

Bella poza natural en el curso del arroyo Vallaroso. En su recorrido se encuentran los afloramientos identificados como "Filón Damaris" y "Filón Iker".  
Foto: G. García, 7/2003.

# Ambasaguas



Col. y fotos : G. García

*Donde La Rioja se encuentra con Soria, en los estratos wealdenses del Alto de San Vivas, se esconden las piritas de Ambasaguas. Al monte lo abrazan los arroyos de la Orrañada y Vallaroso, que excavan su perfil permitiéndonos acceder a ellas.*

*Ambas aguas se juntan en Ambasaguas lavando siete afloramientos con rasgos propios que componen el famoso yacimiento de pirita. En la actualidad experimenta uno de sus momentos más álgidos, con una mina activa visitable y productiva.*



# Piritas de Ambasaguas

*El 15 de enero de 1996, la Dirección General de Minas autorizó el otorgamiento de una singular sección C: la concesión “Ambasaguas II”, para pirita **ornamental**. Aprobado su Plan de Labores y el Plan de Restauración, la mina ha iniciado una actividad de investigación y desmonte sobre una serie de afloramientos tradicionalmente trabajados a pequeña escala, en los que aparecen variadas formas de pirita, como el cubo, el piritoedro, el octaedro, etc, bien aislados o formando piñas.*

---

**Texto:** Gonzalo GARCÍA, Jacinto ALONSO-AZCÁRATE  
**Fotos:** José Manuel SANCHIS

---



Piritoedros del afloramiento “Patricia”. Tamaño: 7 cm x 6 cm. Colección: Museo de CC. Naturales de Álava. Foto: J. M.Sanchis.

## INTRODUCCIÓN

Hay que suponer que la singularidad de las piritas fue observada por los primeros pobladores de la comarca de la Sierra de Cameros y aledaños. Sin duda que el color dorado y la perfección de estas formas llamaría su atención. La aparición de pirita en muchos puntos de La Rioja y Soria, ha introducido estas formas metálicas en el acervo popular de la comarca (típicos “cantalobos”).

La presencia de piritas se ha observado en diversos afloramientos del Grupo Urbión (Cretácico Inferior). En Ambasaguas, concretamente, aparecen en el contacto entre este Grupo y el Grupo Enciso. Siempre se trata de cristales o grupos de cristales aislados en el seno de una matriz de lutita o arenisca. Las formas de los cristales cambian de unos puntos a otros, y normalmente cada yacimiento se caracteriza por una forma dominante, aunque en algunos se observan varias de ellas. En este sentido, Ambasaguas constituye un caso destacado por la variedad de aspectos que pueden encontrarse en virtud de sus particulares condiciones de formación, lo que da a sus afloramientos un interés añadido. Una vez superada toda connotación fetichista de las piritas, la aparición de estos cristales ha sido estudiada desde una óptica meramente geológica y han pasado a ser, por su belleza y perfección, un obje-



**La fuente de Muro de Aguas, construida en 1902, recibe al visitante a la entrada del mismo pueblo, con sus 14 caños de agua fresca. Foto: G. García, 7/2003.**

to de admiración, colección y estudio para los mineralogistas de todo el mundo.

Con la creciente demanda de ejemplares, empezó a aparecer una cierta actividad extractiva, siempre rudimentaria y sin organización, desarrollada por pastores, lugareños y aficionados, que trabajaron a pequeña escala sobre diversos afloramientos. En algún caso, entre ellos Ambasaguas, llegaron a realizarse algunas galerías al efecto que, en parte, son todavía reconocibles.

El arranque de la pirita ornamental como actividad minera ordenada en algún grado,

parece iniciarse en 1966, con algunos cambios de titularidad, hasta que en 1996 se otorga “Ambasaguas II”, como Concesión directa derivada del Permiso de Investigación “Ambasaguas I”, reconocido dos años antes. Desde entonces, existe una actividad extractiva de pleno derecho con arreglo a las disposiciones vigentes, y una comercialización de cristales de pirita para el mercado de colección.

Al igual que en el caso del yacimiento de Navajún, existe la posibilidad de concertar visitas a la mina en las que el cliente tiene



**Ambasaguas casi llegó a ser un pueblo fantasma. Sin embargo, este hermoso rincón de Muro de Aguas, pueblo del que depende, goza de activos naturales de orden geológico que merecen ser conocidos y divulgados: las piritas y las huellas de dinosaurio. Foto: G. García, 7/2002.**





Muro de Aguas visto desde el Este, entre las calizas jurásicas del Grupo Oncala (izquierda, Alto del Armero) y el Pico Cumbre (derecha), donde alineados con un frente de cabalgamiento, existen pequeñas explotaciones de lignito en las arenas y arcillas albenses entre las localidades de Villarroya y Turruncún. Foto: G. García, 7/2003.



Las huellas de dinosaurio son uno de los atractivos destacados. En la zona de Ambasaguas, también se encuentran estas pisadas fósiles. Foto: J. Alonso-Azcárate.



Iglesia tardobarroca de Nuestra Señora de la Asunción (mediados s. XVIII), en Muro de Aguas. Foto: G. García, 7/2003.

la oportunidad de recoger sus propios ejemplares previo pago de una cantidad, o adquirir ejemplares de un muestrario.

## LOCALIZACIÓN

Ambasaguas es un pequeño pueblo semiabandonado dependiente del Ayuntamiento de Muro de Aguas (Oeste de la Hoja nº 281 “Cervera del Río Alhama” del Mapa Militar a escala 1:50.000). Se accede desde Muro de Aguas por una pista en dirección suroeste de 5,5 kilómetros en regular estado. Pese a su situa-

*“Las piritas de Ambasaguas forman parte de los minerales más clásicos de España, en las colecciones y en la bibliografía”*

ción actual, Ambasaguas es un entorno con grandes posibilidades.

El pueblo se recoge sobre la ladera de Peñaguda, en las estribaciones de la Sierra de Préjano, en cuyos barrancos nacen

los arroyos Vallaroso y de las Cañadillas. El Alto de San Vivas es la elevación más acusada (1.100 m), solamente superada por los montes de la Sierra de la Balleñera, en las cercanías de Armejún.

La posición exacta de los afloramientos se expresa en el mapa adjunto de las páginas 22-23, dejando aclarado que el proyecto de explotación se encuentra en sus preliminares y, por tanto, cabe la posibilidad de que el avance de los trabajos o la investigación ponga de manifiesto nuevas zonas de interés que no se conocen en el momento actual.

## GEOLOGÍA

La zona de estudio se centra en la Cuenca Este de Cameros. Esta cuenca presenta una serie de características peculiares que la distingue del resto de cuencas mesozoicas de la cadena ibérica (Alonso-Azcárate, 1997). La elevada velocidad de subsidencia y tasa de sedimentación, originó una serie sedimentaria muy potente, en torno a 5.000 metros de espesor vertical, entre el Titónico y el Albense Inferior. Presenta un marcado paralelismo en el relleno con las otras dos cuencas principales del Dominio Ibérico: la Cuenca Ibérica Meridional y la Cuenca del Maestrazgo, aunque en Cameros el proceso de relleno está más desarrollado (Mas et al., 1993). Por otra parte, la Cuenca de Cameros es la única en la que parte de sus materiales están afectados por un metamorfismo que alcanza la facies de “esquistos verdes”, en las zonas depocentrales de la misma (Alonso-Azcárate, 1997). Casquet et al. (1992) y Barrenechea (1994) consideran este metamorfismo como de carácter hidrotermal, en base al estudio de asociaciones minerales e inclusiones fluidas, habiendo obtenido para el metamorfismo edades que oscilan entre 108 M.a. y 86 M.a. en virtud de las dataciones realizadas en ilitas autigénicas, edades que son posteriores al relleno de la cuenca. Barrenechea et al. (1995) estudian el efecto del metamorfismo sobre los materiales del Grupo Urbión, indicando que el efecto del metamorfismo es distinto en función del material afectado. Así, los sedimentos con mayores niveles de arenisca permeable presentan mayores condiciones metamórficas que los sedimentos lutíticos de baja permeabilidad, debido a la diferente aptitud para la circulación de fluidos, lo que confirma el carácter hidrotermal de este metamorfismo, si bien debe ser tenido en consideración el efecto de la diagénesis propia del enterramiento profundo. De igual forma, el Grupo Enciso presenta unas condiciones metamórficas controladas por el metamorfismo hidrotermal que afectó a la cuenca, produciéndose un descenso considerable en el grado metamórfico alcanzado, en comparación con el Grupo Urbión infrayacente, debido a la menor permeabilidad de estos materiales. Este efecto se hace mucho más patente para los Grupos Tera y Oncala que, aún encontrándose en posición infrayacente

al Grupo Urbión presenta unas condiciones metamórficas inferiores a éste, lo que evidencia de nuevo que el metamorfismo es de tipo hidrotermal y está controlado por las características de las facies sedimentarias.

La estratigrafía de la Cuenca ha sido estudiada por diversos autores, que vienen a considerar la megasecuencia de relleno dividida en seis secuencias deposicionales separadas por discontinuidades mayores (Mas et al., 1993). El límite inferior lo constituye la importante discontinuidad infratitónica, en la que tras la sedimentación marina del Jurásico Superior, la Cuenca emerge totalmente y comienza la fracturación de ésta. El límite superior es la discontinuidad intraalbense, situada en la base de la megasecuencia del Cretácico Superior, tras la cual la Cuenca de Cameros pierde su identidad. Las 6 unidades deposicionales serían:

- SD.1 - Titónico-Berriasiense*
- SD.2 - Berriasiense terminal-Valanginiense*
- SD.3 - Hauteriviense Superior-Barremiense*
- SD.4 - Barremiense*
- SD.5 - Barremiense Superior-Aptense Inferior*
- SD.6 - Aptense Superior-Albense Inferior*

En cuanto a estructuras, la compresión tectónica produjo la inversión total de la Cuenca (Guimerá et al., 1995). Esta tectónica alpina afectó de diferente manera a las distintas partes de la misma. En las zonas interiores de la cobertera mesozoica, se comportó como un bloque rígido, sufriendo poca deformación. Por el contrario, en los bordes, la deformación fue más intensa, resolviéndose con importantes cabalgamientos con despegues a favor del Keuper (Guimerá y Álvaro, 1990; Mas y Alonso, 1991; Alonso y Mas, 1993; Casas y Simón, 1992). La Cuenca de Cameros actualmente forma parte de una lámina de cabalgamiento junto con los materiales de la Sierra de la Demanda y otras áreas cercanas, como los alrededores del Moncayo. Los tres eventos geotectónicos en la evolución de la cuenca serían:

- 1º Extensión y relleno (Jurásico Superior-Cretácico Inferior).
- 2º Metamorfismo post-rift (Cretácico Medio-Superior).
- 3º Inversión tectónica y destrucción en régimen compresivo (orog. alpina).



**Pirita. “Filón Patricia, Nivel 2”. Tamaño: 4 cm x 4 cm. Colección y foto: J. M. Sanchis.**



**Pirita. “Filón Patricia, Nivel 2”. Tamaño: 1,5 cm x 1,5 cm. Colección y foto: J. M. Sanchis.**

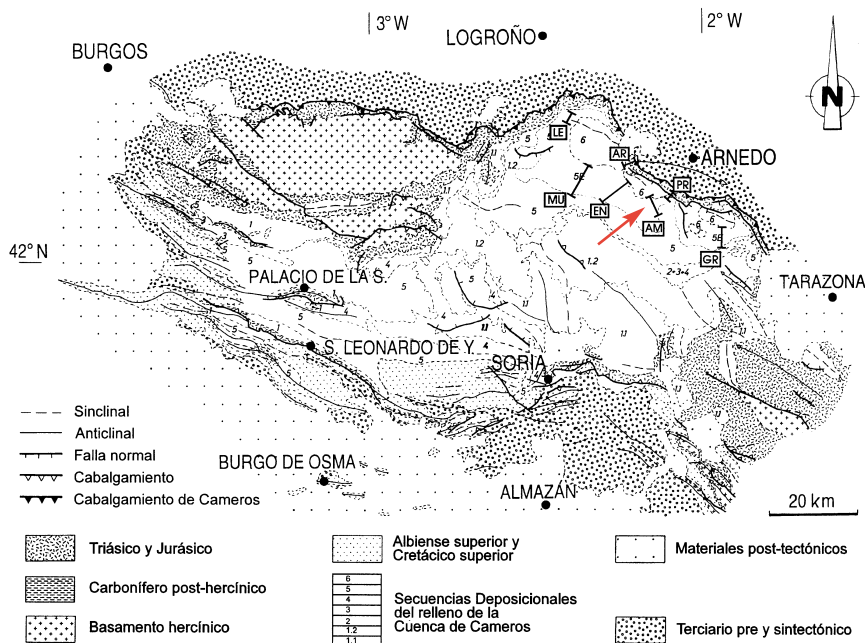


**Pirita. “Filón Elena, Nivel 1”. Tamaño: 2 cm x 2 cm. Colección y foto: J. M. Sanchis.**

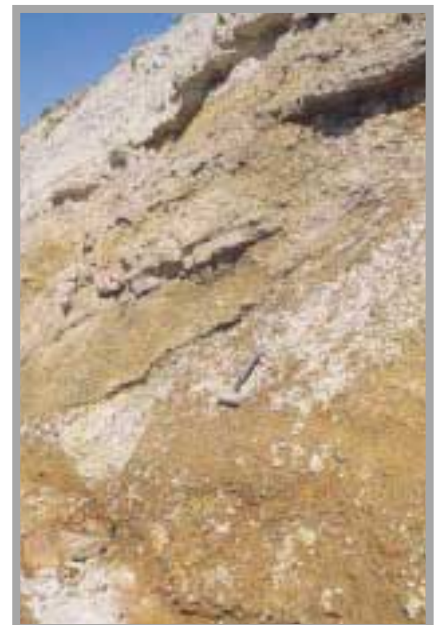


**Pirita. “Filón Patricia, Nivel 2”. Tamaño: 4 cm x 4 cm. Colección: G. García. Foto: J. M. Sanchis.**





Esquema geológico general de la Cuenca de Cameros con la ubicación de Ambagas, según Alonso-Azcárate, 1997. (Modificado de Mas et al., 1993)



Afloramiento de margas y limolitas con intercalaciones de areniscas. En la zona de Ambagas son frecuentes las intercalaciones carbonosas, con cristales de yeso y eflorescencias de sulfato férrico como en la fotografía, tomada en el camino de acceso a Ambagas desde Muro de Aguas. Foto: G. García, 7/2003.



Calizas y calizas dolomíticas del Lías (Jurásico Inferior), en la margen derecha de la carretera que baja a Muro de Aguas. Foto: G. García, 7/2003.

“ Los sedimentos de la Cuenca de Cameros alcanzan un espesor de 5.000 metros, entre el Titónico y el Albense Inferior ”

## LOS YACIMIENTOS DE PIRITA

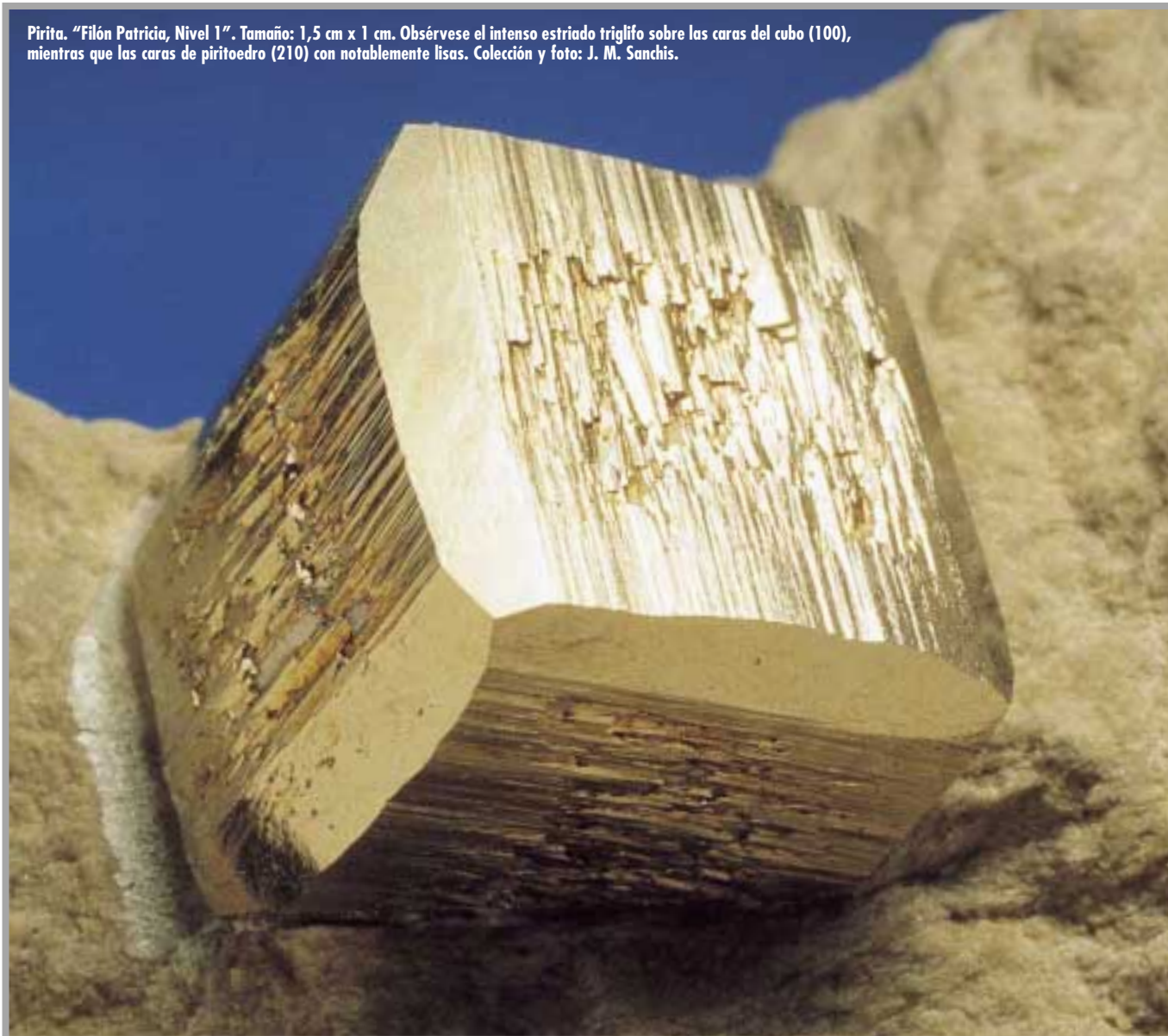
Las mineralizaciones de pirita se encuentran en el Grupo Urbión principalmente, y en el contacto entre el Grupo Urbión y el Grupo Enciso. De las seis secuencias deposicionales de la Cuenca, el Grupo Urbión incluye tres y parte de otra (SD.2, SD.3, SD.4 y parte de la SD.5). Estos materiales están formados por depósitos aluviales, que son progresivamente más distales desde el noroeste hacia el sureste dentro de cada unidad (Barrenechea, 1994). En el caso de Ambagas, las mineralizaciones se localizan en el contacto Urbión-Enciso. Ambos grupos representan un ciclo completo clástico-carbonatado (SD.5), sobre el cual se apoya el Grupo Oliván (SD.6), que representa una reactivación general en la cuenca con la nueva instalación de sistemas fluviales y fluviodeltaicos (Mas et al. 1993). Estas secuencias, con



Puente romano de Ambagas, junto al arroyo de la Orrañada, paso obligado hacia parte del yacimiento. Foto: J. A. Martín Medina, 2003.



Pirita. "Filón Patricia, Nivel 1". Tamaño: 1,5 cm x 1 cm. Obsérvese el intenso estriado triglifo sobre las caras del cubo (100), mientras que las caras de piritoedro (210) con notablemente lisas. Colección y foto: J. M. Sanchis.



Otra imagen de las margas y limolitas con materia orgánica (véase en la imagen la mancha negra). Todo el talud está recubierto de cristales imperfectos de yeso. Al fondo destaca el Alto de San Vivas, en Ambagwas. Foto: G. García, 7/2003.

Secuencias Deposicionales	NW		SE	
	Unidades	Litoestratigráficas	Edad	
SD 5	Grupo Enciso		Barrem. sup.- Aptiense inf.	
SD 4	D	C	Grupo Urbión	Barremiense
SD 3		B		Hauteriviense- Barrem. inf.
SD 2		A		Berrias term.- Valanginiense
SD 1.2	Grupo Oncala		Berriasense	

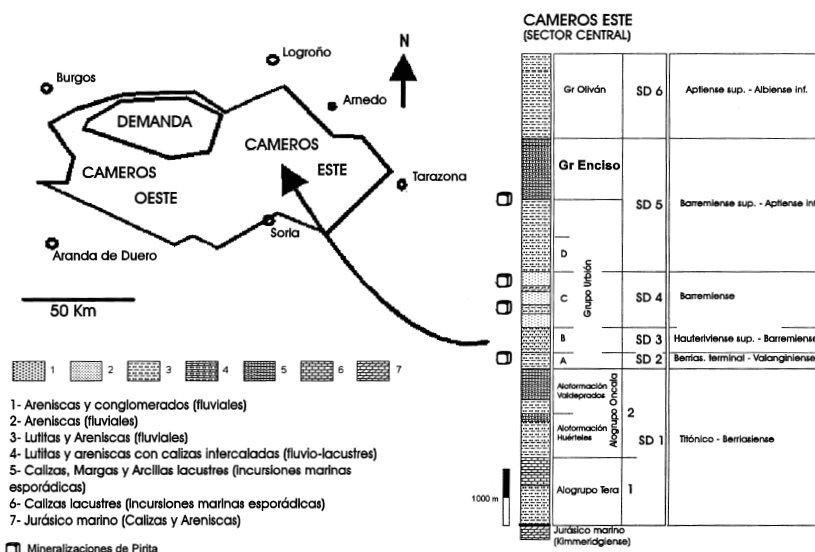
Relaciones de yacencia entre las unidades A, B, C y D del Grupo Urbión (Alonso-Azcárate, 1997, modificada de Barrenechea, 1994).

producirán extensas áreas expuestas, como evidencia la abundancia de grietas de desecación y brechas de removilización. Las facies que caracterizan los yacimientos de pirita de Ambagwas son fundamentalmente siliciclásticas, formadas en grandes llanuras aluviales que actuaban como sistemas deltaicos (Alonso-Azcárate, 1997). El tamaño de estos yacimientos no ha sido adecuadamente evaluado. En todo caso,

marcado carácter cíclico, de evolución siliciclástica fluvial a lacustre carbonatada, tienen un claro control tectónico. Los lagos serían muy someros y sin

estratificación y, debido a su bajo gradiente, las facies marginales tendrán gran desarrollo, de manera que pequeñas disminuciones en el nivel de agua





La pequeña iglesia de San Juan se alza junto al puente sobre el Arroyo de la Orrañada, donde se encuentra con las aguas del Arroyo de Vallaroso. Foto: G. García, 2002.

Esquema general de Cameros, con la columna de su sector Este y posición estratigráfica de las mineralizaciones de pirita, según Alonso-Azcárate (1997).

la afirmación que se recoge en la Memoria de la Hoja Geológica 1:50.000 del IGME, en los términos de “*hoy día el yacimiento está bastante depauperado al no quedar apenas ejemplares de 2 cm de lado*”, parece una sentencia enormemente imprecisa. La realidad es todo lo contrario. Ambasaguas es un yacimiento que está en condiciones de proporcionar una cantidad fabulosa de extraordinarios ejemplares, si es que logran desarrollarse los trabajos previstos.

## GÉNESIS DE LAS PIRITAS

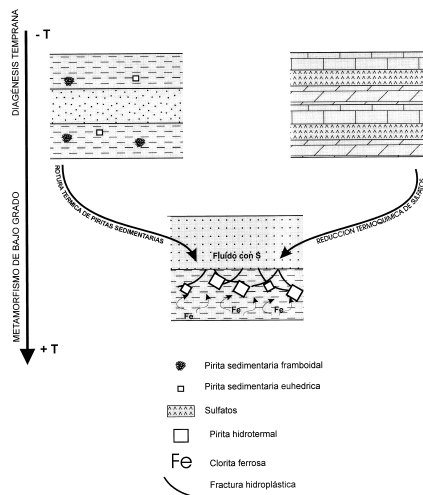
Palacios (1882), aparte de señalar la presencia de piritas en la zona, parece ser el primero que sugiere un proceso de formación de las mismas, como desoxidación de sulfatos por materia orgánica. Además, relaciona la morfología de los cristales de cada yacimiento con el tipo de roca encajante.

Font-Altaba (1963) también propone un modelo sedimentario relacionado con

condiciones reductoras en un ambiente lacustre. Rey y Rivera (1981), en las memorias de las Hojas Geológicas a escala 1 : 50.000, exponen un claro origen sin-sedimentario, formado posiblemente a partir de soluciones coloidales en un régimen reductor. Calvo y Sevillano (1989), como Palacios, también relacionan el origen con la descomposición de materia orgánica en ambiente reductor. Por último, Alonso-Azcárate (1997) propone un modelo de génesis relacionado con el



Vista del Alto de San Vivas (1.100 m) desde la entrada a Ambasaguas. Se observa con claridad la estratificación de los materiales cretácicos (Facies Purbeck-Weald) buzante hacia el noroeste. Al pie discurre entre la vegetación el Arroyo de la Orrañada, en cuyo margen se encuentran cuatro de los siete afloramientos identificados. Foto: G. García, 7/2003.



**Modelo de génesis de las piritas, según Alonso-Azcárate (1997).**

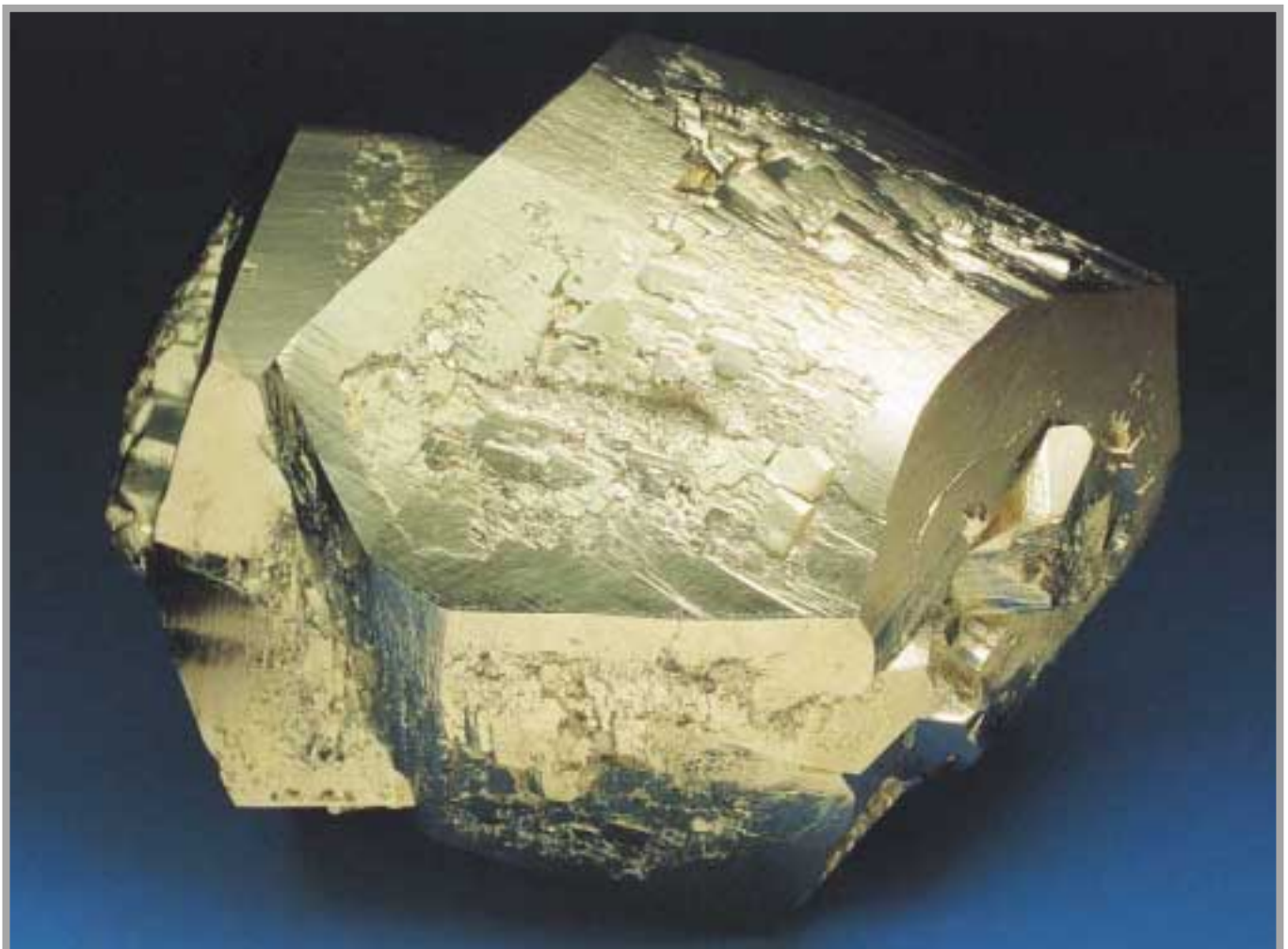
metamorfismo hidrotermal que afectó al sector oriental de la cuenca, y que analizaremos con algún detalle.

Para que sea posible la génesis de piritas, primero tiene que existir dispo-

nibilidad de azufre y de hierro. Con el contenido medio de azufre de los sedimentos de la cuenca, los materiales que albergan las mineralizaciones no podrían, por sí solos, proporcionar todo el azufre que se requiere para explicar la cantidad de pirita observada. Por ello, es necesario buscar un origen adicional, fuera de la roca de caja de los yacimientos. Son dos las diferentes fuentes de azufre verosímiles para este caso: reducción termoquímica de sulfatos triásicos y la rotura térmica de piritas sedimentarias. La reducción termoquímica de sulfatos y la rotura térmica de las piritas sedimentarias son posibles en condiciones de anquizona de metamorfismo, y además están catalizadas por la presencia de materia orgánica. Estas condiciones se dan en el sector oriental de la cuenca. El azufre liberado va a ser transportado por los fluidos metamórfico-hidrotermales que

*Aunque estas piritas solían considerarse diagenéticas, parece más probable un origen metamórfico-hidrotermal*

circulan a través de los cuerpos de arenisca, que actuarían como acuíferos durante el metamorfismo, hasta alcanzar los niveles de lutita impermeable, que es donde se encuentran las mineralizaciones. El azufre procedente tanto de la reducción de sulfatos como de la rotura térmica de piritas, debió producirse en zonas muy próximas a los yacimientos, ya que no resulta probable que el azufre reducido viaje grandes distancias. Los sedimentos, que presentan gran cantidad de hierro reactivo (óxidos de hierro, clorita), reaccionarían con el azufre y formarían pirita.



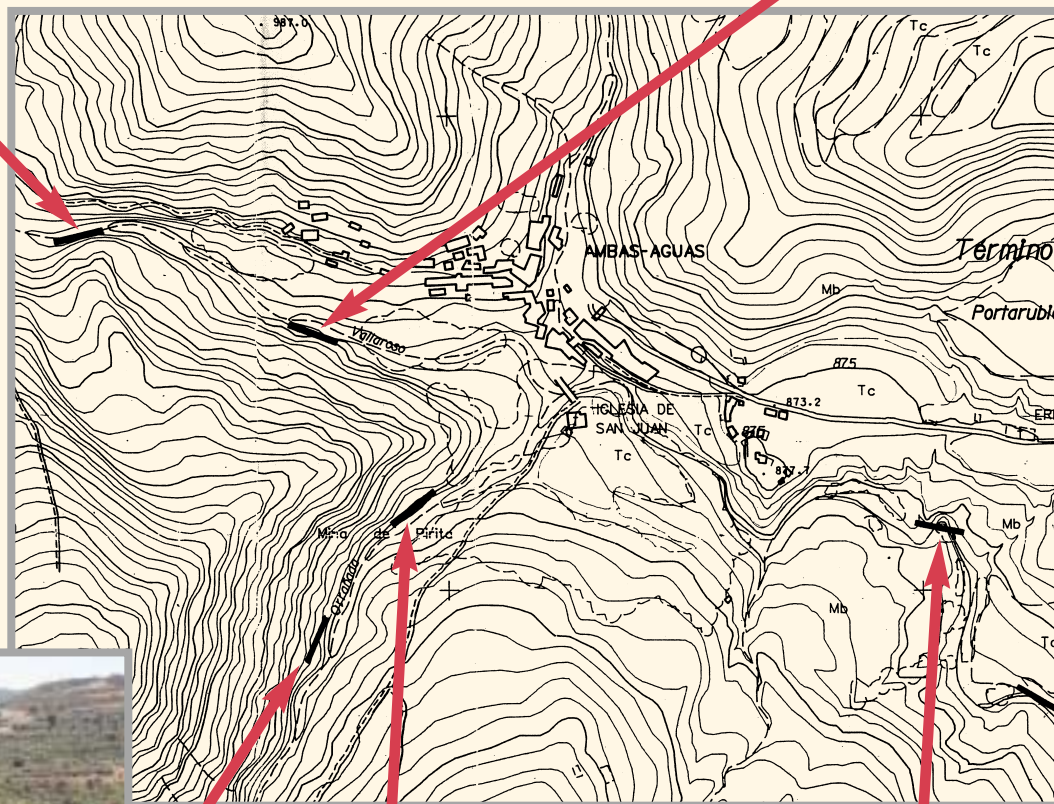
**Pirita. "Filón Patricia, Nivel 3 parte superior". Tamaño: 7 cm x 7 cm. Colección: M. Urruchi. Foto: J. M. Sanchis.**





IKER

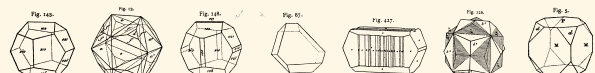
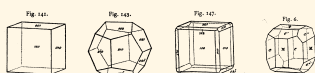
DAMARIS



ELENA



PATRICIA



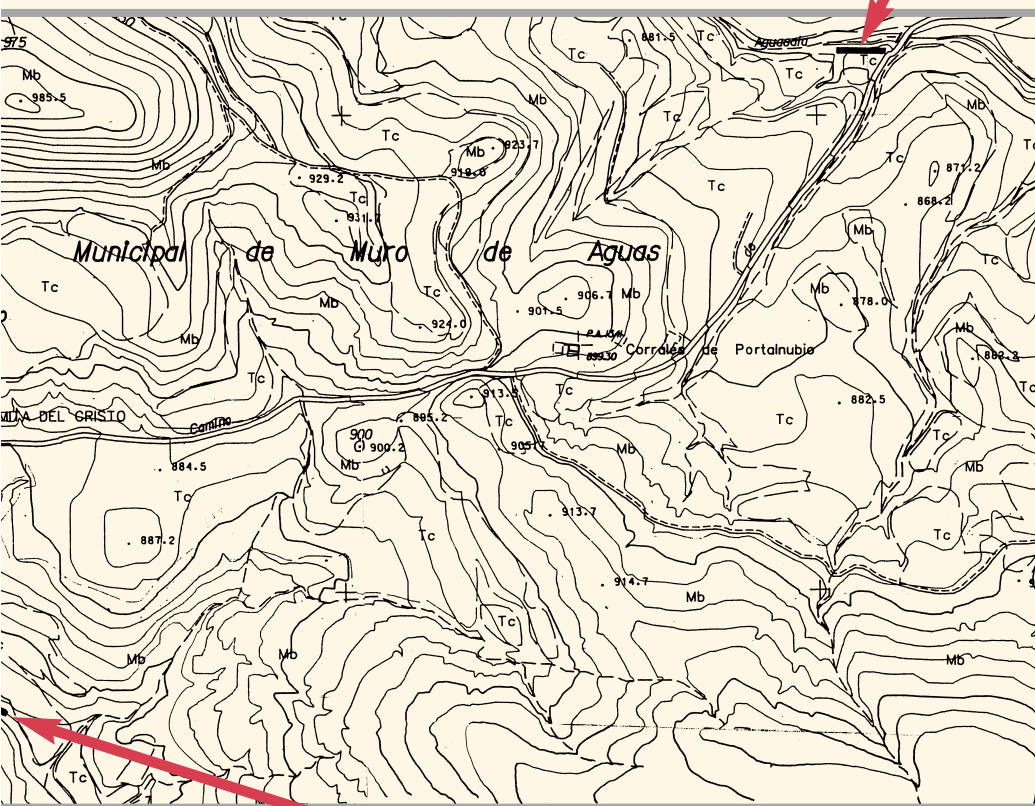
# Afloramientos



piñas



CUCA



EMILIO



BEGOÑA

formas desconocidas



piñas

Fotos de campo: G. García. 2003 y 2003.





Puente de la pista de Muro de Aguas a Ambasaguas sobre el Arroyo de las Cañadillas, donde se encuentra el afloramiento "Cuca". Este indicio se caracteriza por grandes piñas de cubos y piritoedros en una matriz de lutita negra. El paraje se conoce como "Barranco de Aguasala", por la apreciable salinidad del área. Foto: G. García, 7/2003.



Pirita. "Filón Cuca" (Arroyo de las Cañadillas). Tamaño: 3 cm x 3 cm. Piña de cristales cuarteados, típica de un medio de alta sobresaturación. Colección y foto: J. M. Sanchis.

El contenido medio en hierro de las lutitas no mineralizadas es del 2,8%. En cambio, el contenido en hierro de los sedimentos que acompañan las mineralizaciones es generalmente inferior al 1%, pudiendo estar incluso ausente. Ello está en relación directa con la retirada del hierro para formar pirita en el proceso metamórfico-hidrotermal que las origina, y que se plasma también en una decoloración que presentan las capas mineralizadas. Los fluidos hidrotermales producen la desestabilización de las cloritas, muy abundantes en todos los sedimentos lutíticos de la cuenca, como principal mineral portador de hierro. Como es esperable, estas cloritas suelen estar prácticamente ausentes en la matriz de las piritas, o al menos en proporciones muy reducidas.

Todas las mineralizaciones se encuentran en secuencias alternantes de lutitas impermeables y areniscas conductoras de fluidos, localizándose las piritas en cuerpos lutíticos que siempre están en contacto con los estratos de arenisca que transportarían el azufre. De este modo, es la geometría de la red conectiva de los niveles de arenisca y su confinamiento



Ejemplar típico del afloramiento "Cuca", con su matriz de lutita negra por el alto contenido en materia orgánica. Foto: G. García, 7/2003.



Piñas de piritoedros en matriz del afloramiento "Patricia". Foto: G. García, 2002.

*La pirita se ha formado con el hierro de las cloritas y otros óxidos de los sedimentos, por lo que los niveles mineralizados experimentan una decoloración*

entre las lutitas la que va a determinar la presencia de pirita. La arenisca juega un papel focalizador (Alonso-Azcárate, 1997). La entrada de los fluidos mineralizantes en el seno de las lutitas impermeables, tendría lugar a favor de las fracturas hidroplásticas generadas en los primeros estadios de la compactación de los sedimentos (Giraud, 1983). Cuando el fluido rico en azufre alcanza las lutitas y penetra en ellas a través de las fracturas hidroplásticas, reacciona con ellas y se produce la sulfurización de las cloritas del sedimentos, generando la pirita.

## LAS FORMAS DE LOS CRISTALES

Mientras que otros yacimientos de La Rioja se caracterizan por un determinado tipo de cristales, Ambasaguas destaca por un espectro de formas algo más variado. Cada zona mineralizada ofrece ejemplares peculiares y con ciertos rasgos de identidad. Así, la perfección de los cubos de Navajún y sus caras especulares, constituyen un espectáculo natural de belleza suprema, las formas paralelepípedicas de Valdeperillo, etc. Sin duda, todos ellos merecen ser visitados por el entusiasta de los minerales. En Ambasaguas, tan pronto se encuentran piritoedros como formas cúbicas estriadas y biseladas, diminutas cruces de hierro, cuboctaedros... y toda esta variación sucede en áreas bastante próximas entre sí. ¿A qué mecanismos obedece esta forma de presentarse la pirita?

En una primera aproximación, podríamos distinguir entre los yacimientos con

cristales hexaédricos de caras lisas y los yacimientos con cristales estriados y formas diversas. Entre los primeros estarían Navajún, Valdeperillo, Valdenegrillos, Munilla, Voloria y Yanguas (Alonso-Azcárate, 1997). Ambasaguas se enmarcaría en el segundo grupo, donde se han identificado las formas de cubo (100), octaedro (111), piritoedro (210), y más raramente (310), (410), (320) (Alonso-Azcárate et al., 2001). El rasgo general, aunque no exclusivo, es un intenso estriado de las caras. En este punto hay que señalar que, de los siete afloramientos o "filones" (en un sentido genético, no son tales) de Ambasaguas, sólo en dos o tres de ellos se han realizado excavaciones de alguna importancia, por lo que el alcance de las observaciones debe ser juzgado con un criterio versátil y de permanente cambio ante lo que el aumento de los frentes vaya exponiendo. También es generalizada en Ambasaguas la presencia de asociaciones frente a los cristales individuales.





Entrada a las labores del Arroyo de la Orrañada, donde se encuentran los afloramientos "Patricia" y "Elena". Foto: G. García, 6/2002.



En la ladera Sur del Alto de San Vivas son frecuentes los filones de cuarzo que cruzan la serie sedimentaria. Foto: G. García, 6/2002.

En principio, la temperatura de formación y la saturación del medio son los parámetros que controlan la forma del cristal. En menor medida y en el caso de la pirita, también la presencia de impurezas puede determinar la morfología. En el caso de Ambasaguas, no parece probable que sea la temperatura el parámetro crítico, ya

*La variedad de formas cristalográficas que se observa en Ambasaguas está relacionada con la sobresaturación del medio en el que se formaron*

que las condiciones metamórficas que se alcanzaron son similares a las de otros yacimientos donde predomina casi en exclusiva la forma hexaédrica (100). Sin embargo, las variaciones en el grado de sobresaturación del medio son posibles por una gran variedad de procesos naturales (Alonso-Azcárate, 1997), y por ello esta es la más probable razón de los cambios morfológicos. Considerando el tipo de facies en el que encajan estas mineralizaciones, pueden explicarse las diferentes condiciones de sobresaturación del medio en cada caso. Ambasaguas se encuentra en lo que fue un medio de llanura deltaica, con importantes episodios lacustres, en los que se encuentra abundante materia orgánica y sulfatos sedi-



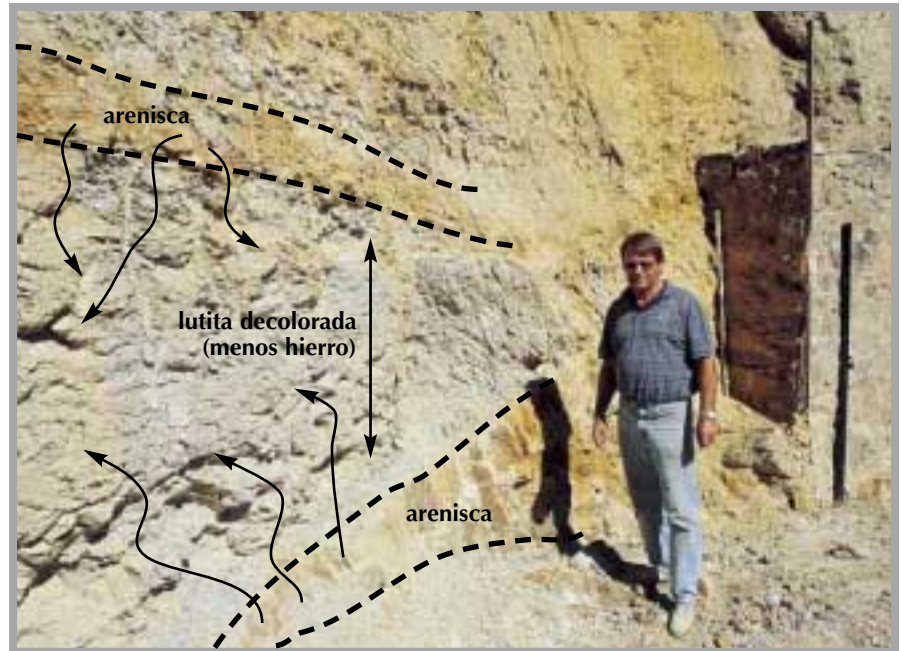
Pequeños cristales oxidados de pirita en una matriz de arenisca. Cotas altas del "Filón Patricia". Foto: G. García, 6/2002.

mentarios, lo que propicia la formación intensa de pirita sedimentaria de tipo frambooidal. En cambio, el resto de yacimientos se emplaza en materiales de sistemas meandriformes proximales y distales típicos, en los que la formación de pirita sedimentaria es menos importante. Durante el metamorfismo hidrotermal se produciría





Los niveles de limolita con areniscas a techo son el criadero típico de las piritas. Foto: G. García, 2002.



Nivel de lutita mineralizada, junto al centro de recepción de "Piritas de Ambaguas, S.L.". Los fluidos metamórficos-hidrotermales ricos en azufre penetran desde la arenisca permeable a través de las fracturas hidroplásticas, descomponen las cloritas, que es cuando se produce la decoloración y precipita la pirita. Foto: G. García, 6/2002.



Piña de 9 cm de cristales cúbicos, con desarrollos muy imperfectos de octaedro. "Filón Patricia, Nivel 3". Colección y foto: G. García.

la rotura térmica de esas piritas y la reducción de sulfatos. En Ambaguas, al haber mayor densidad de pirita sedimentaria y de sulfatos de removilización triásica, la sobresaturación de las soluciones sería mayor. Por ejemplo, las características piñas del yacimiento del Arroyo de las Cañadillas, o "Filón nº 7, Cuca" muestran crecimientos cuarteados debido a la acumulación de defectos que se produce en la

superficie de los cristales en condiciones de alta sobresaturación (Prieto, 1994). Debido a la presencia de estos defectos, se producen desorientaciones de bloques en el cristal, que van siendo mayores al unirse nuevos bloques (Lippmann, 1973). Las direcciones de crecimiento preferentes van a ser los vértices de los cristales cúbicos, ya que en estas zonas se favorece el crecimiento al penetrar en zonas de mayor

densidad de nutrientes. De este modo, los cristales se van abriendo progresivamente según las direcciones de sus vértices, y el centro de las caras queda deprimido con respecto a estos. (Véase página 24).

En todo caso, y dentro del entorno de Ambaguas, se detectan puntos donde los cristales exhiben facetas perfectamente lisas, incluso estriados selectivos dentro de un único cristal, lo que parece indicar que también se dan "microcondiciones" de crecimiento que difieren de las condiciones generales.

## DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS

Como aclaración, hay que señalar que hasta 1992 los "filones" se identificaban por sus números. Actualmente, cada uno de ellos tiene un nombre propio.

### \* Filón nº 1, "DAMARIS"

Se encuentra aguas arriba del Arroyo Vallaroso, unos 500 metros al oeste de Ambaguas. Se puede acceder por la ribera del propio arroyo, teniendo como coordenadas UTM (568.634,25 ; 4.663.870,75). Los trabajos en este punto son casi inexistentes, pero en los mate-





Minicavadora extrayendo material del "Filón Elena". Foto: G. García, 6/2002.



Excursión de coleccionistas recogiendo muestras en el "Filón Elena", uno de los más entretenidos. El 80 % de los cristales de este afloramiento son cubos estriados, aunque también salen distintos grados de combinación con (210). Foto: G. García, 6/2002.

riales de la margen sur del arroyo se reconocen piritas de dominancia cúbica y aristas lisas, en una matriz con clorita. No hay más datos sobre este punto, por el momento.

#### \* Filón nº 2, "IKER"

Este afloramiento también se encuentra en la ribera sur del arroyo Vallaroso, pero más próximo, a escasos 200 metros de Ambasaguas. Las coordenadas son (568.875,75 ; 4.663.764,45). Se reconocen algunas pequeñas "cuevas" producidas por la excavación sobre las lutitas mineralizadas, con la correspondiente cornisa de areniscas a techo del nivel con piritas. Los trabajos tampoco tienen desarrollo ni en longitud ni en altura, lo que limita mucho la descripción de las formas que pueden aparecer. No obstante,

una de las entradas continua unos ocho metros hacia dentro, en una especie de galería angosta. De esta labor son característicos unos cristales brillantes y asimétricos, como los de la página 32. Pueden presentar alguna estriación, aristas curvas o más o menos escalonadas. La matriz es de color claro, grano fino y homogénea, sin nódulos de clorita. En el exterior, se han identificado abundantes cuboctaedros de caras lisas, generalmente oxidados en superficie, de tamaños entre 1 cm y 3 cm.

#### \* Filón nº 3, "PATRICIA"

Sobre este indicio se han realizado trabajos de cierta importancia en la nueva etapa de explotación. Es el afloramiento más próximo al centro de recepción de la empresa, y sus coordenadas son

(568.959 ; 4.663.602,65). Se encuentra a 200 metros del pueblo, siguiendo aguas arriba el cauce del Arroyo de la Orrañada en dirección Sur.

Los niveles mineralizados se sitúan en la ladera del Alto de San Vivas, desde su base, hasta una profundidad no precisa, y hacia arriba, en cotas crecientes desde la plataforma principal del perímetro vallado. Desde abajo y hacia arriba, se han registrado al menos tres niveles, de los cuales solamente se han empezado desmontes sobre los dos primeros. Hay que precisar que los materiales presentan extinciones laterales, pequeñas fallas y cambios de potencia. Esto significa que la continuidad de un nivel mineralizado presenta variaciones y por ello el establecimiento de "niveles" tiene solamente cierto sentido en un ámbito espacial





Nivel de lutita con nódulos de clorita, en los niveles altos del "Filón Patricia" (Ladera Sur del Alto de San Vivas). Foto: G. García, 7/2003.



Excavaciones sobre el "Filón Iker" (ladera Norte del Alto de San Vivas), en la ribera del Arroyo Vallaroso. Foto: G. García, 7/2003.



Manuel Urruchi señala una enorme piña de pirita aflorante en el lecho del Arroyo de la Orrañada, en la zona del "Filón Emilio". Foto: G. García, 7/2003.



Niveles lutíticos ricos en materia orgánica situados debajo de un cuerpo de arenisca, formando un pequeño lóbulo deltaico. Foto: J. Alonso-Azcárate.



Fragmento de lutita mostrando la superficie alabeada de una fractura hidroplástica. Estas fracturas se originan por la migración de agua durante la compactación del sedimento, y sirven de vía de entrada de los fluidos con azufre al seno de las limolitas. Foto: J. Alonso-Azcárate.

concreto, lo cual se subraya aquí para dar a entender al lector que la asignación exacta de una procedencia a un cristal de Ambaguas debería ser orientativa, sin más pretensiones. Aunque en el entorno hay ciertos niveles con materia orgánica y yeso, las lutitas mineralizadas de este

"filón" se caracterizan por una decoloración notable, de gris claro o blanquecino. La secuencia contiene areniscas (a techo de las lutitas), calizas y margas dolomíticas, que a veces también presentan pirita. Existe asimismo una pequeña red de filones de cuarzo lecho-

so de espesor decimétrico. Se ha observado un nivel, que no contabilizamos, a una cota mayor, y que presenta cristales cúbicos con caras de octaedro, todas lisas aunque oxidadas en superficie. También se ha observado algún ejemplar del tipo "caja de cerillas". Al no haber muestre-





Centro de recepción de visitantes en Ambaguas, al pie del Alto de San Vivas, a menos de 100 metros de los afloramientos "Patricia" y "Elena". Foto: G. García, 6/2002.



Restos de trabajos subterráneos desarrollados en los años 70, sobre el 2º nivel mineralizado del "Filón Patricia". Foto: G. García, 6/2002.



Vista general del nivel inferior de la mineralización "Cuca", del Arroyo de las Cañadillas. Las piritas se encuentran en el nivel de color negro excavado. A techo de la capa se distinguen los cuerpos de arenisca. Foto: J. Alonso-Azcárate.

os detallados, no es posible conocer qué más formas se dan en este estrato. Entre las capas acompañantes, se identifica un nivel de lutita con una enorme densidad de nódulos de clorita. Dado el buzamiento de las capas, pensamos que este nivel podría corresponder con los afloramientos "Damaris" e "Iker", al otro lado de la montaña, en los que también se encuentran cuboctaedros lisos con pátinas de oxidación.

Los niveles se numeran del 1 al 3, siendo el 1 el más alto y el 3 el más bajo. En los tres niveles se registra un cambio de

hábitos en la vertical. La base del nivel presenta piritoedros aislados o en piñas centimétricas que se caracterizan por la viveza de sus aristas, rectas y sin escalones. Son individuos muy brillantes con algunas caras lisas. Más que de estriado, cabe hablar de algunas gradillas sobre las demás caras. A medida que nos separamos de la base del nivel, la forma básica de piritoedro empieza a solaparse con otras, que varían según sea el nivel 1, 2 o 3. Por ejemplo, en la parte alta del nivel 3, los vértices del piritoedro pueden estar modificados por diploedro. También apa-

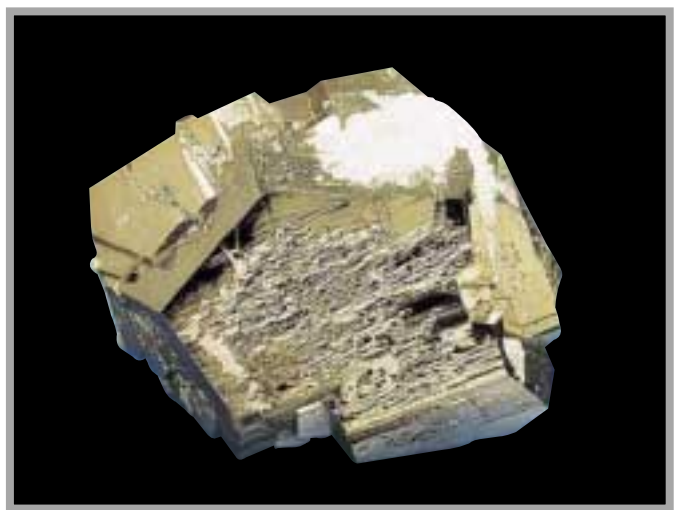
recen biseles por cubo. La parte alta del nivel 2 tiene un importante desarrollo de cubo con estrías mientras que el (210) se reduce a unos biseles lisos. También en la parte alta del nivel 2, pero en otro punto de la corrida del estrato (recuérdese el comentario previo sobre cambios laterales), es la cara de octaedro la que interviene de forma creciente, siempre apareciendo con gran imperfección, llegando a deformar el ejemplar hasta darle un aspecto nodular redondeado.

En el nivel 2 es destacable la presencia de una estrecha veta (unos 20 cm) que presenta unos piritoedros notablemente perfectos, con aristas vivas y caras lisas, sin estrías, escaleras ni picaduras. En algunas ocasiones, la forma es aplanaada. También el mismo nivel 2 tiene una zona de algún trastorno tectónico, en relación con la cual aparecen unos cristales piritoédricos sistemáticamente aplanados, con aspecto de "chocolatinas". Suelen ser cristales o grupos centimétricos, y sin embargo el grosor puede ser de sólo 1 o 2 centímetros.

El techo del nivel 3 se sitúa en el camino de acceso a la explotación, ya dentro del recinto vallado. En la misma entrada se reconoce un frente blanquecino de 1,5 m de potencia con infinidad de cristales de pirita, pero que raramente alcanzan el centímetro, lo que le resta interés. Unos 50 metros más delante (al Sur), los



**Piña de cristales cúbicos de simetría esférica, con una zona de crecimiento desigual. Estos ejemplares son frecuentes en el primer nivel del "Filón Patricia". Tamaño: 7 cm. Colección y foto: G. García.**



**Pirita. "Filón Patricia, Nivel 2". Tamaño: 3 cm x 2 cm. Los restos blanquecinos sobre la superficie son la interfase con la matriz, y están formados en este caso por calcita, cookeita, caolinita, moscovita y cuarzo. Colección y foto: J. M. Sanchis.**



**Ambasaguas ha sido y es lugar de encuentro y reunión de especialistas y aficionados a la Mineralogía. Los recursos turísticos de la comarca permiten seleccionar esta localidad como punto de convocatoria para la celebración de congresos, jornadas técnicas y otros eventos relacionados con el mundo de la Geología. En las fotos de arriba, rostros populares de nuestro colectivo en diversas actividades de campo celebradas en Ambasaguas. Fotos: G. García, 1996.**

trabajos sobre la parte alta de la capa rinden unas piñas que pasamos a describir. Se trata de grupos de cristales de forma aproximadamente esférica, con un diámetro medio entre 8 y 10 cm. Excepcionalmente pueden superar los 15 cm, configurando piñas que llegan a pesar 5 kg. El rasgo general de todas ellas es una debilidad estructural enorme, que lamentablemente se traduce en la rotura de una mayoría de ejemplares. Esta debilidad se relaciona con el juego de interminables juntas y contactos entre los individuos que componen las piñas, con abundantes interfases entre ellas que son precisamente las responsables de esa fragilidad. Es fácil conocer de antemano qué piezas van a resistir, sin más que presionar el ejemplar cerca del oído. Una mayoría de ellas cruje, y termina por desmoronarse ante pequeños impactos. Como es lógico,

esta debilidad es más acusada cuanto mayor es la piña. En cuanto a las formas, el hexaedro o cubo es la figura dominante. Los individuos, entre 1 cm y 3 cm de arista, muestran diferentes intensidades de estriado y un brillo intenso. Está generalizada la presencia de caras de octaedro (111) enormemente imperfectas, rugosas y escalonadas. También aparecen biseles sobre las aristas del cubo, que son piritoedro (210). En la cercanía, se han identificado recientemente (septiembre de 2003) piñas de formas cúbicas perfectas y lisas, con tamaños importantes, pero con el mismo problema de fragilidad que ya se ha descrito. En línea con lo ya dicho, hay que esperar que cuando se realicen excavaciones a mayor profundidad, este mismo nivel pasará a ofrecer piritoedros de aristas vivas. La rara macla en "cruz de hierro"

es relativamente frecuente en las zonas con pequeños individuos piritoédricos puros, aunque solo alcanza tamaños de algunos milímetros. Ha sido visto alguno de mayores dimensiones, pero oxidado. Esas zonas en las que aparecen una infinidad de piritoedros de muy pequeño tamaño (desde 1 mm hasta 1 cm), tienen una matriz grisácea que se deshace si se sumerge en agua. Esta misma matriz contiene algunos cristales mayores oxidados y cristales irregulares de yeso flotante. Los piritoedros tienen las caras rugosas e imperfectas, y suelen mostrar pequeños biseles producidos por caras de cubo. Escoger estos cristales tan pequeños en la matriz en busca de la "cruz de hierro", puede ser una tarea muy enojosa. A quien tenga interés en ellos, se le recomienda que sumerja el material en un barreño y lo concentre a la batea.



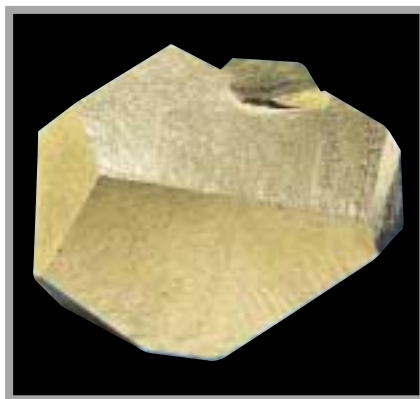


**Pirita. "Filón Patricia, Nivel 2". Tamaño: 1,5 cm x 1,5 cm. Colección y foto: J. M. Sanchis.**

#### \* Filón nº 4, "ELENA"

Este afloramiento se encuentra a unos 150 metros al suroeste del "filón" "Patricia", al otro lado del arroyo de la Orrañada. Sus coordenadas son (568.884,65 ; 4.663.471,75). Sin duda, el "filón" "Elena" destaca por las formas que se encuentran. Está bien reconocido al menos en dos puntos, uno de cuyos frentes es uno de los actuales sitios preferidos de búsqueda para los visitantes. Se trata de un potente nivel de lutita gris con gran densidad de piritas, con tamaños de hasta 3 cm (generalmente menores). La forma dominante es el cubo (un 80 % de los ejemplares), con el típico estriado triglifo (perpendiculares en caras contiguas). Aunque son muy frecuente los individuos aislados, también aparecen grupos y pequeñas piñas. El brillo y la consistencia (importante característica) son excelentes. No se observan caras de octaedro. Sí se reconoce la forma (210) sobreimpuesta en distintos grados al cubo, con la importante diferencia de que sus facetas son mucho más lisas y especulares. Un pequeño porcentaje de los individuos está formado por piritoedros. Estos son pentagonododecaedros no regulares (uno de los lados de cada pentágono tiene diferente desarrollo), que en este caso casi siempre tienen alguna participación de la forma cúbica, perceptible por pequeños bisels estriados. Se dan individuos completamente asimétricos, con facetas de cubo desarrolladas al 50 % en una parte del cristal e inexistentes en la otra parte. Esta circunstancia genera una diversidad de

aspectos enorme para estos individuos que, en definitiva, solo combinan las formas (100) y (210). Además, las caras de cubo estriadas son especialmente propicias a presentar oscilaciones zigzagüeantes que dan a la arista un recorrido sinuoso que suele resaltar el mayor brillo y limpieza de las caras (210). Sobre estas últimas está muy extendido un fenómeno de brillo selectivo sobre



**Pirita. "Filón Patricia, Nivel 2". Tamaño: 1,5 cm x 1 cm. Colección y foto: J. M. Sanchis.**

una parte de la cara, a modo de manchas de altísima reflectividad separadas de zonas apagadas por medio de una fina línea de contacto.

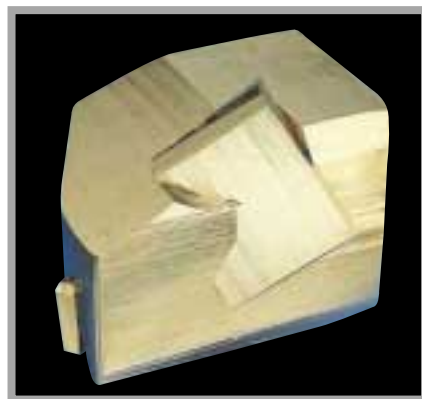
#### \* Filón nº 5, "EMILIO"

Este afloramiento se encuentra en el propio lecho del Arroyo Vallaroso, pero al Este del pueblo, a unos 400 metros aguas abajo. Las coordenadas son (569.521,5 ; 4.663.572). Por su emplazamiento, la presencia de agua impide trabajar salvo en ciertos períodos estivales, y de hecho lleva 5 años sin nuevas labores. El entorno tiene abundante materia orgánica y yeso, y son frecuentes zonas amplias con eflorescencias de sulfato férrico y cierto olor a azufre. Las piritas, que son piñas de muchísimos individuos cúbicos, tienen el aspecto de erizos por la multitud de vértices que salen de forma radial. Tienen un tamaño variable, centimétrico, pero el lavado del agua sobre los materiales del cauce permiten visualizar individuos muy grandes, de hasta 20 cm de diámetro. A una cota un poco mayor, también se

encuentran piritoedros en una matriz carbonosa oscura.

#### \* Filón nº 6, "BEGOÑA"

Sus coordenadas son (569.611 ; 4.663.385,55). Se encuentra a 600 metros del pueblo en dirección sureste, siguiendo el curso del arroyo Vallaroso. Está situado 200 metros aguas abajo del "Filón nº 5". Ambos vienen a estar, aproximadamente, frente a una zona de escombrera autorizada que se extiende desde el camino que, con dirección Este-Oeste, viene de Muro de Aguas hasta la vaguada en la que encaja el río. En otros momentos, este "Filón" ha tenido un pequeño acceso que sería fácil rehacer. "Begoña" se caracteriza por un pequeño desmonte natural que el río ha efectuado sobre una lutita decolorada. Por el momento no se han realizado trabajos.



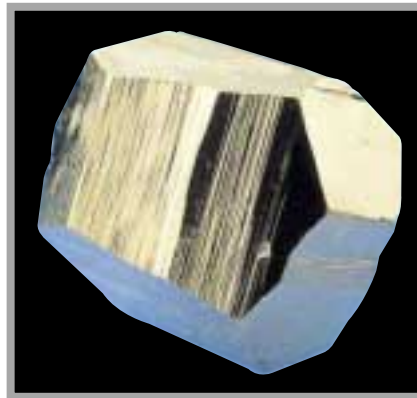
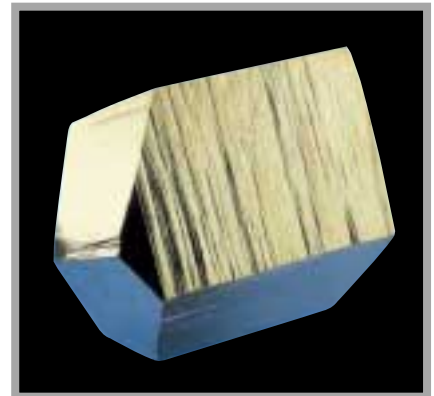
**Pirita. "Filón Iker". Tamaño: 3 cm x 2 cm. Colección: G. García. Foto: J. M. Sanchis.**

#### \* Filón nº 7, "CUCA"

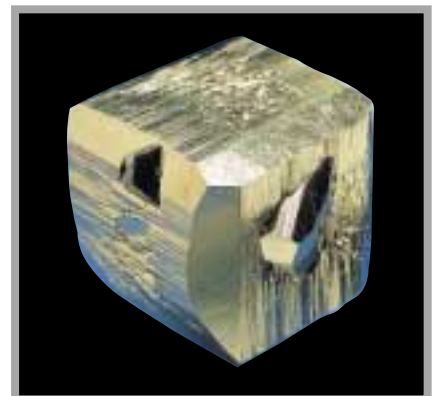
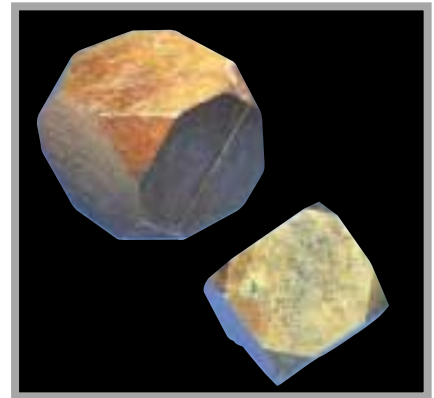
La mineralización "Cuca" se encuentra en la intersección del camino de Muro de Aguas a Ambasaguas con el Arroyo de las Cañadillas, en el Barranco de Aguasala (el agua efectivamente es salobre). Las coordenadas UTM son: (570.553 ; 4.664.476). El depósito de pirita se encuentra en el lecho del propio arroyo, a ambos lados del camino y hay dos puntos con trabajos, separados unos 300 metros. Se trata de unas lutitas de color negro que aparecen en dos tramos, separados uno de otro una altura de unos 50 m. La zona

más baja en cota presenta a su vez dos niveles mineralizados, de un metro de potencia, separados por un nivel de areniscas. En el nivel superior, las piritas están disueltas casi en su totalidad, y algunos moldes aparecen rellenos de yeso. Las lutitas mineralizadas tienen como techo niveles de arenisca. En las proximidades del yacimiento es abundante la materia orgánica y los cristales de yeso. Las lutitas mineralizadas se encuentran en secuencias que son lóbulos de carácter deltaico, situados en zonas marginales de lagos carbonatados. En ellas son apreciables las fracturas hidroplásticas responsables de la mineralización, que tienen su origen en las fases tempranas de la compactación de sedimentos, ligado al escape de fluidos, y que se caracterizan por sus formas alabeadas. Parece ser que los mineros de la zona conocen estas

son el cubo y el piritoedro, que también pueden aparecer como cristales individuales en torno a 3 cm. Con alguna frecuencia también aparecen cristales cuarteados, exclusivos de este afloramiento. El estriado es a veces muy penetrativo y las facetas llegan a presentar múltiples escalones y recovecos que quedan ocupados por fragmentos de lutita negra, que aunque ayudan a identificar el origen de la



**Pirita. "Filón Elena, Nivel 1".** Tamaño: 2 cm x 2 cm. Colección: G. García. Foto: J. M. Sanchis.



**Arriba: Pirita. "Filón Elena, Nivel 1".** Tamaño: 3 cm x 2 cm. Colección: G. García. Foto: J. M. Sanchis.  
**Centro: Piritas cuboctaédricas. "Filón Iker".** Tamaño: 1 cm x 1 cm. Colección: G. García. Foto: J. M. Sanchis.  
**Abajo: Pirita. "Filón Patricia, Nivel 1".** Tamaño: 2 cm x 2 cm. Colección: G. García. Foto: J. M. Sanchis.



**Pirita. "Filón Patricia, Nivel 2".** Tamaño: 2,5 cm x 2,5 cm. Colección: G. García. Foto: J. M. Sanchis.

fracturas de aspecto satinado como "lisos", superficies de fácil despegue que se aprovechan para extraer los cristales con mayor facilidad (Alonso-Azcárate, 1997). Como norma general, pueden observarse cambios en el estilo de la mineralización entre planos contiguos de estas fracturas, en cuanto a densidad de cristales e incluso el hábito que presentan.

Los ejemplares procedentes de este afloramiento están intensamente estriados y escalonados, y suelen agruparse en piñas que alcanzan tamaños superiores a 10 cm, constituídas por un elevado número de cristales. Las formas

muestra, ocasionan un árduo trabajo de limpieza. No se han observado caras lisas. Las piritas están separadas de la matriz por una delgada lámina o interfase cuya composición varía de unos enclaves a otros, pero cuyo componente principal es la cookeita (una clorita con litio), cuarzo y calcita. Las piritas presentan pequeñas inclusiones de illita y clorita, y a nivel microscópico se ha detectado además la presencia de anhidrita, calcopirita, esfalerita y galeña, siempre en cantidades insignificantes (Alonso-Azcárate, 1997).

## HISTORIA

Aunque constan actividades de beneficio de la pirita a partir de 1966 (y sin duda las hubo anteriores), es en 1972 cuando tiene lugar el primer otorgamiento registrado de un Permiso de Investigación denominado "Jesús", con el número 3.297, compuesto por 4.250 pertenencias cuyo punto de partida es

el mojón situado al norte de la Iglesia de Ambasaguas, entre dicha iglesia y el puente, a 1 metro de la arista norte de la cruz existente en dicho punto. La empresa propietaria era "Jesús Mendivil", domiciliada en Bilbao. Para la explotación de la pirita tuvo lugar un cambio de dominio, a nombre de la empresa "Eja, S.A.", también bilbaína, que desde marzo de 1973 se hizo cargo de los trabajos y mantuvo la actividad hasta 1977, habiendo extraído en





**Pirita. "Filón Cuca".** Tamaño: 10 cm x 10 cm. Colección: M. Urruchi. Foto: J. M. Sanchis.

ese periodo una cantidad aproximada de 20 toneladas de pirita. Las labores consistieron en unas galerías en dirección y selección manual del mineral, avances que se realizaban utilizando explosivos.

El ingeniero Director Facultativo fue Manuel Cañada Martínez, y el otorgamiento se publicó en el BOE del 23 de marzo de 1974.

En 1989 se solicitó un nuevo Permiso, formalizado el 31 de octubre de ese año con carta de pago por la empresa "Navarra de Alabastros, S.A.", con domicilio social en Tudela, teniendo como Director Facultativo a Miguel Ángel Vera Ayanz. Esta empresa cesó en 1993, otorgándose un nuevo Permiso a la empresa "Nueva Cerámica, S.L." el 6 de noviembre de ese año, que fue caducado a instancias de parte.

La última etapa de actividad se inicia con la Concesión "Ambasaguas II", derivada del Permiso de Investigación "Ambasaguas I" con número 3.463 y 14 cuadrículas mineras, solicitada el 9 de mayo de 1994 por la empresa "Piritas de Ambasaguas, S.L.", cuyo apoderado es

Manuel Urruchi Barrón y tiene como Director Facultativo a José Juan Gómez. Aunque el Permiso de Investigación solicitado ocupaba parte de los términos de Muro de Aguas, Préjano y Cornago, finalmente las 8 cuadrículas (232 Ha aproximadamente) de la Concesión se limitan a los terrenos de Muro de Aguas, estando las 8 incluidas en las 14 del Permiso de Investigación de la que derivan.

Durante los últimos años, "Piritas de Ambasaguas, S.L." está iniciando una actividad focalizada, de momento, a seguir investigando el yacimiento, anular la actividad de recogida furtiva y de introducción en las ferias de minerales de las piritas de Ambasaguas. De forma paralela, se recibe en la mina a grupos de coleccionistas que, previo pago de un cánon variable según el afloramiento en el que se desea trabajar, pueden obtener personalmente los ejemplares. Los primeros trabajos que "Piritas de Ambasaguas, S.L." ha llevado a cabo, comportaron un importante esfuerzo de limpieza y saneo de los taludes del entorno de los yacimientos, particularmente en los "filones" "Elena" y "Patricia", en el Arroyo

de la Orrañada. También se ha construido un casa de tipo rural que hace las funciones de centro de recepción de visitantes, almacén de material y muestrario de piezas para la venta. Por el momento, los medios mecánicos con los que se cuenta son un generador para un martillo eléctrico y una miniexcavadora JCB, con los que se abren los frentes en el momento de las visitas o de los propios trabajos del titular, y posteriormente se vuelven a tapar con escombros, en evitación de recogidas no controladas. Hay que suponer que, con el normal desarrollo de los trabajos, habrá que ir acondi-

Fig. 147.

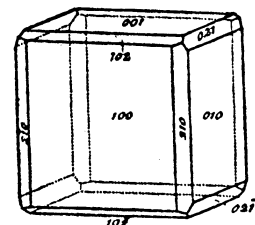


Fig. 148.

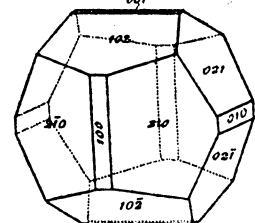


Fig. 74.

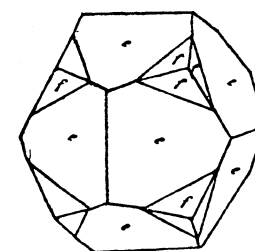
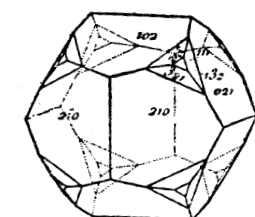
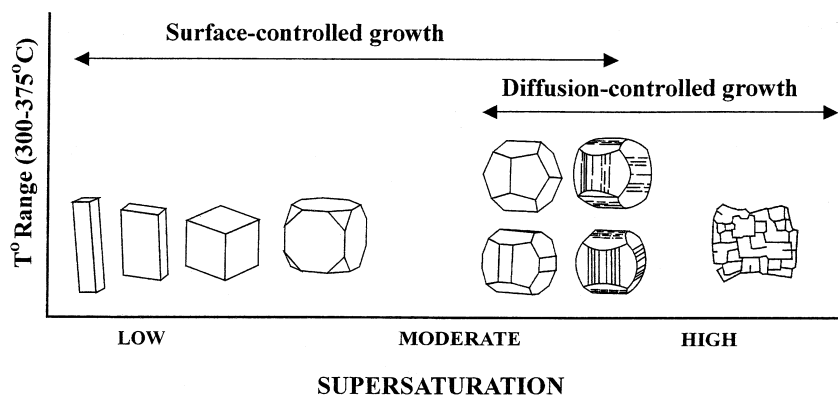


Fig. 165.



**Diversas representaciones de pirita observada en el yacimiento de Ambasaguas. Fuente: Goldschmidt, 1954.**



Relación entre los hábitos de la pirita con el grado de saturación del medio y el mecanismo de crecimiento, según Alonso-Azcárate et al. (2001).



Pirita en matriz. "Filón Elena, Nivel 1". Tamaño: 2 cm x 1 cm. Colección y foto: J. M. Sanchis.

cionando tanto los frentes como sus accesos, tareas que se encuentran en curso, con ubicaciones autorizadas para los vertederos de estéril y plantación de arbolado en los terrenos restaurados, todo conforme al Plan de Labores anual.

El yacimiento de Ambaguas tiene potencialidad para convertirse en un centro de turismo mineralógico y geológico de cierta categoría. Al peculiar atractivo y belleza del paisaje se une la cercanía de yacimientos de icnitas y la propia dis-

persión de afloramientos de pirita. Todo ello puede consituir una oferta explotable si se ponen a punto un mínimo de infraestructuras. La orilla norte del Arroyo Vallaroso, aparte de su apetecible ribera donde se encuentran los "filones" "Iker" y "Damaris", presenta amplios bancales y terrenos donde podría ponerse a punto cualquier negocio de hostelería, o bien por remozado y arreglo de alguna de las casas abandonadas de Ambaguas. Deseamos que este extra-

Fig. 145.

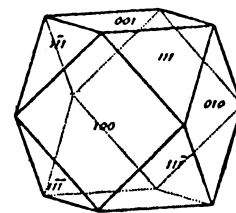


Fig. 5.

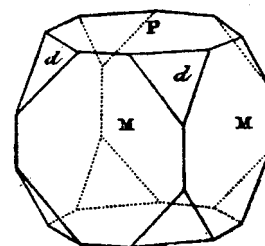


Fig. 6.

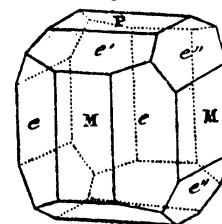
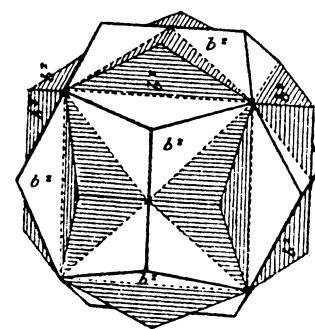


Fig. 126.



ordinario yacimiento de Ambaguas vaya incrementando su ya enorme popularidad entre los coleccionistas de minerales españoles y extranjeros y también se conozca por otros amantes de la naturaleza, que se amplíen los frentes actuales y se exploren otros nuevos, para así tener la oportunidad de disfrutar más aún recogiendo las doradas formas.

## NOTA DEL PROMOTOR

Deseo expresar mi agradecimiento por su incondicional apoyo a todos estos





Trabajos sobre el nivel 2 del "Filón Patricia".



Disfrutando cogiendo piritas en el afloramiento "Elena".  
Foto: G. García, 6/2002.



Limpieza con buril percutor de un ejemplar del "Filón Cuca". Foto: J. A. Martín Medina, 2003.

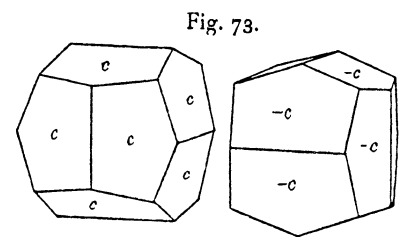


Fig. 73.

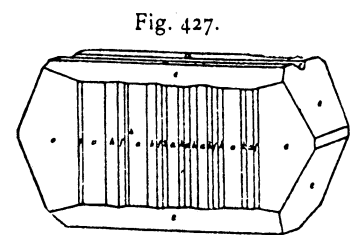


Fig. 427.

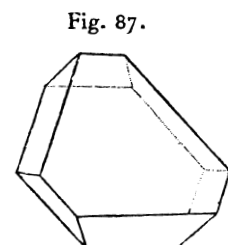


Fig. 87.

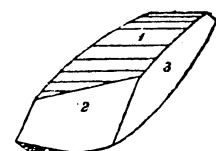


Fig. 380.

## REFERENCIAS

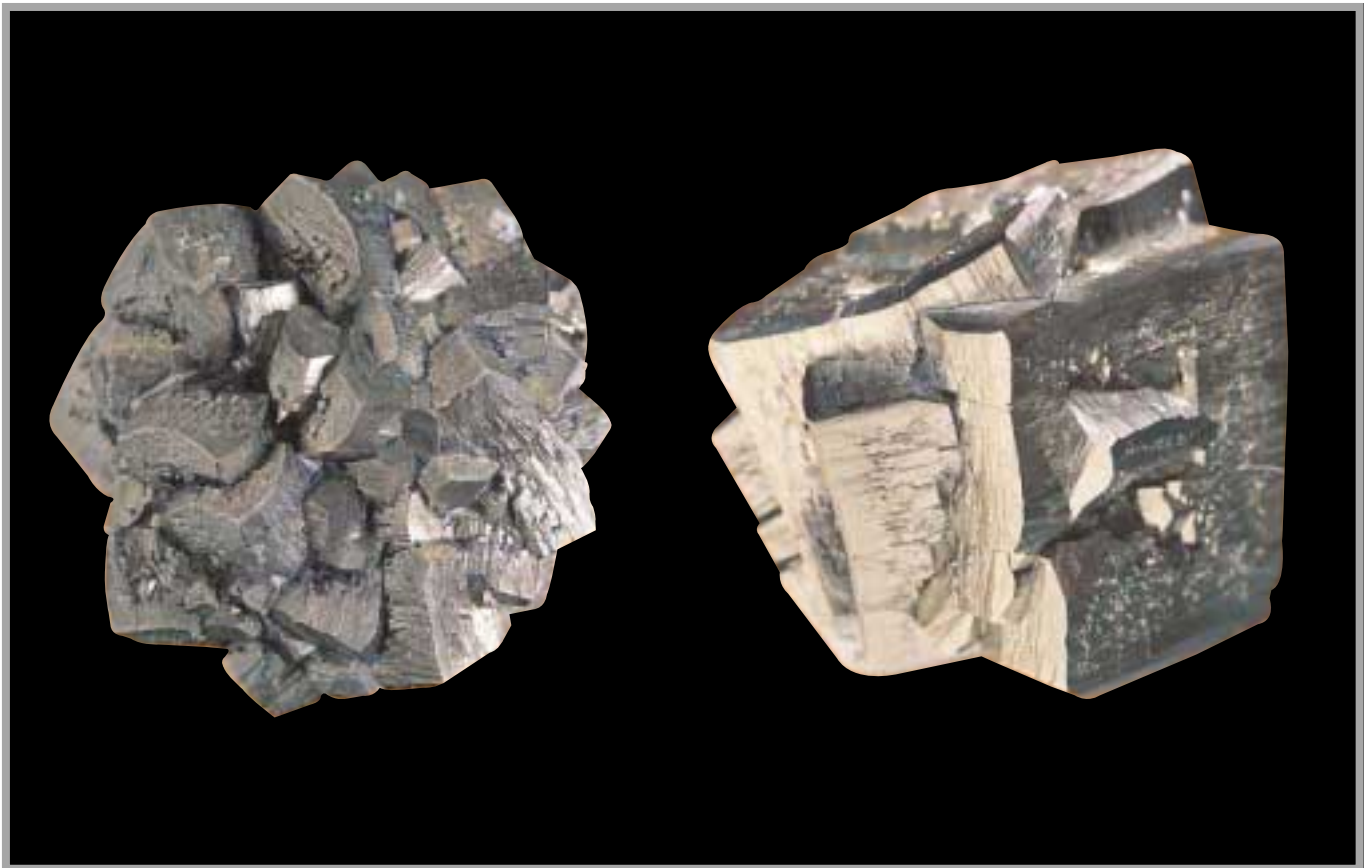
señores: Manolo Tomé, Jesús Alonso, Eduardo Urbeltz, Julián Mediavilla, Miguel Calvo, Josemi Cavia, Gonzalo García, Pedro Juan Sanz Martínez y Manolo Sanchis.

**Manuel Urruchi**

Titular de "Ambasaguas II".

Alonso, A.; Mas, J. R. (1993): Control tectónico e influencia del eustatismo en la sedimentación del Cretácico inferior de la Cuenca de Los Cameros. España. Cuadernos de Geología Ibérica, 17, 285-310.

Alonso-Azcárate, J.; López-Andrés, S.; Fernández-Díaz, L. (1994): Variations in pyrite crystals



**Piñas de pirita cúbica del yacimiento del Arroyo de las Cañadillas. Ejemplares de 9 cm. Colección: F. Monesma. Foto: F. Piña.**

habit from Cameros Basin (NE Spain). 16th IMA General Meeting. Pisa (Italia), 8.

Alonso-Azcárate, J.; Rodas, M.; Mas, R.; Velasco, F. (1995): Origen de las piritas de la Cuenca de Cameros, España (La Rioja). *Geogaceta*, 18, 149-152.

Alonso-Azcárate, J. (1997): Evolución de los filosilicatos y génesis de los yacimientos de pirita de la Cuenca de Cameros. Tesis Doctoral. Univ. Complutense.

Barrenechea, J. F. (1994): Evolución de la mineralogía de arcillas en el tránsito diagénesis-metamorfismo de bajo grado en el Grupo Urbión (Cretácico inferior) de la cuenca de los Cameros (Soria-La Rioja). Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, 297 p, inédita.

Barrenechea, J. F.; Rodas, M.; M. & Mas, J. R. (1995): Clay mineral variation associated to diagenesis and low grade metamorphism of early Cretaceous sediments in the Cameros Basin, Spain. *Clay Minerals*, 30, 89-103.

Calvo, M.; Sevillano, E. (1989): Pyrite crystals from Soria and La Rioja provinces, Spain. *The Mineralogical Record*, 20, 6, 451-456.

Casas Sáinz, A.M.; Simón Gómez, J. L. (1992): Stress field and thrust kinematics: a model for the tectonic inversion of the Cameros massif (Spain).

*Journal of Structural Geology*, 14, 5, 521-530.

Casquet, C.; Galindo, C.; González Casado, J. M.; Alonso, A.; Mas, R.; Rodas, M.; García, E.; Barrenechea, J.F. (1992): El metamorfismo en la Cuenca de los Cameros. *Geocronología e implicaciones tectónicas*. *Geogaceta*, 11, 22-25.

Cuesta, E.; García, G. (1995): Navajún: naturaleza cubista. *Bocamina*, vol. 2. Ed. Grupo Mineralogista de Madrid.

Font-Altaba, M. (1963): A study of distorted pyrite crystals from Spain. *Mineralogical Society of America. Special Paper*, 1, 186-189.

Goldschmidt, V. M. (1954): *Geochemistry*. London. Oxford University Press, 730 p.

Guimerá, J.; Álvaro, M. (1990): Structure et évolution de la compression alpine dans le chaîne ibérique et la chaîne cotière catalane (Espagne). *Bulletin Soc. Geol. France*, 8, VI (2), 339-340.

Guimerá, J.; Alonso, A.; Mas, J.R. (1995): Inversion of an extensional-ramp basin by a newly formed thrust: the Cameros Basin (N. Spain). Buchanan, J.G. & Buchanan P. G. (ed.). *Basin Inversion*, Geological Society Special Publication, 88, 433-453.

Guiraud, M. (1983): Evolution tectono-sédimentaire du Basin Wealdien (Cretacé inférieur) en relais de décrochements de Logroño-Soria (NW

Espagne). Unpubl. 3<sup>ème</sup> cycle Thesis Montpellier, Université des Sciences et Techniques de Languedoc, 183 p.

Lippmann, F. (1973): *Sedimentary Carbonate Minerals*. Springer-Verlag Berlin. Heidelberg. New York, 116-131.

Mas, J.R.; Alonso, A. (1991): Sistemas lacustres-costeros del Cretácico inferior de la Cuenca de los Cameros. *Controles tectónico y eustático. III Coloquio del Cretácico de España*, 47, Morella.

Mas, J.R.; Alonso, A.; Guimerá, J. (1993): Evolución tectonosedimentaria de una cuenca extensional intraplaca: la cuenca finjurásica-eocretácica de los Cameros (La Rioja-Soria). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 6 (3-4), 129-144.

Palacios, P. (1882): Cristales de pirita de hierro en las capas jurásicas de la provincia de Soria. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico Nacional*, T-IX, 223-226.

Prieto, M. (1994): Fundamentos de ontogenia mineral. *Yacimientos Minerales*. Ed. Lunar, R.; Oyarzun, R.) 3-31.

Rey, J.; Rivera, S. (1981): Hoja geológica n° 319. Ágreda. Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, serie Magna, IGME.







Piña de pirita. "Filón Emilio". Tamaño: 10 cm x 9 cm. Colección: Museo de Ciencias Naturales de Álava.  
Foto: J. M. Sanchis.



Piña de pirita. "Filón Cuca". Tamaño: 8 cm x 6 cm. Colección: Museo de C.Naturales de Álava. Foto: J. M. Sanchis.





Pirita. "Filón Patricia, Nivel 1". Tamaño: 3 cm x 3 cm. Colección y foto: G. García.



Piña de Pirita dodecaédrica en matriz. "Filón Patricia, Nivel 3". Tamaño: 4 cm x 4 cm. Colección y foto: G. García.



Pirita. "Filón Patricia, Nivel 2". Tamaño: 6 cm x 5 cm. Colección: G. García. Foto: J. M. Sanchis.





Piña de Pirita. "Filón Patricia, Nivel 2". Tamaño: 3 cm x 2 cm. Colección y foto: J. M. Sanchis.

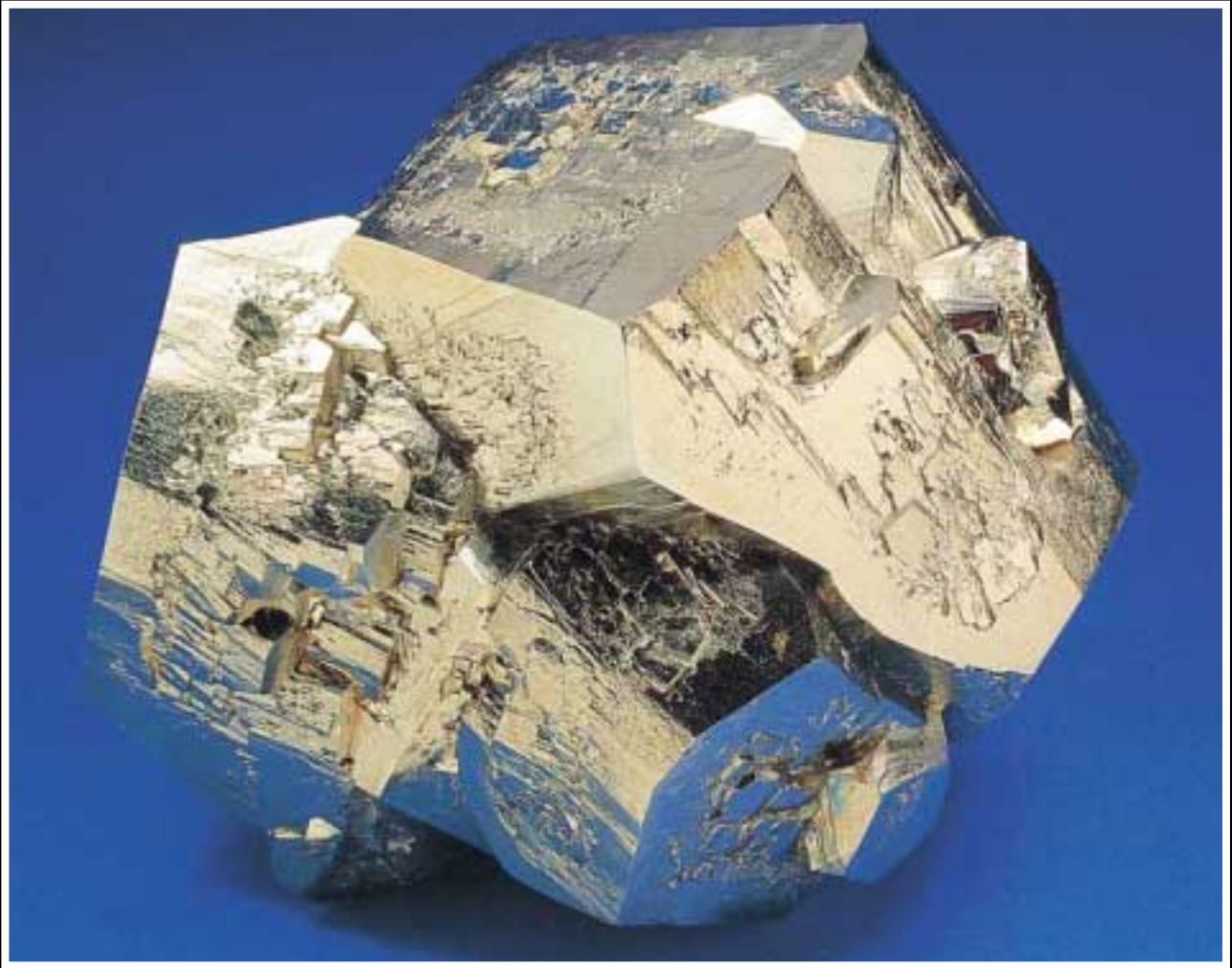


Pirita en matriz. "Filón Patricia, Nivel 2". Tamaño: 2 cm x 2 cm. Colección y foto: J. M. Sanchis.



Piña de Pirita. "Filón Cuca". Tamaño: 6 cm x 5 cm. Colección y foto: J. M. Sanchis.





Pirita. Grupo de cristales dodecaédricos. "Filón Patricia, Nivel 3". Tamaño: 5 cm x 5 cm. Colección: M. Urruchi. Foto: J. M. Sanchis.

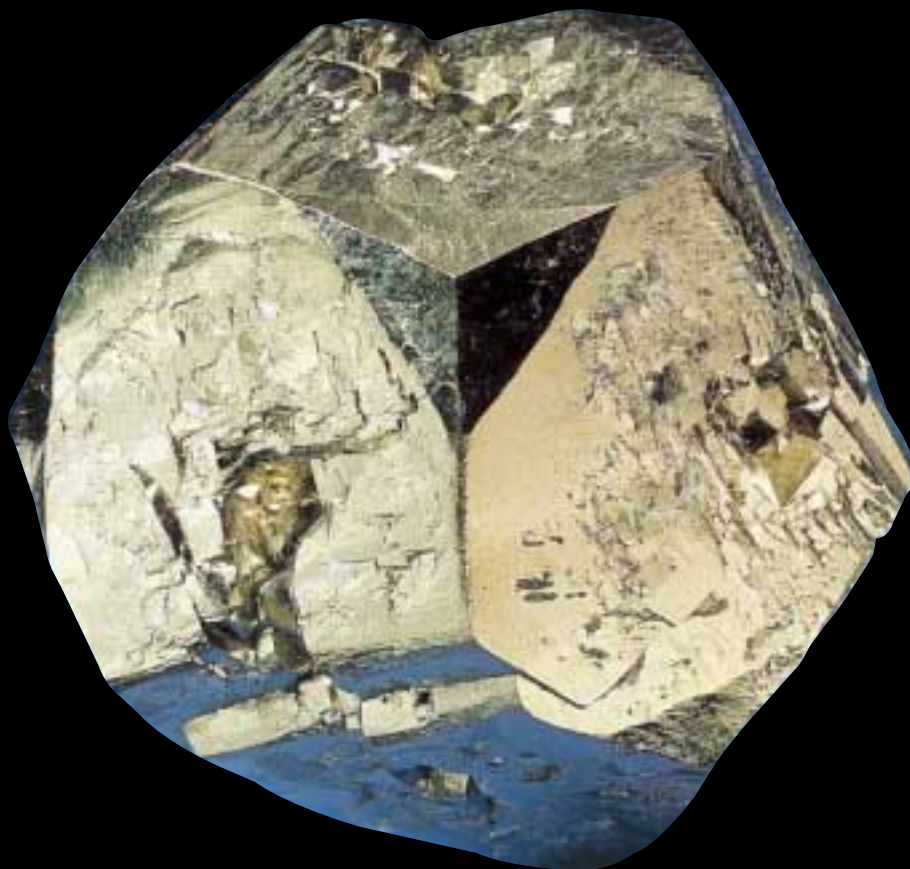


Piña de pirita. "Filón Cuca". Tamaño: 7 cm x 5 cm. Colección: M. Urruchi. Foto: J. M. Sanchis.





Pirita. "Filón Patricia, Nivel 2-3". Tamaño: 4 cm x 2 cm. Colección y foto: J. M. Sanchis.



Piritoedro con modificación de vértices. "Filón Patricia, Nivel 3, parte superior". Tamaño: 7 cm x 7 cm. Colección: M. Urruchi. Foto: J. M. Sanchis.



Combinación de (100) y (210). "Filón Patricia, Nivel 3, zona superior".  
Tamaño: 3 cm x 2 cm. Colección: M. Urruchi. Foto: J. M. Sanchis.



Arriba: "Filón Patricia, Nivel 3".  
Tamaño: 3,5 cm x 3,5 cm.  
Debajo: "Filón Patricia, Nivel 3 inferior". Tamaño: 4 cm x 4 cm.  
Foto y colección: J. M. Sanchis.



Pirita. "Filón Patricia, Nivel 2". Tamaño: 6 cm x 4 cm. Colección: G. García. Foto: J. M. Sanchis.

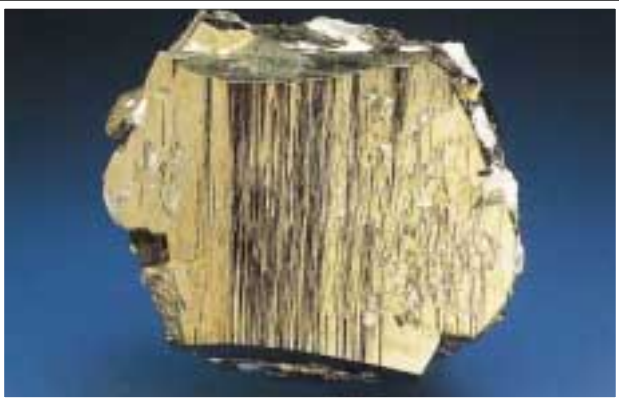




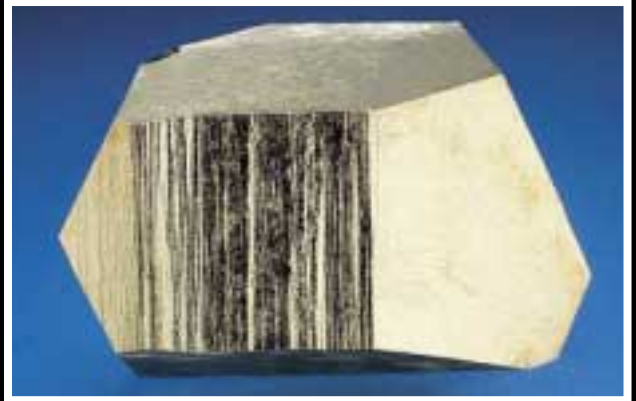
Pirita en matriz. Dodecaedro de 1 cm. "Filón Patricia". Colección y foto: F. Piña.



Macla de piritoedros en cruz de hierro. Tamaño: 5 mm. Filón "Patricia". Col.: G. García. Foto: F. Piña.



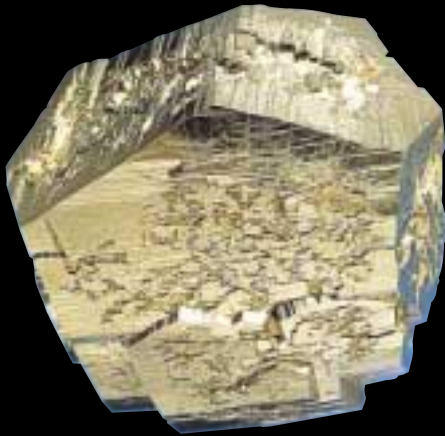
Piritoedro con intensas estrías. "Filón Patricia, Nivel 2". Tamaño: 3 cm x 3 cm. Colección y foto: J. M. Sanchis.



Cristal muy desigual formado por (100) y (210). "Filón Patricia, Nivel 2". Tamaño: 2,5 cm x 2 cm. Colección: G. García. Foto: J. M. Sanchis.



Pirita. Grupo de cristales piritoédricos con biseles por cubo. Tamaño: 7 cm x 6 cm. "Filón Patricia, Nivel 3, parte alta". Colección: M. Urruchi. Foto: J. M. Sanchis.



Pirita en matriz. Tamaño: 6 mm x 3 mm. "Filón Elena".  
Colección y foto: F. Piña.

