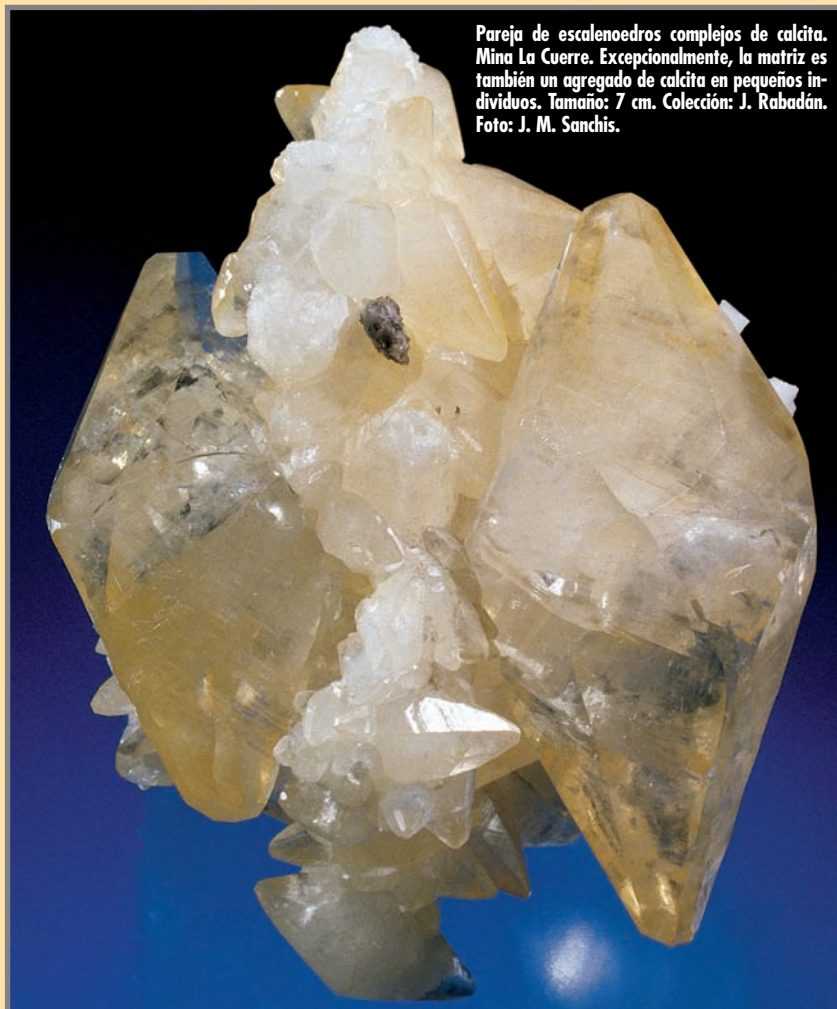
Nódulos de sulfuro de hierro en las areniscas del Albense, en los afloramientos de la zona de La Cuerre. Foto: A. Bueno, 8/2007.

res (Seebold *et al.*, 1992; Velasco *et al.*, 2003) y nuestra experiencia personal, nos permite postular que son las fallas cercanas a E-O las que controlan la sedimentación, la dolomitización y la mineralización.

METALOGENIA

Las metalizaciones que fueron explotadas en las minas de La Florida eran de carácter estratoligado y armaban en el tramo dolomítico gargasien-se descrito anteriormente. La mineralización era de esfalerita y galena, con ganga de dolomita, calcita y, en ciertas zonas, también barita. Se presentaba formando masas bandeadas, relle-nos de brechas, disseminaciones y reemplazamientos, con una distribución irregular y con huecos geódicos tapizados de pequeños cristales de esfalerita y otros más grandes de gale-na, dolomita y calcita. La ley media obtenida era de 5% de Zn y 0,80% de Pb (Álvaro, 1965).

El mineral se presentaba formado cuerpos alargados en horizontes dolomíticos determinados, siguiendo la intersección de las fallas NO-SE con el tramo dolomitizado, siendo fre-



Pareja de escalenoedros complejos de calcita. Mina La Cuerre. Exceptionalmente, la matriz es también un agregado de calcita en pequeños individuos. Tamaño: 7 cm. Colección: J. Rabadán. Foto: J. M. Sanchis.



Aspecto brechoide de la mineralización principal en el nivel Plaza del Monte, en la zona central del yacimiento de La Florida. Los fragmentos de la brecha están formados por dolomita gris (d1) de Acibo (2003) y el relleno es de esfalerita (negro brillante) y dolomita blanca (d3). Foto: F. Palero, 10/2006.

LA FLORIDA



Entrada de aguas por un sondeo que purga aguas colgadas del terreno. Galería de arrastre de Cereceo. Foto: J. M. Cuesta, 10/1998.



Los niveles de azabache son frecuentes en las calizas de techo. Mina La Isidra. Foto: G. García, 6/2001.



Arriba: hidrocincita en la escombrera de la mina Isidra. Debajo: viejas cajas de testigos de sondeos acopiadas en la Plaza del Monte. Ya no existen. Foto: G. García, 8/2000.

MINERALOGÍA	ESTADIOS DE LA MINERALIZACIÓN		
	MINERALIZACIÓN PRIMARIA		MINERALIZACIÓN SUPERGÉNICA
	1º EVENTO HIDROTÉRMAL	2º EVENTO HIDROTÉRMAL	
Esfalerita	—	—	
Galena	—	—	
Barita	—	—	
Pirita	—	—	
Marcasita	—	—	
Calcopirita	—	—	
Gerdorsfita	—	—	
Dolomita	d1 d3 d2	—	
Calcita	—	—	—
Smithsonita	—	—	—
Hidrocincita	—	—	—
Goethita	—	—	—
Cerusita	—	—	—
Calcosina-Covellina	—	—	—
Pirolusita	—	—	—
Hemimorfita	—	—	—
Malaquita	—	—	—

Secuencia paragenética en el yacimiento de La Florida. Basado en Acibo (2003). En rojo figuran las discrepancias con la secuencia propuesta por dicho autor.

cuenta que alguno de los hastiales fuera una de estas fallas. Por esta razón, los cuerpos explotados presentaban una inclinación hacia el NO menor que la inclinación de los estratos, al no seguir la línea de máximo buzamiento de las capas. En esta direc-

ción, los cuerpos presentaban la mayor continuidad, siendo del orden de 200 m. En la dirección longitudinal a los estratos, los cuerpos mineralizados se extendían mucho menos, alcanzando como máximo los 30 m. El espesor era variable, dependiendo

del horizonte metalizado y del lugar donde se encontraba.
Considerando las dos principales explotaciones, Cereceo y La Cuerre, se reconocían tres horizontes metalizables que de muro a techo eran (Álvaro, 1965):



Cristal complejo de calcita de 6 cm. Es frecuente que las caras de prisma muestren ligeras incurvaciones. Mina La Cuerre. Colección: M. Hedrosa. Foto: J. M. Sanchis.

- Horizonte *de muro*: de escasa potencia, por lo que solo fue explotado de forma muy puntual en La Cuerre. Armaba entre dolomías blancas.

- Horizonte intermedio o “del *poroso*”: situado a unos 20 m sobre el anterior, ha sido el más importante, el más extendido en el yacimiento y sobre el que se han realizado los principales trabajos de explotación. Recibía el nombre de “poroso” ya que en la parte Oeste del criadero tenía a muro un tramo de dolomía muy porosa. El espesor ha sido muy variable, entre 1,5 a 15 m, dándose los máximos en La Cuerre.

- Horizonte de techo o *de la barita*. Estaba situado a algo más de 15 m del intermedio y sólo presentaba interés económico en Cereceo. Presentaba como características la ausencia de galena y la presencia de barita, de donde tomaba su nombre. Otra característica era la de tener un techo neto formado por un liso con una lámina de arcillas. El espesor era de unos 3 m en Cereceo.

Además de estas metalizaciones aparecerían otras de forma irregular y

“La elevada porosidad de los tramos dolomitizados, facilita la circulación de fluidos mineralizantes”

pequeñas dimensiones, pero que localmente fueron explotadas. Tenían forma de chimeneas, bolsadas y pequeñas masas de escasa continuidad.

Las texturas más comunes de la mineralización son el relleno de brechas y de fisuras, mostrando claras señales de que se ha formado en un medio hidrotermal, circulando por zonas de máxima porosidad, controlado por ciertos niveles de la dolomitización.

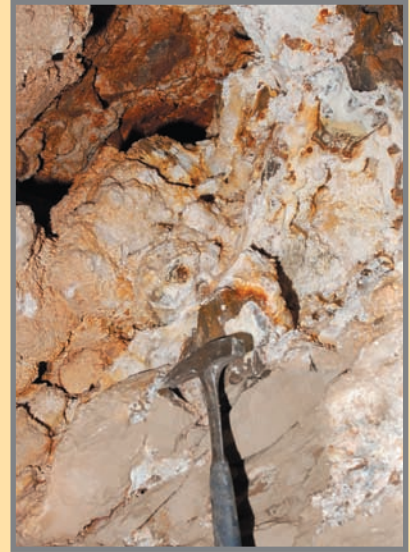
La secuencia paragenética (ver esquema de la pág. 26) muestra dos episodios de precipitación primaria y otro supergénico (Acibo, 2003). El primer episodio estaría caracterizado por la formación de la esfalerita acompañada de la mayor parte de la galena en

una ganga de dolomita. Según dicho autor, la barita estaría también relacionada con este episodio pero se formaría al final, tras la cristalización de los sulfuros. La esfalerita presenta comúnmente un aspecto bandeado (*schalenblende*) producto de una variación rítmica de los contenidos en hierro y ciertos elementos traza. La galena aparece en forma de granos subheuedrales entre la esfalerita o entre la dolomita, dando lugar a veces a parches cristalinos de tipo “alcohol de hoja”. Son también frecuentes los intercrecimientos plumosos entre galena y esfalerita, con dolomita, muy característicos en este tipo de yacimientos. La dolomita es de color blanco o con tinte rosado y en espacios abiertos forma característicos cristales en forma de silla de montar. Se diferencia muy bien de la dolomita que forma la roca encajante, de aspecto granudo y tonos ocre o grises.

El segundo episodio de mineralización es mucho menos importante y estaría caracterizado por la presencia de calcita y varios sulfuros que aparecen en



Bocas de mina en Bustriguado. En este sector hubo investigación del Gargasiense (tramo oscuro en el talud, véase la caliza de techo al fondo), pero nunca hubo extracción industrial. Foto: G. García, 6/2007.



Mineralización de calamina in situ. Todo lo blanco es hidrocinquita. 2º nivel de Cereceo. Foto: M. Hedrosa.



Socavón largo y estrecho en la mina Isidra. Una cancela metálica protege el acceso a El Soplao. Foto: G. García, 6/2001.



Excelente visual de la costa cantábrica desde el alto del repetidor. Obsérvense en primer término los afloramientos de dolomías (trabajadas desde antiguo en este mismo entorno) y detrás las calizas blancas. Foto: G. García, 7/2007.

cantidades minoritarias como piritita, marcasita, calcopiritita y gerdorsfita (citada por primera vez por Acibo, op. cit.). También aparecen nuevas dolomitas y cristales de galena, especialmente en los rellenos tardíos de espacios geódicos.

La etapa supergénica tuvo cierta importancia en los niveles superficiales, formando las clásicas calaminas, mezcla básicamente de smithsonita e hidrocinquita. Junto con ellas aparece la cerusita y, con carácter tardío, se encuentra hemimorfita en forma de pequeños cristales tabulares. En esta

etapa recrystaliza calcita y también se forman goethita y óxidos de manganeso, que se presentan en formas de pátinas sobre las calaminas o tiñéndolas. La escasa calcopiritita se altera a sulfuros enriquecidos en cobre, calcosina y covellina, que evolucionan en su grado de alteración a malaquita.

Respecto a las condiciones de formación de estos yacimientos, Acibo (2003) realiza un estudio de inclusiones fluidas en la barita del primer episodio mineralizador. El estudio revela un fluido complejo, resultado

de la mezcla de varios sistemas acuosos, entre los que señala la existencia de uno salino de baja temperatura ($\approx 150^{\circ}\text{C}$ con salinidad de 16% de eq. en NaCl) y otro hiposalino de media a alta temperatura ($\approx 250^{\circ}\text{C}$ a 325°C con salinidad de 0 a 6% de eq. en NaCl). Hay que señalar que la barita cristaliza después que los sulfuros y, por lo tanto, éstas condiciones del medio hidrotermal serían posteriores a las que había en el momento de la cristalización de la esfalerita y la galena.

Bustillo *et al.* (1995) y Acibo (2003) presentan interesantes datos isotópicos de carbono y oxígeno en diversos tipos de dolomitas de la mineralización de La Florida, y los comparan con los presentes en la caliza encajante. En dichos resultados se aprecia una falta de fraccionamiento del carbono presente en dichas fases minerales, que estaría indicando un único origen de este elemento y que, por su similitud con el valor del carbono contenido en las calizas gargasieses, señalaría que la fuente de él serían dichas unidades sedimentarias carbonatadas. Sin embargo, el oxígeno sí presenta una clara diferencia entre el presente en las calizas gargasieses y el de las dolomitas de la mineralización, indicando una mezcla procedente seguramente del aportado por aguas freáticas.

Los datos de isótopos de azufre presentados por Acibo (2003) reflejan valores positivos para la esfalerita, galena y barita, y fuertemente negativos para la pirita. Aceptando que existe un equilibrio físico-químico en el sistema en el momento de la formación de la esfalerita y la galena (los crecimientos plumosos entre galena y esfalerita serían una prueba de ello), los valores isotópicos del azufre contenido en estos minerales permite establecer la temperatura de su formación aplicando las ecuaciones de Ohmoto y Rye (1979), que resulta ser de 105°C. Haciendo lo mismo con el sistema galena-barita (Ohmoto y Lasaga, 1982), las temperaturas que se obtienen son de 500°C, absolutamente incongruentes con lo observado en el yacimiento, lo que demuestra la falta de equilibrio en la formación de ambos minerales. Dicho de otra forma, la formación de la barita se realiza en condiciones diferentes a la de la esfalerita y la galena y posteriormente a la precipitación de estos sulfuros. El fuerte valor negativo de la pirita refleja la actuación de agentes biogénicos en el 2º episodio mineralizador.



Muestra de esfalerita bandeada (*schalenblenden*) con ganga de barita. Escombrera de la mina de La Cuerre. En esta parte del yacimiento no es frecuente la barita. Foto: G. García, 6/2007.



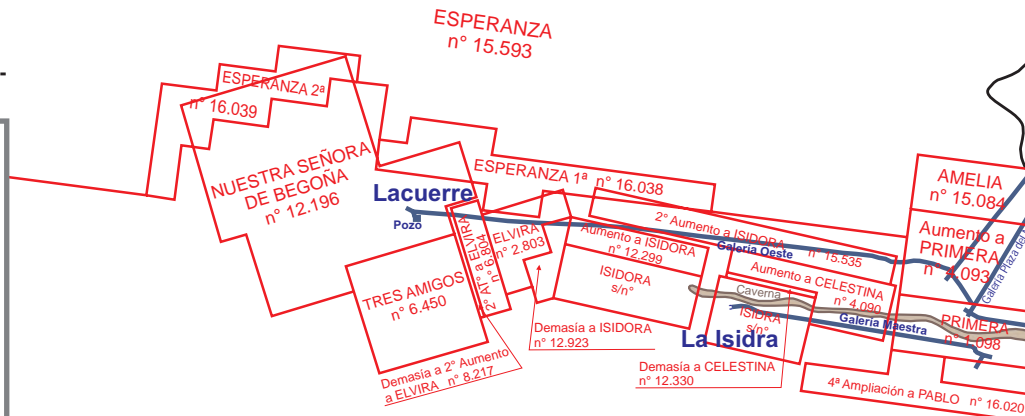
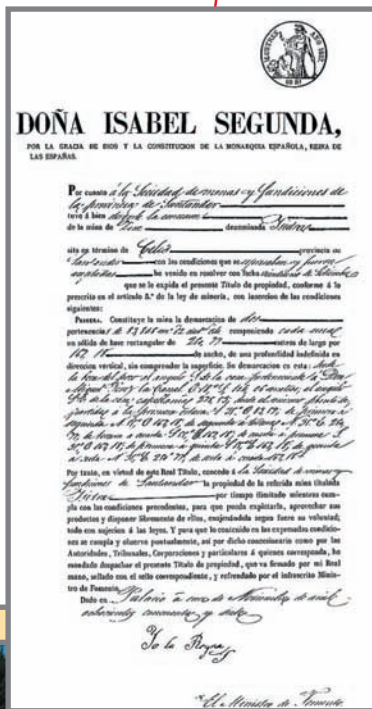
Dolina en frente de Las Ligorias. Una parte del desarrollo oriental de la cueva El Soplao se extiende por debajo de estos terrenos. Foto: G. García, 7/2007.

FORMACIÓN DEL YACIMIENTO

La mineralización de La Florida se habría formado a partir de aguas conatadas (aguas contenidas en el sedimento) de origen marino, que habrían quedado atrapadas entre niveles impermeables durante la diagénesis de las rocas (Velasco *et al.*, 2003). Estas aguas podrían ponerse en movimiento en momentos tardidiagenéticos o posteriores, a favor de la reactivación de accidentes preexistentes, como en este caso las fallas sinsedimentarias.

Siguiendo las ideas de dichos autores, estas aguas procederían desde niveles profundos de la cuenca sedimentaria (infra-aptenses) y estarían inicialmente enriquecidas en Mg y/o Fe, produciendo la dolomitización de determinados horizontes más reactivos o con algo mayor permeabilidad que el resto de la unidad carbonatada (p.e. facies arrecifales o niveles paleokarstificados). La transformación de calcita en dolomita supone una reducción de volumen, generando horizontes de gran permeabilidad en los que circularán con facilidad los fluidos.

Primer título de concesión de la mina Isidra, emitido en 1857. Cortesía de J. Colina.



Plaza de Cereceo, con las ruinas del lavadero de la época moderna y los talleres al fondo, junto al socavón. Foto: G. García, 7/2007.

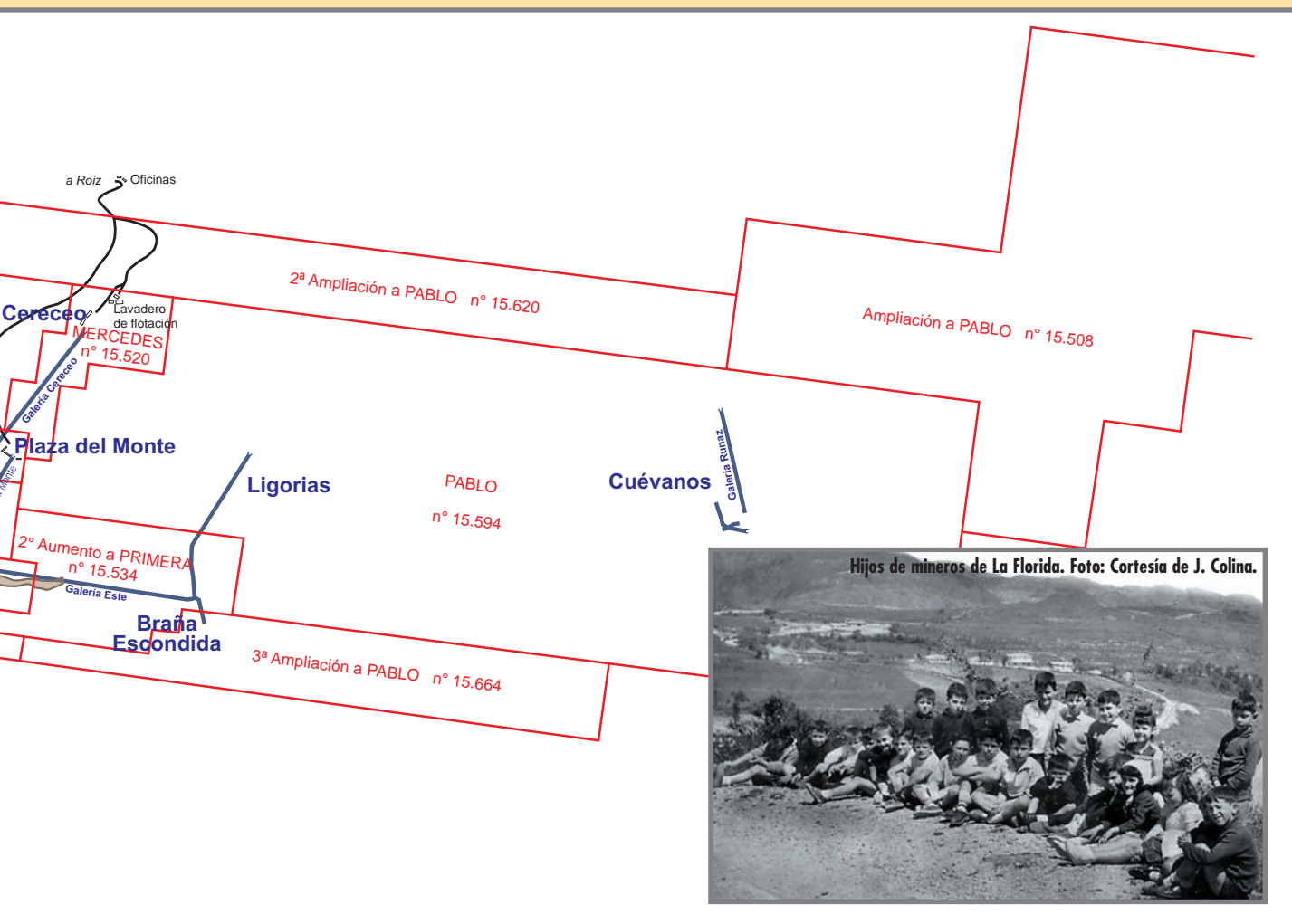


Posteriormente a la dolomitización, una reactivación de la circulación de fluidos a favor de los accidentes sinsedimentarios permite la movilización de un fluido cargado ahora con Zn y Pb, además del Mg. Este fluido circula ahora por los horizontes más permeables que son los tramos dolomitizados, depositando en unas condiciones de unos 100°C la mineralización económica

de esfalerita y galena acompañada de dolomita. Esta precipitación se produciría seguramente como consecuencia de la interacción del fluido connato con fluido freático. Unos cambios en las condiciones del medio hidrotermal producen la desestabilización del sistema, el cese de la precipitación de los sulfuros y la formación ahora de sulfatos como la barita.

Formada la etapa principal de mineralización del yacimiento, se produce una nueva etapa de mucha menor importancia y que rellena parcialmente la porosidad que queda (huecos geódicos, zonas de brechas por reactivación de fallas, etc). Esta etapa se caracteriza por la recrystalización de galena, la formación de piritita y otros sulfuros, acompañados de calcita como ganga característica. Apenas se dispo-

LA FLORIDA



ne de información sobre las condiciones de formación de esta etapa, pero los isótopos de azufre en la pirita indican una fuerte influencia biogénica (Acibo 2003).

En el yacimiento de La Florida hay que señalar la importante karstificación que se ha producido posteriormente a la formación del criadero de cinc y plomo, con la formación de importantes y espectaculares cavidades como la del

Soplao, acondicionada recientemente para su visita turística. Estas cavidades se forman en el tramo calcáreo situado sobre el horizonte dolomitizado que contiene las mineralizaciones de Zn-Pb. Este hecho ha condicionado la formación de una importante mineralización supergénica de calaminas que fueron explotadas intensamente en los inicios de la mina y cuyas manifestaciones se han encontrado hasta en nive-

les relativamente profundos del yacimiento (nivel Cereceo).

Para finalizar, señalar la llamativa abundancia del aragonito como constituyente de los espeleotemas de las cavidades kársticas, siendo en amplios sectores el principal mineral que los forma. Es muy probable que la presencia de las mineralizaciones de Zn-Pb acompañadas de dolomita (mucho Mg) sean los que condicionan este