



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Estudio geológico y metalogenético de los materiales de la cuenca paleozoica de la región del Sarrabus (SE de la isla de Cerdeña, Italia). Aplicación de los modelos elaborados en la prospección de recursos minerales en el ámbito del Mediterráneo noroccidental

Domingo Gimeno Torrente

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tdx.cat) i a través del Dipòsit Digital de la UB (diposit.ub.edu) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX ni al Dipòsit Digital de la UB. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX o al Dipòsit Digital de la UB (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tdx.cat) y a través del Repositorio Digital de la UB (diposit.ub.edu) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR o al Repositorio Digital de la UB. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR o al Repositorio Digital de la UB (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tdx.cat) service and by the UB Digital Repository (diposit.ub.edu) has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized nor its spreading and availability from a site foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository is not authorized (framing). Those rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

UNIVERSITAT DE BARCELONA

FACULTAT DE CIENCIES GEOLOGIQUES

Departament de Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica.

ESTUDIO GEOLOGICO Y METALOGENETICO DE LOS MATERIALES DE LA CUENCA
PALEOZOICA DE LA REGION DEL SARRABUS (SE DE LA ISLA DE CERDEÑA,
ITALIA). APLICACION DE LOS MODELOS ELABORADOS EN LA PROSPECCION
DE RECURSOS MINERALES EN EL AMBITO DEL MEDITERRANEO NOROCCIDEN-
TAL. VOLUMEN 1.

Memoria presentada para optar al grado de
Doctor en Ciencias Geológicas por:

Domingo GIMENO TORRENTE

Director:

Manuel VILADEVALL SOLE

202 693
R. 7697 X

BIBLIOTECA DE GEOLOGIA
Universitat de Barcelona-CSIC

1 9 8 9

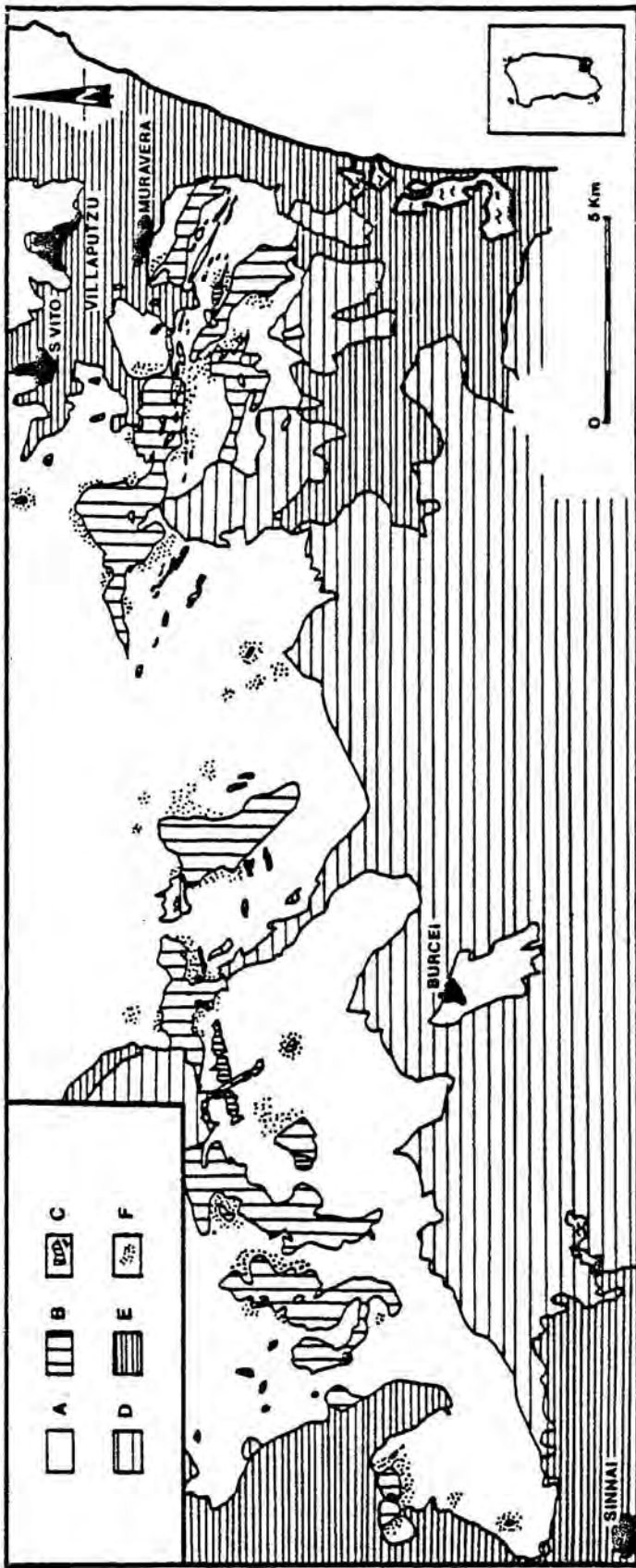
BIBLIOTECA DE LA UNIVERSITAT DE BARCELONA



0700051702

12.- Conclusiones sobre la geología del Sarrabus

13.- Situación del Sarrabus en el contexto de los materiales paleozoicos de la isla de Cerdeña



También existen depósitos de pillow-breccia pero son volumétricamente mucho menos importantes. Los cuerpos exógenos aparecen intercalados en diferentes niveles de la secuencia siliciclástica, pero con una clara preferencia hacia el techo de ésta; de todos modos hay cuerpos que corresponden al menos al Silúrico medio.

La edad de los materiales paleozoicos no está clara para toda la sucesión siliciclástica. Los carbonatos (en facies condensadas y reducidas) del techo de la secuencia han suministrado faunas correspondientes al lapso de tiempo Silúrico Superior-Devónico Superior. Es razonable pensar que los materiales siliciclásticos suprayacentes (Unidad Detrítica Superior del Sarrabus) correspondan al menos en parte al Carbonífero.

Por lo que se refiere a la base de la secuencia, con los escasos datos disponibles podemos pensar en que corresponda al Ordovícico medio-superior, principalmente por comparación con las faunas de braquiópodos y equinodermos conocidos en el contexto regional. En todo caso, buena parte del tramo central de la secuencia siliciclástica tiene una edad Silúrica ampliamente documentada (faunas de graptolites).

Los cuerpos ácidos exógenos aparecen intercalados entre los materiales sedimentarios a lo largo de toda la secuencia siliciclástica, y los intrusivos llegan a atravesar toda esta secuencia (principalmente en el sector oriental). Por lo tanto, se puede resumir que se trata de cuerpos heterócronos, hecho que confirma la existencia (ya indicada por CALVINO, 1963) de un volcanismo ácido pluriepisódico a lo largo de toda la historia del relleno de la cuenca sedimentaria paleozoica.

El volcanismo ácido es de tipo calcoalcalino y tiene un claro carácter anorogénico. El emplazamiento de los materiales volcánicos en la cuenca aparece controlado por la existencia de dos familias de fracturas de zócalo de direcciones NW-SE y E-W, respectivamente. El ascenso de los magmas se ha producido en concomitancia con periodos distensivos, y el emplazamiento y distribución de los diferentes tipos de cuerpos ígneos (domos, diques, etc.) ha sido directamente controlado por la interacción de la situación geotectónica regional (variable a lo largo del periodo de relleno de la cuenca) con las dos citadas familias de fracturas.

Como es lógico, esta última observación implica que las fracturas de zócalo se han manifestado externamente de una forma reiterada sobre los materiales siliciclásticos superficiales, más o menos consolidados. Este proceso ha originado la continua compartimentación de la cuenca siliciclástica en un sistema de pequeños horsts y grabens, y la génesis de toda una serie de depósitos propios de sedimentación en pequeños taludes inestables

(deslizamientos sinsedimentarios, depósitos de debris-flow, acúmulos de brechas de intraclastos, etc.).

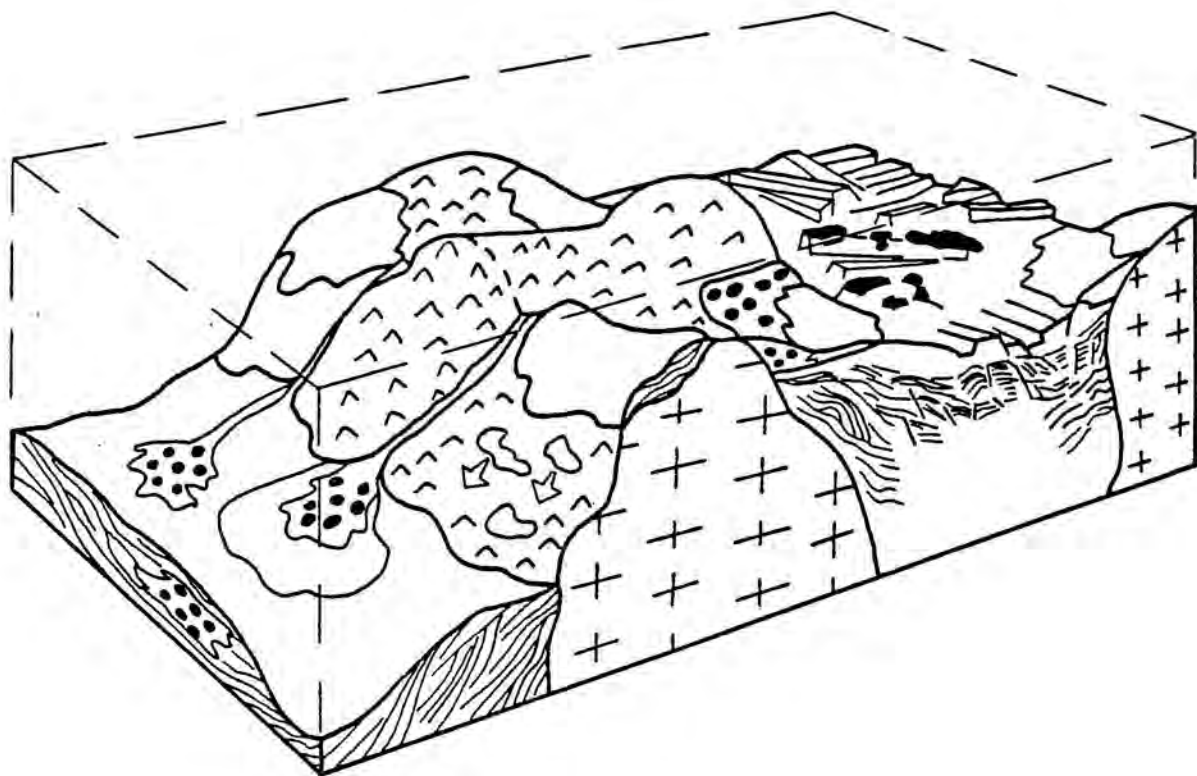
La cartografía detallada de estos depósitos y de los sedimentos químicos formados por precipitación a partir de sistemas hidrotermales drenados por las fracturas sinsedimentarias (exhalitas silíceas) permite conjuntamente con el estudio del volcanismo el trazado de las fracturas sinsedimentarias y la reconstrucción paleogeográfica de la cuenca en cada momento de su evolución.

Contrariamente a lo que pudiera pensarse a priori, la acción de las fracturas sinsedimentarias raramente ha producido profundizaciones importantes en la somera cuenca paleozoica. Estas sólo se han producido hacia el techo de la secuencia, y las microcuencas más profundas así creadas fueron rápidamente obliteradas, principalmente con materiales de tipo turbidítico.

Probablemente esto es debido a que la mayor parte de la porción de cuenca estudiada estaba encerrada y protegida por una asociación de domos ácidos. Este hecho es especialmente visible en el sector occidental, donde se produce una notable profundización de la cuenca a partir de la alineación de domos del sector al oeste de Punta Serpeddi (véase la fig. 204) y también puede reconocerse con claridad en el tránsito hacia el Gerrei (hacia el norte) en la porción centrooccidental del Sarrabus. Un fenómeno análogo parece producirse entre el suroeste (cuenca somera) y el norte (cuenca más profunda) del domo de Genn'Argiolas en el Sarrabus Centrooriental, pero la peor calidad de los afloramientos impide extraer más conclusiones.

La profundización de la cuenca hacia el sector occidental ha provocado la formación de importantes discordancias angulares de origen sinsedimentario, directamente relacionables con el emplazamiento de los domos y la consecuente desestabilización de los materiales sedimentarios inconsolidados provocada por el ascenso de dichos domos.

De hecho, existen numerosas discordancias de origen sinsedimentario en el seno de la secuencia siliciclástica, asociadas tanto a los cuerpos ácidos como a la manifestación en superficie de las fracturas de zócalo que han controlado su emplazamiento. Dado que estas fracturas han actuado (a pulsaciones) a lo largo de todo el relleno de la cuenca, las discordancias sinsedimentarias (en general pequeñas y de escasa continuidad lateral) aparecen a lo largo de toda la secuencia siliciclástica. Algunas de estas discordancias han sido atribuidas a un hipotético orógeno "caledónico" ("Discordancia Sarrabese"), del que obviamente no hemos podido hallar ninguna evidencia.







- 
1
- 
2
- 
3
- 
4

Fig. 204.- Esquema geológico inspirado en el Sarrabus Occidental, en el que se observa el tránsito entre la zona de plataforma somera protegida por los domos ácidos del sector del Serpedi-Monte Tronu hacia la cuenca más profunda (en el sector más occidental del Sarrabus). Nótese la existencia de importantes discordancias angulares sinsedimentarias asociadas al talud occidental de los domos.

Leyenda: 1/ Domos ácidos. 2/ Materiales siliciclásticos. 3/ Rocas epiclásticas, producto de la erosión de los domos. 4/ Exhalitas silíceas.

Por lo que se refiere al sentido general de paleoaporte de los materiales siliciclásticos, podemos señalar la existencia de una tendencia general desde el norte hacia el sur. Sin embargo, esta tendencia es claramente afectada por el emplazamiento de los domos ácidos del sector occidental (véase fig. 205), de modo que se observa la existencia de una tendencia a paleoaportes centrífugos a partir de los domos. Esta es la consecuencia lógica del emplazamiento de los domos simultáneamente al depósito de los materiales siliciclásticos.

Esta tendencia se observa también en los domos del sector oriental, y singularmente alrededor del domo de Genn'Argiolas; en el extremo suroriental de la zona estudiada carecemos de información precisa, debido tanto al escaso afloramiento de materiales siliciclásticos como a los metamorfismos de contacto superpuestos. Finalmente, en el sector central se observa que el domo de Rocca Arricelli es claramente secante a la tendencia general de paleoaportes de los materiales en el sector meridional, confirmando su claro carácter intrusivo en dicho sector.

Por lo que se refiere a la estructuración de los materiales durante el desarrollo de la orogenia hercínica, la porción de cuenca estudiada no presenta ningún tipo de evidencia en este sentido, e incluso las intrusiones de granitoides tardihercínicos se han emplazado sin mayores distorsiones y/o deformaciones en la secuencia sedimentaria, aparte del desarrollo de una vistosa aureola de metamorfismo de contacto. En consecuencia, podemos descartar totalmente tanto la existencia de un "anticlinal y un sinclinal del Sarrabus" (TEICHMULLER, 1931) como las diferentes interpretaciones aloctonistas realizadas en los últimos años.

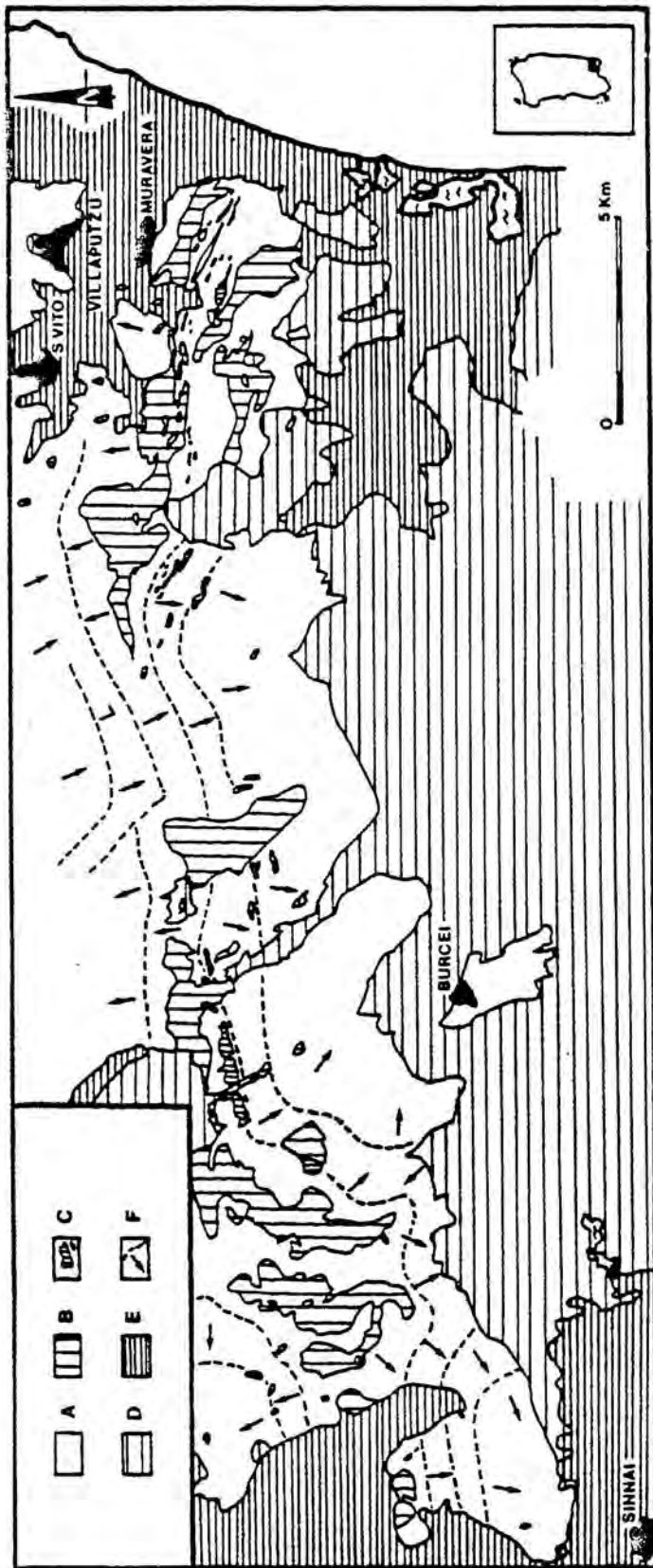


Fig. 205.- Mapa de sentidos de paleoaporte de los materiales siliciclásticos en la cuenca paleozoica del Sarrabus. Nótese las distorsiones generadas en la tendencia general por la presencia de domos ácidos de grandes dimensiones.

Leyenda: a/ Materiales de la plataforma siliciclástica paleozoica. b/ Domos ácidos de dimensiones kilométricas, y principales cuerpos de lavas incluidos en la secuencia siliciclástica. c/ "Quarziti del Sarrabus". d/ Granitoides tardihercínicos. e/ Materiales post-carboníferos. f/ Sentidos de paleoaportes de los materiales.

En este sentido, hay que señalar que por lo que se refiere a la Fm. Arenaria de San Vito, ya han quedado ampliamente expuestas (cap. 10.2.) las limitaciones con las que en nuestra opinión debería utilizarse esta unidad litoestratigráfica.

Con independencia de lo que puedan dar de sí estudios detallados para su redefinición en el sector oriental (alrededores de San Vito, vertiente nordeste de Genn'Argiolas, etc.), es seguro que en el sector occidental CALVINO (1960) incluyó dentro de esta formación a materiales que están dispuestos estratigráficamente sobre los domos ácidos, cuya edad debe de ser consecuentemente por lo menos Caradoc (y en algunos casos mucho más moderna). Este error ha sido recogido y exagerado en los trabajos más recientes, y ha creado una confusión aún mayor cuando se ha pretendido la correlación de la Fm. Arenaria de San Vito con la Arenaria de Solanas, por lo que urge poner en claro que hay que abandonar su uso generalizado.

13.- Situación del Sarrabus en el contexto de los materiales paleozoicos de la isla de Cerdeña y del Mediterráneo Noroccidental.

13.1.- Situación en el contexto de la isla de Cerdeña.

En la isla de Cerdeña sólo se tiene la certeza de la presencia de materiales cámbricos en su extremo suroeste (Iglesiente-Sulcis). Estos materiales consisten principalmente en una potente plataforma carbonática intercalada entre dos sucesiones siliciclásticas. La presencia de afloramientos de materiales infracámbricos no se puede descartar, pero en todo caso se trataría de los que aparecen en la base de la citada secuencia, por debajo de los primeros niveles fosilíferos, y atribuibles a todos los efectos al mismo ciclo sedimentario.

Durante mucho tiempo muchos investigadores han especulado acerca de la posible existencia de materiales cámbricos en el resto de la isla. A fines del siglo pasado en la época de explotación de las minas de plata del Sarrabus este interés se centraba principalmente en la búsqueda de la prolongación de la plataforma carbonática, y en especial del "Metallifero", por su reconocida riqueza en Pb, Zn, Ag, etc. En este sentido tenemos que interpretar la obsesión de los autores de inicio de siglo en localizar el techo de la sucesión cámbrica en el Sarrabus (véase por ej. los trabajos de Testa, citados en el cap. 8.).

Ya en tiempos modernos fue gradualmente aceptada la idea de la posible desaparición de los materiales carbonáticos, que lateralmente podrían dar lugar a materiales siliciclásticos formados a batimetrías más profundas. Este concepto aparece en la geología sarda precisamente a partir de los trabajos de Calvino en el Sarrabus, pero sería COCOZZA (1972) quien definitivamente lo impondría con su modelo de "cuenca externa" y "cuenca interna" para los materiales paleozoicos del Sarrabus, en la línea de otros similares que ya habían propuesto en otros segmentos del orógeno hercínico europeo (y en especial en el Macizo Ibérico) autores de varias escuelas.

A partir de ese momento los segmentos SW y SE de la isla fueron relacionados a partir de la existencia de dos discordancias que corresponderían aproximadamente al tránsito Cámbrico/Ordovícico, la "Sarda" en el Iglesias-Sulcis (emplazada entre la Fm de Cabitza y la "Puddinga Ordoviciana") y la "Sarrabese" definida por Calvino a partir de sus trabajos en el Sarrabus; en la interpretación de Calvino ambas discordancias corresponderían a una manifestación del orógeno caledónico en el sur de la isla de Cerdeña y serían probablemente isócronas.

La existencia de una importante discordancia angular de origen orogénico en la base de la secuencia paleozoica del suroeste europeo tiene que ser interpretada en el contexto de toda una tradición geológica muy arraigada (la de la escuela de Stille) que aceptaba la existencia de una fase sarda del orógeno caledónico en el tránsito del Cámbrico al Ordovícico en el sudoeste de Cerdeña. Esta "fase sarda" hizo fortuna y diferentes autores han discutido durante decenios su existencia en otros sectores del orógeno hercínico, como el Macizo Ibérico y el sur de Francia.

En la actualidad la misma "Discordancia Sarda" original está siendo cuestionada, al menos en el sentido clásico del término.

GANDIN & PILLOLA (1985) ya señalan que la parte superior de la Fm de Cabitza presenta faunas con Dictyonema, trazas atribuibles a Oldhamia y acritarcos, todos ellos fósiles atribuibles al Ordovícico inferior. BARCA et al (1987) concretan que se trata, al menos en parte, de materiales depositados durante el Tremadoc; las faunas de trilobites confirman plenamente estas apreciaciones, hallándose bien representados todos los términos del Cámbrico y el Ordovícico Inferior en buena continuidad (PILLOLA, 1985, com. personal).

Por lo tanto, a la luz de las nuevas dataciones la "Puddinga Ordovíciana" no sería sino un tránsito lateral de la Fm de Cabitza, una vez eliminado el pretendido "gap" estratigráfico entre ambas; el carácter pretendidamente orogénico de la discordancia queda totalmente desvirtuado. A nuestro entender este tipo de tránsito lateral de facies es el reflejo de la existencia en el Iglesias-Sulcis de una tectónica distensiva sinsedimentaria análoga a la existente en el Sarrabus.

La existencia de una tectónica sinsedimentaria en el seno de los materiales carbonáticos cámbricos es conocida desde antiguo. VALERA (1967 b) ya señaló que la sedimentación de los materiales carbonáticos cámbricos había sido influida por una de las dos familias de fracturas de zócalo conocidas en el Sarrabus, en concreto la de dirección NW-SE.

Con posterioridad, la existencia de una tectónica distensiva sinsedimentaria activa (con pulsaciones) desde el Cámbrico Inferior hasta el Cámbrico Medio-Superior ha sido reiteradamente citada (BECHSTADT et al. 1984, BONI et al. 1981, BONI 1985, CANARANTE et al. 1981; GANDIN 1985); una acentuación de la citada actividad tectónica podría explicar perfectamente el desmoronamiento de la plataforma carbonática cámbrica y el tránsito desde la Fm de Gonnosa al "Calcare nodulare" de la base de la Fm de Cabitza (GANDIN 1985).

A título de comparación, el desmoronamiento de la plataforma carbonática jurásica circunmediterránea se produjo en un contexto

anorogénico (márgenes continentales pasivos) durante el Lias. En este ejemplo del Mesozoico, las condiciones geodinámicas parecen suficientemente claras: régimen distensivo generalizado en sentido E-W (manifestado por la ligera diacronía de las discordancias) como respuesta a un proceso de orden mayor, cual fue la apertura del Atlántico septentrional en sentido norte-sur (GARCIA HERNANDEZ et al. 1976, 1980; AZEMA et al. 1981, etc.).

Existe un consenso general en considerar a los materiales postcámbricos del extremo SW de la isla como sensiblemente comparables a los situados al este del graben del Campidano, excepto por lo que se refiere a una menor proporción de productos volcánicos; nuestras observaciones confirman plenamente estas impresiones.

La existencia de evidencias de tectónica distensiva sinsedimentaria en los materiales paleozoicos situados al norte del Sarrabus es conocida indirectamente desde antiguo. TEICHMULLER (1931) ya señaló la existencia de litofacies propias de sedimentación generada en taludes inestables en los materiales carbonáticos de S. Nicolò Gerrei; SCHNEIDER (1974) confirmó y amplió estas observaciones.

LEHMANN (1975) señaló lo propio en los materiales de los alrededores de Brecca; en el sector central de la isla los trabajos de MINZONI (1972, 1986 b) han hecho lo mismo, confirmando ya explícitamente la existencia de tectónica distensiva sinsedimentaria, y en todos los trabajos de la escuela de Carmignani la presencia de volcanismo básico alcalino es interpretada como el producto de un notable adelgazamiento cortical en condiciones distensivas. Por lo tanto, podemos señalar que en sentido amplio la tectónica distensiva sinsedimentaria también ha sido reiteradamente reconocida al este del graben del Campidano.

La presencia del volcanismo ácido submarino en varios episodios a lo largo del relleno de la cuenca paleozoica es bien conocido desde antiguo. Podemos recordar por ej. que POMESANO-CHERCHI (1960) ya había correctamente datado las facies efusivas del Gerrei septentrional ("porfiroidi") como correspondientes al Silúrico Superior mediante las intercalaciones sedimentarias no metamorfizadas y fosilíferas que contenían.

La existencia de una heterocronía entre "porfidi bianchi e grigi del Sarrabus" y los "porfiroidi" aflorantes más al norte se considera sólidamente establecida a partir de los trabajos de Calvino, a pesar de que este autor señala que los segundos se podrían haber formado por deformación y transformación metamórfica de los primeros. Los trabajos de los investigadores del Istituto di Giacimenti Minerari de Cagliari en el sector central de la isla confirman la existencia de un volcanismo ácido submarino que se prolonga hasta el Devónico (GARBARINO et al. 1982, 1984, etc.).

Por lo tanto, no es de extrañar que también en el Sarrabus este volcanismo ácido calcoalcalino presente un carácter pluriépisódico, y el modelo geotectónico en que hay que enmarcar la evolución de los materiales paleozoicos sardos debe ser capaz de suministrar una explicación de porqué se da este hecho.

No es el objeto de esta tesis el discutir el modelo aloctonista propuesto para el paleozoico sardo por la escuela de Carmignani. Sin embargo, hay que mencionar algunas notables contradicciones entre la reconstrucción geológica efectuada en el Sarrabus y el citado modelo; el objeto de estas puntualizaciones es denunciar premisas del modelo general que manifiestamente no se cumplen en el sureste de la isla.

En primer lugar, la definición de la "Unidad de Genn'Argiolas" está basada en unos criterios litoestratigráficos y tectónicos que no parecen válidos. Los "porfidi grigi" son principalmente cuerpos intrusivos discretos, de tipo domo (y consecuentemente, sin continuidad lateral), lo que los invalida como una unidad litológica con valor cronoestratigráfico.

Estos domos afloran tanto en el Sarrabus como en el Gerrei meridional, al norte del "cabalgamiento de Villasalto" (por ej., Monte Perdosu de S.Vito). Si este cabalgamiento tuviera la flecha de desplazamiento, edad y características que se le suponen, mal se entendería cómo los domos ácidos lo podrían atravesar, o en todo caso aparecer (y con los mismos controles estructurales) en la unidad o unidades infrayacentes, a las que se supone propias de una zona muy lejana a la Unidad de Genn'Argiolas antes del desarrollo de la tectónica hercínica.

Las rocas volcánicas aflorantes al norte del "cabalgamiento de Villasalto" son muy semejantes por condiciones de yacimiento y controles tectónicos a las del Sarrabus (se conocen incluso afloramientos de "quarziti"); los domos son además sinsedimentarios como los del Sarrabus, ya que presentan cuerpos de rocas epiclásticas asociados intercalados entre los materiales silici-clásticos. Mal se entiende, si se hubiera producido un apilamiento de mantos de cabalgamiento, en virtud de que capricho geométrico se habría conservado la misma disposición de las estructuras (de los domos tectónicamente controlados en su emplazamiento) en las sucesivas unidades superpuestas.

Por lo que se refiere a los basaltos alcalinos, son igualmente semejantes los reconocidos en el Sarrabus a los que afloran al norte del "cabalgamiento de Villasalto", por más que unos y otros no aparezcan bien representados en los modelos tectónicos.

Finalmente, la "Arenaria de S.Vito" no aparece implicada en un gran pliegue tumbado al norte del domo intrusivo de Genn'Argiolas, ni tiene la edad que se le ha atribuido, ni existen los

cabalgamientos que han sido citados al sur del "cabalgamiento de Villasalto". En resumen, los materiales aflorantes al sur del "cabalgamiento de Villasalto" tienen todas las características de un autóctono, y los situados al norte parecen confirmarlo plenamente.

En los últimos años se ha hecho del "cabalgamiento de Villasalto" uno de los dogmas de la geología del paleozoico sardo. Sin embargo, las observaciones realizadas en el Sarrabus cuestionan mucho la entidad (e incluso la misma existencia como tal) del citado cabalgamiento.

No está de más el recordar que el citado cabalgamiento no ha sido documentado paleontológicamente sino por meros criterios de correlación litológica (más que cuestionables, después del trabajo realizado en el Sarrabus) y que las descripciones de TOSO (1897), CAPPÀ (1897), TEICHMÜLLER (1931), ANGERMEIER (1964) y SCHNEIDER (1974) están en franca contradicción con la interpretación aloctonista actual y coinciden plenamente con los resultados (litologías, tectónica distensiva sinsedimentaria, tránsitos laterales de facies, etc.) con el modelo de evolución geológica desarrollado en el Sarrabus.

Nuestras propias observaciones en el sector oriental (sector comprendido entre Genn'Arrela y el Tirreno) han permitido reconocer una situación de paleovolcanismo compleja (diques ácidos, coladas espilitizadas, breccia-pipes, existencia de deformaciones y recristalizaciones en los sedimentos carbonáticos inconsolidados) pero que no coincide en absoluto con la traza del citado "cabalgamiento de Villasalto" ni con sus supuestas características tectónicas.

La presencia de volcanismo básico alcalino ha sido interpretada dentro del modelo elaborado por la escuela de Carmignani (CARMIGNANI et al. 1979 b) como propio de una zona de máxima distensión en la "cuenca interna" más subsidente, previo a la colisión continental y el desarrollo ensiálico del orógeno hercínico. La presencia de estas rocas alcalinas en unidades correspondientes a la zona más externa de la "cuenca externa" (véase la discusión de los párrafos anteriores) al este del graben del Campidano cuestiona la misma zonación del orógeno.

En efecto, si el vulcanismo alcalino fuera propio únicamente de la "cuenca interna", es evidente que su ubicación no coincide totalmente con la propuesta hasta la actualidad. Si por el contrario el vulcanismo básico alcalino (acompañado como se vio de prolongada subsidencia) también apareciera en sectores de la "cuenca externa", la zonación del orógeno sería sensiblemente más compleja y diferente de lo indicado en el modelo.

De hecho, esta no es la única aparente contradicción del modelo de colisión continental propuesto por CARMIGNANI et al.

(1979 b). Faltan las evidencias geológicas necesarias para poder sostener un modelo de esas características: presencia de metamorfismo propio de condiciones de alta presión, identificación correcta de la zona de sutura de las dos microplacas continentales, evolución consecuente del magmatismo sin- y tarditectónico (granitoides hercínicos; véase por ej. al respecto el trabajo de MATTE (1986) sobre el orógeno hercínico europeo), etc.

Sin estas bases, se trata de un modelo muy especulativo, fundamentado únicamente en la existencia de una serie de cabalgamientos (sobre cuya validez no entramos a discutir aquí) y de un potente paquete de materiales poco estudiados y sin datar atribuidos indiscriminadamente a un "Postgotlandiano" que haría las veces de un flysch hercínico.

Desde el punto de vista petrogenético, el modelo citado (CARMIGNANI et al. 1979 b, 1982 a, etc.) es totalmente insatisfactorio de cara a la explicación de la existencia de un magmatismo ácido calcoalcalino pluriepisódico durante el Paleozoico, y de las diferentes coincidencias espacio-temporales de dicho magmatismo con otro básico de carácter alcalino.

Considerando globalmente el sector sur de la isla de Cerdeña existen otras contradicciones muy patentes con el modelo aloctonista. El hecho de que las dos porciones de la isla que hoy en día aparecen separadas por la fosa tectónica del Campidano estén afectadas por las mismas lineaciones tectónicas indica (dada la edad de estas lineaciones, comentada más arriba) que la citada fosa tectónica es una estructura moderna superpuesta a fracturas antiguas, y que aunque no podemos descartar que las fracturas de dirección NW-SE que la limitan hayan tenido en parte una componente en dirección, no han servido para poner en contacto terrenos procedentes de ámbitos paleogeográficos muy distantes, o en todo caso muy diferentes. Por tanto, es válido afrontar el estudio de su evolución estructural y yacimentológica conjuntamente.

El rasgo común de la evolución de los materiales paleozoicos del sur de la isla de Cerdeña es la persistencia (con pulsaciones) de episodios distensivos desde el Cámbrico inferior hasta el momento del desarrollo del orógeno hercínico. Estos episodios distensivos se desarrollan sobre una corteza continental que presumiblemente sufrió adelgazamientos importantes, pero sin llegar a alcanzar las condiciones de oceanización. De todas maneras, estos episodios distensivos influyeron en gran medida en la evolución de las cuencas sedimentarias.

Así, en el Iglesias-Sulcis la instauración de la plataforma carbonática cámbrica, producida en un contexto climático (paleolatitud) favorable se produjo gradualmente, y con interrupciones debido a las interferencias de tipo tectónico, se desarrolló únicamente en un sector geográficamente muy limitado. proba-

blemente por el mismo tipo de condicionantes regionales (diferencias muy importantes de subsidencia de un sector a otro; se trataría de un bloque aislado tectónicamente similar al modelo "Bahamas" actual) y finalmente se desmoronó en un proceso muy análogo al sufrido por las plataformas carbonáticas jurásicas del ámbito mediterráneo, por el efecto de la tectónica distensiva que provocó un aumento importante en la profundidad de la cuenca (depósito del "Calcare Nodulare" y facies de tipo "griotte" asociadas) y la destrucción de los nichos ecológicos de los organismos bioconstructores.

En este contexto, la compartimentación de la cuenca en horsts y grabens inducida por la tectónica distensiva conlleva la creación de discordancias intraformacionales, de origen tectónico (o mejor dicho, tectono-sedimentario) pero anorogénico, así como cambios bruscos en los depósitos sedimentarios (turbiditas, depósitos de talud con deslizamientos intraformacionales, brechas de intraclastos, etc.).

Con posterioridad las condiciones necesarias para la formación de una plataforma carbonática análoga a la cámbrica no se desarrollaron, ya sea por ausencia de organismos bioconstructores (principalmente condicionantes de tipo climático) o por ausencia de un substrato adecuado (un bloque elevado más o menos extenso y estable, subacuático y con el fondo en zona fótica), o por carencia de ambos factores.

En consecuencia, la morfología de la cuenca sedimentaria estuvo directamente condicionada por la actividad tectónica sinsedimentaria y, ya en el sector SW, por la existencia del bloque cámbrico que habiendo permanecido más o menos estable y elevado podía constituir una base de apoyo para la progradación de nuevos sedimentos. En los momentos en los que el ambiente geotectónico era predominantemente distensivo se produjo un mayor ascenso de magmas, tanto calcoalcalinos como en menor grado (ya que nunca se produjeron las condiciones de oceanización) alcalinos.

Los materiales volcánicos contribuyeron localmente tanto a homogeneizar el relieve del fondo de la cuenca marina (coladas) como a acentuar sus desigualdades (grandes domos), condicionando en todo caso la sedimentación siliciclástica sinmagnética. Estando lejos de un paleocontinente, este volcanismo aportó la mayor parte de los aportes detriticos gruesos no constituidos por brechas de intraclastos de los materiales siliciclásticos. La plataforma siliciclástica se mantuvo en condiciones más o menos someras, aunque en algunos sectores (de los cuales aún no se conoce a ciencia cierta la extensión real a escala de la isla) pudo existir en algunos momentos una profundización más notable de la cuenca, profundización que normalmente va asociada a la existencia de depósitos turbidíticos.

En resumen, a nuestro entender el estado actual de los conocimientos sobre el Paleozoico sardo permite excluir para el sur de la isla la existencia de importantes cabalgamientos, y ya en la escala de la microplaca sardo-corsa la hipotética existencia de un mecanismo "en acordeón" de desarrollo geosinclinal precarbonífero y colisión continental durante el desarrollo del orógeno hercínico del tipo propuesto por CARMIGNANI et al. (1979).

Esta afirmación no implica obviamente la inexistencia de cabalgamientos en el sector central y septentrional de la isla, ámbito en el que nuestras observaciones han sido muy reducidas y carecemos de elementos de juicio para pronunciarnos. Por el contrario, además de lo señalado en el Sarrabus sí podemos señalar que en el sector de la isla situado al SW del graben terciario del Campidano que la generalización de una estructura de cabalgamientos afectando a los materiales del Paleozoico medio y superior está totalmente injustificada en los sectores de Monte Linas (al oeste de Villacidro), Monte Arcuentu-Capo Frasca (al noroeste de Guspini) y en los alrededores de Miniera S. Leone (al oeste de Capoterra), zonas en las que actualidad trabajan varios equipos de investigadores, y en las que previsiblemente en breve existirán nuevos trabajos publicados.

Finalmente, existen dos aspectos generales del modelo aloctonista propuesto para el Paleozoico sardo que merecen ser comentados, cuales son la existencia de un postpaís y la aparición precoz de una virgación en la cadena orogénica.

No parece lógico el postular la existencia de un postpaís para la cadena hercínica (véase CARMIGNANI et al. 1979 b), no tan sólo por la carencia objetiva de argumentos y el carácter meramente especulativo de tal hipótesis, sino por el hecho objetivo que el orógeno hercínico europeo se presta poco a un modelo tectónico tan simplista. Es un hecho bien conocido que la cadena hercínica presenta un claro carácter bipolar, por ej. típicamente en el Macizo Ibérico, y que extensas zonas de orógeno (incluso en la zona axial de éste, por ej., extensos sectores de la Zona Centroibérica en el Macizo Ibérico) pueden aparecer absolutamente exentas de deformación; de modo que con los limitados afloramientos paleozoicos del bloque sardo-corso parece imposible aventurar la existencia de antepaíses y postpaíses.

Por lo que se refiere a la existencia de una virgación hercínica durante el desarrollo de la primera fase, no tiene parangón en otros sectores del orógeno hercínico europeo, donde este tipo de estructuras suelen ser muy tardías (por ej., la virgación asturo-armoricana) y suelen ir acompañadas del desarrollo de grandes fracturas de dirección en la zona de intradós de la virgación. Estas características sin duda no se dan en el caso sardo, lo que es sorprendente.

13.2.- Situación en el contexto del Mediterráneo Norooccidental.

Existe un consenso general sobre el hecho de que la microplaca sardo-corsa estuvo adosada a la europea, a partir de la cual se desgajó y rotó durante el Terciario. El problema de la reconstrucción geométrica de la antigua disposición paleogeográfica no está totalmente resuelto, a pesar de los notables intentos realizados (véase por ej. el trabajo de JULIVERT, 1978). Ello es debido probablemente a que debemos clarificar más los efectos de la tectónica alpina en el área circunpirenaica antes de poder afrontar las reconstrucciones.

Las correlaciones clásicas han sido efectuadas desde el trabajo de GEZE (1949) con la Montagne Noire, debido a la existencia de una buena sucesión fosilífera cámbrica bien datada. Sin embargo, ni en la Montagne Noire, ni en los Pirineos Centroorientales ni aún menos en el extremo septentrional de las Cadenas Costeras Catalanas existen intercalaciones carbonáticas que puedan ser comparadas con la plataforma carbonática cámbrica del Iglesias-Sulcis, ni por lo que se refiere a la edad ni a la potencia, ni al tipo de mineralizaciones estratiformes asociadas.

Es más similar en muchos aspectos la sucesión carbonática cámbrica de la Zona Cantábrica en el Macizo Ibérico a la sarda que las existentes en las zonas próximas del Mediterráneo Norooccidental. Ello es lógico si tenemos en cuenta la distribución paleogeográfica general de los materiales hercínicos europeos, y el contexto paleogeográfico (simplificando mucho, tipo "Bahamas") previsible para la plataforma cámbrica sarda.

Puestas así las cosas y ante la ausencia de un substrato metamórfico prehercínico en Cerdeña y la similitud general de litofacies, para comparar la microplaca sardo-corsa con los materiales paleozoicos europeos tendremos que fijar nuestra atención en las discordancias sinsedimentarias y en el volcanismo.

La cuestión de las discordancias "sardas" tiene una gran tradición en Europa. En el Macizo Ibérico tal discordancia ha sido mencionada desde los trabajos de Lotze, y en algunos sectores, como por ej. el sinclinal de Tamames se conoce desde antiguo la existencia de varias discordancias locales superpuestas. RIBEIRO et al. (1979) han descrito pliegues de fase sarda en la zona Centroibérica del Macizo Ibérico que, restituidos a la situación prehercínica resultan ser pliegues "en cofre", bastante laxo y atribuibles a la existencia de sinclinorios sinsedimentarios, que interpretan como reflejo de una tectónica de horsts y graben a nivel del zócalo precámbrico.

En este sentido, y enlazando con lo se ha dicho hasta aquí, es interesante señalar que BURG et al. (1981) han sugerido que la fase sarda en el Macizo Ibérico (que al igual que en Cerdeña, no generó estructuras menores penetrativas ni metamorfismo en la escala regional) pudo ser la consecuencia de un primer juego en dirección dextro a lo largo de la falla transformante intercontinental Tomar-Badajoz-Córdoba.

En el Pirineo Oriental se conoce desde el trabajo de SANTANACH (1972) la existencia de una discordancia de edad infra-Caradoc, interpretada como producto de grandes abombamientos de las series de cobertura del Paleozoico inferior producido en función de reajustes en el zócalo precámbrico; esta discordancia ha sido recientemente confirmada en el trabajo de MUÑOZ (1985).

Los trabajos de diferentes autores franceses, principalmente pertenecientes a equipos de investigación minera del BRGM, han señalado la existencia de diferentes discordancias en el seno de la serie paleozoica del los Pirineos Centrales, generadas en relación con la existencia de tectónica distensiva sinsedimentaria (BOIS et al. 1976; POUIT 1978; POUIT & ALSAC 1978; BRAUX et al., 1979, etc.). Estas discordancias sinsedimentarias aparecen en diferentes niveles estratigráficos a lo largo de toda la secuencia del Paleozoico Medio-Superior del Pirineo Centrooriental, y llevan asociadas en varias ocasiones manifestaciones magmáticas, tanto ácidas como básicas.

En el Montseny, ASHAUER y TEICHMULLER (1935) ya señalaban la existencia de diferentes discordancias prehercínicas en los materiales paleozoicos, discordancias que aunque han sido ignoradas por los trabajos de revisión y síntesis modernos (JULIVERT & MARTINEZ 1980, JULIVERT & DURAN 1983, etc.) han podido ser reconocidas y caracterizadas sedimentológicamente análogamente a las de Cerdeña; otro tanto podemos decir de su existencia en Les Gavarres (SOLE 1986). La existencia de una tectónica distensiva sinsedimentaria en los materiales paleozoicos de las Cadenas Costeras Catalanas ya ha sido señalada en GIMENO (1985) y ampliamente confirmada en el trabajo de CARMONA (1987).

En resumen, podemos decir que los datos que avalan la existencia de discordancias en el seno de los materiales del Paleozoico inferior y medio en Europa Sudoccidental son ya bastante numerosos, y podríamos enumerar una lista de referencias mucho más extensa. Obviamente, existen discordancias (por ej., la "sarda" de las zonas Centroibérica y de Ossa Morena en el Macizo Ibérico) que parecen tener una extensión mayor; pero incluso en estos casos cabe matizar que a medida que son estudiadas con mayor detalle las diferentes regiones afectadas se descubren nuevos datos (dataciones paleontológicas, superposición de discordancias en una misma región, etc.) que permiten afirmar la

existencia de diacronías y subdivisiones en discordancias que anteriormente habían sido consideradas unitarias.

La mayor parte de estas discordancias están relacionadas con tectónica distensiva, en muchos casos con vulcanismo, y en su mayor parte carecen de los rasgos que nos permitirían asociarlas con el desarrollo de orógenos (importante desarrollo regional de estructuras menores penetrativas, de metamorfismo, tasas de acortamiento crustal significativas, etc.).

El vulcanismo ofrece poca información adicional sobre el contexto geotectónico en la mayoría de los casos, por lo menos mientras no se llegan a dar las condiciones de oceanización; en la mayor parte de los casos los estudios geoquímicos de estas rocas permiten caracterizarlas como calcoalcalinas postorogénicas, mientras que el orógeno posible de referencia (¿el assintico?) aparece excesivamente separado en el tiempo.

De ello podemos deducir que en nuestro ámbito geográfico de estudio no son aplicables para rocas tan antiguas modelos actualísticos, o por lo menos no se ha acertado hasta ahora en la comparación con fragmentos crustales que actualmente se hallen en un grado similar de evolución. Es interesante señalar que estudios geoquímicos de rocas del mismo rango de edades formadas en segmentos corticales ya bien constituidos en esos momentos (por ej., el sector norteamericano dentro del orógeno caledónico) sí admiten modelos actualísticos.

Por lo que se refiere a Europa Sudoccidental, es bien conocido que el sector donde se ha avanzado más en este tipo de modelos es el Macizo Ibérico (véase por ej. VAN DER MEER MOHR et al. 1981), y recientemente los Alpes (SASSI et al. 1985) y Francia (SANTALLIER et al. 1986). Los estudios petrológicos y estructurales demuestran que en sectores localizados de estas tres regiones existen episodios compresivos de tipo orogénico; estos episodios se desarrollaron en un contexto geotectónico caracterizado por la existencia de microplacas en diferentes estados de evolución.

Por lo tanto, no se puede descartar que en algún caso las discordancias presentes en los materiales paleozoicos tengan relación con compresión local debida al movimiento relativo de las diferentes microplacas, pero en la mayor parte de los casos, y en concreto en el del sur de Cerdeña la posibilidad más plausible es su relación con la existencia de distensiones locales, probablemente en relación con la existencia de fallas en dirección (lo que explicaría algunos de los comportamientos tectónicos descritos en el Sarrabus, véase cap. 7.1.) que debieron afectar a buena parte del espesor de la corteza, si atendemos a su reiterado juego a lo largo del tiempo.

Por lo que se refiere a las metalizaciones, podemos avanzar que aparecen relacionadas a las principales lineaciones tectónicas, ya que es obvio que éstas han sido las vías de ascenso privilegiadas de los metales hacia la superficie, y que las rocas ígneas han debido constituir en la mayor parte de los casos el "ascensor" de los stocks metálicos, independientemente de que aparezcan o no relacionados con éstas en las concentraciones finales. La acción combinada de las lineaciones tectónicas y el volcanismo puede explicar en el detalle la aparición de paragénesis minerales muy especializadas y la inexistencia o el solapamiento de zonaciones metálicas (véase caps. 15. y 20.).

INDICE GENERAL DEL TRABAJO

Agradecimientos.	1
1.- Resumen.	7
2.- Introducción. Planteamiento general del trabajo.	15

PRIMERA PARTE

3.- Situación geográfica y geológica.	19
4.- Estado de los conocimientos sobre los materiales paleozoicos del Sarrabus con anterioridad a este trabajo.	37
5.- Rocas sedimentarias.	59
5.1.- Situación general.	59
5.2.- Rocas siliciclásticas implicadas en deslizamientos sinsedimentarios.	61
5.3.- Rocas siliciclásticas formando parte de depósitos turbidíticos confinados tectónicamente.	103
5.4.- Rocas epiclásticas.	109
5.5.- Rocas silíceas.	129
5.6.- Rocas carbonáticas.	179
5.7.- Unidad Detrítica Superior del Sarrabus (UDS).	209
6.- Rocas ígneas.	221
6.1.- Texturas de desvitrificación en rocas ácidas. Petrografía y modelos genéticos.	221
6.2.- Interacción entre magmas de composición ácida (e intermedia) y sedimentos siliciclásticos parcialmente litificados en medio subacuático: litofacies resultantes.	225
6.3.- Fragmentación de los fenocristales durante la interacción de magmas ácidos y sedimentos inconsolidados. Génesis de hialoclastitas en la escala microscópica.	271
6.4.- "Quarziti del Sarrabus".	279
6.5.- Características petrográficas de los domos, diques, coladas e ignimbritas correspondientes al volcanismo ácido calcoalcalino del Sarrabus.	319

6.6.- Conclusiones sobre el paleovolcanismo ácido del Sarrabus.	325
6.7.- Pillow-lava: estado actual de los conocimientos, descriptiva general e implicaciones ambientales.	341
6.8.- El volcanismo básico del Sarrabus.	357
6.9.- Caracterización geoquímica de las rocas volcánicas del Sarrabus, e implicaciones geotectónicas.	375
6.10.- "Conglomerato de Monte Narba".	387
7.- Descripciones regionales.	399
7.1.- Características geológicas del Sarrabus Occidental. Sector Cuili Pruna-Punta Serpeddi-Monte Tronu-Monte Gennis. Implicaciones en el contexto regional.	401
7.2.- Características geológicas del Sarrabus Oriental (Sector comprendido entre Genn'Argiolas-Mar Tirreno).	423
7.3.- Características geológicas del Sarrabus Centro-Occidental. (Sector comprendido entre la transversal de Rocca Arricelli y los domos ácidos del Sarrabus Occidental (Monte Tronu, Bruncu Mauru Lecca, zona al oeste de Monte Genis, etc.)).	453
7.4.- Características geológicas del Sarrabus Occidental: Sector comprendido entre la transversal de Cuili Pruna-Monte Tronu y el Campidano.	489
7.5.- Características geológicas del Sarrabus Centro-Oriental. (Sector comprendido entre la transversal de Rocca Arricelli y Genn'Argiolas).	505
8.- Documentación existente sobre el contenido paleontológico de los materiales paleozoicos del Sarrabus.	517
9.- Síntesis litoestratigráfica del Sarrabus.	527
10.- Consideraciones geológicas generales.	529
11.- Trazado de las fracturas sinsedimentarias existentes en la cuenca.	534
12.- Conclusiones finales sobre la geología del Sarrabus.	542
13.- Situación del Sarrabus en el contexto de los materiales paleozoicos de la isla de Cerdeña.	550

SEGUNDA PARTE

14.- Tradición minera del Sarrabus, en el contexto histórico y socio-económico sardo.	563
15.- Descriptiva de las mineralizaciones.	583
15.1.- El "Filone Argentifero".	583
15.2.- Las mineralizaciones de sulfuros masivos estratiformes.	695
15.3.- Las mineralizaciones relacionadas con exhalitas silíceas.	703
15.4.- Las mineralizaciones asociadas al volcanismo básico.	731
15.5.- Otras mineralizaciones.	735
16.- Contribución de la geoquímica isotópica al conocimiento de los yacimientos del "Filone argentifero".	735
17.- Contribución de la geoquímica de las tierras raras contenidas en las fluoritas al conocimiento de los yacimientos del tipo "Filone Argentifero".	763
18.- Otros datos geoquímicos de interés.	767
19.- Contribución del estudio de las inclusiones fluidas al conocimiento de los yacimientos del tipo "Filone Argentifero".	771
20.- Conclusiones finales sobre los procesos metalogenéticos en el Sarrabus durante el desarrollo de la cuenca sedimentaria paleozoica.	779
20.1.- Conclusiones sobre el "Filone argentifero".	779
20.2.- Conclusiones sobre los depósitos de sulfuros masivos.	792
20.3.- Conclusiones sobre los otros tipos de mineralizaciones presentes.	792
20.4.- Modelo metalogenético propuesto para las mineralizaciones hidrotermales y Sedex intrapaleozoicas.	793
20.5.- Comentario del mapa metalogenético del Sarrabus, y posibilidades de realización de un mapa predictor de mineralizaciones para el Sarrabus-Gerrei.	801

TERCERA PARTE

21.- Yacimientos vulcanogénicos y yacimientos de tipo Sedex. Analogías y diferencias reconocidas en yacimientos fósiles y actuales.	807
22.- Aplicación de los modelos elaborados al ámbito del Mediterráneo Noroccidental (Pirineo Centrooriental, Cadenas Costeras Catalanas e isla de Cerdeña).	831
22.1.- Información general.	831
22.2.- Cadenas Costeras Catalanas.	833
22.3.- Pirineo Centrooriental.	854
22.4.- Isla de Cerdeña.	864
22.5.- Conclusiones finales sobre las mineralizaciones de tipo vulcanogénico y/o Sedex en el Mediterráneo Noroccidental (Cadenas Costeras Catalanas, Pirineo Centrooriental e isla de Cerdeña).	874
23.- Bibliografía.	883

Localización de las figuras.

Fig.	pág.	Fig.	pág.	Fig.	pág.
1	20	51	143	101	254
2	21	52	144	102	255
3	23	53	146	103	256
4	29	54	148	104	258
5	30	55	151	105	258
6	35	56	152	106	259
7	46	57	153	107	260
8	49	58	155	108	260
9	51	59	155	109	261
10	55	60	159	110	263
11	67	61	159	111	263
12	69	62	160	112	266
13	70	63	160	113	266
14	73	64	161	114	272
15	74	65	165	115	272
16	76	66	165	116	274
17	80	67	167	117	276
18	80	68	167	118	284
19	82	69	182	119	285
20	82	70	186	120	286
21	85	71	186	121	286
22	86	72	188	122	288
23	88	73	188	123	288
24	89	74	190	124	292
25	90	75	190	125	292
26	91	76	193	126	294
27	91	77	195	127	294
28	94	78	195	128	296
29	100	79	198	129	296
30	101	80	198	130	297
31	104	81	210	131	300
32	104	82	216	132	302
33	107	83	228	133	302
34	109	84	230	134	304
35	111	85	234	135	305
36	114	86	234	136	308
37	117	87	236	137	311
38	120	88	236	138	314
39	122	89	239	139	320
40	122	90	241	140	320
41	124	91	241	141	321
42	124	92	243	142	322
43	131	93	244	143	322
44	133	94	244	144	324
45	134	95	246	145	346
46	136	96	246	146	352
47	139	97	248	147	360
48	139	98	252	148	360
49	141	99	252	149	363
50	141	100	254	150	366

Fig.	pág.	Fig.	pág.	Fig.	pág.
151	.366	201	.528	251	.803
152	.368	202	.537	252	.806
153	.368	203	.543	253	.816
154	.370	204	.546	254	.832
155	.370	205	.548	255	.835
156	.380	206	.570	256	.836
157	.381	207	.571	257	.839
158	.384	208	.574	258	.840
159	.388	209	.584	259	.851
160	.392	210	.587	260	.852
161	.392	211	.592	261	.855
162	.393	212	.601	262	.858
163	.394	213	.612	263	.859
164	.394	214	.622	264	.861
165	.396	215	.630	265	.865
166	.400	216	.638	266	.869
167	.402	217	.647	267	.881
168	.406	218	.654		
169	.408	219	.660		
170	.414	220	.662		
171	.415	221	.666		
172	.418	222	.676		
173	.419	223	.682		
174	.421	224	.688		
175	.425	225	.707		
176	.427	226	.709		
177	.429	227	.711		
178	.433	228	.712		
179	.436	229	.716		
180	.445	230	.718		
181	.447	231	.732		
182	.449	232	.733		
183	.454	233	.734		
184	.457	234	.734		
185	.459	235	.739		
186	.462	236	.740		
187	.462	237	.745		
188	.467	238	.750		
189	.469	239	.752		
190	.474	240	.753		
191	.480	241	.754		
192	.491	242	.755		
193	.493	243	.758		
194	.498	244	.764		
195	.498	245	.773		
196	.501	246	.775		
197	.501	247	.776		
198	.508	248	.791		
199	.509	249	.794		
200	.512	250	.800		

SEGUNDA PARTE

"...i libri parlano sempre di altri libri
e ogni storia racconta una storia già
raccontata."

U. ECO, "Postille a *Il nome della Rosa*".

**14.- Tradición minera
del Sarrabus**

14.- Tradición minera del Sarrabus, en el contexto histórico y socio-económico sardo.

14.1.- Datos disponibles hasta mediados del siglo XIX.

La tradición minera de la isla de Cerdeña es muy antigua, y se remonta a la prehistoria; los restos arqueológicos correspondientes a las culturas megalíticas Nurágicas son muy abundantes en toda la isla y demuestran que esas civilizaciones entraron muy precozmente en la edad de los metales, desarrollando junto a una economía de tipo pastoril una sofisticada actividad metalúrgica. Indudablemente, esta actividad estuvo relacionada con extracciones mineras, pero presumiblemente limitada a la obtención de cobre, y en menor medida estaño, y más tarde hierro. Por lo que se refiere al oro, aún existiendo algunos indicios de este metal, la mayor parte de los arqueólogos parece coincidir que su irrupción en la isla está ligada al establecimiento de colonias púnicas (principalmente a partir del centro de Nora, y del momento en que bajo la dominación púnica la isla comienza a ser un gran productor de cereales para la exportación) y consecuentemente el citado oro sería un producto de importación.

La explotación minera no llega a ser verdaderamente importante hasta la dominación cartaginesa, y adquiere su mayor expansión bajo los romanos, ya en época imperial. En esa época los romanos conocieron y explotaron los dos principales centros mineros de la isla, el Iglesias-Sulcis en el sector suroeste y Montevecchio en el sector centro-occidental, llegando a construir calzadas e importantes vías de comunicación entre los diferentes centros mineros (p.e., la calzada que unía el Iglesias con el sector de Montevecchio), y entre dichos centros y los principales puertos naturales. No se tienen noticias directas de la explotación en esa época de las minas de plata del Sarrabus, aunque la tradición popular recoge que algunos de los restos de los bosques de robles y encinas existentes en el sector oriental (Monte Narba, Baccu Arrodas) fueron plantados por los romanos.

Desde los tiempos de los romanos hasta los de la conquista catalana de Cerdeña las noticias existentes sobre la existencia de explotaciones mineras son muy escasas. Se tiene noticia, no obstante, de que en buena parte el interés pisano, genovés y catalán por la isla procedía de su riqueza minera, y que de hecho los pisanos obtuvieron bastante plata del comercio, los rescates y saqueos, lo que indica que en efecto existía actividad minera.

Aunque de hecho la conquista catalana obedece a unos proyectos de expansión en el Mediterráneo de tipo imperial, está abundantemente documentado el hecho de la existencia de comerciantes catalanes en Cagliari con anterioridad a la conquista, y explica en parte que se concediesen los créditos para ésta. Ya

durante los primeros 50 años del dominio catalán (siglo XIV) se conceden repetidamente privilegios para el establecimiento de cecas locales con derecho a la acuñación de monedas de plata, tanto en Cagliari como en Iglesias; los centros productores reconocidos siguen siendo principalmente el Iglesiasiente y en menor medida Guspini y Arbus (Montevecchio).

No obstante, durante todo el periodo precedente a la anexión de Cerdeña al ducado de Saboya (1720, creación del Reino de Cerdeña) la información disponible es muy escasa, y la actividad minera debió ser muy reducida. Para entender esto es preciso tener en cuenta la peculiar situación geográfica, económica y social de Cerdeña, que reúne dos caracteres aparentemente contradictorios: ser ininterrumpidamente tierra de conquista debida a su estratégica situación geográfica, y sufrir permanentemente de aislamiento respecto a las corrientes culturales y económicas europeas. Esta situación unicamente comenzó a cambiar a partir del bienio 1847-1848 (asociación a la Liga Aduanera Italiana, eliminación de la autonomía nominal sarda) y del 1861 (unificación italiana).

Con anterioridad a la llegada de los catalanes, los sardos habían establecido gobiernos estables de carácter comarcal (Giudicati) con un sólido embrión de estructura administrativa, pero su duración abarcó cortos periodos de tiempo. La actividad económica estaba limitada en su mayor parte a una economía de subsistencia y en tales condiciones no se estimuló la producción minera. Con la llegada de genoveses, pisanos y catalanes la isla entró, con bastante retraso por otra parte, en el mundo del feudalismo, cuando en el resto de Europa comenzaban a surgir las ciudades libres y las actividades económicas y comerciales de tipo capitalista.

En consecuencia, la actividad económica estuvo en adelante supeditada al pago de numerosos impuestos y diezmos, sin que las contraprestaciones culturales, técnicas y económicas (acceso a los mercados internacionales) ofrecidas por las metrópolis fueran significativas. El crecimiento desproporcionado de los impuestos y tasas constituyó un freno continuo para el desarrollo de las actividades mineras; el desgobierno se acrecentó durante los últimos años del dominio de la Corona española, y baste comentar que durante el siglo XVIII la isla llegó a sufrir sucesivamente las dominaciones española, austríaca, y piemontesa, además de alguna que otra incursión francesa a finales de siglo.

Por otra parte, a partir de mediados del siglo XVI llegaron a Europa verdaderas avalanchas de plata americana, lo que sin duda también contribuyó al desinterés por los yacimientos sardos. Este estado de cosas se mantuvo y empeoró hasta la unificación, agravado por el tradicional y sorprendente vivir de espaldas al mar de los sardos, a la pobreza objetiva de la isla (excepto por lo que se refiere a los recursos mineros) y a lacras sanitarias

(como la de la malaria endémica, constantemente citada en todos los textos mineros y no eliminada totalmente hasta mediados del presente siglo) y culturales, entre las que no hay que menospreciar la desconfianza hacia los "continentales". A título de ejemplo, y sin necesidad de sacar a colación el manido tema del bandidismo, la "omertà" o pacto de silencio sobre un tema dado llegó a afectar a la minería en tiempos tan recientes como los fines del siglo XVIII, donde todo un pueblo (Talana, en Ogliastra) juró matar a quien rebelara la existencia de una mina de plata, en venganza por el injusto sistema fiscal (TRAVERSO, 1909).

No debe de extrañar pues el desinterés por la minería sarda, ni la escasez de datos respecto a ella disponibles referidos a todo ese largo periodo de tiempo. Por lo que se refiere a los Saboya, habrá que esperar a la segunda mitad del siglo XVIII (acción de gobierno del conde Bogino, ministro del rey Carlo Emanuele III) y a las reformas del primero virrey y más tarde rey Carlo Felice (primera mitad del siglo XIX) para hallar un resurgir del interés por la minería.

Este resurgir va asociado a la aparición de capital extranjero y supone el rápido desarrollo de una minería de tipo colonial guiada por excelentes profesionales; estas actividades son decididamente fomentadas por parte del estado, que no duda en incentivar los descubrimientos con premios en metálico a los particulares en una primera fase, y posteriormente, ya durante la segunda mitad del siglo XIX se preocupa con encuestas parlamentarias y trabajos de infraestructura, como por ejemplo las cartografías topográficas del Iglesias-Sulcis.

Fruto de toda esta actividad existe una abundante información sobre las minas del Sarrabus que ha podido ser consultada. Entre ella cabe destacar los trabajos de recopilación de datos de LA MARMORA (1857) y BALDRACCO (1854), el informe parlamentario de Quintino SELLA sobre el estado de la minería en Cerdeña (1871), la recopilación de DE CASTRO (1890), realizada por encargo del Reale Corpo delle Miniere, numerosas informaciones fragmentarias recogidas en diferentes volúmenes del boletín de la "Associazione Mineraria Sarda" (creada a fines del siglo XIX en Iglesias), gran cantidad de informes inéditos de las empresas concesionarias, y múltiples publicaciones de los geólogos de estas minas, entre las que cabe destacar por su valor documental las de los hermanos S. TRAVERSO (1890) y G.B. TRAVERSO (1909).

En base a esta documentación intentaremos reconstruir brevemente la historia de las minas estudiadas. Desde el 1720 al 1740 se concedió a Pietro Nieddu el privilegio de la explotación de todas las minas de la isla, con muy pobres resultados. En 1740 Mandel, cónsul general de Suecia en la isla obtuvo el mismo privilegio, en representación de un grupo de capitalistas por un total de 50 años, de los que sólo pudo gestionar 19, al perder el

apoyo económico de aquellos. Mandel concentró principalmente su actividad en Montevecchio y en la construcción de una fundición moderna en Villacidro.

Con posterioridad, tras un breve periodo de impasse, el estado piamontés confió la gestión de las minas sardas al oficial de artillería De Belly, previamente formado en minas alemanas. La gestión de De Belly se prolongó hasta su muerte en 1791, y en ese periodo coexistieron las concesiones privadas con explotaciones estatales. De Belly consiguió poner en funcionamiento a pleno rendimiento la fundición de Villacidro, que al cabo de un tiempo tuvo que dejar de ser alimentada con mineral de Montevecchio por agotamiento de las reservas conocidas en el momento. Para suplirlo, De Belly también puso en explotación la mina de Monteponi (en el Iglesiasiente), con escasa fortuna. En los siguientes 30 años la actividad minera se redujo principalmente a explotaciones esporádicas en Montevecchio y Monteponi.

Las primeras investigaciones documentadas en las minas de plata del Sarrabus habrían tenido lugar en 1622 (según MAMELLI, in BALDRACCO, 1854, p. 100), aunque no hay que descartar otras explotaciones esporádicas precedentes. Durante la actividad del concesionario Nieddu sólo hay evidencias de la obtención de 900 marcos de plata en la totalidad de la isla, pudiéndose descartar aportes de mineral del Sarrabus. Desde el 1741 al 1762 Mandel declaró 3349 marcos de plata, constando ya una pequeña partida procedente de Monte Narba; un tal Salvatore Aru (explorando por subcontrata de Mandel) habría hallado en 1757 un fragmento de plata nativa del tamaño de una avellana, continuándose en ese filón los trabajos (BELLY, in BALDRACCO, 1854), hallándose plata nativa, "argento piombino" (argirosa?, estefanita?) y querargirita.

Hacia el mes de mayo de 1759 los trabajos en Monte Narba fueron abandonados; según Belly (in TRAVERSO 1909, p. 8) el abandono fue debido a que el contrato efectuado entre Mandel y S. Aru obligaba al primero a entregar una recompensa en el caso de un hallazgo importante, además de 1/4 de la producción total posterior, y Mandel se habría arrepentido a posteriori de los términos del acuerdo.

Desde 1762 a 1782 Belly subió la producción de toda la isla de Cerdeña a 6566 marcos de plata más 1610 quintales de litargirio mercantil, incluyendo de nuevo mineral de Monte Narba al menos por valor de unos 130 marcos. Durante ese periodo se excavó un pozo y varias galerías en el filón, alcanzando alguna de ellas hasta 50 m. La explotación se desarrolló tanto mediante concesiones temporales a particulares como directamente por órdenes de Belly y del cavaliere Robilant, inspector general de las minas. Hay documentos que muestran que Belly consideraba muy ricas las minas y se opuso a su explotación por parte de inversores privados, así como que los alrededores de Monte Narba fueron

intensamente explorados hallando diferentes indicios argentíferos. Durante el final de la gestión de Belly la actividad en Monte Narba aparentemente cesó totalmente.

Tras la muerte de Belly la gestión de las riquezas mineras de la isla fue encomendada primero al Cavaliere Napione, y posteriormente al Cav. Richard de Saint Real, y no hay documentación que pruebe la existencia de actividad minera en las minas de plata del Sarrabus en esa época.

En 1829 el gobierno confió la responsabilidad de la dirección de la política minera a Francesco Mamelli; bajo su dirección en 1836 se establecieron las primeras normativas modernas para la regulación de las concesiones, normativas que en 1848 (ya muerto Mamelli) con la Unificación fueron sustituidas por la ley minera que ya regía en los territorios continentales del reino desde 1840. Finalmente en 1859 fue promulgada la llamada "ley sarda", que reconociendo ampliamente la propiedad de las concesiones al capital privado garantizó definitivamente la expansión de la industria minera en la isla, cuyo volumen de extracción en algunos productos básicos como el plomo llegó a multiplicarse por 60 en quince años.

Sin embargo, de los escritos de Mamelli parece poder deducirse que Monte Narba seguía en estado de abandono absoluto. Este estado de cosas prosiguió hasta que en 1852 la concesión fue adjudicada a la Società Mineraria L'Unione; sin embargo, esta sociedad carecía del capital y los medios suficientes, y concluyó rápidamente sus trabajos en galería, antes de explorar los diferentes filones mineralizados.

BALDRACCO (1854) cita las siguientes minas en el Sarrabus como conocidas, con un actividad esporádica:

- Sa Scallita (Tuviois), galena.
- S'Arcu de Su Predi (Tuviois), galena.
- Su Vaccu de Sturru (Burcei), pirrotina.
- Sa mina (Burcei), pirita.
- Monti de Burcei (Burcei), estibina.
- Acqua arruinosa (S. Vito), "ferro ossidulato".
- Canavrau (S. Vito), galena.
- Pedi de Attu (S. Vito), galena.
- Punto primo (S. Vito), galena.
- Punta de S'Dmini Morti (S. Vito), galena.
- Monte Narba (S. Vito), galena, plata nativa y plata córnea (querargirita).
- Sa Perd'arba (S. Vito), galena.
- Perda lunga (S. Vito), galena.
- Corru de Cerbu (Sinnai), pirita y "ferro hidrato".
- Sa Terra Mala (Sicci) galena.
- Gibas (Villaputzu), galena.
- Pedigotta (Villaputzu), galena.
- Bucalocci (Villaputzu), galena.

- Sa Costa de istepeddi (Villaputzu), pirrotina.

MARCHESE (1862) señala que en los archivos de Cagliari constaba la existencia de filones argentíferos muy ricos, motivo que indujo a una sociedad (L'Unione) a obtener (el 19/VII/1851) diferentes concesiones: en Gibbas (abandonada tras el 1855) siguiendo un filón rico en galena de dirección ENE; y de Perdi attu y Perd'Arba, que tenían filones de sulfuros metálicos mucho más pobres. La mina de Gibbas llegó a ser importante y disponer de maquinaria a vapor, pero fue abandonada por hallarse en una zona pantanosa (problemas de eliminación de aguas en época de lluvias, e insalubridad). Este autor cita también el permiso de investigación de Monti Narba, de donde procedía la plata antes citada; en él se habían realizado diferentes labores, pero sin resultados, y en 1860 las labores eran inaccesibles. Marchese cita también algunas pequeñas investigaciones en el sector a lo largo de 1861, pero da por totalmente abandonados los trabajos en la región en dicho año.

GOUIN (1867) comentó en un informe la riqueza de los filones argentíferos del Sarrabus, analizando en particular los de Gibbas y Montenarba y aportando datos de elevadas leyes en Ag y Pb de este último. Este ingeniero buscaba capitalistas para proyectos en el Sarrabus.

GOUIN concluye su informe indicando que la roca encajante de los filones también contiene algunos gramos de plata, y añade algunos comentarios sobre el futuro de la industria minera en el Sarrabus: buenas perspectivas para la Ag, interés en la búsqueda de Zn (por coyuntura del mercado), desinterés por los filones de galena (por lo que se refiere al Pb en sí mismo), y previsible incremento notable de la actividad minera como consecuencia de las mejoras viarias efectuadas recientemente.

14.2.- El "rush" de la plata en el Sarrabus.

A partir de 1863 fueron realizadas labores de investigación en Monte Narba por cuenta del abogado Bianco. En Baccu Arrodas también existían trabajos de investigación desde 1863, por parte de vecinos de Muravera (DE CASTRO, 1890).

En 1869 Eugenio Marchese fundó la Società delle Miniere de Lanusei, "avente por scopo lo sviluppo delle ricerche minerarie nella Ogliastra e nel Sarrabus, regioni poco esplorate a quel tempo" (TRAVERSO, 1895). Esta Sociedad tuvo un gran protagonismo en el desarrollo de la industria minera en el Sarrabus. Marchese tuvo también una destacada actividad política, luchando desde su escaño de diputado por el colegio electoral de Iglesias junto con el ministro Quintino Sella contra la propuesta de ley de Pettili que debía sustituir a la ley del 20 de noviembre de 1859 (la "ley

sarda"), restringiendo notablemente los derechos de los propietarios privados.

En 1870 en todo el Sarrabus sólo existían tres concesiones mineras (SELLA, 1871), que eran las de Perd'Arba, Peddi Attu y Gibbas, todas ellas en las proximidades de las poblaciones de S. Vito y Muravera, y más o menos abandonadas según las indicaciones de GOUIN (1867). Es interesante resaltar que además de éstas existían permisos de exploración en los sectores de Baccu S'Arri-delli, Arcu Giovanni Bettu, Sa Scala S'Acca, Baccu Giovanni Boni, Perdalonga, Giorgi Contu, Baccu Arrodas, Su Luddu Arrubiu, Rosadula, Su Serbutzu, Monte Narba (2), Arcu de Sa Narba, S'Arrexini y Sicci. Todas estas concesiones y permisos de investigación se concentran en los alrededores del sector de Muravera-San Vito-Villaputzu (excepto La última) y estaban clasificados como mineralizaciones de plomo y plata.

En esa época (1870) Bianco cedió todos sus derechos sobre el permiso de Monte Narba a la Società Anonima delle Miniere di Lanusei. En 1871 la misma sociedad adquirió los derechos sobre Giovanni Bonu, comenzando los trabajos. En el diciembre de 1872 hizo lo propio con los de Baccu Arrodas, además de los de los permisos próximos de Bacu Tasonis y Bacu Riu Molas; uniendo estos tres permisos se constituyó la mina de Baccu Arrodas.

En 1873 el permiso de exploración de Masaloni fue solicitado por algunos prospectores, quienes lo cedieron en 1878 a Giovanni Vargiolu y asociados, quienes a su vez hicieron lo propio en marzo de 1881 dejándola en manos de la Società di Lanusei.

En 1875 fue concedido un permiso de exploración en la localidad Tuvu de Ois (posteriormente Miniera Tuviois) a Pietro Pilleri Deiana, que pasó en 1882 al Rev. Francesco Sollai, y en 1885 a Daniele Vargiolu, para acabar finalmente también en las manos de la Società Lanusei. Esta última declaró el descubrimiento definitivo de la mineralización argentífera en 1887.

La Società Tacconis Sarrabus exploró el sector de Tacconis, habiendo hallado en 1884 un filón muy rico en Ag. Por lo que se refiere a los permisos de exploración de Serra S'Ilixì, Bruncu Arrubiu y Nicola Secci, sus propietarios vendieron todos sus derechos al Ing. Leon Gouin aún antes de comenzar trabajo alguno de exploración. Este trabajó intensamente en ellos en el periodo 1885-1887, descubriendo los filones argentíferos de Serra S'Ilixì y Nicola Secci en 1887; las labores prosiguieron hasta que Gouin agotó un primer capital de más de 300.000 £, motivo por el que se vio obligado a buscar más capital y constituyó en 1888 la Société des Mines de Rio Ollastu, reuniendo en total un capital de 2.000.000 £.

Por su parte, la Società di Monteponi invirtió entre permisos y labores de investigación del orden de 400.000 £ sin

ningún resultado (DE CASTRO, 1890), al inicio de la fiebre de la plata. Estas investigaciones se concentraron principalmente en el sector más oriental del Sarrabus.

	GB	MN	BA	M	PA	SA	TA	NS	SS	TU	BL
1863		i	i								
1864		i	i								
1865		i	i								
1866	*	i	i								
1867	*	i	i								
1868	*	i	i								
1869	*	i	i								
1870	i	i	i								
1871	i	e	i								
1872	e	e	e								
1873	e	e	e	i							
1874	e	e	e	i							
1875	e	e	e	i						i	
1876	e	e	e	i						i	
1877	e	e	e	i						i	
1878	e	e	e	i						i	
1879	e	e	e	i						i	
1880	e	e	e	e						i	
1881	e	e	e	e						i	
1882	e	e	e	e						i	
1883	e	e	e	e						i	
1884	e	e	e	e						i	
1885	e	e	e	e			i	i	i	i	
1886	e	e	e	e			i	i	i	e	
1887	e	e	e	e			i	e	e	e	
1888	e	e	e	e		i	i	e	e	e	
1889	e	e	e	e		e	i	e	e	e	
1890	e	e	e	e		e	i	e	e	e	
1891	e	e	e	e		e	i	e	e	e	i
1892	e	e	e	e		e	i	e	e	e	i
1893	e	e	e	e		e	i	i	e	e	i
1894	e	e	e	e		e	i	a	a	e	i
1895	e	e	e	m		e	e		i	e	i
1896	e	e	e	e	i	e	e		e	e	e
1897	e	e	e	i	i	a	e	i	e	a	a
1898	a	a	a	a			*	a	e	i	
1899							*		i	i	
1900							*		i	a	
1901							*		i		
1902							*		i		
1903							*		a		
1904							*				
1905							*				
1906							a	i			

Fig. 206.- Cuadro resumen de la actividad minera desarrollada en el Sarrabus en el periodo 1863-1906.

i Labores de investigación, explotación esporádica.
e Labores de explotación (más labores de investigación y preparación)
m Exclusivamente labores de mantenimiento
* Alguna actividad pero sin datos disponibles.
a Labores totalmente abandonadas (en ocasiones, ya al final del año anterior).

Mina	Municipio	Descubrimiento	Concesión
Perd'Arba	S.Vito y Muravera	1849	1851
Monte Narba	S.Vito	1872	1874
Giovanni Bono	S.Vito	1872	1876
Baccu Arrodas	Muravera	1874	1876
Tuviois	Sinnai	1887	1889
Masaloni	S.Vito	1888	1889
Serra S'Ilixì	Sinnai y Burcei	1888	1889
Nicola Secci	Burcei y S.Vito	1888	1889
S'Arcilloni		1889	1892
Tacconis	Burcei y S.Vito	1895	1896
" (F. Malloru).	" "	1897	1897 (?)
Br.Lillonis	Sinnai	1896	rechazada

Fig. 207.- Cuadro resumen de las solicitudes de concesiones mineras en yacimientos del tipo "Filone Argentífero" en el Sarrabus.

En el cuadro adjunto (fig. 206) queda resumida la actividad minera en los yacimientos argentíferos del Sarrabus en la época de su principal actividad. La actividad comenzó en el sector oriental, en los alrededores de Monte Narba, donde como se ha visto existían indicios conocidos desde antiguo.

La actividad industrial propiamente dicha comenzó hacia 1870 con la aparición de la Società di Lanusei. Al comenzar las exploraciones, esta sociedad arrastraba un fuerte pasivo, y por

lo tanto hay que tener en cuenta que en el desarrollo de la explotación coincidieron una serie de factores favorables, entre las que podemos destacar:

- Presencia de un gran yacimiento, rápidamente reconocido, y situado en un contexto geográfico relativamente favorable (mal comunicado por carretera, pero próximo al mar y con un puerto natural de capacidad suficiente; presencia además de poblaciones próximas - Muravera, S. Vito, Villaputzu - que aportaron mano de obra para la explotación).

- Legislación minera favorable.

- Investigación y gestión de la mina muy efectiva, económica y llevada a cabo por personal altamente cualificado.

- Contexto internacional favorable, con un mercado no saturado y precios relativamente altos. Hay que recordar que la producción era íntegramente exportada y que no se disponía de fundición, lo que conllevaba una dependencia directa de los compradores de mena.

- Agilidad por parte de la Lanusei en la adquisición a pequeños propietarios de los permisos adyacentes, lo que garantizó la expansión futura de las labores.

- Notable gasto en labores de exploración, una vez recuperada la inversión inicial y obtenido un beneficio muy notable. Esta actitud diferenció a la empresa de los pequeños prospectores que habían actuado previamente en el sector buscando un beneficio rápido, de tipo especulativo. Esta actitud de la Lanusei de reinversión se prolongó por lo menos hasta la última década del siglo XIX.

- Y, finalmente, el espíritu emprendedor y aventurero de los dirigentes de la Lanusei, indispensable para una empresa de estas características.

Durante los primeros 15 años de la explotación la empresa se consolidó y expandió (TRAVERSO, 1880), suscitando la atención del Estado (compilación de datos mineros por parte de DE CASTRO, 1890) y de otras empresas, que se lanzaron a la prospección de nuevas mineralizaciones del mismo tipo a lo largo del Sarrabus. Copadas por la Lanusei las concesiones del sector oriental (Baccu Arroddas, Montenarba, Giovanni Bonu, Masaloni) y la de Tuviois, los esfuerzos de prospección se concentraron en el Sarrabus Central.

Fruto de estos intensos trabajos de exploración en 1884 se localizó un filón muy rico en Ag en Tacconis, en mayo de 1886 otro en Tuviois, y poco después se produjeron casi simultáneamente hallazgos comparables en Bruncu Arrubiu, Serra S'Ilix y

Nicola Secci. Por su parte, la Lanusei investigaba intensamente en el Sarrabus Occidental en Sa Terra Mala y también en S. Miali, al haberse hallado indicios en las proximidades de las "quarziti" del Sarrabus..

Hay que tener en cuenta que la gran continuidad de los sistemas filonianos explotados entre Baccu Arroddas y Masaloni indujo a pensar a los prospectores que las manifestaciones argentíferas del Sarrabus Central y Occidental formaban parte de un mismo filón de dirección E-O continuo con el del sector oriental, que aparecía mineralizado esporádicamente ("Filone Argentífero").

En consecuencia, las probabilidades de hallar otras minas importantes parecían elevadas. Sin embargo, existían factores que limitaban las posibilidades de éxito:

- Los indicios más interesantes a priori eran objeto de concesión por parte de la Lanusei. Además, el reconocimiento de la importancia de las minas del sector oriental creó una especulación importante en el resto de las concesiones con indicios argentíferos propiedad de particulares. Estos particulares carecían de los medios financieros necesarios para desarrollar una exploración análoga a la de la Lanusei, pero vendían muy caros sus derechos de exploración a los prospectores más importantes.

- El sector central estaba prácticamente despoblado, y las comunicaciones eran casi inexistentes, excepción hecha del trazado incipiente de la "Orientale Sarda". Esto creaba problemas de falta de mano de obra, de alojamiento, de aprovisionamiento, y de inmovilización de capitales y personal en la creación de una larga carretera ("Strada mineraria" entre Serra S'Ilìxi y Tacconis, finalizada por la Società di Rio Ollastu en 1889). En algunos sectores había que añadir a estas dificultades la escasez de agua durante varios meses al año, con los conflictos que esto originaba de cara al establecimiento de plantas de tratamiento de los minerales. La menor presencia de población hacía también que se conocieran un menor número de indicios.

- Por otra parte, desde mediados del siglo XIX la producción mundial de plata creció a un ritmo continuado. La producción de 1890 superaba ampliamente el doble del valor de la de 1870, momento en el que comenzó a producir mineral la Lanusei. Hacia esas fechas el mercado comenzaba a dar síntomas de saturación, en especial por la sobreproducción de las minas estadounidenses y mejicanas. En 1887 bajó ligeramente el precio de la plata, y a partir de 1893 la tendencia a la baja comenzó a ser notable y sostenida (véase la fig. 208).

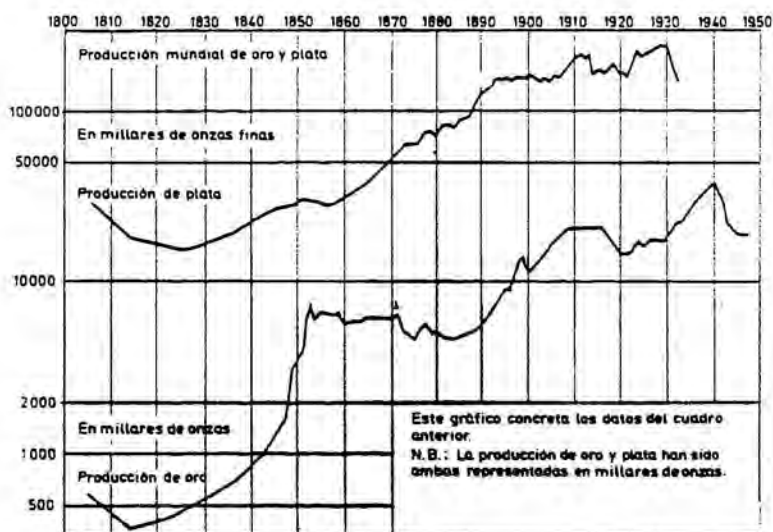


Fig. 208.- Producción mundial de oro y plata durante el siglo XIX e inicios del siglo XX (según VILAR, 1982).

En consecuencia, se puede afirmar que en líneas generales la situación económica era muy diferente en la década de 1880, cuando comienzan a actuar otros prospectores de importancia. El Ing. L.Gouin, que al menos desde 1865 estaba interesado en los indicios argentíferos, y en especial en Montenarba, perdió su gran oportunidad a inicios de los 70, y cuando comenzó sus exploraciones en gran escala en 1885 tuvo que comprar muy caros los derechos a los pequeños inversores que los poseían. En realidad Gouin tuvo siempre problemas de tesorería, hasta que en 1888 consiguió atraer capitalistas franceses y fundar la Société des Mines du Rio Ollastu.

Esta sociedad adquirió también las concesiones de la Società Tacconis Sarrabus, que se había significado por ser la principal investigadora en la zona (excluyendo naturalmente la Lanusei) y además había conseguido hallar mineralizaciones argentíferas económicamente explotables en Tacconis.

En el periodo 1888-89 la Société de Rio Ollastu comenzó a explorar y explotar las minas de Nicola Secci, Serra S'Ilixi y S'Arcilloni; esta última sería la "estrella" del grupo, por sus elevadísimas leyes en Ag. Baste decir que en 1889 la ley media de

los productos argentíferos extraídos en el Sarrabus subió un 37 % debido al inicio de la producción de S'Arcilloni. En ese mismo periodo murió Gouin, y es probable con él al frente la Rio Ollastu hubiera desarrollado sus actividades de un modo más racional.

En el momento en el que comenzaron las bajas en las cotizaciones de la plata, la Lanusei había explorado la mayor parte de sus yacimientos, tenía en preparación o en explotación la zona más rica de los filones del complejo minero de Montenarba-Giovanni Bonu, y reaccionó incrementando su producción. Estaba en condiciones de hacerlo, y de este modo mantuvo e incluso aumentó durante unos pocos años sus beneficios; de hecho había extraído unas 18.000 T de mena hacia 1889 (un 60% del total de su producción), en los primeros 19 años de actividad, y obtuvo otras 12.000 (el 40% restante) en los siguientes 9 años, hasta el agotamiento total de las reservas conocidas.

La Société de Rio Ollastu, por el contrario, disponía de unos pocos indicios bien mineralizados, y de una gran extensión en concesión poco conocida, o con indicios pobres. En lugar de concentrar esfuerzos, optó por una diversificación de labores en la casi totalidad de los indicios, con un notable despilfarro de medios. El temprano hallazgo de la rica mina de S'Arcilloni debió dar un cierto desahogo económico a la sociedad, por lo menos hasta mediados de 1893.

En ese año la sociedad tuvo que afrontar la caída de los precios de la plata, el inicio del declive de la producción de S'Arcilloni y la amortización de las innovaciones técnicas recientemente introducidas en S'Arcilloni y Serra S'Ilixì. El resultado fue el abandono los trabajos en las minas de Nicola Secci, y Serra S'Ilixì; en la primera las labores eran relativamente poco importantes, pero en la segunda los trabajos de preparación en los niveles estaban muy avanzados, y el abandono de los trabajos de mantenimiento provocaron inundaciones en las labores y condujeron a medio plazo a la pérdida de buena parte de los tramos ricos de la mineralización y al cierre prematuro de la mina.

La crisis del 1894 dió el golpe de gracia a las minas de Ag del Sarrabus. La producción de minerales de plata en la provincia de Cagliari, que hasta ese momento había procedido casi exclusivamente de las minas del Sarrabus, comenzó a bajar espectacularmente a partir de 1894.

Cuando en 1895 se reemprendió vivazmente la actividad minera en la isla (véase por ej. los gastos en labores de explotación), la inversión en las minas de Ag no se contagió de ese entusiasmo; el interés de las compañías mineras se dirigió hacia otros productos más solicitados, en especial el Zn.

La Rio Ollastu probablemente estaba totalmente descapitalizada, tras 10 años de prospecciones en el Sarrabus Central (compárese la situación con la Lanusei tras sus primeros 10 años), y las labores en curso carecían de una dirección similar a la que había caracterizado a la Lanusei en su época de consolidación y expansión. En consecuencia, tras el abandono de S'Arcillo-ni se limitó a investigaciones y pequeñas extracciones en el resto de permisos.

Por su parte, la Società de Lanusei optó por no proseguir su política de inversión en exploraciones, limitándose a extraer la mayor cantidad posible de mineral de las reservas conocidas. Esta decisión probablemente estaba justificada plenamente en Giovanni Bonu y el sector occidental de Montenarba, donde las reservas de mineral parecen haber sido totalmente extraídas, pero parece poco acertada (a la luz de los datos actualmente disponibles, véase cap. 15.) en Baccu Arroddas y en el sector oriental de Montenarba.

En total, TRAVERSO (1909) ofrece los siguientes datos de producción de minerales de plata:

Società delle Miniere Lanusei, unas 30.000 T de mineral, por valor de unos 35.500.000 f.

Società Tacconis: 205 T, por valor de unas 300.000 f.

Società Miniere Riu Ollastu, 25.000 Kgr. de Ag, con un valor de unos 3.500.000 f.

Aunque en ausencia de datos de producción en fundición es muy difícil realizar una estimación de la producción real, podría tratarse en total de algo más de unas 275 toneladas de Ag, que con precios de febrero de 1989 equivaldrían a algo más de unos 6.600 millones de ptas. Hay que recordar que estos datos están referidos a la plata, careciéndose de información respecto al plomo y el zinc, y que en ese momento la baritina y la fluorita eran consideradas ganga a todos los efectos y no se recuperaban.

En resumen, podemos señalar que los yacimientos explotados en el Sarrabus tenían una notable importancia económica, a pesar de sus reducidas dimensiones, y que a inicios de siglo sólo las mineralizaciones del sector oriental habían sido objeto de labores de investigación y explotación exhaustivas.

El declive de la producción de minerales de plata fue muy evidente a partir del cierre de las minas de la Società de Lanusei en 1898. Durante el periodo 1901-1905 la producción total media italiana era de poco más de 300 t de menas al año (compárese con las más de 2000 t/año del Sarrabus en la década precedente), la mayor parte de las cuales procedía de las escasas labores activas en las minas que aún tenía la Societé du Rio Ollastu en el Sarrabus. Esta cifra decreció a partir del cierre de las últimas minas del Sarrabus (48 t/año en el periodo 1906-1910, sólo 26 t/año en el periodo 1911-1912), ya que casi todo el resto

de la producción era obtenida exclusivamente como subproducto en otras minas plombo-zincíferas sardas.

En 1909 TRAVERSO (op.cit, p. 110) indicaba que aunque la actividad minera propiamente dicha hacía muchos años que había cesado, en Montenarba, Baccu Arrodas y Giovanni Bonu aún se mantenían algunas pequeñas labores de investigación, con muy pocas esperanzas de éxito. En ese momento el interés de las compañías mineras por los yacimientos del Sarrabus había decaído totalmente, y la actividad industrial había tenido todas las características de un "rush": intensa actividad en un periodo corto de tiempo, notables beneficios, y posterior depresión en la región, al no haberse creado las bases de una economía estable durante los años de beneficios.

14.3.- El abandono y el olvido.

Al inicio de la 1ª Guerra Mundial prácticamente la totalidad de la producción minera sarda era exportada sin elaborar hacia el extranjero, fundamentalmente a las fundiciones francesas, belgas y al mercado de metales de Londres. La mayor parte de las minas eran propiedad de extranjeros, y en muchos casos los métodos de explotación de las minas eran típicamente coloniales, con escasas innovaciones tecnológicas y basados en la disponibilidad de una oferta casi ilimitada de mano de obra barata; el factor limitante más importante al desarrollo de una industria minera sólida era la ausencia de fundiciones, hecho que provocaba una total dependencia del exterior.

En esta tesitura, el periodo bélico provocó importantes restricciones al acceso a los mercados internacionales por motivos obvios; el esfuerzo de guerra hizo que determinadas substancias adquirieran valor estratégico (por ej., el antimonio), con el consiguiente estímulo a su exploración y producción, pero al llegar al armisticio incluso estos productos no tenían fácil salida.

Esta situación se complicó con las convulsiones sociales del final de la década; los salarios mineros habían sido retenidos a niveles muy bajos, y en 1919 una cadena de huelgas culminó con un importante aumento de éstos. La consecuencia de todos estos hechos fue una importante retracción de la actividad en la industria minera sarda, y una importante crisis que tuvo su punto álgido hacia 1921.

Las reformas y requisitos jurídicos establecidos en ese periodo para la obtención de una concesión hacen que con posterioridad a la guerra desaparezca en gran medida la figura del pequeño concesionario y se controle mucho más el tráfico de concesiones de tipo puramente especulativo. Esta medida, que

tenía por objeto el dar una mayor entidad industrial a las empresas, perjudicó por otra parte notablemente a los pequeños investigadores que habían sido hasta la fecha los que se dedicaron a explorar y descubrir las principales mineralizaciones

El ascenso al poder del fascismo en la década de los 20 modificó profundamente la industria minera sarda. La actividad extractiva fue considerada como una prioridad nacional y encaminada directamente hacia el autoabastecimiento, incluso antes del comienzo del proceso estrictamente autárquico en 1934. Como en Cerdeña se concentra la gran mayoría de los recursos mineros italianos, existió un flujo directo de capital hacia la isla, que estimuló la actividad minera incluso en años objetivamente malos como los de la década de los 20.

El plan económico del "Milliardo" para Cerdeña sirvió también para que el estado entrara directamente como empresario en el sector minero (principalmente en el caso de los combustibles fósiles), a la vez que se fomentó el establecimiento de nuevas explotaciones agrícolas ("bonifiche agrarie") en las cuencas mineras, en algunos casos reconvirtiendo directamente antiguas explotaciones.

El gran capital italiano tuvo todo tipo de facilidades para tomar parte activa en la industria minera sarda, tanto por la reducción de la actividad de las compañías extranjeras en la postguerra como por las graduales dificultades halladas por éstas en sus actividades. A título de ejemplo, una gran compañía como la Pertusola (grupo Peñarroya) tuvo que acabar asociándose a empresas italianas. La política ultranacionalista del fascismo no sólo veía con malos ojos la presencia extranjera sino que imponía medidas sindicales y salariales de tipo paternalista que el capitalismo internacional no aceptaba de buen grado.

El estado primó directamente con incentivos económicos la extracción de productos como el plomo y el zinc, potenciando a la vez la industria metalúrgica. Además, se establecieron aranceles de importación proteccionistas y precios internos de los metales artificialmente altos que en la práctica impedían la existencia de importaciones. Aunque era un objetivo declarado evitar la exportación de las "riquezas mineras del estado" la improvisación que caracterizó el período hizo que en algunas ocasiones las empresas burlaran la normativa legal e incluso se beneficiaran de condiciones de "dumping" en su comercio con el exterior, en concreto en el caso del zinc.

A fines del 1927 se produjo una importante caída de los precios de los metales, que coincidió con una importante revalorización de la lira respecto a las monedas de los tradicionales compradores de minerales sardos. Este hecho provocó una importante crisis en la industria minera sarda; crisis a la que hay que añadir el crack internacional de 1929.

En los años 20, y en especial en el periodo 1924-1928 la antigua sociedad Montevecchio llegó a cabo una notable expansión, adquiriendo multitud de explotaciones mineras y diversificando sus actividades en otros campos industriales (energía, fundición, etc.) relacionadas con la minería, llegando a ser una de las empresas mineras más importantes de Italia. Este proceso llevó a la descapitalización de la empresa, que tras la crisis del inicio de los años 30 acabó siendo absorbida en 1933 por la Montecatini. La nueva Montevecchio resultante de la absorción tuvo un papel preponderante en el futuro de la actividad minera sarda.

La administración fascista impulsó ésta y otras fusiones y absorciones de empresas, dentro de su política de estímulo a la creación de empresas sólidas de capital nacional en ese campo, y a partir de 1934 acentuó aún más el proteccionismo respecto a los productos externos y comenzó a estimular la producción con criterios totalmente autárquicos, en especial de los minerales de interés estratégico: de hecho, estaba comenzando el esfuerzo de guerra italiano.

Una vez trazado este cuadro general, podemos analizar la evolución de la actividad minera en el Sarrabus con posterioridad al 1909. No hemos hallado documentación que indique éxito en las prospecciones aún activas en dicho año.

La demanda interna de metales asociada a la 1ª Guerra Mundial coincidió con la reactivación de las investigaciones en Masaloni (en 1915), en Serra S'Ilixi (en 1917) y en Nicola Secci (en 1917).

En la primera de estas minas se retomaron las antiguas labores, realizando investigaciones continuadas hasta 1927, con esporádicas explotaciones (en 1919, 1925 y 1927) de escasa entidad, aprovechando la coyuntura del mercado y pequeños hallazgos de lentejones ricos de mineral.

En Serra S'Ilixi las labores de exploración se desarrollaron con continuidad durante el periodo 1917-1923, sin explotaciones dignas de mención. La actividad realizada fue principalmente la reapertura de antiguas galerías, a la búsqueda de lentejones ricos no explotados, y galerías de investigación en los sulfuros masivos y los filoncillos baríticos del sector oriental de la concesión (Cantiere Cuchedda). Durante el periodo 1924-1928 sólo se realizaron trabajos de mantenimiento.

En Nicola Secci se desarrollaron trabajos de investigación regularmente durante el periodo 1917-1923 por parte de la Società Toscana, con esporádicas explotaciones de poca importancia (1923). En 1924 sólo se realizaron labores de mantenimiento, y en 1925 la actividad fue totalmente abandonada.

En el periodo 1915-1918 la cotización de la plata sufrió un incremento de casi el 300%, lo que animó a la Società di Lanusei a crear una nueva planta de tratamiento de menas pobres por cianuración, en el lugar ocupado por las antiguas instalaciones de Montenarba. Al parecer con esta planta se pretendía reaprovechar algunos de los antiguos "estériles" de las escombreras y los rellenos de las antiguas minas de Montenarba y Giovanni Bonu, al amparo de la favorable situación del curso de los metales. La planta sólo comenzó a funcionar en 1918, y los resultados fueron desalentadores, motivo por el que a finales del mismo año se decidió cerrarla (SQUARZINA, 1959).

A inicios de los años 20 la Société des Mines et Fonderies de la Vielle Montaigne absorbió a la Lanusei; esta sociedad belga no dedicó capital a la exploración en sus minas sardas a lo largo de los años 20, adquiriendo fama por sus explotaciones "a rapina", y al parecer se deshizo de buena parte de los activos vendibles de la empresa. En 1920 Montenarba ya era propiedad de la Montevecchio; esta sociedad desarrolló importantes trabajos de exploración, al parecer encaminados en buena medida a la explotación del plomo contenido en los filones. La actividad en esta mina se prolongó durante los primeros años de la década, siendo con posterioridad reconvertidas las instalaciones de superficie en una explotación agraria, en el contexto antes citado de los planes de "bonifica" asociados a la ley del "Milliardo" de inversiones en Cerdeña subvencionadas por el Estado; en la actualidad todavía existe una explotación agraria en la ex-mina de Montenarba.

En el periodo 1921-22 la Società di Montecatini exploró la mineralización de Baccu Scardu (Sarrabus Occidental), pero no se interesó por ella, al ver que se trataba de pequeños lentejones estratiformes de sulfuros masivos en lugar del filón argentífero. Existe documentación que demuestra que hacia 1927 hubo de nuevo pequeñas investigaciones en este sector, rápidamente interrumpidas.

La crisis del bienio 1928-29 produjo el abandono de las actividades en Serra S'Ilixì, la ralentización de éstas en Masaloni (trabajos de mantenimiento hasta 1935), y la suspensión de unas investigaciones iniciadas (al parecer por pequeños concesionarios) con resultados muy prometedores durante 1927 en Baccu Arroddas. Los efectos de esta crisis serían duraderos, y la reaparición del interés por las minas plomo-argentíferas del Sarrabus sería tímida y en pleno periodo autárquico, destacando la actividad desarrollada por pequeños prospectores. Estos pequeños capitalistas actuaron sin duda estimulados por las ganancias posibles (relativamente reducidas) durante el periodo autárquico, sin que se pueda reconocer una actividad industrial comparable a la de fines del siglo XIX.

En Tuviois fue retomada la concesión en 1934 por un grupo de inversores privados; existe documentación sobre reconocimientos y pequeñas investigaciones en 1936.

En S'Arcilloni fue solicitado un permiso de exploración en 1936, realizándose pequeñas labores rápidamente suspendidas.

En Masaloni se retomaron los trabajos de investigación en 1936, realizando pequeñas explotaciones en 1937 y abandonando las actividades posteriormente.

En Tacconis la concesión fue retomada por un inversor privado, llevándose a cabo investigaciones en el periodo 1937-38, rápidamente abandonadas.

En Nicola Secci la situación fue similar, desarrollándose investigaciones en 1938; aparentemente éstas cesaron totalmente en 1939.

En Serra S'Ilixi fueron retomadas las investigaciones en el periodo 1938-39, con sólo trabajos de mantenimiento en el 1940, y siendo totalmente abandonadas las actividades en 1941.

Durante la 2ª Guerra Mundial se produjo una reactivación general de las investigaciones, dada la perentoria necesidad de materias primas. Aunque los titulares de las concesiones en muchos casos aún eran pequeños inversores, la mayor parte de las investigaciones (Tacconis (1941) S'Arcilloni (1941) Tuviois (1942), Bruncu Baracca (1941)) fueron llevadas a cabo por cuenta de la Montevecchio, en un claro reflejo de su importancia en la época.

Las antiguas minas de Giovanni Bonu y Masaloni (1942) fueron exploradas por cuenta de la Monteponi. Esta sociedad obtuvo las concesiones de estas minas en (1944 y 1943 respectivamente), renunciando a ellos a lo largo del mismo 1944, sin duda desalentada por los resultados.

En 1942 la Montevecchio explotaba menas (al parecer de As) en Montenarba, pero no en el sector de la antigua mina propiamente dicho sino en Arcu Ruggieri. En este sector occidental de Monte Narba hay también evidencias de investigaciones y pequeñas explotaciones de Cu durante el periodo bélico en el sector al SE de Genn'Argiolas.

Con posterioridad al periodo bélico la situación económica ciertamente no favorecía la prosecución de las pequeñas explotaciones autárquicas, motivo por lo que la ya de por sí escasa actividad antes mencionada cesó. Hay documentación que denota que hacia 1948 la sociedad Pertusola mostró algún interés por Serra S'Ilixi, haciendo pequeñas investigaciones, pero sin continuidad.

Hasta 1952 la FERROMIN retuvo las concesiones de Nicola Secci y Serra S'Ilixì, pero con poca o nula actividad.

La RIMISA realizó una extensa campaña de investigación a comienzos de los años 50 en el Gerrei y el Sarrabus, solicitando en este último los permisos de exploración correspondientes a las antiguas concesiones de Baccu Arroddas, Masaloni, S'Arcilloni, Tacconis, Nicola Secci y Serra S'Ilixì, además del permiso de investigación de Bruncu Baracca en el Sarrabus Occidental. Monte Narba y Giovanni Bonu no fueron incluidos en la investigación al considerar que se trataba de minas totalmente agotadas, y Tuiviois debido a la imposibilidad de adquirir las concesiones de sus propietarios.

La documentación que hemos podido consultar es poco explícita con respecto a la extensión de las investigaciones, pero al parecer las labores se concentraron en gran parte en Serra S'Ilixì, siendo posteriormente abandonadas al haber localizado únicamente minerales relativamente pobres, y siempre en cantidades insuficientes.

La campaña de la RIMISA puede ser considerada la última efectuada por una compañía minera teniendo por principal objetivo las mineralizaciones de plata. De hecho, es la única campaña de tipo general desde el momento del cierre de las principales minas por parte de la Lanusei a fines de siglo, y no estaba exclusivamente limitada al Sarrabus ni a los yacimientos argentíferos. El resto de exploraciones habían tenido un planteamiento industrial muy poco sólido, basándose en la mayor parte de los casos en la coyuntura político-financiera del momento y en un eventual y esporádico beneficio de las minas. El planteamiento de prospección era en todas ellas muy poco original, basándose en el reconocimiento de antiguas mineralizaciones (y en muchos casos, guiada directamente por las impresiones reflejadas por TRAVERSO, 1909), con la esperanza de que el azar les proporcionara un hallazgo lucrativo.

Por otra parte, la tendencia internacional a la devaluación del interés de las minas de plata acabó de asentarse en Cerdeña a lo largo de la primera mitad de este siglo, debido a que progresivamente este metal pasó a ser principalmente recuperado como subproducto de otros tipos de mineralizaciones, principalmente de Pb, Zn, Sb, etc. En el caso sardo los filones plomíferos de Montevecchio y las minas estratoligadas del Iglesias-Sulcis habían pasado gradualmente a ser unos discretos productores de este metal. Las exploraciones realizadas a partir de los años 50 en el Sarrabus han ido encaminadas a la prospección de otras sustancias contenidas en los filones, como la fluorita y la baritina (VALERA, 1973 a; ZUFFARDI 1973; MARCELLO et al. 1983), con limitado éxito; no serán comentadas en detalle aquí por quedar fuera del ámbito geográfico de nuestro estudio.

**15.- Descriptiva de las
mineralizaciones**

15.- Descriptiva de las mineralizaciones.

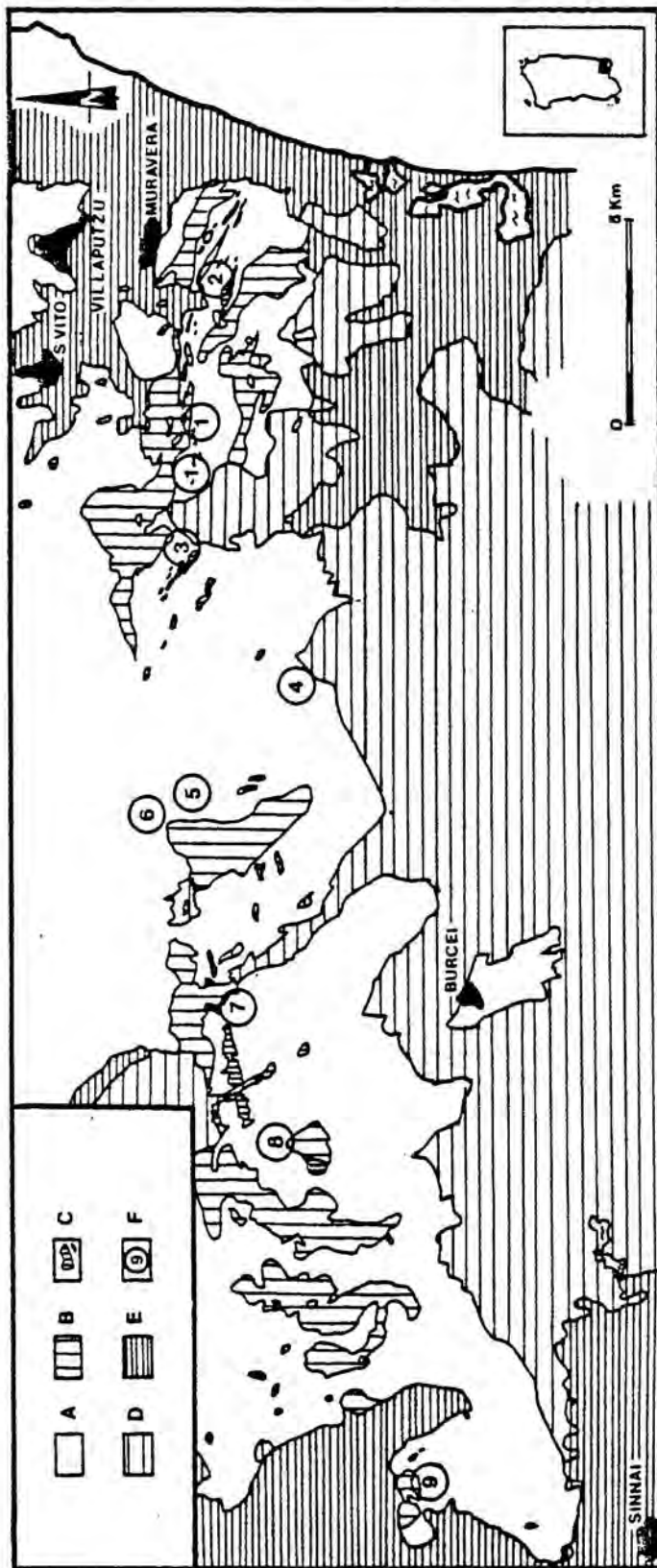
A continuación se procederá a la descripción de las diferentes mineralizaciones estudiadas en el Sarrabus, comenzando por las más numerosas e importantes desde el punto de vista de la historia minera de la región, las del tipo "Filone argentífero".

15.1.- El "Filone argentífero".

Tal como ha sido indicado anteriormente en el Sarrabus se ha denominado tradicionalmente "Filone argentífero" a una serie de filones cuarzo-barítico-fluoríticos con mineralizaciones de galena, esfalerita, argentita, Ag nativo y diferentes sulfuros, sulfoarseniuros y sulfoantimoniuros de Ni, Co, Fe, etc.

Estos filones presentan direcciones variables, aunque las principales mineralizaciones explotadas estaban controladas por fracturas de dirección aproximada E-O, y no suelen presentar corridas superiores a unos pocos centenares de metros e intervalos verticales mineralizados de unos 150-200 m. En la fig. 209 han sido representadas las principales minas e investigaciones llevadas a cabo.

Fig. 209.- Situación de las principales mineralizaciones del tipo "Filone argentífero" exploradas en el Sarrabus (véase la pág. 584). La numeración corresponde a los diferentes apartados del cap. 15.1. Leyenda: A/ Materiales de la plataforma siliciclástica. b/ Domos ácidos de dimensiones kilométricas, y principales cuerpos de lavas incluidos en la secuencia siliciclástica. c/ "Quarziti del Sarrabus". d/ Granitoides tardihercínicos. e/ Materiales post-carboníferos. f/ Antiguas minas.



15.1.1.- Sistema filoniano de las antiguas minas de Montenaarba-Giovanni Bonu.

15.1.1.1.- Emplazamiento e información general.

La antiguas minas de Giovanni Bonu y Montenaarba, burocráticamente diferenciadas pero geológicamente contiguas y conjuntamente explotadas por la Società di Lanusei, constituyen un complejo minero emplazado sobre un sistema filoniano de dirección aproximada E-W.

La entrada de la mina (pozo principal de Montenaarba) está situada unos 4 Km al WSW de la población de Muravera, y se accede a ella tomando una pista de tierra que parte de la carretera Muravera-S.Vito unos 300 m al sur de esta última población. Se conservan aún diferentes casas de la mina, actualmente reconvertidas en hacienda agrícola. La antigua mina de Montenaarba ocupaba el sector oriental (valles de Riu S'Arenada y Canale Figù), mientras que Giovanni Bonu está emplazada a continuación inmediatamente al oeste, en el valle homónimo (atravesando desde ahí Punta Nicolau y alcanzando el sector de Canale Gennadidu en el oeste).

Existe abundante información sobre el periodo de explotación de estas minas. Las fuentes de datos más importantes sin duda están constituidas por los trabajos de TRAVERSO (1890), DE CASTRO (1890), TRAVERSO (1909) y los detallados informes anuales de la Rivista del Servizio Minerario; estos últimos han sido fundamentales, por lo que se refiere a la reconstrucción de las labores desarrolladas y la distribución de las paragénesis.

También son muy importantes los trabajos de TRAVERSO (1881, 1898) y PIERPOLI (1933) (por lo que se refiere a la descripción de las paragénesis minerales), y el de PARNISARI & TESTA (1920) (por lo que se refiere a la cartografía litológica y a la precisa y actualizada ubicación en ella de las labores mineras más superficiales).

Ya en tiempos modernos, los trabajos de VALERA (1973 b, 1974) recopilan abundante información procedente de la época de explotación de las minas, a la vez que aportan nuevas observaciones; por su parte, el trabajo de CHECCHI & DUCCHI (1983) aporta una confirmación parcial de las paragénesis descritas en los trabajos de finales del siglo XIX.

Finalmente, hemos tenido acceso a algunos informes inéditos que ilustran parcialmente las exploraciones y tentativas de reexplotación desarrolladas por diferentes compañías a lo largo de la primera mitad del siglo XX, así como a las cartografías de

las labores subterráneas que fueron empleadas por algunos de estos prospectores.

15.1.1.2.- Historia minera.

Ya ha sido detalladamente explicado en el capítulo 14 cómo las mineralizaciones argentíferas situadas al sur de Muravera, y en particular Montenarba (también citado como Monte Narba y Montenarda en los textos antiguos) eran conocidas desde antiguo, y que en tiempos modernos las exploraciones fueron retomadas en 1863 en Montenarba, y hacia 1866 en Giovanni Bonu.

A partir de la adquisición de las concesiones por parte de la Società di Lanusei (en 1870 Montenarba, y al año siguiente Giovanni Bonu) se trabajó intensamente en un largo ciclo productivo que se prolongó hasta 1898, año en el que el empobrecimiento de los niveles inferiores unidos a su inundación como consecuencia de un gran ciclón hizo abandonar definitivamente la actividad industrial en un sentido estricto.

En un principio se trabajó en los niveles superficiales independientemente en ambas minas, pero al proseguir las explotaciones se comunicaron las labores, y los servicios generales de ambas minas eran comunes, y compartidos con la concesión contigua (al oeste) de Masaloni. El desarrollo de la mina fue detalladamente descrito por TRAVERSO (1909); por nuestra parte hemos intentado resumir todos los datos disponibles en la fig. 210, y renunciamos a prolijas descripciones que pueden hallarse tanto en el citado trabajo como en los informes de la Rivista del Servizio Minerario.

El sistema filoniano explotado en estas dos minas consiste en tres filones mayores subparalelos denominados respectivamente Vena norte o de Sta. Teresa, Vena intermedia o principal y Vena Sur o de Canale Figu.

Fig. 210.- Sección longitudinal del filón de Giovanni Bonu-Montenarba. Leyenda: A/ Materiales siliciclásticos. B/ Domos y diques ácidos. C/ Granitoide tardihercínico. D/ Mineralización de galena. E/ Zonas ricas en galena, pobres en Ag. F/ Zonas ricas en Ag. Las "F" corresponden a las fracturas citadas en el texto.

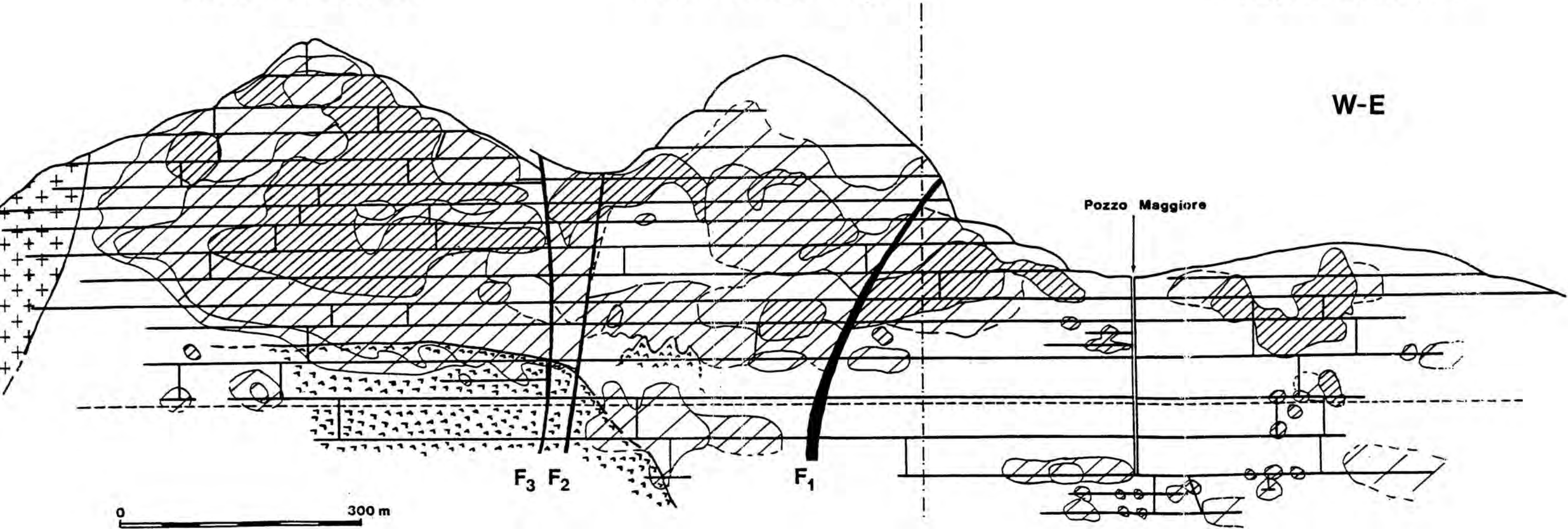
Miniera Giovanni Bonu

Miniera Montenarba

Filone Principale

Vena Canale Figu

Filone Principale



W-E

Pozzo Maggiore

F₃ F₂

F₁

0 300 m

- a
- b
- +
+ c
- d
- e
- f

TRAVERSO (1909) ofrece este resumen de las labores realizadas por la Società di Lanusei en las minas Montenarba y Giovanni Bonu.

Sector de Giovanni Bonu

Trinchera en Arcu Nicolau, cota 467 m sobre el nivel del mar.

Accesos de la vertiente oeste.

- Nivel 1, 260 m en galería sobre la vena intermedia, a cota 422 m sobre el nivel del mar.

Accesos de la vertiente este.

- Nivel 2, 320 m en galería sobre la vena intermedia y lateralmente 210 m en galería sobre la vena norte, a cota 380 m sobre el nivel del mar.

- Nivel 3, 430 m en galería sobre la vena intermedia, y lateralmente 90 m en galería sobre la vena norte, a cota 347 m sobre el nivel del mar.

- Nivel 4, 670 m en galería sobre la vena intermedia, y lateralmente 50 m en galería sobre la vena norte, a cota 310 m sobre el nivel del mar.

- Nivel 5, 720 m en galería sobre la vena intermedia (fue suspendido al hallar los granitoides tardihercánicos) a cota 282 m sobre el nivel del mar.

- Nivel 6, a cota 255 m sobre el nivel del mar.

1090 m sobre en galería la vena intermedia, hasta la salida en la valle de Canale Gennadidu.

1110 m en galería sobre la vena sur, desde la entrada en Montenarba (vertiente Perda S'Altari) hasta la salida en Canale Gennadidu.

360 m en galería lateralmente, sobre la vena nord.

- Nivel 7, a cota 231 m sobre el nivel del mar.

630 m en galería sobre la vena sur o de Canale Figu.

666 m en galería sobre la vena intermedia.

El 7º nivel era el último que desembocaba en el valle de Giovanni Bonu mediante una cortaveta.

Sector de Montenarba.

Accesos en la vertiente este.

- Nivel 89, a cota 194 m sobre el nivel del mar.

Vena sur, 550 m en galería desde el extremo este de las labores hasta la falla N.º 2, 800 m en galería desde ésta hasta los granitoides tardihercánicos.

Vena norte, 300 m en galería.

- Nivel 99, a cota 162 m sobre el nivel del mar.

De la entrada hasta la 2ª falla, 650 m en galería (vena sur).

De la 2ª falla a los granitoides tardihercínicos, 650 m en galería (vena intermedia).

- Nivel 109, también llamado Ribasso Montenarba, a cota 128 m sobre el nivel del mar. Abierto por medio de una cortaveta, correspondía al nivel 30 m del Pozzo Maggiore de Montenarba, y era la última salida directa a la superficie. Se trataba de una galería que medía 2200 m:

- del Pozzo Maggiore al este estaba trazada en las vetas intermedia y norte (unidas).

- Del Pozzo al oeste hasta la falla N^o 2 en la vena sur; de ahí a los granitoides terdihercínicos a lo largo de 650 m sobre la intermedia.

Con la diferentes variantes se alcanzó en este nivel un desarrollo en galería de 3465 m.

Acceso del Pozzo Maggiore.

- Nivel 11 (nivel 60 de Montenarba), a cota 100 m sobre el nivel del mar.

En total 1660 m en galería. Bajo este nivel las venas norte e intermedia aparecieron reunidas en un largo tramo.

- Nivel 12 (nivel 105 de Montenarba), 53 m sobre el nivel del mar.

En total 1700 m en galería.

- del pozo a la 2ª falla en la vena sur.

- de la 2ª falla a los granitoides en la vena intermedia.

- Nivel 13 (nivel 155 de Montenarba), a cota 5 m sobre el nivel del mar.

Longitud total 1430 m en galería.

- Nivel 14 (nivel 200 de Montenarba), a cota -44 m (bajo el nivel del mar).

Longitud total 1290 m en galería.

- Nivel 15 (250 de Montenarba), a cota -94 m (bajo el nivel del mar).

Longitud total 590 m en galería. Atacado en Giovanni Bonu con un pozo ciego abierto desde el nivel 14, 80 m de longitud en galería en Giovanni Bonu.

- Nivel 16 (300 de Montenarba), a cota -144 m (bajo el nivel del mar). Atacado con un pozo ciego desde el nivel 250 de Montenarba..

Longitud total: 190 m en galería.

Por lo tanto, podemos resumir que se llevaron a cabo labores en los diferentes filones a lo largo de un intervalo horizontal de unos 2 km, sobre un tramo vertical de más de 600 m en Giovanni Bonu y reduciéndose a poco más de 300 en Monte Narba. Las labores aparecían limitadas en su extremo oeste por la aparición del granitoide tardihercínico y en el extremo este por la aparición de unos importantes filones cuarzosos de dirección aproximada N-S. Hacia el este la reconocida pobreza de la contigua concesión

de Perd'Arba hizo desistir a los prospectores, mientras en el extremo oeste las labores de exploración hallaron más allá de la masa de granitoides otro sistema filoniano mineralizado en Ag, en el que se emplazó la antigua mina de Masaloni.

Fruto de esta actividad minera existe un considerable volumen de escombreras en los alrededores de las antiguas labores de Giovanni Bonu-Montenarba, en algunos casos reforestadas. Sin embargo, al igual que en Baccu Arroddas (véase cap. 15.1.2.) este volumen es mucho menor que el volumen de estériles producido, y aunque se tiene evidencia de la existencia de varios intentos de reexplotación de las escombreras éstos fueron de limitada entidad y siempre in situ. Como quiera que los estériles fueron sistemáticamente empleados como rellenos de las labores agotadas, cabe señalar que junto a un apreciable stock potencial de las antiguas gangas (baritina, y en menor grado fluorita) existe un volumen mucho mayor en forma de rellenos de las labores, principalmente en los niveles superiores.

La actividad posterior en estas dos minas fue muy reducida. Ya han sido descritos en el cap. 14 los intentos de la realización in situ de una planta de cianuración para el tratamiento de menas pobres, la adquisición de Montenarba por parte de la Montevecchio y las exploraciones realizadas a lo largo de los años 20, la explotación de pequeñas mineralizaciones de As por la misma empresa durante el periodo bélico, y la simultánea exploración de Giovanni Bonu por parte de la Società Monteponi.

Por lo tanto, podemos concluir que prácticamente toda la producción obtenida corresponde al periodo de explotación de las minas por parte de la Società de Lanusei. No disponiendo de las estadísticas detalladas de los últimos años de explotación (sólo disponemos de los datos de producción de minerales de Pb hasta el año 1889 recogidos en el trabajo de DE CASTRO, 1890), nos vemos obligados a realizar una estimación global aproximada sobre las producciones.

El sistema filoniano de Giovanni Bonu-Montenarba proporcionó (aproximadamente) el 85 % de las menas producidas por la Società di Lanusei (cerca del 60 % Giovanni Bonu, un 25 % Montenarba), lo que representa alrededor de 210 t de plata (150 y 60 respectivamente). Por lo tanto, este complejo minero proporcionó alrededor del 75 % de la plata producida en el Sarrabus, siendo mucho más importante el volumen de mineralización extraído del sector oriental (Giovanni Bonu), lo que es fácilmente comprensible si se observa la entidad de las labores desarrolladas en cada sector de la mina (véase la fig. 210). Las estimaciones referidas al plomo y el zinc recuperados, y a la fluorita y la baritina dejadas dentro de los estériles son hoy por hoy irrealizables.

Por lo que se refiere a las leyes explotadas también es muy difícil realizar cálculos, pero es interesante recoger los

gráficos de leyes medias proporcionadas por DE CASTRO (1890) (véase la fig. 211). Se producían dos tipos básicos de menas, una de ellas seleccionada directamente a mano a pie de corta (calidad de "Casseria", con valores medios del orden de 1.5-2 % Ag), y otra mucho más pobre (calidad de "Laveria" 0.3-0.5 % Ag), concentrada mecánicamente previa trituración en la planta de tratamiento. Los contenidos medios en Pb eran mucho más altos y variables, siendo normales valores del 32-40 %. En los lentejones ricos se habían alcanzado valores del 5, el 7 y hasta el 12 % en Ag.

15.1.1.3.- Resumen de la situación geológica.

El sistema filoniano explotado en Giovanni Bonu-Montenarba está enclavado en el seno de los materiales siliciclásticos que afloran entre los cuerpos intrusivos de "porfidi grigi" de Punta Is Crabus-Bruncu Arrocu-Tramazzu (al norte) y los de Arcu Ruggeri-Arcu Chiccu Locci-vertiente sur de Monte Narba. Estos cuerpos de "porfidi grigi" presentan al igual que el sistema filoniano una elongación en sentido E-W, y representan la conexión entre los grandes domos de dirección aproximada NW-SE de Genn'Argiolas (al oeste) y Serra Ponzianu y Pizzu Mannu (al este).

Los cuerpos intrusivos de "porfidi grigi" que limitan al norte el sistema filoniano (y, en menor medida, también los que lo limitan al sur) constituyen un denso haz de amplios diques que incluyen diferentes septas de materiales siliciclásticos (igualmente elongados en dirección E-W). Los afloramientos de "quarzi-ti" del Sarrabus (y los cuerpos subaflorantes reiteradamente hallados en el curso de las labores) constituyen cuerpos intrusivos que también presentan un control tectónico por parte de una familia de fracturas de dirección E-W (véase el cap. 7.2.). El cuadro tectónico general en el momento de emplazamiento de los grandes domos de dirección NW-SE correspondía a una distensión desarrollada según una dirección aproximada E-W, o ENE-SWS.

El sistema filoniano está limitado al oeste por la aparición de una apófisis de los granitoides tardihercínicos del Sarrabus. El contacto entre estos granitoides y los materiales de la cuenca paleozoica es claramente intrusivo, y ha generado una importante aureola de metamorfismo de contacto en los alrededores, de varios centenares de metros de anchura. El límite oriental conocido del sistema filoniano está constituido por una serie de filones de cuarzo y cuarzo-baritina de dirección aproximada NNE-SSW que afloran ampliamente en la cabecera del Riu s'Arenada, s'Arcu S'Omini Mortu y Arcu Sa Suergia.

Miniere argentifere della Società Lanusei

Diagramma del tenore medio in argento

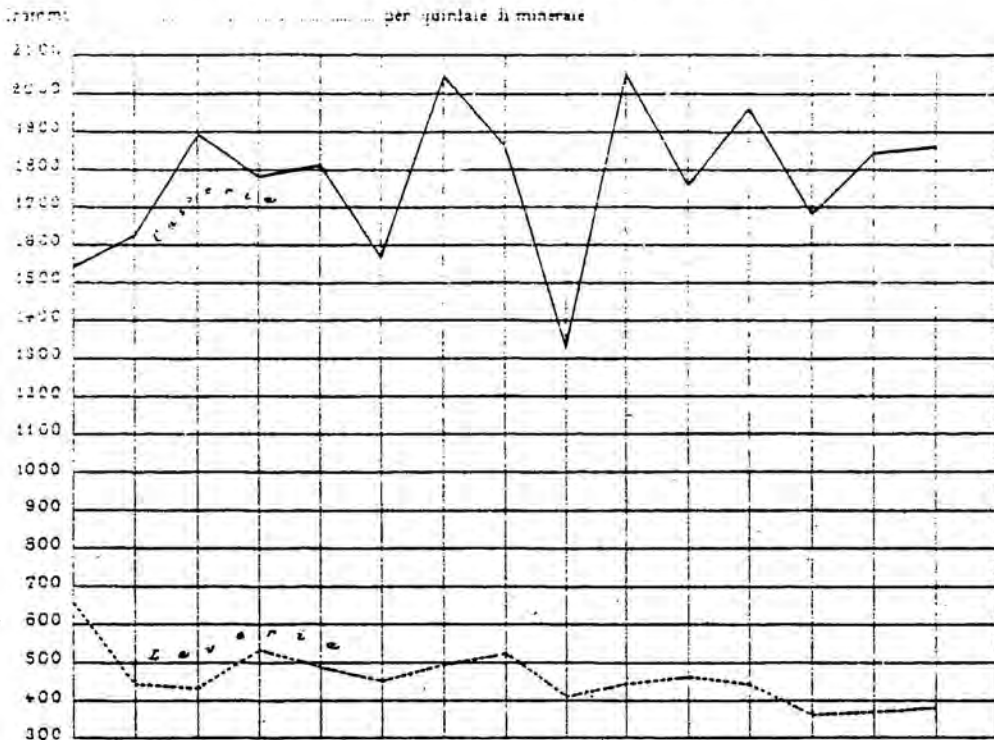


Diagramma del tenore medio in piombo

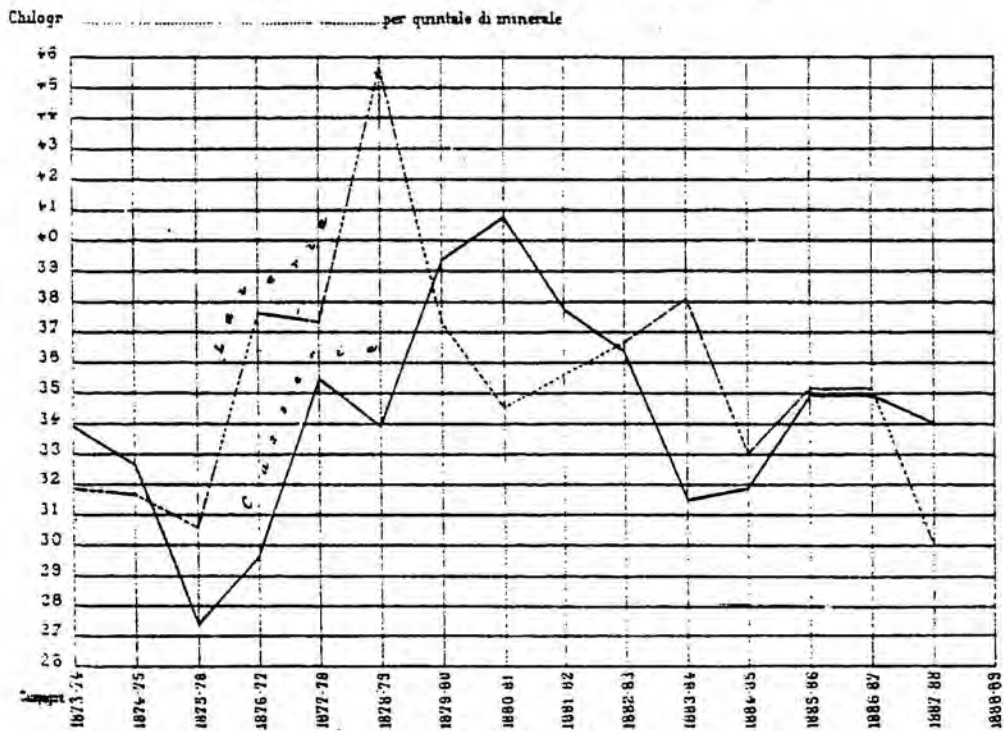


Fig. 211.- Layas medias en Ag y Pb de los minerales explotados por la Società di Lanusei en el "Filone argentifero" en la primera época de explotación de las minas (Según DE CASTRO, 1890). (Para la explicación véase el texto).

Al llegar a los alrededores de estos filones la mineralización argentífera disminuía rápidamente hasta desaparecer, sin que haya sido reconocida sobre la vertiente opuesta (S'Araxini, concesión minera de Perd'Arba) la prosecución del sistema filoniano de dirección E-W.

Los domos y/o diques ácidos del tipo "porfidi grigi" también han generado un metamorfismo de contacto (en general de dimensiones mucho más reducidas) en el seno de los materiales siliciclásticos, y en algunos de los cuerpos de "quarziti" (por ej., las de Riu S'Arenada) que, en consecuencia, se emplazaron precedentemente. Además, las septas de materiales siliciclásticos pinzadas entre los diferentes diques han sufrido deformación durante el emplazamiento de los diques y aparecen en las estrictas proximidades de éstos más o menos verticalizadas. En el resto de los materiales siliciclásticos situados al sur de los domos de Punta Is Crabus-Tramazzu se observa un sentido de paleoaportes en los materiales de norte a sur. Estos materiales siliciclásticos aparecen subhorizontales o con un ligero buzamiento hacia el sur.

En el sector oriental de la mina de Montenarba se observa además a techo de los filones argentíferos la presencia de una litofacies característica, el llamado "Conglomerato de Montenarba". Esta litofacies aparece a diferentes cotas, como culminación apical de algunos de los filones, y puede aparecer tanto interestratificado con los materiales siliciclásticos como encajado en ellos. Esta litofacies ha sido interpretada como el producto de la culminación de los sistemas hidrotermales en condiciones muy someras o directamente sobre el fondo marino (véase cap. 6.10.).

15.1.1.4.- Morfología y composición de la mineralización.

El sistema filoniano explotado en Giovanni Bonu-Montenarba consiste en tres filones principales de dirección aproximada E-W, más o menos subverticales, con buzamientos variables hacia el norte (en especial en la vena sur, del orden de 75° o menor en algunos tramos). Los filones aparecen separados por distancias

variables, del orden de varias decenas de metros, y tienen tendencia a converger en profundidad, y localmente de un modo lateral.

Los tramos mineralizados de los filones no son continuos, apareciendo la mineralización concentrada en bonanzas lenticulares. De hecho, no son continuos ni los mismos filones, que tienen un trazo arrosariado y frecuentemente convergen entre si y se sueldan. Así, en el tramo oriental del sistema filoniano (mina de Giovanni Bonu) el mejor representado es el filón intermedio, solapándose los tres filones sólo en un tramo breve (niveles 6 al 8, y aún ahí sin continuidad); el filón norte está bien representado en los niveles superiores (1 al 8), quedando definitivamente soldado al filón intermedio en el nivel 12; y finalmente el filón sur ocupa sólo en la zona de tránsito hacia el sector occidental del sistema filoniano el tramo medio de los yacimientos.

De hecho, el sistema filoniano está subdividido en varios tramos por la presencia de tres fracturas principales, denominadas respectivamente de este a oeste fracturas Nº 1, Nº 2 y Nº 3 (véase la fig. 210); las tres buzanan hacia el oeste.

La fractura Nº 1 es una falla de dirección N 20 ° W claramente posterior al yacimiento, que desplaza el sistema filoniano unos 80 m en sentido horizontal. Tiene un considerable espesor y presenta un relleno fundamentalmente arcilloso. Además de esta fractura principal, en este mismo sector (Perda S'Altari) existen hasta un total de 12 diques de porfirita feldespática-piroxénica de dirección aproximada N-S que también seccionan netamente y desplazan unos pocos metros el sistema filoniano.

Por el contrario, las fracturas Nº 2 y Nº 3 son dos filones baríticos de dirección N 20° E, aparentemente simultáneos a la formación del sistema filoniano E-W (TRAVERSO, 1890), ya que en las zonas de cruce aparecen ampliamente mineralizados (los filones principales también presentan enriquecimientos en las zonas de convergencia) y afectan a la distribución lateral de los filones argentíferos.

Así, podemos señalar que en el tramo inferior del yacimiento en general el filón sur no suele superar hacia el oeste la fractura Nº 2, mientras que hacia el este de dicha fractura el filón norte de Giovanni Bonu pierde mucha importancia y aparece casi sistemáticamente soldado al intermedio. En el sector oriental de la mina de Montenarba el filón norte era una venilla sin importancia. Las fracturas 2 y 3 también parecen haber controlado en una escala local el emplazamiento de los domos intrusivos ácidos en profundidad (véase más adelante).

El filón intermedio fue el que proporcionó las mayores explotaciones de minerales argentíferos, en especial en Giovanni Bonu y en el sector occidental de la mina de Montenarba (Perda

s'Altari). La vena sur presentó importantes concentraciones en Ag, en especial en el tramo comprendido entre el pozo principal de la mina (Pozzo Maggiore de Montenarba) y la falla N° 3. En el filón norte la mineralización era mucho más irregular, con importantes concentraciones argentíferas pero también con tramos bastante pobres; de todos modos fue intensamente explorado y explotado en Giovanni Bonu, en especial en los últimos años de la mina cuando las reservas del filón intermedio comenzaban a agotarse.

Disponemos de mucha información sobre la mineralogía de estas minas, pero por el contrario no existen muchas referencias sobre las diferentes asociaciones paragenéticas y las sucesiones de éstas, ni de su distribución espacial en el seno de las labores. De entrada, el rasgo más llamativo del sistema filoniano es la gran cantidad de minerales presentes y la riqueza de elementos presentes en ellos. Por lo que se refiere a los minerales metálicos son frecuentes, además de los minerales de Ag, Pb, Zn, y Fe los de As, Ni, Co, Sb y Cu, y la presencia sistemática de Hg en numerosos minerales (en la plata nativa, la argentita, etc.).

Los datos disponibles indican una tendencia de distribución de las diferentes paragénesis comparable a la de los demás yacimientos del Sarrabus (véase caps. siguientes), y en especial a la de los yacimientos mayores (como el de Baccu Arroddas, véase cap. 15.1.2.) caracterizados por la antes citada riqueza de paragénesis y por una buena zonación de ésta en la escala vertical.

Así, por lo que se refiere a los minerales no metálicos considerados gangas en el momento de la explotación, se observa la disposición preferente de la baritina en los niveles superiores siendo rápidamente desplazada primero por fluorita y posteriormente por calcita. En los niveles inferiores ricamente mineralizados en Ag predomina ampliamente la calcita, acompañada por el cuarzo, que también aparece (ya como ganga principal) en la zona basal de la mineralización, pobre en Ag y caracterizada por la presencia de sulfuros. La esterilización de los filones en los niveles inferiores se caracteriza por una ganga de cuarzo (localmente acompañada muy minoritariamente por calcita) y por una matriz arcillosa, en general ampliamente predominante.

Por lo que se refiere a los minerales metálicos, se podría señalar igualmente una zonación semejante, con un amplio rango de distribución de la galena que comprende casi todo el desarrollo vertical del sistema filoniano, y con el sector central caracterizado por la presencia de Ag, en forma de Ag nativo (en el sector central del sistema) y de argentita (con un más amplio rango de distribución que sobrepasa superior e inferiormente el de la Ag nativa). La esfalerita estaría preferentemente concentrada en la zona inferior del sistema filoniano, asociada a

cuarzo y galena e indicando el inicio de la esterilización total por lo que se refiere a la presencia de Ag.

Sin embargo, este esquema no es sino una simplificación muy burda, por varios motivos. En primer lugar, por el hecho de que en lugar de tratarse de un único filón el sistema filoniano consta de varias vetas que se unen y se ramifican, hecho que da lugar a una diversificación de las paragénesis. En segundo lugar, porque tal como indica la comparación de los trabajos de mineralogía descriptiva realizados durante la época de explotación, el proceso de mineralización ha sido claramente polifásico, lo que se ha traducido en fenómenos de "telescoping" de las paragénesis.

Finalmente, hay que tener en cuenta que el nivel de base (léase de esterilización) del sistema filoniano sólo ha sido indudablemente alcanzado en Giovanni Bonu. En términos estrictamente geométricos, esto implica que la mineralización en el sector oriental afecta a materiales topográficamente mucho más deprimidos, hecho por el que no es correcto considerar la distribución de paragénesis en todo el sistema filoniano referida al mismo nivel de base, sino que en cada sector debe ser considerada separadamente.

En el sector occidental el cese de la mineralización aparece asociado espacialmente a la aparición de los domos ácidos de "porfidi grigi" como encajante de la mineralización. Estos domos aparecen muy alterados hidrotermalmente, el filón presenta un importante relleno arcilloso y la mineralización desaparece totalmente en el interior de los domos en un tramo vertical del orden de 50-80 m (niveles 12 y 13 de Giovanni Bonu). Estos domos desaparecen rápidamente al este de la falla Nº 2, en donde los domos comienzan a aparecer de nuevo en el nivel 15.

Sin embargo, hay que señalar que diferentes apófisis de estos domos ácidos aparecen bien representadas al este de la falla Nº 2 entre los niveles 11 y 12, desapareciendo en los niveles inferiores. Esta aparición de los pórfidos es coherente con el modelo de paleovolcanismo ácido desarrollado en esta tesis (véase los caps. 6.2., 6.6., etc.), y es un argumento adicional sobre la contemporaneidad de los filones baríticos (fallas Nº 2 y 3) con el paleovolcanismo y el sistema hidrotermal principal de dirección E-W.

La presencia de los domos ácidos como encajantes suele ir acompañada con la presencia de la mineralización en stockworks, tanto en el mismo seno de los pórfidos como en los materiales siliciclásticos suprayacentes. En este sentido, la presencia de un stockwork muy bien desarrollado entre el pozo ciego del nivel 14 al 15 en Giovanni Bonu (al este de la fractura Nº 2) y la falla Nº 1 ha de ser interpretado como la manifestación superficial de la continuidad en profundidad de los domos ácidos reconocidos en el avance oeste del nivel 15.

En todo el sector oriental de la mina no han sido reconocidos los domos ácidos, hecho que explica la continuidad de la mineralización en profundidad por debajo de los niveles explotados en Giovanni Bonu. En resumen, en las labores subterráneas de este complejo minero se ha reconocido la existencia de los domos ácidos intrusivos a diferentes niveles de la secuencia siliciclástica, constatándose que el sistema filoniano se extingue en su interior.

Como quiera que los domos y/o diques afloran a norte y sur de las mineralizaciones, podemos resumir que los cuerpos ácidos tienen en el sector situado al sureste del gran domo de Genn'Argiolas una morfología de silla de montar invertida, en el seno de la cual queda recogido el sistema filoniano que contiene las mineralizaciones argentíferas. Las "quarziti" del Sarrabus igualmente quedan incluidas dentro de los brazos de la silla de montar, y en líneas generales constituyen precursores intrusivos de los domos y diques ácidos. Las "quarziti" presentan en sus flancos numerosas concentraciones de pirrotina (con indicios de Cu, Ni, etc.; TRAVERSO 1881) que constituyen skarnoides y/o skarns, principalmente ubicados en el seno de los materiales siliciclásticos.

Las masas de pirrotina aparecen en ocasiones próximas al sistema filoniano argentífero, pero en cotas y sectores no coincidentes con los enriquecimientos de éste, y existe un general consenso desde los trabajos de Traverso en que se trata de una mineralización no relacionada directamente con dicho sistema filoniano. Como hemos visto, nuestras observaciones en el campo del paleovulcanismo permiten concluir que se trata de mineralizaciones previas al sistema filoniano argentífero.

Por lo que se refiere a este último, en Giovanni Bonu (al oeste de la falla N^o 2) la distribución de las paragénesis corresponde aproximadamente al esquema señalado. A destacar que en niveles relativamente someros (como el 6 en el filón intermedio) la calcita ya es abundante en la ganga, junto a la fluorita y al cuarzo. La fluorita, sin ser excesivamente abundante, aparece sistemáticamente representada en los filones hasta llegar a los niveles inferiores (11-12).

La mineralización argentífera más rica aparece en los alrededores de la conjunción de los filones intermedio y norte, y destaca la presencia en ambos filones junto a la argentita y la Ag nativa de abundante pirargirita (considerada a todos los efectos una de las menas explotadas), principalmente por encima del enriquecimiento en plata nativa y en un rango de distribución vertical muy amplio, hasta los niveles más superficiales. Inmediatamente por encima de la zona rica en Ag nativa aparece también la estefanita, relativamente abundante en los niveles intermedios pero mucho más infrecuente en los superiores. Destaca

también en los niveles inferiores e intermedios la asociación de minerales de Ni y Co a la paragénesis argentífera (véase más adelante), y la creciente importancia de la esfalerita en los niveles inferiores.

Es digno de mención que la mineralización argentífera en los niveles ricos aparece en cuerpos lenticulares de disposición casi vertical, tanto en finas diseminaciones de los minerales metálicos en las gangas como en bolsadas ricas casi exclusivamente constituidas por ellos. Los lentejones ricos aparecían arracimados unos a otros, presentando (considerados individualmente) un buzamiento hacia el oeste de 80° y una dirección no exactamente coincidente con la E-W del filón que las contenía, en concreto N 80° W (TRAVERSO 1890, p. 52). Los puntos de contacto entre dos lentes continuas (donde existían) eran especialmente ricos, pero normalmente las lentes estaban separadas por materiales estériles. Las agrupaciones de lentejones solían presentar, consideradas globalmente, una morfología apaisada.

La esterilización del filón en profundidad se producía por un espaciado cada vez mayor entre los diferentes lentejones ricos. La disminución del contenido en Ag en el interior de cada uno de los lentejones no era especialmente notable, aunque se advertía la mayor abundancia de la argentita en profundidad en detrimento de la plata nativa, así como una mayor presencia de esfalerita junto a la galena en el seno de los lentejones. Junto a estos lentejones, cada vez era más frecuente en profundidad la aparición de mineralizaciones en stockwork o en texturas brechificadas, implicando tanto clastos de encajante como de mineralización. En los niveles superficiales, por el contrario, las texturas groseramente listadas, o masivas (en el caso de rellenos de baritina y/o fluorita) eran relativamente abundantes.

En el sector situado inmediatamente al este de la falla N° 2 aparentemente existe una distorsión de la disposición general de las paragénesis, con un mayor rango de distribución de la esfalerita, abundante tanto en los niveles 11 y 12 (sector comprendido entre las apófisis del domo y la fractura N° 1) como en los stockworks del nivel 14. Esta distorsión aparentemente está relacionada precisamente por la presencia de las apófisis de los domos (si se quiere, por la local elevación del nivel de base de la mineralización señalado por la aparición de los "porfidi grigi", con la consecuente repetición de las paragénesis correspondientes a los niveles más inferiores).

En este sector situado entre las fallas 2 y 3 el filón mejor desarrollado es el sur, que se caracteriza por presentar en sus niveles superiores además de las mineralizaciones argentíferas mineralizaciones de niquelina acompañadas de sulfoarseniuros y sulfoantimoniuros (principalmente en los niveles 3 al 6), fundamentalmente en ganga de calcita.

Al este de la fractura N^o 1 destaca la presencia en el filón sur de importantes mineralizaciones de esfalerita argentífera (hasta un 3 % en Ag). En realidad se desconoce si la Ag aparecía estrictamente dentro de la red cristalina de la esfalerita, o (cosa más probable) en el seno de ésta en forma de microinclusiones de Ag nativo, argentita, etc. Sea como fuere, el caso es que buena parte de las mineralizaciones explotadas en el filón sur en Perda S'Altari (ya en la mina de Montenarba) eran de este tipo (niveles 9 y 10 aproximadamente), con mayor o menor cantidad de galena, y que por debajo del nivel 12 el filón aparecía esencialmente constituido por cuarzo y estéril.

Al este del Pozzo Maggiore de Montenarba el filón norte aparecía casi sistemáticamente asociado al intermedio, y no parece que hayan sido efectuadas muchas labores de exploración en el filón sur. De hecho, las mineralizaciones localizadas en los niveles 15 y 16 al oeste del Pozzo Maggiore, por debajo de la zona estéril cuarzosa citada en el párrafo precedente aparentemente están trazadas en el filón intermedio como prolongación de las del sector este del citado pozo. En ese sector (nivel 16) aún se reconoció la existencia del filón norte, constituido por ganga de cuarzo con mineralizaciones de galena.

En el sector situado al este del Pozzo Maggiore sólo se desarrollaron explotaciones importantes por encima del nivel 105 de Montenarba (equivalente del nivel 12). En ese nivel el filón intermedio se esterilizaba lateralmente, presentando tanto rellenos cuarzo-arcillosos como lentejones poco potentes de calcita, fluorita y trazas de galena. La mineralización explotada superiormente principalmente correspondía a diseminaciones y bolsadas de galena, argentita y, en menor medida, Ag nativo en ganga calcítica, fluorítica y barítica. A destacar que al parecer la baritina era poco abundante.

Tal como queda señalado en la fig. 210, en profundidad la evolución del filón intermedio al este del Pozzo Maggiore muestra un rápido tránsito hacia la esterilización, caracterizado por la desaparición de grandes concentraciones de lentejones argentíferos, que aparecen sólo esporádicamente. Es posible que esta tendencia quede exagerada en Montenarba respecto a la observada en Giovanni Bonu, principalmente ya que en este último sector se disponía de mayor información cartográfica sobre las labores (TRAVERSO, 1890; DE CASTRO 1890), mientras que en Montenarba el trazado de las labores en los niveles inferiores ha tenido que ser reconstruido totalmente a partir de los datos proporcionados por la Rivista del Servizio Minerario.

De todos modos, puede señalarse que la tendencia general es respetada en el sector este del yacimiento, con el hallazgo de niveles argentíferos aislados pero aún muy ricos, con galena acompañando a la argentita y también presencia, aunque reducida, de Ag nativa. Sin embargo, la esterilización no es ni mucho menos

total, con la existencia de abundantes y ricos lentejones argentíferos en el último nivel explorado (16), presencia en la ganga de calcita y cuarzo, pero también fluorita y baritina (minerales correspondientes a los niveles más superficiales del sistema filoniano), y falta de todo tipo de referencias a encajantes porfídicos en los filones.

La Società di Lanusei exploró estos últimos niveles en un momento en el que el mercado de la plata era poco favorable, y tanto en Montenarba, como en los niveles inferiores de Baccu Arroddas y en toda la mina de Masaloni las labores de investigación no fueron completadas. Por este motivo, sólo en Giovanni Bonu la mina se consideraba prácticamente agotada a finales del siglo XIX (TRAVERSO 1909).

Respecto a la sucesión de paragénesis los diferentes autores que han estudiado las minas argentíferas del Sarrabus han aceptado la siguiente, propuesta por TRAVERSO (1909 p. 30):

- Primera generación:

Cuarzo translúcido masivo o fibroso-radiado, baritina compacta, escamosa o macrocristalina, la fluorita verde oscuro, la galena macrocristalina pobre en Ag, la de grano finísimo y estructura casi fibrosa, y la blenda ferruginosa microcristalina.

- Segunda generación:

Calcita espática y/o bien cristalizada en geodas, la baritina rosada y la bien cristalizada blanca, gris o verde claro, los minerales de Ag, la galena de grano fino rica en Ag, los minerales de Ni y Co.

- Finalmente, existiría una tercera generación supergénica, a la que se tendrían que atribuir tanto las mineralizaciones de plata nativa como minerales típicos de zona de alteración, como piromorfita, eritrina, pirolusita, azufre nativo, etc.

Esta es en resumidas cuentas la sucesión aceptada por Valera en sus trabajos (véase por ej. VALERA 1973 b, 1974 a; 1989, com. personal), y no dista en exceso de la propuesta por CHECCHI & DUCHI (1983). Sin embargo, la descriptiva disponible y los mismos ejemplares expuestos en diferentes museos italianos permiten matizar y complementar esta esquemática sucesión paragenética.

Fig. 212.- Sucesión paragenética reconocida en el sistema filoniano (véase explicación en el texto).

	A	B
cuarzo	-----	--
dolomita	- - - -	
calcita	-----	--
fluorita	- - - -	
baritina	-----	--
armotomo	- - - -	
laumontita	- - - -	
esfalerita	-----	
galena	- - - -	
pirrotina	-----	
pirita	- - - -	
marcasita	- - - -	-
calcopirita	- - - -	
arsenopirita	- - - -	
querargirita		-----
embolita		--
Ag nativo	- - - -	-----
argentita	-----	
pirargirita	- - - -	
estefanita	- - - -	
bournonita	- - - -	
breithauptita	- - - -	
arita	- - - -	
niquelina	- - - -	
rammelsbergita	- - - -	
saflorita	- - - -	
ulmannita	- - - -	
cobaltina	- - - -	
As nativo	- - - -	
lollingita	- - - -	
molibdenita	-	
piromorfita		-----
malaquita		-
eritrina		-----
wulfenita		-
cerusita	- -	--
annabergita		
manganita		-
pirolusita	- -	-----
limonita		-----
yeso		-----
S nativo		--

La primera observación a realizar es que en muchas de las descripciones de la época (TRAVERSO 1881, 1909, etc.) y en muchas de las muestras disponibles en los museos el carácter policíclico de la mineralización es manifiestamente más complejo que el modelo descrito más arriba.

En el estudio metalográfico de PIERPOLI (1933) quedó manifiesta la existencia de una generación de Ag nativo previa a los minerales de Ni y Co, minerales sobre los que no existía ninguna duda respecto a su origen hipogénico. De hecho, ya se sabía por las descripciones macroscópicas que la argentita podía suceder a la Ag nativa, pero este hecho había sido artificialmente atribuido a procesos supergénicos, con independencia de que algunas de las muestras que mostraban esta sucesión procedieran de los niveles intermedios o profundos de la mina.

Este autor también aportó evidencias del carácter pre-sin-galena de algunas esfaleritas procedentes de los niveles profundos, del carácter sin-post-galena de algunas de las mineralizaciones de Ni y Co (breithauptita, niquelina, rammelsbergita, saflorita, etc.), y de la existencia de sucesiones paragenéticas del tipo arsenopirita-pirrotina-calcopirita-berthierita.

Aunque es difícil el realizar un cuadro de síntesis de las sucesiones paragenéticas, hemos confeccionado uno (fig. 212) con la esperanza de clarificar las situaciones paragenéticas existentes.

Este cuadro debe ser leído recordando que la mineralización hipogénica (A) es claramente policíclica (con episodios presumiblemente muy próximos en el tiempo) y que algunos de los minerales clásicamente considerados supergénicos (B) se pueden formar también en el tramo superior de un sistema hidrotermal análogo al estudiado.

El carácter policíclico de la mineralización implica que pueden hallarse gran cantidad de sucesiones paragenéticas (con o sin sustitución de los minerales precedentes) entre varios de los minerales considerados.

Hay que suponer que el cuadro no es ni mucho menos exhaustivo, ya que falta una revisión de las paragénesis realizada con medios modernos; a excepción de los datos procedentes del ya citado trabajo de PIERPOLI (1933) la caracterización de las diferentes especies se hizo mediante estudios goniométricos y químicos de muestras macroscópicas. Estos estudios son en su mayoría excelentes para la época; baste señalar por ej. los de KLEIN (1883), KLEIN & JANNASCH (1887) y MIERS (1891) que caracterizaron un mineral ciertamente raro como la ulmannita, y han sido recogidos en la mayoría de los tratados de mineralogía dando

las minas del Sarrabus como localidades tipo de este sulfoantimoniuro de níquel.

Este tipo de estudios pudo llevarse a cabo en primer lugar por hallarse excelentes cristalizaciones debido a la textura frecuentemente geódica de la mineralización, y también en buena medida gracias a la excelente difusión dada a las muestras por parte de la Lanusei, y por el Ing. G.B.Traverso en particular. Sin embargo, es muy evidente que el conocimiento actual de las paragénesis presentes aún es escaso, en especial por lo que se refiere a los minerales producto de la alteración supergénica, y por lo que se refiere a los minerales arcillosos, zeolitas, etc. de las alteraciones y los rellenos filonianos que aparecen directamente relacionados con la mineralización.

En el campo de la mineralización metálica, sin duda el más conocido, sería necesario hacer una revisión sistemática con métodos de difracción de rayos X y un estudio metalográfico de muestras ricas de la mineralización, hoy por hoy inaccesibles. De los datos proporcionados por los trabajos clásicos puede deducirse que la paragénesis hallada en Giovanni Bonu-Montenarba se repite, más o menos completa, en las demás mineralizaciones, de las que además tenemos menos información, motivo por el que en los capítulos siguientes sólo nos referiremos a la mineralogía principal conocida en cada una de las mineralizaciones tratadas, dando por sentado que la asociación de paragénesis de referencia en todos los casos es la del cuadro de síntesis anterior.

El cuadro de síntesis requiere además algunos comentarios. La inclusión de la lollingita es una interpretación debida a la reiterada presencia de citas de arseniuro de hierro, normalmente algo cobaltífero y argentífero. Existen otros minerales poco abundantes como la tetraedrita que no aparecen citados en las recopilaciones de TRAVERSO (1881, 1898) en estas minas (sí en el complejo filoniano de Baccu Arrodas), pero sí en otros trabajos cortos de mineralogía descriptiva de la época. Es razonable que este mineral (y otros conocidos en otras minas como la polibasita en Serra S'Ilixì y la millerita en Baccu Arrodas) también formaran parte de la mineralización en Giovanni Bonu-Montenarba.

Sorprende también la afirmación de Traverso de la inexistencia de proustita en la paragénesis, tanto por la abundancia de pirargirita y minerales de As en ésta, como por aparecer citada en otros trabajos (D'ACHIARDI, 1900 b). Por otra parte, los documentos de la época de la explotación hablan indistintamente de argirosa o de sulfuro de plata, y es muy improbable que no exista también acantita en la paragénesis, al menos en los niveles superficiales.

Es de esperar que el estudio metalográfico y estructural de las mineralizaciones microcristalinas no sólo ofrecerá nuevos datos sobre paragénesis, sino informaciones susceptibles de gran

utilidad práctica. Por ej., el establecer dónde y dentro de qué estructura cristalina está la plata en menas como las esfaleritas argentíferas explotadas en la Vena Sur puede ser de utilidad, tanto para reconstruir la mineralogénesis del yacimiento como para establecer cual es el método de recuperación industrial más adecuado.

Otro aspecto mineralógico de interés concierne al oro. En los trabajos antiguos hay diferentes referencias a la existencia de Au en el Sarrabus, pero casi siempre se trata de lentejones de sulfuros masivos estratiformes o de los skarns/skarnoides asociados a las "quarziti" intrusivas. Sin embargo, hay documentos que prueban la existencia de Au en las mineralizaciones argentíferas en cantidades notables, motivo por el que se puede afirmar (a despecho de la carencia de datos fiables de fundición de las menas obtenidas) la existencia de electrum.

Recientemente Valera (1989, com.personal) ha hallado mineralizaciones de oro en Baccu Arroddas (estudiando probetas pulidas), lo que induce a este autor a considerar en la actualidad estas menas como "gold-silver lodes". Las perspectivas para el hallazgo de mineralizaciones auríferas en el Sarrabus parecen a priori buenas, pero hasta que no se haya reconocido su importancia real en las diferentes mineralizaciones y su asociación con otros elementos (As, Sb, W, etc.) las guías de prospección de este metal no estarán claras.

Desde el punto de vista de la paragénesis el rasgo más notable por comparación con otros yacimientos es la escasez de cobre, lo que se traduce en la ausencia de cantidades significativas de enargita y tetraedrita en la mineralización. Tampoco han sido descritos telururos y seleniuros, aunque de hecho no se puede hacer ninguna afirmación rotunda respecto a su posible existencia.

En la imagen de conjunto hasta aquí trazada hay un aspecto que ha quedado hasta cierto punto marginado, cual es la descriptiva detallada de los filones. En los capítulos sucesivos se describen texturas detalladas de la mineralización análogas a las halladas en el curso de las explotaciones de este complejo minero, con la ventaja de que corresponden a afloramientos actualmente accesibles.

En el caso de Giovanni Bonu-Montenarba nos limitaremos a sistematizar un poco el conjunto de datos disponibles, que en parte ya han sido introducidos anteriormente.

Por lo que se refiere a las potencias de los filones, en general no solían superar los 2-3 m de anchura, y tenían un carácter francamente arrosariado. En los niveles superiores existen numerosos tramos masivos (principalmente cuarzo-baríticos), mientras que en los más inferiores la textura dentro de las

salbandas del filón frecuentemente era del tipo stockwork. A lo largo de todo el trazado vertical de los filones existen ramificaciones (venillas de espesor centimétrico) de éstos más allá de las salbandas, o incluso dificultad en la definición de éstas. Ello es debido a que el filón contiene frecuentemente clastos de encajante y/o precipitados lutíticos negros y/o rellenos arcillosos, que hacen que sea difícil trazar con claridad los confines entre filón y encajante.

En éste también aparecen frecuentemente materiales lutíticos negros piritosos y/o grafitosos (los "scisti neri" de los antiguos mineros) análogos a los materiales contenidos en el seno del filón. En los niveles inferiores, en los que el filón encaja en materiales porfídicos profundamente alterados hidrotermalmente el relleno arcilloso del filón también era difícil de distinguir de la roca de caja.

El carácter policíclico de la mineralización se manifiesta en el interior del filón (en los tramos no masivos) en la existencia de numerosas venillas en su interior, separadas entre sí por precipitados lutíticos-arcillosos, o secantes entre sí, o sencillamente de carácter lenticular sigmoidal subvertical, cada una de las cuales se adapta al relieve preexistente en la pared del filón, conformado por otros lentejones.

Finalmente, hay que dedicar una especial atención a que buena parte del relleno del filón (en especial en las zonas argentíferas ricas) tenía una textura geódica muy bien desarrollada, con magníficas cristalizaciones que no han sufrido deformación y/o recristalización posterior.

15.1.1.5.- Otras mineralizaciones e indicios en el sector de Giovanni Bonu-Montenarba.

15.1.1.5.1.- Antigua concesión de Perd'Arba.

La concesión de Perd'Arba constituye un rectángulo alineado en dirección NNE-SSW, situado entre las minas de Montenarba y Baccu Arroddas. Ya fue indicado en el cap. 14 que esta era una de las más antiguas concesiones existentes en el Sarrabus. Fue inicialmente explorada por la Società Mineraria Genovese L'Unione, quien la declaró descubierta en 1849 y obtuvo la concesión en 1851, simultáneamente a la antigua mina de Gibbas, situada al noreste de Muravera.

Esta sociedad exploró los filones principalmente cuarzosos de dirección N-S en el sector de S'Omini Mortu. Los resultados no fueron muy alentadores hallando únicamente mineralizaciones relativamente pobres de plomo. Como quiera que en la mina de

Gibbas L'Unione halló en un filón de dirección E-W menas de plomo bastante ricas con presencia de minerales argentíferos concentró sus esfuerzos en ese sector, cayendo en el olvido Ferd'Arba.

Posteriormente el interés por esta concesión volvió como consecuencia de la intensa actividad en Baccu Arroddas y Montenarba. La Società di Lanusei exploró la prolongación hacia el este del sistema filoniano de dirección E-W conocido en Montenarba ("Filone argentífero"). Se realizaron labores en el filón "principal" (venas norte e intermedia supuestamente soldadas), con 4 niveles de galerías en el monte Corongiu Meli: dos en la vertiente este y dos en la vertiente oeste, por una longitud total de casi 1 Km. También se intentó localizar el filón norte, sin éxito, y el filón sur habiendo hallado en Regione Colombi un filoncillo de cuarzo mineralizado en galena y piromorfita.

El filón "principal" era muy regular y potente, de cuarzo y calcita, débilmente inclinado hacia el sur. Sólo se presentó pobremente mineralizado en galena, en plata y en esfalerita en 30 metros en dirección en el primer nivel. En total no se halló ninguna mineralización interesante (ni indicios exteriores ni en galería) en 1600 m en dirección del yacimiento. Este hecho fue achacado a los grandes disturbios producidos en la mineralización por el desarrollo de las fracturas N-S (TRAVERSD 1909).

La Lanusei también realizó algunas nuevas trincheras en los filones N-S, sin resultados de interés. Estas mineralizaciones han sido descritas en el trabajo de VALERA (1973 c) quien las denomina filones de Nuraghe S'Achilloni, y nos remitimos a él directamente. Están situadas unos 1600 m al este de la mina de Montenarba. Se trata de dos filones paralelos de dirección NNE-SSW que pueden ser reseguidos a lo largo de unos 4 Km, con algunas interrupciones debidas a su carácter lenticular. Están emplazados en la totalidad de los materiales de la secuencia paleozoica y en su sector meridional en los granitoides tardihercínicos del Sarrabus.

Las dos fracturas están constituidas fundamentalmente por cuarzo, pero presentan esporádicamente (normalmente sólo en uno de los filones, tanto en el occidental como en el oriental) mineralizaciones de fluorita.

En el tramo norte de estos filones se observa que la mineralización normalmente aparece confinada en la salbanda oeste del filón occidental, y consta de una banda fluorítica de unos 60 cm, posterior al relleno de cuarzo principal del filón, con galena y cuarzo en un retículo de fracturillas superpuestas a la fluorita. Localmente también aparece baritina.

En el tramo central de los filones la mineralización suele aparecer en la salbanda este del filón oriental, y consta de una alternancia laminada de fluorita-baritina-cuarzo, con potencia

variable entre 20 y 60 cm. En el sector central de este filón también se hallan venillas de fluorita, paralelas a las salbandas.

En el tramo sur el filón occidental llega a alcanzar los 6 m de grosor y contiene la mineralización principalmente en su tramo central, en forma de disseminaciones de galena, con fluorita y calcita en bandas y vetillas más o menos bien definidas. Localmente el filón de cuarzo contiene gruesos lentejones de baritina. El filón oriental prácticamente no contiene trazas de mineralización en el seno del cuarzo.

15.1.1.5.2.- Mineralizaciones del sector de tránsito al domo de Genn'Argiolas.

En el periodo de la 2ª Guerra Mundial se explotaron algunas toneladas de menas cupríferas en unas trincheras situadas al NW de Montenarba en el sector del riu Genna, a unos 500 de su confluencia con el Riu Tramatzu. Las cuatro trincheras aparecen alineadas en dirección NNO-SSE, correspondiente a un contacto entre "porfido grigio" y los materiales siliciclásticos; el contacto buza hacia el oeste (50-60°).

Existe un metamorfismo de contacto, variable de unos pocos metros a casi inexistente (7-8 cm) asociado al pórfido, según las trincheras. El mineral aparece irregularmente distribuido, preferentemente concentrado en la salbanda del pórfido. La mineralización está asociada localmente a una intensa alteración hidrotermal del porfido, y consta de disseminaciones, masas de 10-40 cm de diámetro y filoncillos principalmente constituidos de calcopirita, pirita y arsenopirita con ganga de cuarzo; se observa además la presencia de malaquita, calcosina y escorodita en superficie. Los contenidos en Cu de las menas explotadas oscilaban entre el 5-10 %. La arsenopirita aparece normalmente sola, en stockworks y/o pequeños filoncillos son ganga, con unos espesores equivalentes que no suelen superar los 50 cm.

15.1.1.5.3.- Mineralizaciones del margen del domo de Genn'Argiolas.

Las mineralizaciones descritas en los párrafos precedentes no constituyen el único ejemplo de mineralizaciones confinadas en los márgenes del domo de Genn'Argiolas.

Tomando la pista de tierra que conduce desde Margini Mannu en la antigua mina de Montenarba) hasta la mina de Is Crabus (unos 5 Km al NW del pico de Genn'Argiolas) abierta por la SARRAMIN S.p.A. en el bienio 1959-60 se hallan numerosos indicios

filonianos, caracterizados principalmente por una paragénesis de baritina, fluorita, galena y pirita. Estas mineralizaciones encajan estrictamente en el contacto domo/materiales siliciclásticos, es decir, en una u otra roca (o en ambas) indistintamente.

La mineralización aparece normalmente en stockworks en forma de venillas centimétricas pudiendo llegar el espesor equivalente en fluorita y/o baritina a lo sumo a un metro, en el mejor de los casos. En todos los casos la mineralización va acompañada de una alteración hidrotermal muy perceptible en las rocas volcánicas ácidas. El contacto entre el domo ácido de Genn'Argiolas y los materiales siliciclásticos es intrusivo (muy somero) en la mayor parte de los casos, con evidencias de inestabilidad sinsedimentaria originada durante su emplazamiento perfectamente reconocibles en el seno de los materiales siliciclásticos (véase cap. 7.2.). El contacto intrusivo suele llevar asociado un metamorfismo de contacto desarrollado en una aureola de unos pocas decenas de metros de anchura.

Además de estos numerosos indicios de pequeñas dimensiones existen en los márgenes del domo otros cuerpos filonianos de mayores dimensiones. Los más significativos son los de Su Casteddu, el de Miniera Scala de S'Acca y el situado al sur de la apófisis del domo en Bruncu Sparau.

El primero (Su Casteddu) ha sido sucintamente descrito en el trabajo de BELKIN et al. (1984) como una mineralización de dirección E-W de unos 500 m de corrida, espesor máximo de 1 m, y constituida por fluorita y baritina, con indicios de galena.

La mineralización del sector situado al sur de Bruncu Sparau presenta la misma dirección y características, y ha sido explorada en labores antiguas de las que no poseemos documentación (atribuibles a la segunda mitad del siglo XIX).

Las labores de la antigua mina de Scala de S'Acca han explorado en galería a varios niveles una mineralización similar fluorítico-barítica con galena de dirección NW-SE. Las labores están trazadas en el margen del domo, pero aún dentro de éste, y fueron exploradas a fines de los 50/inicios de los 60 (VALERA 1984, com.personal), aunque al parecer existían labores de exploración más antiguas. Ninguno de estos tres filones ha dado lugar a explotaciones de interés.

15.1.2.- Sistema filoniano de la antigua mina de Baccu Arroddas.

15.1.2.1.- Emplazamiento e información general.

Los filones argentíferos explotados en la antigua mina de Baccu Arroddas están emplazados 2 Km al sur de la población de Muravera. Se accede a ellos desde la citada población, tomando una pista de tierra existente en su extremo oeste, poco antes de salir del casco urbano.

Existe una abundante información sobre el periodo de explotación de la mina, tanto en los trabajos de TRAVERSO (1890), DE CASTRO (1890) y TRAVERSO (1909) como en los detallados informes de la Rivista del Servizio Minerario. La actividad minera desarrollada en el siglo XX ha sido muy reducida y también queda reflejada tanto en los informes citados como en documentación inédita procedente de las compañías mineras a la que hemos tenido acceso.

15.1.2.2.- Historia minera.

El desarrollo de la mina de Baccu Arroddas está directamente relacionada con el de las minas de Giovanni Bonu, de las que sólo está separada por la antigua concesión de Perd'Arba, situada sobre la alineación montañosa de dirección N-S de S'Arcu de s'Omini Mortu-Arcu Ruggeri.

Ya fue señalado en el cap. 14 que las investigaciones en el sector de Baccu Arroddas comenzaron en 1863 al mismo tiempo que en Montenarba, y que posteriormente en 1872 la Società di Lanusei adquirió los permisos de Baccu Arroddas, Bacu Tassonis y Bacu Rio Molas, uniéndolos y constituyendo así la mina de Baccu Arroddas. Baccu Arroddas entró en producción el mismo año y tuvo una actividad continuada hasta que en 1898 la Lanusei cesó las actividades en sus minas argentíferas del Sarrabus Oriental.

La Società di Lanusei comenzó sus trabajos en ambas laderas de la colina de Marrullerisi (también llamada en los documentos de la época Bruncu de Baccu Arroddas) constituyendo el llamado Cantiere Ponente, y los prosiguió en el sector de Punta Maruleris (Cantiere Levante) y más hacia el este en el sector de Tazzonis. En el momento de máxima actividad de la mina los tres grupos de labores estaban en actividad. En el Cantiere Levante se trazaron galerías en un total de 6 niveles, mientras que en el Ponente se llegaron a explorar 9 niveles, el último de los cuales coincidía con el nivel 4 del C.Levante.

En total, con estas labores se siguió un sistema filoniano constituido por dos filones paralelos de dirección aproximada N 110º E ("Vena Norte" y "Vena Sur"), y uno intermedio ("Vena Intermedia") que serpenteaba entre ambos y localmente llegaba entrar en contacto y soldarse con ellos. En Tazzonis se exploró un filón aproximadamente paralelo y bastante próximo al sistema filoniano anterior.

Dada la favorable disposición de los filones respecto a los valles de Rio Mannu, Baccu Arroddas y Baccu Cruculeu, las labores se desarrollaron directamente en galería, aunque hay que tener en cuenta que dada la multiplicidad del sistema filoniano muchas de las galerías de un mismo nivel aparecen duplicadas y/o triplicadas, y consecuentemente los recortes y las cortavetas de exploración y/o comunicación entre las galerías son muy frecuentes. TRAVERSO (1909) nos ofrece el siguiente resumen de las labores realizadas por la Società di Lanusei:

Sector occidental, Cantiere Baccu Arroddas.

- 19.- 150 m de longitud total, 230 m sobre el nivel del mar.
- 29.- 125 m de longitud total, 213 m sobre el nivel del mar.
- 39.- 300 m de longitud total, 196 m sobre el nivel del mar.
- 49.- 600 m de longitud total, 165 m sobre el nivel del mar.
- 59.- 500 m de longitud total, 130 m sobre el nivel del mar.
- 69.- 80 m de longitud total, 98 m sobre el nivel del mar.

Sector oriental, Cantieri Maruleris e Tazzonis.

- 19.- 66 m de longitud, 385 m sobre el nivel del mar.
- 29.- 140 m de longitud, 368 m sobre el nivel del mar.
- 39.- 200 m de longitud, 353 m sobre el nivel del mar.
- 49.- 333 m sobre el nivel del mar.
- labores: Filón norte 500 m.
- Filón intermedio 100 m.
- Filón sur 250 m.
- 59.- 301 m sobre el nivel del mar.
- labores: Filón norte 440 m.
- Filón intermedio 200 m.
- Filón sur 250 m.
- 69.- 271 m sobre el nivel del mar.
- labores: Filón norte 550 m.
- Filón intermedio 150 m.
- Filón sur 200 m.
- 79.- 241 m sobre el nivel del mar.
- labores: Filón norte 625 m.

Filón intermedio 120 m.

Filón sur 120 m.

- 89.- 775 m de longitud total, 202 m sobre el nivel del mar.

- 92.- 695 m de longitud total, 165 m sobre el nivel del mar.

En la vertiente Tazzonis, hacia Riu Molas, se trazaron en galería en dos niveles otros 500 m aproximadamente. El filón era potente y regular, pero poco mineralizado.

A partir del momento del cierre de la mina los trabajos quedaron interrumpidos hasta 1927, año en el que se exploró de nuevo el nivel 9, realizándose algunos nuevos realces. En 1928 se trabajó en el nivel 8, explorándose las antiguas labores y trazando cortavetas hacia el sur. En todos estos trabajos se hallaron buenos indicios de minerales argentíferos, pero la actividad cesó totalmente, probablemente debido a las críticas condiciones del mercado internacional de metales.

Al parecer en 1934 dejó de ser una concesión, y hay noticias del interés de la RIMISA por Baccu Arroddas en los años 50, pero no hemos hallado documentación que testimonie la existencia de importante actividad en esos años. La totalidad de los datos disponibles sobre las labores y la morfología de la mineralización han sido resumidos en la fig. 213.

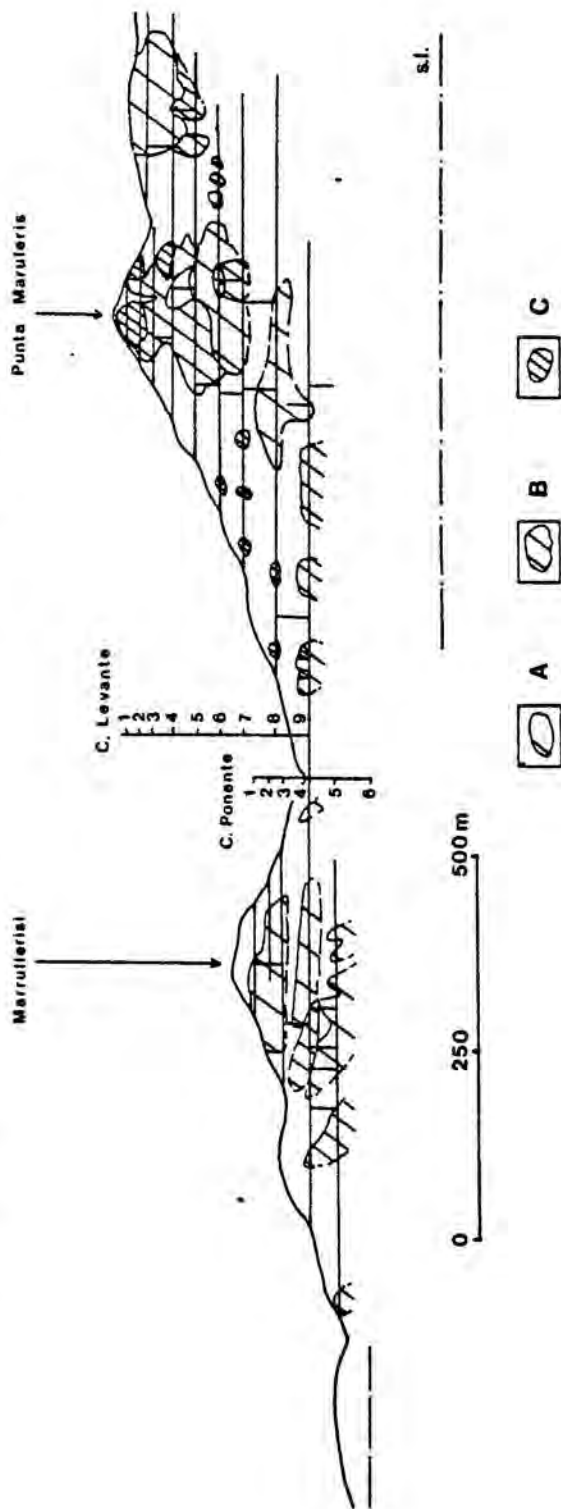
Como consecuencia de la importante actividad minera desarrollada existe un volumen considerable de escombreras, en especial en la vertiente oeste del Cantiere Levante. Se trata de escombreras bastante ricas en baritina y, en algunos sectores, en galena. De todos modos, aún no habiéndolas cubricado ni tan siquiera de un modo aproximado resulta evidente que el volumen es reducido si consideramos la entidad de las labores, y la diferencia no es atribuible a los efectos de la erosión superficial, a pesar de las riadas esporádicas.

Esta diferencia de volumen no parece corresponder a un transporte posterior para el beneficio de los materiales considerados "gangas" en la época de la explotación como la baritina, sino al hecho de que al igual que en Giovanni Bonu-Montenarba la mayor parte de los estériles en plata eran empleados en el relleno de las explotaciones abandonadas. En consecuencia, existe un stock potencial de mineral (en especial de baritina) en forma de rellenos y (en menor medida) en las escombreras.

Aparte de los datos disponibles en el trabajo de DE CASTRO (1890), y de algunos informes parciales de G.B.Traverso al consejo de la Società di Lanusei, no disponemos de datos relativos a las producciones de Baccu Arroddas, ni tampoco de las leyes de las menas. Esto quiere decir que en los últimos 9 años de

WNW-ESE

Baccu Arroddas



Marrufferisi

Punta Maruleris

C. Levante

C. Ponente

0 250 500 m

s.l.



Fig. 213.- Sección longitudinal del filón de Baccu Arrodas. A/ Sectores ricos en galena. B/ Sectores argentíferos pobres, ricos en galena. C/ Sectores argentíferos ricos.

explotación de la mina no tenemos datos de las producciones parciales, ni tan siquiera en términos de valor equivalente en liras.

DE CASTRO (1890) resaltaba que aunque la producción de esta mina fue siempre inferior a las de Giovanni Bonu y Monte Narba la mena en general era más rica, alcanzando contenidos del 5% en Ag. Los datos estadísticos que recoge el mismo autor indican que al menos en términos de valor medio de las menas explotadas, hasta 1889 las procedentes de Baccu Arrodas sólo eran ligeramente superiores a las de Montenarba, y un 10% más pobres que las de Giovanni Bonu. Hemos de interpretar estos datos en el sentido de que la Ag aparecía mucho más concentrada en Baccu Arrodas que en Monte Narba, pero los términos de contenidos medios en Ag de la mineralización eran mucho más escasos en Baccu Arrodas.

Por lo que se refiere a los datos totales de producción, en esa fecha el valor de lo producido en Baccu Arrodas representaba casi el 15% de la producción total de las minas de la Lanusei, mientras Montenarba y Giovanni Bonu habían aportado respectivamente el 25% y el 57.2% respectivamente, y Masaloni y Tuviois sólo representaban poco más del 1% (cada una). Se trata por lo tanto del tercer yacimiento en importancia dentro de las mineralizaciones del tipo "Filone argentífero" explotadas.

Para los años posteriores sólo podemos realizar una estimación en base a las informaciones cualitativas aparecidas en los informes de la Rivista del Servizio Minerario; al parecer la producción de los últimos años de actividad en Baccu Arrodas fue principalmente plumbífera y la contribución a la producción total de plata de la Società de Lanusei, tanto por la actividad relativa con respecto a Montenarba y Giovanni Bonu como por el incremento de producción en Tuviois probablemente bajó y pudo oscilar al final del ciclo productivo entre el 12 y el 15% del total, es decir, entre unas 30-35 t de plata. Las estimaciones en el caso del plomo son irrealizables.

15.1.2.3.- Resumen de la situación geológica.

El sistema filoniano explotado en Baccu Arroddas está emplazado en los materiales siliciclásticos que ocupan el margen septentrional del domo de Serra Ponzianu, del que dista en general unos 150-200 m en el afloramiento en el todo sector central y oriental, convergiendo hacia él al oeste de Marrulleris.

El domo de Serra Ponzianu presenta un claro control estructural (véase cap. 7.2.), y es posterior y claramente secante con respecto a la secuencia siliciclástica paleozoica que ocupa su margen septentrional. Esta secuencia siliciclástica presenta intercalaciones de calizas pelágicas y de "quarziti" extrusivas y en ella se puede reconocer la existencia de una paleodepresión en el sector correspondiente a Marrullerisi (véase cap. 6.4.4.).

El sistema filoniano corta toda la secuencia siliciclástica, incluyendo las diferentes intercalaciones. A título de ejemplo, en la zona de cresta de Punta Maruleris el filón aparece una decenas de metros al muro de las calizas nodulosas, mientras que pocos metros por encima del fondo de valle situado inmediatamente al oeste el filón encaja con claridad en dichas calizas, habiéndose excavado en ellas algunas trincheras y entradas de galerías.

Por lo que se refiere a las "quarziti", mientras en el sector de cresta de Punta Maruleris la mineralización aparece inmediatamente al sur de las "quarziti" (en facies intrusivas) en el sector de fondo de valle la traza del filón atraviesa con claridad las "quarziti" (en facies extrusivas), aunque en superficie la mineralización más vistosa consiste en un endoskarn en las "quarziti" mineralizado en esfalerita, pirrotina, galena, niquelina, etc., fácilmente reconocible junto a la pista que asciende hasta Punta Maruleris.

En resumen, en el sector de Baccu Arroddas el filón es claramente secante respecto a la secuencia sedimentaria, y esto puede reconocerse tanto por lo que se refiere a los materiales siliciclásticos como con mayor claridad en gran escala sobre las intercalaciones contenidas en estos materiales.

15.1.2.4.- Morfología y composición de la mineralización.

Hay dos trabajos fundamentales para el conocimiento de la morfología de las mineralizaciones de Baccu Arroddas. TRAVERSO (1909) resume con gran sencillez y en gran escala la morfología de los filones, y la distribución de las paragénesis explotadas.

La estructura de detalle de algunas de las zonas ricas fue descrita precedentemente en el trabajo de TRAVERSO (1890).

Como ha sido señalado, la mineralización de Baccu Arroddas constaba de tres filones denominados "Vena norte", "Vena intermedia" y "Vena sur". Los dos primeros eran subverticales, mientras el tercero presentaba un marcado buzamiento hacia el sur. Como se ve, éste ya es un rasgo que diferencia el sistema filoniano de Baccu Arroddas del de Giovanni Bonu-Monte Narba.

Estos tres filones podían distar entre sí distancias del orden de varias decenas de metros, y en algunos de los tramos de la explotación sólo fueron reconocidos uno o dos, por fusión con los otros o directa desaparición de ellos.

En el Cantiere Levante sólo se reconoció la "Vena Norte", que se presentaba bastante regular, constituida por cuarzo con lentes más o menos extensas de baritina y calcita con poca fluorita, mineralizada abundantemente con galena de grano más o menos fino, brillantísima y pobre en Ag. Se encontraron también concentraciones de galena más rica con Ag nativo y argentita, pero de poca importancia.

Por el contrario, en los niveles superiores de Marruleris la división de la mineralización en tres filones era muy clara, y los tres fueron exhaustivamente explorados. En el filón norte se localizaron del nivel 10 al 70 importantes concentraciones de galena, extensamente explotadas. La galena era de grano fino, brillantísima y de por sí pobre en Ag, pero en varios puntos estaba a su vez mineralizada por fuertes impregnaciones de Ag nativa, argentita y sulfoantimoniuros de Ag. En el 60 nivel en algunos tramos el filón norte se unía al intermedio, dando un enriquecimiento en Ag muy notable de unos 20 m de longitud.

En el filón intermedio, desde la parte más alta de la montaña hasta el 60 nivel se hallaron zonas de extraordinaria riqueza en Ag (Ag nativo y argentita principalmente), limitada no obstante entre los puntos de contacto de este filón con la Veta Norte hacia el este y con la Veta Sur hacia el oeste. Bajo el 60 nivel comenzó de un modo rápido el empobrecimiento, tanto en Ag como en Pb, y llegado a un cierto punto (nivel 8) las labores ya no pudieron individualizar el filón de la "Veta intermedia".

En el filón sur se hicieron importantes trabajos hasta el 70 nivel. Las labores mostraron el filón muy irregular, y la mineralización en Ag menos abundante, pero en el 50 y 60 nivel se hallaron lentejones de mineral muy rico (Ag como platas rojas y argentita, acompañado de galena; la ganga era tanto barítica como cuarzo-calcítica). La mineralización argentífera en este filón cesó casi totalmente en el 70 nivel.

En el nivel 7 el filón ("Veta Norte") aún presentaba un espesor de unos 60 cm, de los cuales unos 10 cm equivalentes de galena; por el contrario, las labores realizadas por la Società di Lanusei lo hallaron en el nivel 8 supuestamente unidas las vetas norte y sur, y con un grosor mucho menor, de unos pocos cm o a lo sumo un par de decenas de cm. Según TRAVERSO (1909) en el nivel 9 la esterilización (por lo que se refiere a la Ag) era total, y "il giacimento aveva presso un abito essenzialmente argilloso" (op.cit., p.33).

En honor a la verdad, el filón no había sido explorado en cortavetas por debajo del nivel 7, y presentaba sistemáticamente indicios de argentita en los niveles 8 y 9. La rotunda afirmación de la esterilización del filón sólo cabe ser interpretada como una justificación por parte de G.B.Traverso de la interrupción de las labores de exploración en profundidad, en especial si comparamos con las labores de exploración realizadas en Giovanni Bonu en los niveles más profundos del filón. Disponemos además de documentación inédita que recoge el hallazgo de nuevas e importantes mineralizaciones de argentita en el nivel 8, en el curso de las labores desarrolladas en el año 1928.

Si recapitulamos los datos disponibles en el sector de Maruleris se observa que la mineralización constaba de una ganga predominantemente barítica en los niveles superiores del sector oriental, extendiéndose también en el sector occidental a niveles más inferiores. La fluorita era una ganga relativamente escasa, no apareciendo bien representada ni tan siquiera en los niveles inferiores del yacimiento. Por el contrario, el cuarzo aparece muy bien representado a lo largo de todo el filón, y en especial en los niveles inferiores, donde aparece asociado a las gangas arcillosas.

La calcita también aparece bien representada en todo el sistema filoniano, y preferentemente en los niveles inferiores; en los superiores un carbonato relativamente frecuente es la cerusita, que aparece directamente asociada a la galena.

Por lo que se refiere a la mineralización metálica, la galena aparece a lo largo de todo el desarrollo vertical del filón, por encima y por debajo de la zona rica en Ag; la esfalerita sólo aparece en cantidades notables en los últimos dos niveles, asociada preferentemente a galena y con cuarzo como mineral principal de ganga. La argentita aparece en los diferentes filones con un rango de distribución mayor que la plata nativa, mientras que ésta aparece preferentemente concentrada en la conjunción de los filones norte e intermedio en el nivel 6, y en los niveles superiores.

Por encima de la máxima concentración de Ag nativa aparecen importantes mineralizaciones de sulfoantimoniuros de Ag ("Veta Norte") en un amplio rango de distribución vertical, y platas

rojas (asociadas a la argentita en la "Veta sur") en un rango vertical mucho más restringido.

Si comparamos con el resto de las mineralizaciones argentíferas del Sarrabus (y en particular con Giovanni Bonu-Montenarba) existen algunos indicios además del fracaso de las exploraciones realizadas en los niveles 8 y 9 que hacen pensar en el inicio de la esterilización del sistema filoniano del Cantiere Maruleris en profundidad, en la línea de lo afirmado por G.B.Traverso.

Entre estos indicios podemos citar la aparición de esfalerita en la paragénesis, la casi exclusiva aparición de la Ag en forma de argentita en los indicios conocidos, la disminución real (sin entrar en otras consideraciones) de la complicación del sistema filoniano en profundidad, la gradual importancia adquirida por la calcita en la ganga de los niveles inferiores, la aún más marcada sustitución de la baritina por el cuarzo y los rellenos arcillosos, y finalmente la más que probable aparición del encajante porfídico en el tramo oriental del nivel 9.

Los indicios en favor del encajante porfídico en profundidad son variados. Por una parte, la presencia en el tramo oriental del nivel 8 de un intenso metamorfismo de contacto en los materiales siliciclásticos, además de la aparición de una intensísima diseminación de sulfuro de Fe en el encajante del filón. Por otra parte, la desaparición de los materiales siliciclásticos intensamente silicificados del encajante, que fueron sustituidos por rocas grisáceas, arcillosas, muy descompuestas. Finalmente, el mismo carácter discontinuo e irregular del filón dentro de ese encajante.

Por lo que se refiere al filón explorado en el Cantiere Ponente (Marrullerisi), la paragénesis hallada es mucho más pobre, el desarrollo vertical mucho más restringido, y sólo se halló un filón. A la luz de los datos disponibles es difícil discernir si estamos ante una mineralización análoga a los tramos más superiores del Cantiere Maruleris, o de entrada se trataba de una mineralización más pobre.

Entre los factores que podrían invocarse para esta segunda interpretación está la proximidad al domo ácido (situado inmediatamente al sur), la aparente simplicidad del sistema filoniano en ese sector, y la existencia de un importante paleorrelieve en el fondo de la cuenca en el momento de la formación de los depósitos de "quarziti" extrusivas del sector de Marrullerisi (véase cap. 6.4.4.), hecho que implica que en igualdad de nivel de ascenso del domo ácido en Marrullerisi y en Punta Maruleris su emplazamiento habría sido más somero en Marrullerisi, al existir menos materiales siliciclásticos sobre el domo. Al existir menos masa de material encajante el desarrollo del sistema hidrotermal que generó las mineralizaciones habría sido directamente penalizado.

15.1.2.5.- Otros indicios próximos.

Más hacia el este de Punta Maruleris había sido intensamente explorada la posible prosecución de los filones argentíferos, tanto en el ya citado sector de Tazonis como en la vertiente de Baccu Riu Molas donde los antiguos prospectores hallaron filoncillos de dirección próxima a la E-W mineralizados en galena con indicios de mineralizaciones argentíferas.

En el extremo este de la cadena montañosa del Sarrabus la Società Monteponi desarrolló bastantes labores de exploración en los primeros tiempos del "rush" de la plata en el Sarrabus. Durante estas labores se halló una vena de calcita con cuarzo y galena con un pozo de 30 m trazado en sus primeros metros en el aluvión de la llanura costera, en Coa de Riu Molas. Sin embargo, estas labores no hallaron mineralizaciones muy significativas, lo que hizo que se abandonaran las exploraciones sin que tengamos noticias que hallan sido nunca reemprendidas

BISTE (1977) estudió toda una serie de pequeñas labores de exploración (de edad desconocida, aunque atribuibles principalmente a finales del siglo pasado) comprendidas al NE de Baccu Arrodas, en el sector de Arcu Zia Nuda-Nuraghe S.Matta. Estas labores están emplazadas principalmente en el margen norte del domo de "porfidi grigi" septentrional, tienen un claro control estructural por parte de una fractura de dirección aproximada E-W, y consisten en filoncillos de textura brechoide y ganga cuarzo-clorítica con una mineralización primaria de arsenopirita-pirita-calcopirita-(ferberita-scheelita-galena-esfalerita), con una zona de alteración supergénica con marcasita, covellina, limonita, malaquita y oropimente. Las zonas mineralizadas son enriquecimientos lenticulares en el filón, de un espesor máximo de 2 m, y localmente con estructura de tipo stockwork.

15.1.3.- Sistema filoniano de la antigua mina de Masaloni.

15.1.3.1.- Emplazamiento e información general.

La mina de Masaloni o Masalonis está situada inmediatamente al oeste de la mina de Giovanni Bonu-Monte Narba (Sarrabus Oriental), quedando separada de ésta por la intrusión de los granitoides tardihercínicos que afloran ampliamente en el valle de Riu Sa Perda (Masaloni)-Canale de Gennegidda. Su acceso natural es tomar una pista de tierra desde la carretera ss 125 "Orientale Sarda", unos 4 Km antes del agregado de casas de S. Priamo (circulando en el sentido desde Cagliari hacia Muravera).

Por lo tanto, a diferencia del resto de las minas argentíferas del sector de Muravera los accesos directos a la mina están enclavados en la cuenca hidrográfica del río Picocca y no en la del Flumendosa. Esta circunstancia perjudicó notablemente el desarrollo industrial de la mina, ya que las menas debían ser transportadas en carros de bueyes por un largo y tortuoso camino hasta acceder a las instalaciones de Giovanni Bonu (primero al nivel 4 y posteriormente al nivel 6 del filón principal), y desde éstas a las plantas de tratamiento.

Finalmente este problema fue resuelto trazando una galería de comunicación directa con la mina de Giovanni Bonu, a cota 400 m sobre el nivel del mar (correspondiente al nivel 6 del filón de Canale Figu de Giovanni Bonu). De este modo las menas eran transportadas directamente hasta la planta de tratamiento de Monte Narba y finalmente transportadas para su embarque en Porto Corallo.

Existe abundante información sobre la primera etapa de explotación de la mina de Masaloni (1873-1897). Podemos destacar los informes de TRAVERSO (1890) y DE CASTRO (1890), así como el trabajo de TRAVERSO (1890). La posterior reactivación de las actividades sólo está documentada por los detallados informes de la Rivista del Servizio Minerario, y por informes inéditos de las compañías mineras.

15.1.3.2.- Historia minera.

Ya ha sido indicado (cap. 14.2.) que el inicio de la actividad minera estuvo condicionado por la especulación generada alrededor de los indicios próximos a Monte Narba, y que rápidamente el permiso cayó en manos de la Società di Lanusei. Sin embargo, no se puede decir que esta sociedad impulsara las

investigaciones en Masaloni con la misma intensidad que en Montenarba o Giovanni Bonu, o ni tan siquiera como en Baccu Arrodas.

Además de la ya citada incomunicación de estas labores con el resto de las del "Filone argentífero", que obligó a importantes gastos en infraestructura, la disposición del filón no era la más favorable para el trazado de la mina. El filón no presenta un afloramiento directo en la vertiente de Masaloni, ya que ésta está ocupada por el granitoide tardihercínico. Por lo tanto, los accesos desde el exterior son cortavetas trazadas sobre el granito, progresivamente más prolongadas a medida que descendemos de cota, debido al lógico desnivel de la vertiente.

Por este motivo, la Lanusei sólo trazó tres cortavetas en los niveles superficiales, accediendo al nivel 4 a partir de un pozo ciego. En total, las labores realizadas por esta sociedad fueron las siguientes:

- Nivel 1, (412 m sobre el nivel del mar), 370 m en galería, 60) en cortaveta.
- Nivel 2, (352 m sobre el nivel del mar). 650 m en galería, 150 m en cortaveta, siguiendo la dirección N 20 \varnothing E.
- Nivel 3, (322 m sobre el nivel del mar), 450 m en galería, 175 en cortaveta.
- Nivel 4, (272 m sobre el nivel del mar), 110 m en galería, acceso desde el 3 por un pozo ciego trazado en la zona argentífera más rica. Además existía un pequeño nivel intermedio entre los niveles 3 y 4.

Al hallar el nivel 4 más pobremente mineralizado que los anteriores y hallar el encajante muy alterado (con los consiguientes problemas de mantenimiento) se decidió no proseguir las exploraciones y explotar en retirada las reservas conocidas en los niveles superiores. De hecho, en 1897 las reservas conocidas en el resto de las minas del sector de Muravera estaban prácticamente agotadas, y la situación de mercado de la Ag era francamente desfavorable; el mismo TRAVERSO (1909) reconocía que las exploraciones en Masaloni no habían sido completadas, y que existían buenas posibilidades de cara al futuro.

Desde 1898 al 1914 inclusive la Rivista del Servizio Minerario no da información alguna sobre Masaloni. A partir de 1915 reaparece citada no como concesión sino como permiso (de exploración).

En 1915 fueron decididamente retomadas las explotaciones, trazando una larga contraveta en el granito para acceder directamente desde el exterior al nivel 4 y reconocer la mineralización. El filón fue alcanzado en 1918, presentando una potencia variable y conteniendo una rica mineralización de esfalerita argentífera, Ag nativa y pirargirita. Posteriormente se alcanzaron las

antiguas labores, a partir de las cuales se exploró con un realce y diferentes cortavetas trazadas desde la galería en mineral.

Como el realce dio buenos resultados se explotó parcialmente algunos tramos entre los niveles 3 y 4, y se concentraron los esfuerzos en reconocer los niveles superficiales, ya que se sospechaba que no habían sido intensamente explotados. En 1921 se entibó de nuevo la cortaveta del nivel 1, accediendo al filón blendoso de 40 cm de espesor que apenas había sido explotado 35 años antes. En 1922 se localizó otro filón blendoso unos metros al norte del anterior, que desaparecía al ir a chocar con "quarziti". En los años siguientes las actividades se limitaron a reconocer labores antiguas pobremente argentíferas, y a explotar (seleccionando a mano) los escasos lentejones argentíferos hallados.

15.1.3.3.- Resumen de la situación geológica.

El filón de Masaloni está situado en el seno de los materiales siliciclásticos del flanco suroeste del gran domo de Genn'Argiolas. Además, está situado en las proximidades del granitoide tardihercínico pero el filón mineralizado en esfalerita y minerales argentíferos queda interrumpido en el contacto con dicho granitoide, o incluso con anterioridad a él en los niveles inferiores (véase la fig. 214).

El granitoide tardihercínico ha generado un marcado metamorfismo de contacto en los materiales siliciclásticos, y es probable que haya producido recristalizaciones y/o reconcentraciones en el filón argentífero.

En el seno de los materiales siliciclásticos el rasgo estructural más notable es la existencia de fracturas sinsedimentarias de dirección NW-SE, que han controlado el emplazamiento de los cuerpos (principalmente intrusivos) de "quarziti" del sector de Serra Masenzias y de los basaltos de Bruncu Su Tuvaraxiu, así como la génesis de las exhalitas silíceas formadas entre los dos tipos de rocas volcánicas antes citadas. No hay que olvidar que el gran domo de Genn'Argiolas también está controlado estructuralmente en su margen suroccidental por una fractura de la misma dirección (véase los caps. 6.4., 7.2. y 11.).

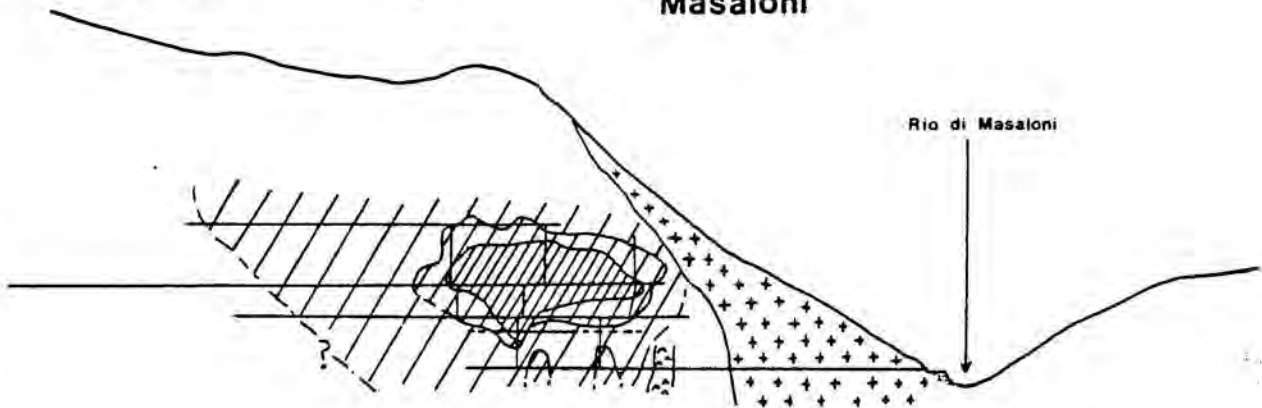
Por lo que se refiere a las "quarziti", las labores subterráneas han hallado cuerpos análogos a los aflorantes en diferentes niveles de la explotación; en ocasiones el filón está contenido en las "quarziti", mientras que en otras quedaba cortado e interrumpido por estos cuerpos intrusivos. Este hecho también se observa en el sector de Serra Masenzias-Riu Pisigoni

NW - SE

Masaloni

Rio di Masaloni

1
2
3
4



0 250 500m

s.l. -----







- | | | | |
|---|---|---|---|
|  | A |  | D |
|  | B |  | E |
|  | C |  | F |

Fig. 214.- Sección longitudinal del filón de Masaloni. Leyenda: A/ Materiales siliciclásticos afectados de metamorfismo de contacto. B/ Diques de rocas volcánicas ácidas. C/ Granitoide tardihercínico. D/ Zona argentífera rica. E/ Zona argentífera media, rica en esfalerita. F/ Zona mineralizada en esfalerita.

(donde incluso las mineralizaciones siguen las líneas de flujo de las "quartziti") y ofrece una buena indicación de la isocronía entre el filón y estas rocas volcánicas.

15.1.3.4.- Morfología y composición de la mineralización.

El filón explotado en Masaloni presentaba una dirección aproximada N 55° W, y era prácticamente vertical. La mineralización metálica reconocida abarcaba una extensión horizontal de más de 400 m, y una vertical de unos 150-170 m, si bien la mineralización argentífera rica aparecía restringida a un tramo mucho menor (véase la fig. 214). La zona rica coincidía espacialmente con un sector atravesado por filones de dirección aproximada N 20° E, y ligeramente inclinados hacia el oeste. Estos filones de cruce aparecían sistemáticamente mineralizados en galena, mientras que en el filón principal este mineral era mucho menos abundante, predominando la esfalerita.

La mineralización encaja en los equivalentes metamórficos de los materiales siliciclásticos (corneanas cuarcíticas y micáceas), y más raramente en las "quartziti" y de un modo excepcional en el dique ácido ("porfidi grigi") cortado en el sector oriental del nivel 4 del filón.

Por lo que se refiere a la ganga del filón, el rasgo más destacable es la ausencia de fluorita y baritina. La ganga del filón está constituida casi exclusivamente por calcita y cuarzo, además de por los materiales arcillosos y por los materiales lutíticos negros, aquí francamente recristalizados, grafitosos y muy impregnados de sulfuros de Fe; algunos niveles de las escombreras son especialmente ricos en estos últimos productos.

La distribución de la mineralización argentífera explorada queda recogida en la fig. 214; destaca el hecho de que por encima de los lentejones argentíferos más ricos apareciera el filón cuarzoso bien mineralizado en esfalerita, y que de hecho no se

conozcan bien los límites superior, inferior y occidental del filón mineralizado.

Las zonas argentíferas ricas aparecen preferentemente asociadas a una ganga de calcita rosada, en general espática. La mineralización es discontinua, concentrada en pequeños lentejones ("arnioni") o "gotas" muy ricas, poco extensas, constituidas por Ag nativo filiforme, lamelar o finamente granular diseminado en la calcita, argentita (tanto bien cristalizada como lamelar u granular), platas rojas y stefanita, acompañadas frecuentemente de minerales de Ni, de Co y As. Toda esta paragénesis aparece asociada a esfalerita (frecuentemente argentífera) y, más localmente a galena; la galena es mucho menos frecuente que la esfalerita pero aparecía esporádicamente en los 4 niveles explorados. Localmente es bastante abundante la marcasita, a menudo en finas diseminaciones en el seno de la calcita.

El sector occidental del filón aparecía continuo, pero únicamente mineralizado por esfalerita ferrífera y, más esporádicamente, por galena. Merece la pena destacar la presencia de una paragénesis (niquelina, ulmannita, esfalerita, argentita, etc.) muy similar a la hallada en el tramo inferior de Giovanni Bonu.

También hay que resaltar que los lentejones argentíferos hallados en el nivel 4 aún presentaban una notable riqueza. SA título de ejemplo podemos aportar unos análisis efectuados sobre muestras recogidas en el realce más oriental del nivel 4 en 1942:

- zona blendosa: 39,6 % Zn, 670 gr./t Ag.
- zona argentífero-niquelífera: 22.5 % Zn, 15,950 Kgr/t Ag.
- techo del realce: 140 gr./t Ag.
- filones de cruce N-S: 19 % Pb, 115 gr./t Ag.

Por otra parte, en el nivel 4 el encajante propio del sector inferior de la mineralización en Giovanni Bonu (el "porfido grigio" en facies de domo) no aparece, y la ganga del filón tampoco es la misma (relleno arcilloso con nódulos aislados de cuarzo y/o calcita).

15.1.3.5.- Otros indicios explorados en el sector de Masaloni.

Además del pequeño filón hallado en las labores subterráneas (nivel 1) unos pocos metros al norte del filón blendoso principal, se localizaron y exploraron otros indicios filonianos aflorantes en el sector.

La más significativa de las labores de exploración superficiales se llevó a cabo explorando un filón de cuarzo con lentejones de galena y trazas de Ag nativo, situado unos 100 m al sur

del explotado; a los pocos metros se reducía rápidamente a una fracturilla de pocos cm de espesor totalmente estéril.

Además, a medida que las concentraciones argentíferas de los niveles superficiales iban siendo agotadas se desplazó la atención de los prospectores hacia el sector oeste de la concesión, hallando diferentes indicios de galena en filoncillos barítico-calcíticos (5-30 cm de espesor), en las proximidades de las "quarziti" del sector de Serra Masenzias-Rio Pisigoni. Estos filones eran aproximadamente paralelos al de Masaloni, y encajaban en los materiales siliciclásticos, apareciendo asociados espacialmente a las "quarziti" y a los niveles de exhalitas dispuestos al sur de éstas. Los resultados fueron decepcionantes, y las labores fueron muy reducidas y rápidamente abandonadas.

15.1.4.- Filones de la antigua mina de S'Arcilloni.

15.1.4.1.- Emplazamiento e información general.

Se trata de dos filones del tipo "Filone Argentífero" que afloran en el sector de confluencia del Riu Brabaisu con el Rio Ollastu (Sarrabus Centrooriental). Se accede a ellos tomando la pista de tierra que parte desde la carretera ss 125 "Orientale Sarda" en el sector de la Casa Cantoniera de Monte Acuto y se interna hacia el norte-noroeste en el Sarrabus. Esta pista es prácticamente la única vía de acceso transitable por el sur al sector central del Sarrabus, y fue construida por la Société des Mines de Rio Ollastu para comunicar las minas que explotaba (S'Arcilloni, Tacconis, Nicola Secci y Serra S'Ilixì).

Existe una buena documentación referida a la época de explotación de esta mina; podemos resaltar en especial el trabajo de TRAVERSO (1909) y los detalladísimos informes anuales de la Rivista del Servizio Minerario.

15.1.4.2.- Historia minera.

El descubrimiento de los primeros indicios a cargo de la Société du Rio Ollastu datan de 1888. A diferencia de otras mineralizaciones exploradas en la época, los indicios externos eran muy poco prometedores, tratándose principalmente de unos pocos filones de cuarzo, poco potentes y aparentemente estériles. Además, en los alrededores no afloran las "quarziti" del Sarrabus, que en la época eran consideradas guía casi inevitable para los yacimientos del "Filone argentífero".

Sin duda, la estratégica situación de esta mina, junto a la "Strada mineraria" que permitía el acceso a las mineralizaciones argentíferas del Sarrabus central, favoreció la exploración de unos indicios poco atrayentes que en otras circunstancias habrían pasado desapercibidos. Otro factor favorable a considerar fue la dispersión de las labores de investigación de la Soc. Rio Ollastu, a la larga pésima para el desarrollo industrial de la sociedad, pero que favorecía los hallazgos puramente confiados al azar.

El hallazgo de la mina de S'Arcilloni ha de ser definido pura y llanamente como un "golpe de suerte". Se comenzó a explorar un filón de dirección N-S ("filone incrociatore"), que a la postre no sería el más importante: El filón principal tiene una dirección N 20° E, con una ligera inclinación hacia el este.

Se comenzó a trabajar (en 1888) en el filón N-S a la altura de un pequeño torrente que vierte sobre el margen izdo. de Riu Brabaisu, trazando una galería de exploración en la dirección del filón. La primera muestra argentífera (en dolomita) se halló en marzo de 1888; siguiendo siempre el mismo filón tras algunos metros halló trazas de galena y sulfuros de Ag (1889). Se trataba de un lentejón argentífero especialmente rico, inicialmente reconocido a lo largo de 20 m en profundidad y 25 m en dirección, que dio un promedio de 48 Kgr. de mena con un 7% de Ag por m² de filón abatido.

Este hallazgo revolucionó la minería de la plata del Sarrabus, por sus leyes especialmente altas, y activó los trabajos realizados en la mina. Baste recordar aquí que el periodo de explotación de S'Arcilloni coincide con un notable incremento en la ley media de los minerales argentíferos obtenidos en el Sarrabus. Al avanzar sobre el filón N-S se halló el de dirección N 20 °E ("filone nº 1" o filón principal), con una mineralización de carácter columnar mucho más importante, en especial en la zona de la intersección de ambos filones.

A partir de ahí se abrió un pozo de 130 m de profundidad y desde éste se trazaron 6 niveles en ambos filones (véase la fig. 215). La mineralización fue intensamente explorada y explotada en pocos años, agotándose la mineralización presente en ambos filones en 1896; el ciclo de explotación de S'Arcilloni es sensiblemente más corto que el de las restantes minas de plata del Sarrabus (véase cap. 14.2.).

Como resultado de la actividad minera se extrajeron unos 12.000 Kgr. de Ag siendo la mineralización predominantemente de Ag nativo finamente diseminado en la ganga (cuarzo, calcita, dolomita, mucho más raramente fluorita y material arcilloso), y en láminas, filamentos, lentejones, etc. Más raramente se halló una mineralización constituida por sulfuros de Ag y platas rojas, así como minerales de Ni y Co y As nativo. La explotación se desarrolló rápida y desordenadamente, y el mismo TRAVERSO (1909) señalaba que probablemente existían más mineralizaciones próximas a la explotada.

15.1.4.3.- Resumen de la situación geológica.

La antigua mina de S'Arcilloni está situada en el sector más meridional que aflora de los materiales siliciclásticos paleozoicos del Sarrabus Centrooriental, a poco más de 1 Km del contacto con los granitoides tardihercínicos del Sarrabus meridional. Estos granitoides presentan una marcada aureola de metamorfismo de contacto, con un desarrollo continuo alrededor de éste y unos 500-700 m de amplitud en planta; los materiales que encajan la

mineralización se hallan por lo tanto fuera de dicha aureola de contacto.

Por lo que se refiere al encajante aflorante de la mineralización consiste en una secuencia de materiales siliciclásticos finos relativamente monótonos (facies distales, véase cap. 5.2.), pero los materiales inmediatamente infrayacentes corresponden a las facies proximales, conteniendo brechas de materiales siliciclásticos, exhalitas silíceas, sills de basaltos alcalinos, etc. Por otra parte, dentro de la secuencia siliciclástica puede reconocerse la existencia de importantes discordancias angulares intraformacionales (río Ollastu, unos 300 m al norte de Cuili Sarcilloni), así como importantes fenómenos de deslizamientos. Estos últimos están muy bien representados en las exhalitas silíceas en todo el sector al norte y noreste de S'Arcilloni.

Otra característica bastante notable en el entorno de la mineralización de S'Arcilloni es la existencia de criptodomas ácidos de pequeñas dimensiones encajando en la secuencia siliciclástica. En el sector comprendido desde el norte de S'Arcilloni hasta el fondo del cauce de río Ollastu se trata exclusivamente de cuerpos endógenos, de dimensiones reducidas, a lo sumo un par de centenares de metros de diámetro, análogos a los tramos superiores de los cuerpos cilíndricos descritos en el sector occidental del Sarrabus (véase cap. 6.2.) que están radicados en domos mayores de "porfidi grigi".

Estos criptodomas presentan facies petrográficamente bastante variadas, desde holocristalinas a predominantemente vítreas, y frecuentemente contienen en sus tramos apicales diseminaciones de sulfuros. Estos cuerpos han producido a su alrededor pequeñas aureolas de metamorfismo de contacto en los materiales siliciclásticos, a lo sumo del orden de 2-300 m de amplitud en planta.

En el sector de la antigua mina estos criptodomas de "porfido grigio" no afloran, pero existe por el contrario el efecto de un débil metamorfismo de contacto (circunscrito a pequeños sectores), que a priori podría atribuirse a la relativa proximidad de los granitoides tardihercínicos.

Sin embargo, al avanzar las labores en profundidad se halló un gradual incremento del metamorfismo de contacto, debiendo excavar las galerías y pozos en corneanas muy duras que aún hoy se pueden reconocer en las escombreras. Al llegar a 125 m de profundidad los trabajos desarrollados en los últimos metros en materiales siliciclásticos muy alterados y ferruginosos llegaron a un criptodomo riolítico con foliación magmática bien desarrollada en su borde, así como con un marcado desarrollo de grietas hialoclasticas que se traducían en un craquelado poligonal de la roca en su término más externo. El filón desaparecía rápidamente

S' Arcilloni

Filone N.1

Filone Incrociatore

SSW - NNE

S - N

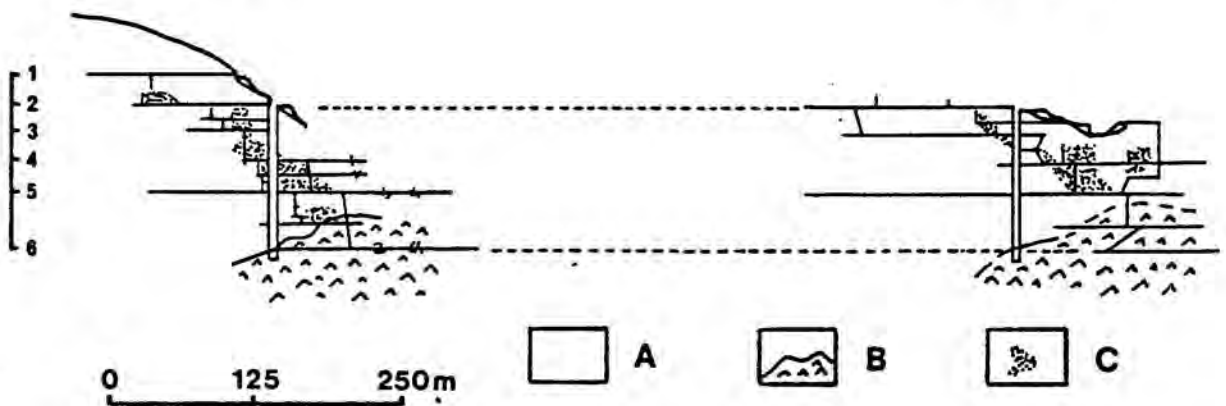


Fig. 215.- Sección longitudinal de los filones de S'Arcilloni (el pozo central es común a ambos). A/ Materiales siliciclásticos sometidos a metamorfismo de contacto en las proximidades del domo ácido. B/ Domo ácido. C/ Mineralizaciones argentíferas ricas.

en el interior del domo (véase fig. 215), motivo por el cual tras algunas investigaciones fue rápidamente abandonada la mina en 1896.

Podemos concluir por lo tanto que la mineralización argentífera estaba relacionada espacialmente al tramo apical de un criptodomo ácido correspondiente al ciclo volcánico intrapaleozoico, emplazado en un nivel topográfico análogo o ligeramente inferior al de los criptodomas que afloran en las zonas erosionadas de las vertientes y el cauce del río Ollastu, inmediatamente al norte de la mina.

15.1.4.4.- Morfología y composición de la mineralización.

La mineralización explotada en S'Arcilloni presenta un claro control estructural por parte de toda una serie de fracturas subverticales cuya dirección varía ligeramente de la N-S. Algunas de estas fracturas sólo contienen cuarzo, o baritina y galena, pero dos de ellas presentan ricas concentraciones de minerales argentíferos. Las zonas argentíferas ricas presentan principalmente ganga de carbonatos, y en menor medida de cuarzo.

La mineralización principal aparece concentrada en la zona de cruce entre las dos fracturas, de modo que tiene un carácter aproximadamente columnar con una distribución vertical de la mineralización de unos 100-150 m y una distribución horizontal que puede llegar a los 150-175. La columna mineralizada presenta una inclinación aproximada de unos 60° hacia el norte. El rango de distribución vertical de la mineralización es más breve en el "filone incrociatore", lo que es lógico si tenemos en cuenta que existe un control espacial entre la distribución de la mineralización y el sector apical del domo, y la superficie de éste es levemente irregular (véase la fig. 215).

La mineralización argentífera presenta unas características texturales y paragenéticas similares a las de los yacimientos argentíferos del Sarrabus Oriental. Por lo que se refiere a las texturas esto implica que aunque los filones antes citados

presenten vetas calcíticas o cuarzosas de 0.1-1.5 m (o más) de grosor y con una notable continuidad, la zona mineralizada consta en sentido estricto de varios metros de espesor con varias de las venas anteriormente citadas, encajadas en una masa lutítico-arcillosa que puede englobar los materiales del encajante en ocasiones más o menos brechificados, así como precipitados finamente laminados de material carbonáceo negro.

En los niveles superficiales eran además especialmente frecuentes las vetas entrelazadas de composición calcítica y/o cuarzosa de grosor centimétrico, que podríamos describir como stockwork lineal, al estar confinadas en la macroescala en la dirección de fractura N-S. En estas vetas las evidencias de crecimiento en condiciones de libertad de los cristales son bastante claras (tapizados de cuarzo y calcita idiomórficas); en las escombreras estas texturas están muy bien representadas.

La mineralización argentífera aparecía principalmente asociada a las venas continuas calcítico-cuarzosas, tanto en finas diseminaciones de sulfuro de Ag y Ag nativo en la calcita (mineral riquísimo, hasta el 8-10% en Ag; es el caffè-latte de los antiguos mineros) como en lentejones masivos de Ag nativo y/o sulfuros de Ag y galena. Sin embargo, en los niveles 4 e inferiores se explotaron varias lentes argentíferas ricas de estas composiciones aisladas en el seno de la "matriz" arcilloso-lutítica del filón. La presencia de mineralización argentífera en la matriz debe ser frecuente, ya que los datos de producciones de los tramos ricos (en especial los más superficiales) del filón contemplan tanto el mineral rico (de "casseria") como las "tierras" más o menos pobres.

Por lo que se refiere a la distribución de las paragénesis, el reducido intervalo vertical mineralizado al parecer no ha permitido una diferenciación vertical notable; así, en los niveles superficiales son frecuentes los minerales como la niquelina, y la esfalerita no aparece preferentemente concentrada en los niveles más inferiores. Otro tanto podríamos decir de la ganga calcítica, presente en los niveles superficiales, y no está de más resaltar el escaso desarrollo de la ganga más superficial en los yacimientos del sector oriental (baritina). Por lo que se refiere a la plata nativa, no parece preferentemente concentrada en los niveles más superficiales, pero sí se puede señalar que los indicios argentíferos más profundos (nivel 6) corresponden a sulfuros.

15.1.4.5.- Otros indicios presentes en las proximidades.

En la Rivista del Servizio minerario existen referencias de exploraciones a lo largo de 1894 a lo largo de 70 m en dirección del filón cuarzo-barítico de Su Zinibiri, hallándose sólo

impregnaciones de galena y pirita. Aunque este toponímico no es muy significativo (por su abundancia) en Cerdeña, las características citadas parecen corresponder a los indicios de Cuili Sa Ruta, situados aproximadamente 1.5 Km al NE de la mina de S'Arcilloni, en el curso bajo del Riu Minderri. Se trata de mineralizaciones filonianas asociadas a la zona de raíz de exhalitas silíceas.

En la Rivista aparece otra referencia (1895) a la existencia de investigaciones en la localidad Montorino, al sur de S'Arcilloni, sobre algunos filones baríticos mineralizados con galena, esfalerita y pirita. Aunque no hemos podido localizar con precisión esta localidad, podría tratarse de algunos filoncillos de dirección E-W y N-S (de grosor centimétrico-decimétrico) que aparecen en el sector de Bruncu Sa Bua, inmediatamente el SE de la mina de S'Arcilloni.

Hemos localizado otros indicios en forma de filoncillos fluorítico-baríticos de direcciones variables y/o en stockwork (y grosores centimétrico-decimétricos) en el sector meridional de Serra Surzulia, en la margen derecha del río Ollastu, unos 350 m al norte de Cuili Sarcilloni y unos 600 m al NNE de la mina de S'Arcilloni.

Además se pueden destacar en el sector las diseminaciones de sulfuros en los "porfidi grigi" de la "Strada mineraria" (unos 700 m al NNW de la mina) y en los alrededores de ésta en ambas márgenes del río Ollastu a la altura del vado de éste (confluencia del río Sinzulu, unos 1.300 m al NW de la mina) los indicios filonianos de variscita y los estratiformes de todo el sector (véase el cap. 15.3.) y las diseminaciones de sulfuros, óxidos e hidróxidos de Fe, Zn, etc., en "pseudogossan" a techo del sill basáltico del cauce del Riu Minderri a la altura de Cuili Melis (unos 1500 m al NE de la mina).

15.1.5.- Filones argentíferos de la antigua mina de Tacconis.

15.1.5.1.- Emplazamiento e información general.

Los filones argentíferos correspondientes a la antigua mina de Tacconis están emplazados en el lecho y ambas vertientes del Río Ollastu, en un sector comprendido entre 2-2.5 Km al NO de la antigua mina de S'Arcilloni.

Se accede a ellos tomando la "Strada mineraria" que parte de la carretera ss 125 "Orientale Sarda" a la altura de la casa Cantoniera de Monte Acuto. Se trata de una pista de tierra que unía las minas de S'Arcilloni, Tacconis, Nicola Secci y Serra S'Ilixi. En la actualidad sólo es transitable en automóvil hasta unos 200-300 m antes de las labores más meridionales de Tacconis.

Existe poca información sobre la actividad desarrollada en Tacconis. Los informes de TRAVERSO (1890) y DE CASTRO (1890) por obvios motivos cronológicos sólo proporcionan información referida a las primeras labores. El trabajo de TRAVERSO (1909) despacha con unas pocas líneas esta mineralización, probablemente debido a que al no tratarse de una concesión de la Società de Lanusei no disponía de mucha información.

Muchos de los datos disponibles proceden de la Rivista del Servizio Minerario. Por otra parte, los informes inéditos de compañías mineras son poco detallados e incluso en algunos casos atribuyen información de las labores meridionales al Filone Malloru. En resumen, la actividad no fue muy importante y buena parte de la información parece definitivamente perdida.

15.1.5.2.- Historia minera.

Las labores mineras existentes en la antigua concesión de Tacconis ocupan dos sectores separados aprox. unos 500 m.

El sector más septentrional está situado en la confluencia del Río Ollastu con su afluente el Río Sa Zarpa. Este sector fue cronológicamente el primero en ser explorado, siendo desarrolladas las primeras labores por prospectores de la localidad de S. Vito. Estos hallaron un filón ("Filone Tacconis") de dirección aproximada NW-SE, en que se localizó una riquísima concentración argentífera.

En vista de estos resultados, la Società Tacconis Sarrabus adquirió el permiso en 1885, explotándolo durante tres campañas,

y vendiendo a continuación la concesión por un alto precio a la Société des Mines du Rio Ollastu. En ese momento ya se conocía la existencia de otro filón argentífero de dirección E-W aflorante al nivel del Rio Ollastu unos 500 m al SE del anterior ("Filone Sa Sorgente"- "Filone Malloru"), y el "Filone Tacconis" había sido reconocido y parcialmente explotado hasta unos 45-60 m de profundidad.

Los nuevos propietarios concentraron preferentemente los trabajos en las labores meridionales, y realizaron pequeñas explotaciones hasta que en 1906 abandonaron definitivamente la explotación. Hacia 1936 las antiguas labores fueron reexploradas (siempre en el sector meridional), prosiguiéndose las exploraciones una actividad restringida durante la 2ª Guerra Mundial, siendo de nuevo abandonadas hasta que en los años 50 fueron exploradas de nuevo (teniendo como objetivo principal la fluorita).

15.1.5.3.- Resumen de la situación geológica.

Los diferentes filones explotados en los alrededores de Tacconis están situados en el margen nororiental del gran domo de Rocca Arricelli. En este sentido, la situación es bastante semejante a la de la antigua mina de Nicola Secci, situada inmediatamente al noroeste.

En Tacconis los filones afloran en el seno de la secuencia siliciclástica, principalmente en facies distales. Sin embargo, las paleodirecciones de aporte de los materiales siliciclásticos (en un sentido amplio, de oeste a este) difieren notablemente de la tendencia regional (de norte a sur), mostrando una clara influencia del domo intrusivo de Rocca Arricelli. Existen otras claras evidencias de la actividad volcánica, como los cuerpos intrusivos menores (principalmente riolíticos, es decir, "porfidi bianchi") dispuestos entre las labores y el margen oriental de Rocca Arricelli, y la presencia de peperitas macroglobulares en el cauce del río Ollastu, unos pocos centenares de metros al sur de las labores más meridionales.

La existencia de un metamorfismo de contacto débil-medio en los materiales siliciclásticos aflorantes (en muchos aspectos similar al observable en superficie en S'Arcilloni) sugiere la existencia de domos y/o diques ácidos intrusivos en profundidad. Los informes de la época de explotación parecen confirmar este hecho, al señalar el hallazgo de "porfidi grigi" en profundidad. Además, en las inmediaciones de las mineralizaciones filonianas exploradas puede reconocerse la existencia de una marcada alteración hidrotermal (silicificación, precipitados de óxidos e hidróxidos de Fe, etc.). Por lo tanto, los filones de Tacconis además de estar situados junto al margen de un gran domo con toda

probabilidad están situados sobre un criptodomo de dimensiones más reducidas.

15.1.5.4.- Morfología y composición de la mineralización.

El "Filone Tacconis" tenía una dirección aproximada N 60° O, con un buzamiento aproximado de 60° hacia el sur. Al parecer, las labores (actualmente inaccesibles en profundidad) se desarrollaron en cinco niveles a lo largo de 90 m de altura, pero sólo conservamos documentación referida a los 4 primeros niveles, con un desarrollo vertical de unos 60 m (véase la fig. 216, procedente de DE CASTRO, 1890). En el plano horizontal el filón fue reconocido sobre unos 270 m (de los cuales unos 90 mineralizados en Ag) en el sector de confluencia de los ríos Ollastu y Sa Zarpa, a los que hay que añadir unos 80 m (sin Ag) sobre la vertiente oeste de Rio Is Antiogus y otros 80 m al sur de las labores argentíferas, en la vertiente meridional del Rio Ollastu (también sin Ag).

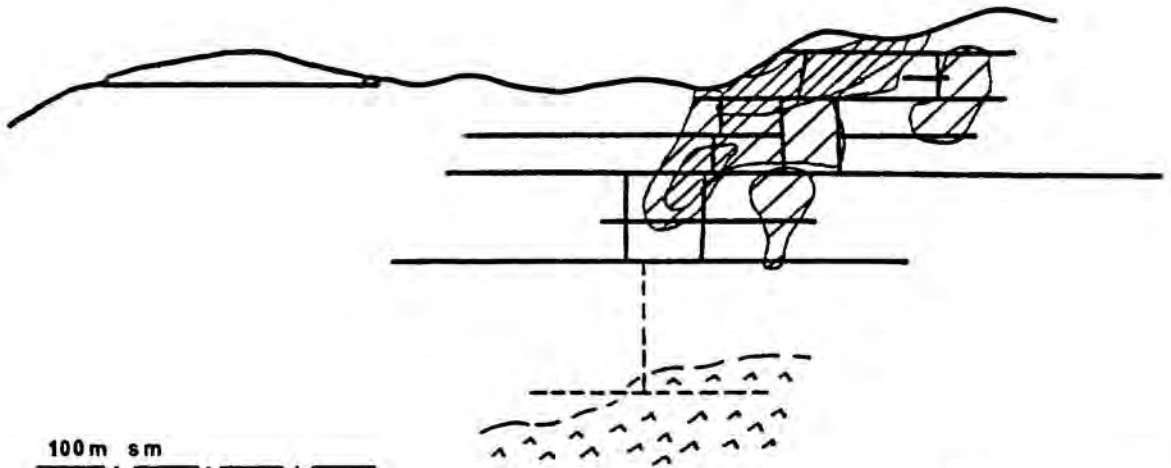
El filón en los tramos superficiales estaba constituido por baritina, calcita y fluorita, con una potencia media de 40 cm.. En los niveles superiores se explotó una lente rica en Ag. En profundidad el filón perdió rápidamente potencia y continuidad, y las gangas anteriores fueron sustituidas por materiales arcillosos; el filón estaba encajado en el sector superior en materiales siliciclásticos afectados de metamorfismo de contacto, mientras que en profundidad además encajaba en "porfidi grigi", bastante alterados. La aparición de los "porfidi" fue acompañada de la rápida esterilización del filón.

La mineralización argentífera apareció principalmente concentrada en un sector de convergencia entre el filón principal y uno secundario ("vena del reposo") de dirección N 40° W, lo que dió lugar a una columna ricamente mineralizada inclinada hacia el oeste; en conjunto, toda la mineralización es al parecer bastante análoga a la de S'Arcilloni.

El filón de Malloru presenta una dirección N 80° W, con un buzamiento de 55° hacia el norte. Las labores de la petición de descubrimiento de la mina (1895) fueron trazadas en la margen izda. del Ollastu. A 6 metros sobre el lecho del río se abrió una galería en dirección hacia el este denominada Sotto la Sorgente, con la cual se reconoció que a 54 m de la entrada el filón estaba mineralizado (Ag nativo y sulfuros de Ag, mezclados con galena y esfalerita, a lo largo de un lentejón de 20.50 m de longitud); a 94 m de la entrada aparecía de nuevo la mineralización a lo largo de 6.30 m hasta el frente de la corta.

NW - SE

Filone Tacconis



100 m sm

0 50 100 m



A



C



B



D

Fig. 216.- Sección longitudinal del filón de Tacconis. A/ Materiales siliciclásticos afectados de metamorfismo de contacto e intensa alteración hidrotermal. B/ Domo ácido. C/ Zonas ricas en galena, pobres en Ag. D/ Zonas argentíferas ricas (según DE CASTRO 1890, modificado).

Con dos realces separados 15 m se reconoció el filón mineralizado en altura por 17 m sobre el plano de la galería, y superiormente al citado plano fue explorado, siempre trazando galería en mineral, con varios avances a partir de los realces. En total se reconoció la mineralización a lo largo de un intervalo vertical de 17 m y se explotaron con estas labores más de 400 m² de superficie al 2.164 % Ag.

Esta galería Sotto Sa Sorgente fue prolongada posteriormente, hallándose al menos otro lentejón argentífero rico, constituido por galena y argentita. La galería alcanzó una longitud total de al menos unos 200 m, y fue completamente explotado (a techo) un tramo de casi 70 m de longitud, mientras en otro tramo la mineralización era pobre (sólo trazas de galena) y sólo se arañó una parte superficial del techo del filón. Se trazó un nivel superior al de Sa Sorgente, pero prácticamente no apareció mineralizado en Ag; parece lógico que existieran algunas tentativas de explotación en profundidad, pero no dispongo de documentación que lo demuestre.

El filón fue reseguído hacia el oeste más allá del Río Ollastu, apareciendo siempre muy regular con fluorita y galena, pero sin concentraciones de minerales argentíferos.

En total, el filón Malloru fue seguido a lo largo de más de 300 m, presentando una potencia muy constante de 0.50-1 m, estando constuido por cuarzo, fluorita, calcita y poca baritina, así como salbandas arcillosas. La mineralización argentífera estaba constituida por abundantes diseminaciones de galena (con un espesor no superior a 5-8 cm equivalentes de galena en el filón), localmente acompañadas de esfalerita, y lentejones en los que además aparecían Ag nativa, argentita y trazas de platas rojas.

15.1.5.5.- Otros indicios próximos.

Desde 1937 hasta 1937 no hubo actividad en Tacconis. En ese año se retomaron las viejas galerías y se realizaron trincheras para delimitar mejor los filones argentíferos. Durante estos trabajos se halló un filón de arsenopirita, motivo por el cual se solicitó la ampliación del permiso a minerales de As.

En 1938 se exploró un afloramiento de sulfuros masivos con Aspyr predominante, en varias labores desde Rio Ollastu a Cuili Berritta, con resultados prometedores.

Durante la 2ª Guerra Mundial se retomaron estas exploraciones. En la misma colina en la que está emplazado el "Filone Malloru", en la localidad Bruncu Sennori se exploró con un par de trincheras una mineralización de arsenopirita en cuarzo; se trataba de un filoncillo de pocos cm de espesor, encajado en "porfirita"; se trata de rocas volcánicas semejantes a las presentes en Nicola Secci.

Al este de Bruncu Sennori se exploró a lo largo de 500 m (unas 20 catas en total, con trincheras y pequeños pozos) una mineralización filoniana de arsenopirita en cuarzo en la vertiente oriental de Bruncu Berritta. La mineralización aparece sobre una extensión horizontal total de unos 500 m y tiene un espesor variable entre 1-2 m, aunque el espesor útil máximo reconocido de la arsenopirita no pasa de 5-7 cm. Además, el mineral no aparece en todas las catas. El filón encaja en materiales siliciclásticos afectados por metamorfismo de contacto, y en algunos sectores no se trata de un único filón sino de un stockwork.

VALERA (1973 d) ha señalado también en Bruncu Sennori la existencia de un filón de dirección E-W, con buzamiento variable hacia el norte (45-70°), con una potencia media de unos 50 cm (variable entre 0.2-1 m), una corrida de 300 m y un tramo vertical mineralizado de al menos 100 m. Este filón aparece exclusivamente encajado en los materiales siliciclásticos. Existen labores antiguas desarrolladas en tres niveles, especialmente desarrolladas en el nivel inferior (cota 160 m sobre el nivel del mar).

Esta mineralización consta principalmente de una ganga de fluorita, baritina, cuarzo y calcita, con poca galena, en una textura variable, tanto listada simétrica como masiva y brechada. Aparentemente este filón es el mismo que ya cita DE CASTRO (1890) con la misma paragénesis (más esfalerita y "otros sulfuros") como reconocido en dirección E-W a lo largo de 90 m. Este autor cita otro filón de análoga dirección y características reconocido en galería a lo largo de 95 m en Regione Sa Zarpa.

VALERA (1973 d) también ha descrito otra mineralización filoniana existente en las proximidades. Se trata de la explotada en la vertiente este del domo de Rocca Arricelli unos 1200 m al SW de las antiguas labores de Tacconis, denominada en la cartografía oficial a escala 1:10.000 Miniera Sa Cea S'Ollastu, y en los trabajos de Valera (VALERA 1973 d, BELKIN et al. 1984) como S'Arcu Mannu. Se trata de labores recientes (no anteriores a los años 50), realizadas sobre un filón fluorítico-barítico, con indicios de galena, constituido por varias venas que en conjunto no suman más de 1 m de espesor; el haz de filoncillos no suele ocupar una anchura de más de 2 m en el seno de los materiales siliciclásticos.

El filón presenta una dirección aproximada WSW-ESE y ha sido explorado al menos en 4 niveles, por un intervalo vertical mínimo de 170 m, y a lo largo de una corrida de unos 500 m. La mineralización era principalmente fluorítica (según VALERA 1973 d, la fluorita constituye el 75 % del filón), y en su extremo occidental encaja en el margen del domo ácido. Existen además otras mineralizaciones fluoríticas similares pero menos importantes de dirección aproximada NW-SE, que ocupan aproximadamente la zona del contacto entre el domo y los materiales siliciclásticos. Como ha sido recordado anteriormente, el domo ácido es claramente intrusivo en los alrededores de las casas de la mina/valle del Riu S'Arcu Mannu.

15.1.6.- Filones argentíferos de la antigua mina de Nicola Secci.

15.1.6.1.- Emplazamiento e información general.

Los filones argentíferos de la antigua mina de Nicola Secci aparecen en ambas vertientes del Rio Ollastu, al noreste de Rocca Arricelli, unos 4 Km al NW de la antigua mina de S'Arcillo-ni.

El acceso clásico a las antiguas labores se realiza por el sur, siguiendo la antigua "Strada mineraria" trazada en 1889 por la Société des Mines du Riu Ollastu (véase cap. 15.1.5.1.); sin embargo, el acceso queda interrumpido poco antes de las labores de la antigua mina de Tacconis, motivo por el que se debe realizar un largo tramo a pie, siguiendo en la medida de lo posible los tramos residuales de la citada "strada" y el fondo del cauce del Rio Ollastu. Dada la angostura del valle del Rio Ollastu en ese tramo, el acceso por esta vía sur es difícil en las épocas del año en las que el río baja crecido.

El acceso siguiendo la misma "Strada mineraria" desde el oeste es igualmente difícil y más prolongado, ya que es intransitable en vehículos desde Coili Saddi (mina de Serra S'Ilixì). En la actualidad la vía de acceso más sencilla es seguir la carretera comarcal Dolianova-Villasalto, tomar el desvío (hacia el sur) para la nueva carretera asfaltada de Monte Gennis (a mitad de camino entre S.Nicolò Gerrei y Villasalto), y desde Monte Gennis tomar la pista de tierra que conduce al repoblamiento forestal de Cea Romana. Desde ahí se puede seguir una pista que va en sentido oeste-este y llega hasta Cuili Is Antiogus, accediendo por desde ahí a las antiguas labores mineras de Nicola Secci por el norte a pie.

Por lo que se refiere a la información disponible las fuentes son las mismas que en el caso de Tacconis; por lo tanto, los datos disponibles sobre esta mina son relativamente escasos, si bien los procedentes de la Rivista del Servizio Minerario, y los informes y cartografías de labores son más abundantes y precisos. Esto se debe sin duda a que estas mineralizaciones fueron más decididamente reestudiadas a lo largo de la primera mitad del siglo XX.

15.1.6.2.- Historia minera.

Como consecuencia del descubrimiento de la plata en Taccornis, se produjo un desplazamiento del interés de los prospectores hacia el sector contiguo situado al oeste. Gouin compró los permisos (sin explorar aún) correspondientes a Nicola Secci en 1885. Este ingeniero desarrolló una intensa actividad de investigación en la ladera oeste de Bruncu Coili Siddi, en la vertiente izquierda del Riu Ollastu.

Durante las labores de exploración en 1888 se halló repetidamente un filón argentífero mediante 4 galerías separadas en altura unos 50 m, y a lo largo de una extensión horizontal de unos 200 m; las tres galerías superiores estaban comunicadas mediante dos realces. Sólo con estas labores se obtuvo 2,5 toneladas de mena comercializable con una ley del 2,5 % en plata. En vista de esto Gouin, que había agotado totalmente sus recursos, consiguió atraer capitalistas y fundó la Société des Mines du Rio Ollastu, con los permisos de su propiedad.

Durante los años siguientes se desarrolló una intensa actividad de explotación, trazándose galerías de reconocimiento en dirección E-W desde la vertiente de Rio Ollastu hasta la de Rio Is Antiogus, y se exploraron otros filones en la vertiente derecha del Ollastu, tanto de dirección E-W (la llamada "Veta B", situada al sur del filón principal) como de dirección NW-SE (Cantiere Bruncu Arrubiu, al oeste de las labores del filón principal).

En 1893 se interrumpieron las labores, debido a la ausencia de hallazgos de importancia, y a la importante caída del precio de la Ag. En ese momento las labores habían reconocido mineralizaciones filonianas a lo largo de una extensión E-W de cerca de 2 Km, habiendo trazado hasta 2500 m de galerías e importantes explotaciones en Coili Siddi. TRAVERSO (1909) criticó a fondo el desarrollo de los trabajos en este primer periodo de actividad de la mina, señalando que con toda probabilidad aún existían concentraciones argentíferas en los filones explorados.

Aparte de tímidos intentos de exploración (1906 y 1938), la mina sólo fue reactivada entre los años 1917 y 1924. Las labores efectuadas en este periodo se concentraron en el filón principal de dirección E-W, reabriendo las galerías y explorando intensamente el filón; fruto de esta actividad se hallaron diferentes lentes argentíferas, pero siempre de poca extensión y confirmando un rápido empobrecimiento del filón en los niveles inferiores.

15.1.6.3.- Resumen de la situación geológica.

Al igual que en el caso antes estudiado de la contigua mina de Tacconis (cap. 15.1.5.) el rasgo más característico de la mineralización de Nicola Secci desde el punto de vista de la geología regional es su disposición en el margen septentrional de un gran domo ácido, el de Rocca Arricelli. Sin embargo, a pesar de la proximidad geográfica la situación no es totalmente equivalente entre ambas minas.

La mineralización está encajada en los materiales siliciclásticos, pero éstos aparecen en un conjunto de facies mucho más diversificado que en Tacconis, donde prácticamente sólo afloran facies distales. En Nicola Secci los materiales en los que encaja la mineralización corresponden al tramo superior de la secuencia siliciclástica, apareciendo bien representadas las facies de turbiditas confinadas tectónicamente sobre las cuales reposan los materiales de la UDS (véase caps. 5.3. y 5.7.). Además existen niveles de materiales epiclásticos, procedentes del norte (¿del sector actualmente ocupado por la UDS en Bruncu Casargius?).

Las evidencias de desestabilización a lo largo de paleotaludes son muy frecuentes en el seno de todos los materiales siliciclásticos, y en Bruncu Metta s'Abbis existe una zona de convergencia de materiales de paleoaportes opuestos; la influencia del emplazamiento del domo de Rocca Arricelli en los paleoaportes de los materiales siliciclásticos es muy evidente, al igual que en Tacconis, y ha producido claras distorsiones locales en las líneas de paleoaportes regionales (desde el norte hacia el sur).

En Nicola Secci también afloran pequeños cuerpos de riolitas intrusivas ("porfidi bianchi"); incluso el principal filón argentífero explotado está sistemáticamente asociado a un dique ácido de igual dirección, aflorante inmediatamente al norte de la mineralización. Sin embargo, la principal diferencia desde el punto de vista del paleovolcanismo es la presencia de rocas volcánicas básicas correspondientes al grupo de los basaltos alcalinos, en algunos sectores muy alteradas hidrotermalmente y mineralizadas en sulfuros (facies de "pseudoskarnoide" con esfalerita, galena, etc.; por ej., las de Bruncu Metta s'Abbis). Los materiales siliciclásticos presentan metamorfismo de contacto restringido a unas pocas decenas de metros alrededor de los cuerpos intrusivos, tanto en el caso de los ácidos como en el de los básicos.

Finalmente, en Nicola Secci existe un importante afloramiento de "quarziti del Sarrabus" al norte del filón principal, de dirección E-W, que marca con claridad la existencia de un claro control estructural en dicha dirección, paralela igualmente a la del filón principal.

15.1.6.4.- Morfología y composición de la mineralización.

Al igual que en Tacconis, los filones que aparecen en Nicola Secci están controlados por dos familias de fracturas de dirección NW-SE y E-W. El filón principal (Coili Siddi) ocupa las dos laderas de Bruncu Metta s'Abbis y presenta una dirección E-W; sin embargo, hay que matizar que de hecho no se trata de un único filón de tal dirección, sino de varios (las labores reconocieron dos o más, según los sectores) más o menos paralelos y subverticales, sin que podamos deducir de la información disponible que la mineralización predominara en ninguno de ellos, ya que aparecía esporádicamente en todos.

El filón E-W fue reconocido en dirección a lo largo de un tramo de unos 750 m, y en vertical durante casi 200 m, si bien el tramo argentífero era mucho más reducido (véase la fig. 217). En los niveles superficiales se trataba de filoncillos cuarzo-baríticos de unos 5-15 cm de espesor, con mineralizaciones aisladas de galena en forma moteados de cristales aislados. En profundidad el espesor del filón crecía (10-50 cm), manteniendo una ganga proincipalmente barítica que en los niveles más bajos era barítico-calcítica y/o barítico-arcillosa. La fluorita era extremadamente rara, y en general aparecía confinada en filoncillos menores que cruzaban al principal.

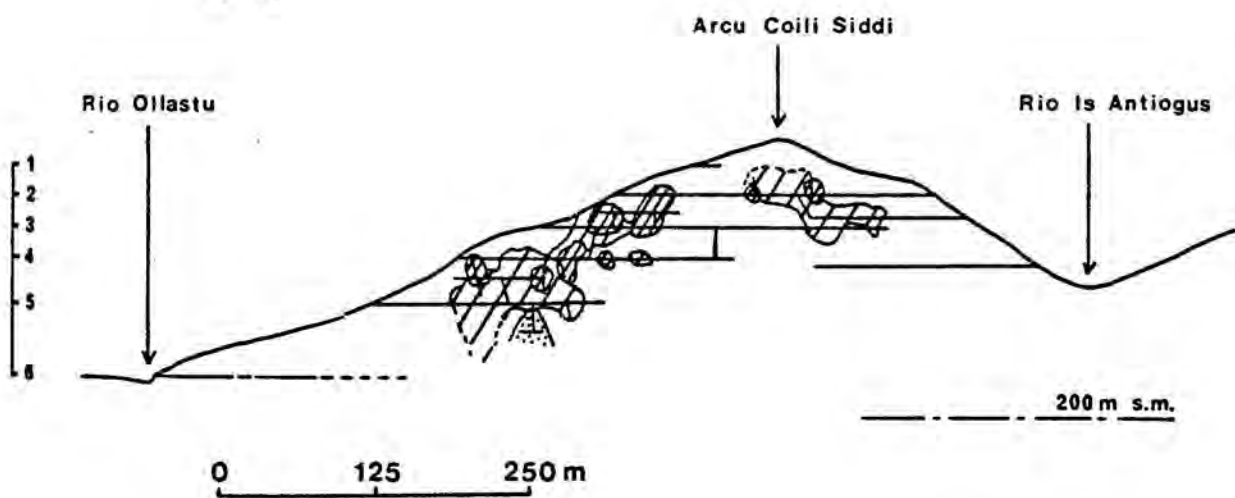
La mineralización argentífera aparecía en general asociada a la galena, en lentejones muy pequeños pero localmente muy ricos, y con un claro predominio de la argentita sobre la Ag nativa. A título de ejemplo, en el nivel 4 se extrajo un lentejón de 300 Kgr al 12 % en Ag. En el sector oriental la esterilización del filón comenzó a niveles más superficiales y fue acompañada de la gradual sustitución de las gangas por salbandas arcillosas; es decir, de un modo muy similar al ya comentado en el cas de Tacconis.

En el curso de las labores en este filón principal se hallaron y siguieron en galería diferentes mineralizaciones menores de dirección NW-SE. Se trataba de filones menores, de unas pocas decenas de metros de corrida (1-20 cm de espesor) generalmente de baritina con diseminaciones de galena, siendo relativamente frecuentes los enriquecimientos columnares argentíferos en las zonas de cruce de estos filones con el principal.

Fig. 217.- Sección longitudinal del filón de Nicola Secci. Leyenda: A/ Sector argentífero rico. B/ Sector argentífero medio. C/ Sector argentífero pobre, rico en galena.

Nicola Secci

W-E



A



B



C

Inmediatamente al norte del filón de Coili Siddi se exploró otro filoncillo de dirección E-W, llamado "Vena A", situado justo junto al afloramiento de "quarziti del Sarrabus". Se trataba simplemente de un filón barítico, en el que sólo cabe destacar la presencia de diseminaciones de sulfuros de Fe muy recristalizadas ("scisti piritosi") en la salbanda.

Algo al sur del filón de Coili Siddi se siguió en galería otro filoncillo paralelo, llamado "Vena B". Presentaba una ganga principalmente barítica, con calcita, cuarzo, nódulos de galena y algunas pequeñas concentraciones de argentita.

En el sector meridional de la concesión (Baccu Sa Meliana) se exploró en la margen derecha del Ollastu un filoncillo barítico con indicios de galena y Ag nativa en superficie, que presentaba una dirección NW-SE y que parecía la prolongación de uno de los filones de la concesión Tacconis.

Finalmente, se exploró al oeste del filón principal el llamado "Filone nº 2 del Cantiere di Bruncu Arrubio", de dirección NW-SE, y dispuesto aproximadamente en el contacto entre el margen nororiental del domo de Rocca Arricelli y el domo de Genn'Argiolas.

Este filón encajaba tanto en los materiales siliciclásticos (afectados de metamorfismo de contacto) como en el mismo domo, y en general en el contacto entre ambos materiales. En el sector norte el filón constaba de una vena exclusivamente barítica, mientras que en el sector sur en ocasiones el filoncillo se desdoblaba en dos, presentando tanto una ganga barítico-fluorítica, con mineralización esporádica de galena. En este filón se hallaron también algunos indicios de Ag, alguno de ellos asociado a la existencia de filoncillos baríticos de unos pocos metros de corrida y dirección E-W que cortaban al principal.

Es interesante resaltar que mientras en el margen del domo el filón principal es el NW-SE (dirección de fractura que por otra parte controla el emplazamiento del mismo domo, véase cap. 7.5.), y aparece atravesado por los filoncillos menores de dirección E-W, al alejarnos un poco del citado domo (filón principal de Coili Siddi) la situación es justo la contraria.

15.1.7.- Sistema filoniano de la antigua mina de Serra S'Ilixi.

15.1.7.1.- Emplazamiento e información general.

El sistema filoniano de la antigua mina de Serra S'Ilixi está situado unos 6 Km al norte de la población de Burcei. Presenta una dirección aproximada ENE-WSW, y aflora ampliamente en el lecho del sector de cabecera del Río Ollastu (incluyendo el sector de Canale S'Angassua).

Ya ha sido indicado (véase caps. 15.1.5. y 15.1.6.) que la vía de acceso tradicional a esta mina, la "Strada Mineraria" de la Società des Mines du Río Ollastu, es intransitable desde poco antes de las labores de Tacconis, unos 6 Km al este de Serra S'Ilixi. Esto obligó a la Società Ilva a prolongar la pista Burcei-Tuviois hasta Serra S'Ilixi hacia 1940. En la actualidad, además de esta vía de acceso por el sur se puede llegar a Serra S'Ilixi desde el norte tomando la carretera Dolianova-Villasalto, siguiendo el desvío situado entre S.Nicolò Gerrei y Villasalto hacia el sur en dirección a Monte Genis, y desde ahí tomando la pista de tierra que conduce hasta el Cuili de Genn'e Arasili y que posteriormente desde el collado desciende a Serra S'Ilixi.

Las fuentes de información sobre la actividad de esta mina son abundantes. Los datos correspondientes a los primeros años de explotación están recogidos en los trabajos de TRAVERSO (1890) y DE CASTRO (1890). TRAVERSO (1909) describe y critica muy prolijamente los problemas de exploración y gestión de esta mina. Los informes de la Rivista del Servizio Minerario dedican una gran atención a Serra S'Ilixi. VALERA (1973 b) resume las informaciones correspondientes a la época "clásica" de la explotación, y compara esta mineralización con la de Giovanni Bonu-Montenarba. VALERA (1974) ofrece más datos sobre esta mina, incluyendo un esquema del filón argentífero.

Por lo que se refiere a los trabajos desarrollados en esta mina a lo largo del siglo XX, además de los datos proporcionados por la ya citada Rivista del Servizio Minerario, hemos tenido acceso a informes inéditos de las compañías mineras que permiten hacerse un juicio cabal de los resultados obtenidos.

15.1.7.2.- Historia minera.

En el sector de Serra S'Ilixi se conocían desde antiguo algunas mineralizaciones filonianas; en 1874 fue concedido un permiso de exploración a la Società delle Miniere di Monte Santo; esta sociedad trabajó en un filón galenoso dirigido de N-S

(probablemente 1 Km al este de Coili Saddi) "lo suficientemente mineralizado como para ser explotado", según indican los informes de la época.

Posteriormente, la concesión fue explorada durante el periodo 1885-1887 por el Ing. L. Gouin, hallándose en el abril de 1887 el filón argentífero bajo el emplazamiento del antiguo Coili Saddi. En abril de 1888 Gouin constituyó la Société des Mines du Rio Ollastu, que pasó a poseer entre otras las concesiones de Serra S'Ilixí, y de Bruncu Arrubiu (la contigua al este). En el momento de declararse el descubrimiento de la mina (mayo de 1888) se había reconocido la existencia de filones argentíferos con una longitud total de 1200 m y con una profundidad mínima de 90 m (DE CASTRO, 1890).

El proceso de explotación de la mina ha sido excelentemente descrito por TRAVERSO (1909). Las labores se desarrollaron en un total de 7 niveles, aunque de hecho éstos (más otro superficial) sólo fueron trazados en el sector de Coili Saddi. Los primeros reconocieron la mineralización en dicho sector, mientras que el 4º nivel tenía por objetivo el explorar una gran parte del yacimiento y desaguar las aguas procedentes de las labores superiores y de las infiltraciones procedentes de Rio Ollastu. Este nivel fue rápida y parcialmente explotado, abandonándose su mantenimiento y sufriendo derrumbes. El 5º nivel que estaba en preparación sufrió las consecuencias en forma de infiltraciones de aguas, debiendo ser abandonado antes de ser puesto en explotación; se bloquearon en la medida de lo posible las infiltraciones procedentes del nivel 4, siendo sacrificado en este trámite casi totalmente el nivel 5.

A continuación se preparó parcialmente el 6º nivel, y se explotaron los tramos más ricos, pero sin avanzar hacia arriba para no provocar un colapso total. Igualmente, se preparó en precario el 7º nivel, sin llegar a avanzar hasta llegar a atravesar totalmente el tramo rico reconocido en los niveles superiores. Al final de 1902 la Société du Rio Ollastu suspendió los trabajos.

Con todas estas labores se hallaron lentes muy ricas en Ag. La zona explotada entre la superficie y el 4º nivel sobrepasaba los 15.000 m² de superficie, y la parte mineralizada ya preparada para su explotación que debió ser abandonada a causa del agua y de los derrumbes medía 160 m de longitud por más de 50 de altura. En el 6º y 7º nivel las explotaciones medían más de 3000 m² de superficie.

Además de las labores de Coili Saddi, tenían una importancia considerable las de Niu Crobu, las de la galleria Ovest (donde se halló un lentejón de plata muy importante) y las de Su Concali y de la galleria Est, donde se encontró también una lentecilla de mineral que dió lugar a una explotación de 600 m². Se hicieron

varios pozos para la exploración del 6º y 7º nivel, alcanzando todos una profundidad de 70-80 m, con un notable gasto sin provecho inmediato que puso a la sociedad en las críticas condiciones económicas que llevaron al cierre. Como en el caso de Nicola Secci, la gestión de las labores de la mina se llevó de un modo apresurado y desordenado, conduciendo al fracaso económico (TRAVERSO 1909).

En 1917 se reemprendieron labores en esta concesión, pero principalmente concentrados en los sectores previamente menos explorados, Bruncu Cuchedda al este y Bruncu Fenugu al oeste. Estas labores prosiguieron con escasos resultados hasta 1923, explorándose labores antiguas hasta el nivel 5 de profundidad.

Desde 1924 a 1928 sólo se realizaron trabajos de mantenimiento, y desde 1928 a 1937 la mina permaneció totalmente inactiva.

En 1938 se reemprendieron con decisión los trabajos, comenzando por la reapertura, limpieza y entibado de las galerías 3 y 4 (parcialmente), y 5 y 6 (totalmente). La galería 6 fue prolongada, y en general se intentaron recuperar todas las antiguas labores subterráneas. En 1939 prosiguieron los nuevos trabajos de entibado y de investigación, así como la pista hacia Burcei (distante 16 Km). La galería nº 4 fue reabierta unos pocos metros en el derrumbe, pero dadas las dificultades de desescombro se optó por abrir otra galería paralela para superarlo.

En 1940 se desarrollaron sólo trabajos de acondicionamiento de la pista hacia Burcei, y de mantenimiento en el interior de la mina, y desde el 1941 en adelante, la mina quedó inactiva. Por lo tanto, podemos concluir que en contra de la tendencia general de las minas del Sarrabus, en el caso concreto de Serra S'Ilixí la 2ª Guerra Mundial abortó las posibilidades de reexplotación de la mina, justo cuando existía un plan de actuación muy adecuado para llevarla adelante. Cuando en 1948 la Società di Pertusola se interesó por Serra S'Ilixí, todo el trabajo de preparación se había perdido, y la mina estaba inundada de nuevo hasta el nivel 3, el último aflorante en superficie. En las labores superficiales sólo hallaron minerales con un 20 % de Pb y 480 gr/t Ag, abandonando las exploraciones.

A comienzos de los años 50 la empresa minera RIMISA planteó una ambiciosa campaña de prospección en las antiguas minas del Sarrabus, concentrando buena parte de sus trabajos en Serra S'Ilixí. Se trabajó en la galería Niu Crobu y en Coili Saddi, se muestrearon y analizaron las mineralizaciones halladas, y se realizaron incluso ensayos en planta de flotación. Sin embargo, la RIMISA trató muestras de Serra S'Ilixí pobres en plata (las más ricas no llegaban al 1% en Ag) con 2.8-4.5 % de Pb. Las menas más ricas en plomo (7.3%) apenas tenían 120 gr/t de Ag. Ante estos resultados, se suspendieron las investigaciones.

15.1.7.3.- Resumen de la situación geológica.

La mina de Serra S'Ilixi está situada al sur del gran domo (o conjunto de domos) ácido de Seddas de Adamu-Brunco Adamu-Brunco S'Arrideli. Este domo presenta un control estructural claro por parte de dos familias de fracturas, la más importante la de dirección E-W, y en menor medida (sector meridional) la de dirección NW-SE. Estos domos han tenido mayormente un carácter intrusivo, pero localmente han emergido sobre el fondo marino, generando intercalaciones de rocas epiclásticas en los materiales sedimentarios (véase cap. 7.3.).

Además de los domos ácidos, existen diferentes afloramientos de "quarziti" del Sarrabus en las inmediaciones de las mineralizaciones, e importantes intercalaciones volcánicas básicas. En el caso de las "quarziti", el control estructural es muy marcado, según la misma familia de fracturas de dirección aproximada E-W.

Los materiales siliciclásticos en los que encajan todos estos cuerpos de rocas volcánicas son principalmente facies proximales, con importante presencia de exhalitas silíceas y lutitas carbonáceas negras con abundante contenido de material epiclástico y disseminaciones de sulfuros (pirita, esfalerita, ...) y más localmente de fluorita. Los materiales más próximos al domo han sufrido desestabilización sinsedimentaria como consecuencia del emplazamiento de éste (sector septentrional) y/o metamorfismo de contacto (ej. típico, todo el sector oriental) asociado igualmente al emplazamiento del domo.

En el sector mineralizado más rico (Coili Saddi) existe una gran cantidad de pequeñas apófisis ácidas de un criptodomo existente en profundidad (véase la fig. 218), que aparecen asociadas espacialmente a exhalitas silíceas radicadas, y presentan las características propias de un emplazamiento extremadamente somero en materiales siliciclásticos no consolidados (cap. 6.2.). El emplazamiento de estas apófisis ácidas ha producido en los alrededores de Coili Saddi (vertiente sur de Rio Ollastu, en la confluencia del rio Pranu) vistosos efectos de deformación en los materiales siliciclásticos inconsolidados, restringidos a unos pocos metros alrededor del cuerpo intrusivo.

La mineralización filoniana aparece encajada tanto en el domo de "pórfido grigio" (aquí, muy alterado hidrotermalmente y frecuentemente en facies de color rosado) como preferentemente lateral y/o superiormente a éste (fig. 218), en el seno de los materiales siliciclásticos.

15.1.7.4.- Morfología y composición de la mineralización.

El filón de Serra S'Ilixí constituye uno de los ejemplos más claros y completos de relación entre los domos ácidos y la mineralización argentífera, tanto por la calidad de los afloramientos de encajante y filón (en sus tramos apicales), como por la disposición de los diferentes domos ácidos en niveles intrusivos variados, y por la variedad de paragénesis hallada en el curso de las labores según cual sea el encajante del filón.

15.1.7.4.1. Escala macroscópica.

El filón presenta una dirección aproximada ENE-WSW, con un buzamiento aproximado en los niveles superficiales del orden de 50° hacia el sur. Sin embargo, este buzamiento es más acentuado en los niveles inferiores, ya que en el tramo superior la mineralización aparece en forma de dos o más filones principales separados incluso varios metros, que convergen en profundidad. La potencia de los diferentes filones que componen el sistema filoniano oscila entre unos pocos cm a más de un metro; en profundidad el filón presenta espesores del orden de varios metros.

Las labores fueron inicialmente desarrolladas en los niveles superficiales del sector oeste de Coili Saddi. En esa zona el filón consta de una ganga fluorítico-barítica, con cantidades menores de cuarzo, y aparece ricamente mineralizado en galena, Ag y argentita. Existen también pequeñas concentraciones de calcopirita, pirita y esfalerita.

En 1888 se habían reconocido unos 7500 m² de filón en los tres primeros niveles, de los cuales unos 850 m² aprox. estaban mineralizados en modo de poder extraer unos 25 Kgr de mineral al 1.20 % Ag/m², además de los minerales "de lavería" o "tierras pobres" de leyes mucho más bajas, diseminaciones de Ag y argentita en el seno de los materiales lutíticos negros que aparecen entre las diferentes vetas del sistema filoniano. Además, se habían reconocido sectores en los que el filón encajaba en las apófisis de cuerpos ácidos y empíricamente se había llegado al convencimiento que dentro del citado encajante el filón se esterilizaba rápidamente, por lo menos por lo que se refiere a los minerales metálicos (véase al respecto el informe de la Rivista del Servizio Minerario para 1888, publicado en 1889).

El trazado de los niveles 4 al 7 en Coili Saddi permitió reconocer numerosas mineralizaciones lenticulares de galena-Ag-argentita, la gradual aparición de calcita en la ganga (en

W-E

Serra S'Ilìxi

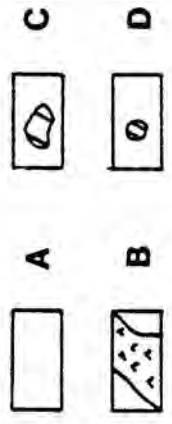
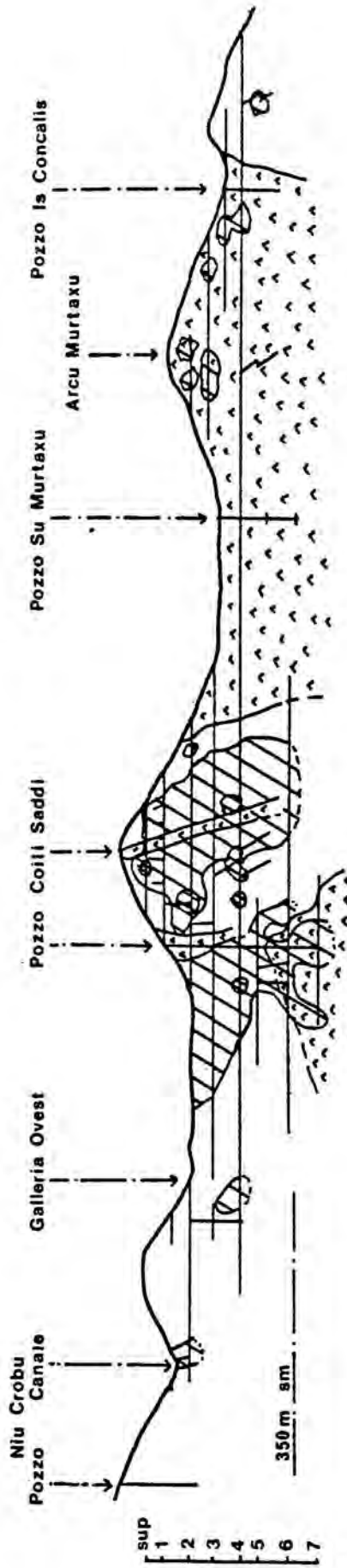


Fig. 218.- Sección longitudinal del filón de Serra S'Ilixí. Leyenda: A/ Materiales siliciclásticos; afectados de metamorfismo de contacto en las proximidades de los domos. B/ Domos y diques ácidos. C/ Sector argentífero pobre, rico en galena. D/ Sector argentífero rico.

detrimento de la baritina y/o la fluorita), así como un relleno arcilloso en profundidad. La desafortunada explotación de la mina impidió conocer hasta qué punto la mineralización era importante en los niveles 5 y 6, pero todo parece indicar que al menos sería comparable a la explorada y nunca extraída del nivel 4. El filón parecía presentar una cierta tendencia a empobrecerse en profundidad, en especial al entrar en la zona apical de un criptodomo (sector del Pozzo Coili Saddi, fig. 218).

Este criptodomo presentaba un stockwork piritoso y aparecía intensamente alterado, pero no hay que olvidar que en los niveles superiores se hallaron lentes muy ricas entre expansiones ácidas de menores dimensiones, que en ocasiones prácticamente rodeaban al filón, en especial en su pared norte (el muro para los mineros).

TRAVERSO (1909) señalaba muy acertadamente que el nivel 7 no fue suficientemente prolongado hacia el este, hasta alcanzar el equivalente en profundidad de las zonas ricas superficiales, pero que de todos modos el filón en dicho nivel se presentaba aún muy potente y bien constituido, con todas las características de los tramos ricos del filón: lutitas negras carbonáceas con venas de cuarzo, calcita, baritina y nódulos de minerales de Ag. Este autor también llamó la atención sobre la ausencia de labores de reconocimiento en recorte o en cortaveta, que probablemente hubieran localizado otras ramales del sistema filoniano en los sectores superficiales. En el sector al oeste de Coili Saddi también podríamos esperar la aparición de mineralizaciones argentíferas ricas, en especial en profundidad.

Al desplazarnos al oeste de Coili Saddi el filón adquiere un carácter totalmente distinto. Sigue apareciendo bien constituido, (0.5-2 m de potencia) con una ganga de fluorita, calcita, cuarzo y lutitas carbonáceas negras, pero siguiendo la ley empírica de los antiguos prospectores al adentrarse en el domo ácido desaparece casi totalmente la mineralización plombo-argentífera. En su lugar sólo aparece en algunos sectores una mineralización piritífera, más un relleno arcilloso.

De hecho la desaparición de la mineralización en el seno del domo ácido no es una ley uniformemente seguida, ya que el sector superficial de éste en Arcu Murtaxu, y en niveles algo inferiores al este de dicho collado se explotaron lentes argentíferas ricas, de las que aún se puede encontrar algunas muestras (principalmente pátinas milimétricas de querargirita y diseminaciones del tipo "caffè-latte") en las escombreras. La mineralización consistía principalmente en galena, Ag y argentita, pero en lentejones más pequeños, pobres y aislados que los encontrados en las zonas ricas. Estas mineralizaciones aparecen dentro del domo durante un rango vertical mínimo del orden de 50 m (sector de Arcu Murtaxu), pero son cada vez más pobres hasta llegar a desaparecer totalmente en una matriz arcillosa que contiene nódulos de cuarzo y, más raramente, de calcita. La fluorita y la baritina en líneas generales desaparecen en los tramos superficiales.

Por lo tanto, podemos resumir que la distribución de gangas y minerales en Serra S'Illixi no guarda una relación de tipo paleotopográfico, ya que mientras en el sector de Coili Saddi en el nivel 7 la mineralización aún presentaba las características propias de las zonas ricas (aunque empobreciéndose), en el sector al este de Pozzo Su Murtaxu (nivel 4) apenas aparecía un poco de galena, en el sector de Pozzo Su Murtaxu la mineralización metálica prácticamente ya no existía en los niveles 4-5, en Arcu Murtaxu en el nivel 4 ya se había esterilizado totalmente, y finalmente en el sector de Pozzo Is Concalis la mineralización aunque pobre se volvía a manifestar hasta el nivel 5 (véase la fig. 218).

Aceptando que por debajo del nivel 7 no existiera más mineralización metálica en Coili Saddi (cosa poco probable, como se ha visto) la diferencia mínima de cota entre el nivel de base de aparición de los metales en todo el tramo centrooriental del filón es de 75 m. Esta diferencia no puede ser explicada sugiriendo un comportamiento mecánico diferenciado entre los diferentes encajantes, tal como señalaban los antiguos prospectores, ya que aún estando profundamente alterado hidrotermalmente el domo constituye una roca de caja al menos tan apta como los materiales siliciclásticos.

Sin embargo, si comparamos la distribución de la mineralización con la disposición de los domos, sí que se observa una clara relación espacial (véase la fig. 218). Las apófisis de cuerpos ácidos (y consecuentemente el criptodomo hallado en el pozo de Coili Saddi) se han emplazado en los materiales siliciclásticos inconsolidados, conservando una lámina de sedimentos muy delgada entre ellos y el fondo del mar (cap. 6.2.).

El domo que encaja el filón en el sector oriental, de dimensiones mucho mayores, es igualmente muy superficial, ya que al norte reposan directamente sobre él las "quarziti" de Su

Zippiri en facies extrusivas. En el sector oriental la prolongación del domo es intrusiva (con metamorfismo de contacto asociado) sobre las facies epiclásticas que, a su vez, señalan la existencia de un parcial desarrollo exógeno de un sector del domo sobre el fondo marino (cap. 7.3.). Por otra parte, el margen oeste del domo (sector al oeste de Pozzo Su Murtaxu) presenta facies riolíticas típicas de margen de domo, con flujo magmático y fracturación subvertical al contacto con las rocas siliciclásticas, mientras que en el sector de Arcu Su Murtaxu (y más al norte) presenta típicas facies microhialoclasticas (cap. 6.3.) y en el margen oriental y meridional presenta de nuevo las foliaciones de flujo magmático subverticales y pinza numerosos fragmentos de rocas siliciclásticas.

No está de más el recordar que éstas contienen intercalaciones de basaltos alcalinos, y en particular contactos intrusivos y peperitas macroglobulares, lo que indica que se trata también de facies formadas con una delgada columna de agua suprayacente. Todas estas características apuntan hacia un emplazamiento más o menos simultáneo (y/o sucesivo) del criptodomo de Coili Saddi y del domo del sector de Su Murtaxu, siendo bastante probable que ambos cuerpos converjan en profundidad.

En resumen, el domo de mayores dimensiones que encaja la mineralización al este de Coili Saddi también es un domo emplazado en medio somero, y probablemente en buena medida con desarrollo exógeno sobre el fondo marino. En el sector central del domo la mineralización desaparece gradualmente, concentrándose en los márgenes y principalmente en el sector externo de éste; este claro control paleoestructural, unido a la disposición de la alteración hidrotermal sugiere que el stock metal contenido en los domos ha sido segregado por la acción de los sistemas hidrotermales y concentrado en los filones, controlados a su vez por las estructuras activas durante el depósito de los materiales sedimentarios y el emplazamiento de los domos ácidos. Por lo que se refiere al domo mayor, la mineralización "hinca sus raíces" en él al menos unos 65 m.

Hechas todas estas consideraciones, sólo queda añadir que los dos márgenes del sistema filoniano están casi inexplorados, a pesar de que en ellos se hallaron localmente lentes argentíferas ricas, y de las buenas perspectivas que ofrecen en profundidad, muy en especial el sector occidental.

15.1.7.4.2. Escala mesoscópica.

El filón argentífero aflora en muy buenas condiciones en Serra S'Illixi, pudiéndose observar en detalle sus características.

En el sector al oeste de Coili Saddi aflora repetidas veces en el cauce de Canale S'Angassua. Se trata de un filón principal de 30-70 de espesor, acompañado frecuentemente de una red de pequeños filoncillos anastomosados de dimensiones centimétricas que aparecen en ambas salbandas.

En este sector el filón aflora principalmente en el seno de las lutitas negras con abundantes fragmentos de rocas volcánicas ácidas muy alteradas. El filón en general aparece bastante verticalizado y es claramente secante respecto al encajante, aunque algunos de los filoncillos laterales se han emplazado aprovechando las discontinuidades ofrecidas por la laminación sedimentaria.

En el filón predomina la baritina, con una hábito masivo en las salbandas y/o en el centro del filón y una clara tendencia a dar cavidades de tipo geódico de dimensiones pluricentimétricas en las que resaltan agregados de cristales planares idiomórficos de baritina "en libro". Los cristales individuales de baritina tienen espesores del orden de varios mm/varios cm, y dimensiones mayores del orden de varios cm. Las cavidades geódicas en general aparecen rellenas por fluorita de color verde claro, muy transparente, y bastante masiva. En el interior de la fluorita (y/o en el interior de la baritina, aunque bastante más raramente en ésta) se distinguen cristales idiomórficos de galena (cubos de hasta un par de centímetros).

En algunos sectores se observa con claridad en el cauce del torrente el cierre superior del filón, con una superficie constituida por un agregado de cristales de baritina de características comparables a los antes descritos. El espesor del filón oscila entre los 5 y los 50 cm, con un espesor medio de unos 35 cm, y una corrida de varios metros. Podemos añadir que la certeza del cierre superior del filón es total ya que en algunos sectores hemos tenido que limpiar los materiales siliciclásticos del encajante para acceder a él.

Siempre en el mismo sector, en otros afloramientos el filón aparece mucho menos compacto, tratándose de toda una serie de intercalaciones de filoncillos de unos pocos cm de potencia de baritina y/o fluorita (verdosa, blanca y morada), con bolsadas arcillosas blancas y verduzcas intercaladas. Estos filoncillos forman cavidades geódicas mucho menores, de disposición en general aplanada en el sentido de desarrollo del filón, en el interior de las cuales tanto la fluorita como la baritina presentan hábitos euhedrales. Además de las arcillas de colores claros, en el interior del filón aparecen lutitas carbonáceas finamente laminadas que constituyen en muchos casos depósitos laminares milimétricos intercalados entre dos precipitados sucesivos idiomórficos de baritina y/o fluorita.

Estas relaciones texturales, que también aparecen en el caso de las arcillas, implican que estos materiales constituyen un sedimento interno (y/o un precipitado) correspondiente al periodo mineralizante. Además de estos productos en el seno del filón se pueden hallar fragmentos de pórfido ácido, tan intensamente alterados que una observación superficial puede hacerlos confundir con bolsadas arcillosas. Este tipo de productos aparecen también en filones únicamente emplazados en afloramientos silici-clásticos, pero son obviamente más frecuentes en los casos en los que el filón encaja parcialmente en pórfidos intrusivos ácidos. Estos pórfidos aparecen en pequeños afloramientos aislados de unos pocos metros de longitud, pero dispuestos en líneas generales en dirección E-W. En estos afloramientos también aparecen frecuentemente salbandas con texturas bréichicas cementadas por la mineralización, en especial a muro.

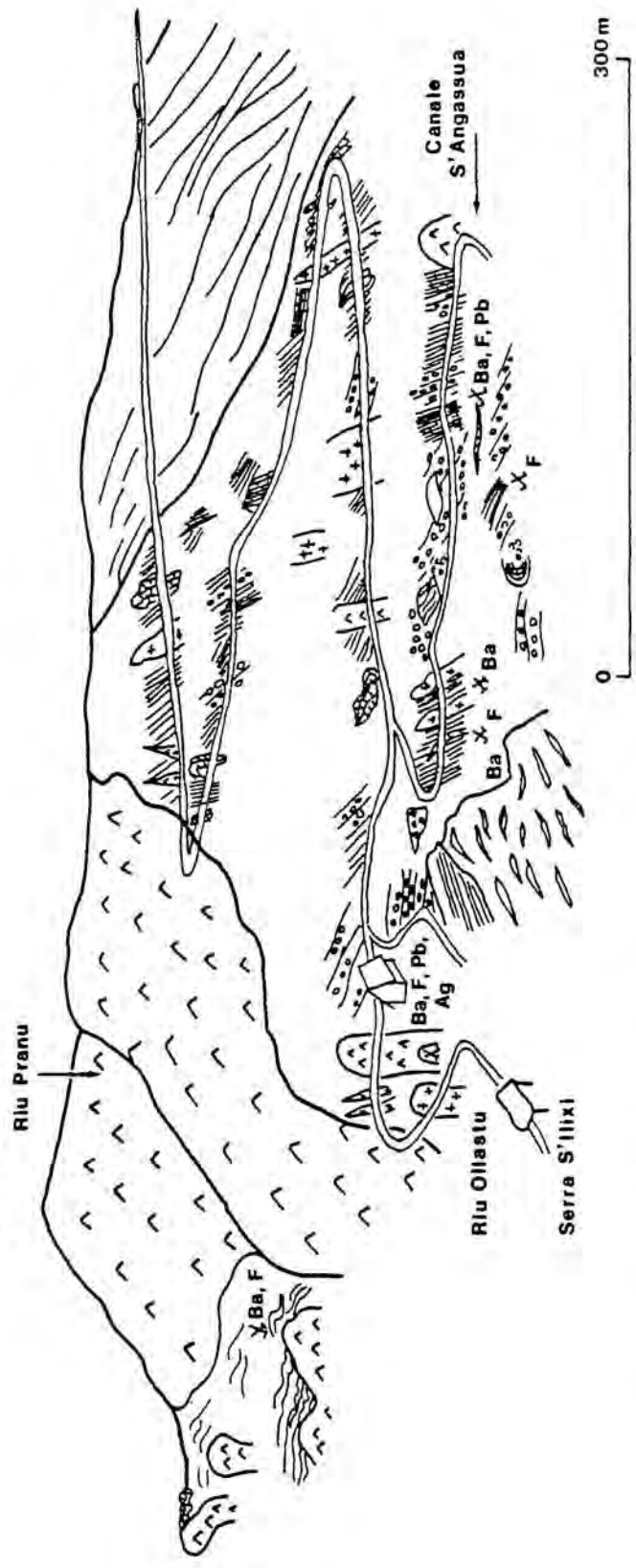
Ya en el sector más próximo a Coili Saddi existen dos excelentes afloramientos de la mineralización a sur del río Ollastu.

El primero aparece al oeste del Río Pranu, a unos pocos metros del cauce del río Ollastu, en coincidencia con una antigua galería de mina casi totalmente cegada. El filón encaja en una roca volcánica básica muy alterada que ladera arriba constituye la gran masa de lavas vesiculadas efusivas del sur de Río Ollastu (véase la disposición geológica en la fig. 219)..

Las lavas vesiculadas suprayacentes presentan una intensa mineralización de sulfuros en las vesículas (sulfuros de Fe, y en menor medida esfalerita, galena, etc.) así como una intensa disseminación de esfalerita, galena, etc. en la matriz, en general sólo distinguible con el microscopio electrónico y el microanalizador incorporado. El sector en el que está emplazado el filón aparentemente coincide con la zona de raíz (intrusiva) del cuerpo básico. En los materiales sutrayacentes sólo se distinguen en el afloramiento algunos filoncillos milimétrico-centimétricos de relleno arcilloso con escasísimos indicios de fluorita de color verde-blancuzco.

La galería fue trazada sobre el mismo filón, de modo que sólo se puede reconocer el tramo superior de éste (véase la fig. 220). Podemos distinguir con claridad dos episodios de mineralización en el interior del filón, el primero ocupando el margen oriental del filón, más masivo, de hasta unos 130 cm de espesor, caracterizado por la presencia de un tramo superior barítico y barítico-galenoso, que pasa en profundidad a una mineralización predominantemente fluorítica de un intenso color verde claro; y uno fluorítico-barítico mucho más estrecho, posterior al primero, caracterizado por la existencia de importantes intercalaciones de lutitas negras carbonáceas laminadas paralelamente al filón y por

E-W



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

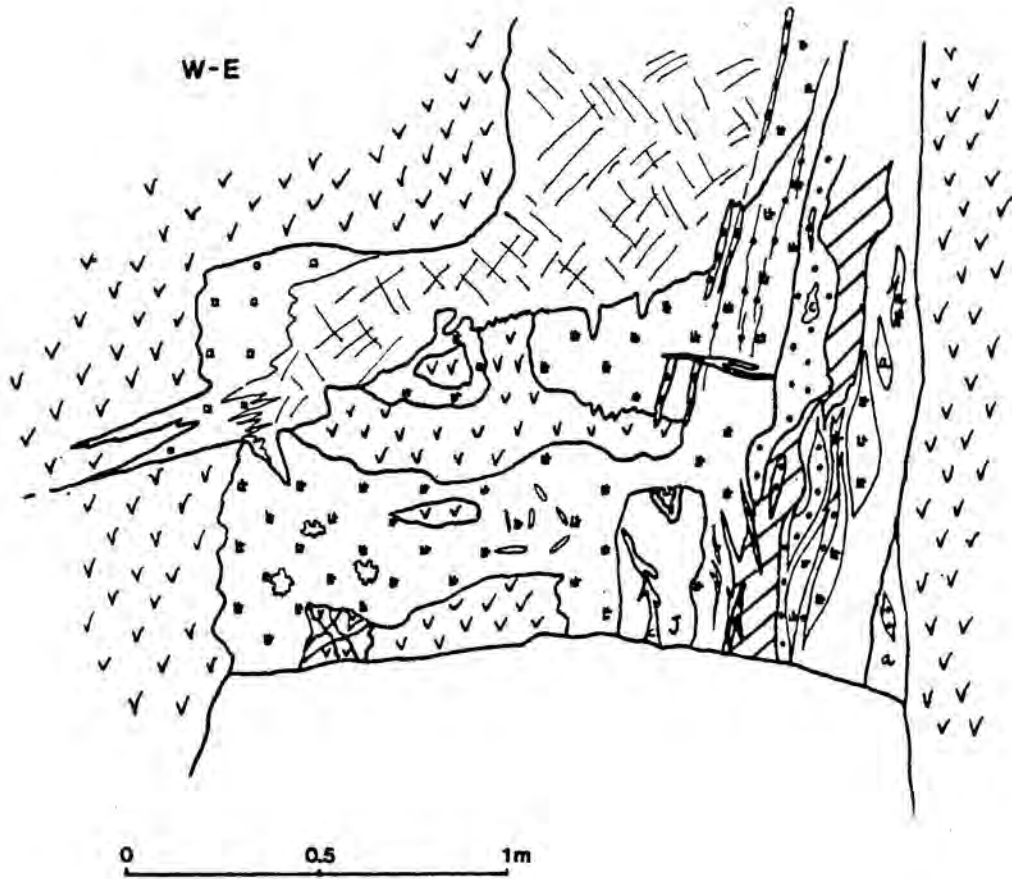
Fig. 219.- Sección geológica de la vertiente sur de Río Ollastu-Canale S'Angassua, en el sector de Miniera Serra S'Ilixí (Esquema realizado sobre un montaje fotográfico). Leyenda: 1/ Materiales siliciclásticos en facies distales, discordantes sobre la secuencia siliciclástica infrayacente. 2/ Materiales siliciclásticos en facies proximales (discordancias, pliegues sinsedimentarios, etc.). 3/ Niveles ricos en material epiclástico. 4/ Lutitas grafitosas. 5/ Rocas volcánicas de composición intermedia-básica (ácida en las situadas al este de Río Pranu. 6/ "Quarziti" del Sarrabus. 7/ Pórfidos ácidos atribuibles al ciclo hercínico.

el carácter lenticular-sigmoidal (en cuerpos subverticales paralelos al filón adosados unos junto a otros) del relleno filoniano.

El filón sufre un importante y brusco adelgazamiento hacia la superficie, y presenta digitaciones subhorizontales; estas estructuras aparecen desarrolladas en el tramo barítico de la primera mineralización, y han de interpretarse como el reflejo de la situación tensional en el momento de formarse la primera mineralización. A destacar que en este tramo del filón aparecen numerosos fragmentos del encajante básico de grandes dimensiones y con una disposición aproximadamente horizontal de su máxima dimensión.

Estos fragmentos de roca básica han sufrido una profunda alteración hidrotermal, y presentan cavidades con un relleno principalmente constituido por malaquita y azurita. En las proximidades, el filón presenta calcopirita en cantidades apreciables; es un hecho bien conocido que este mineral no forma parte de la paragénesis "típica" de los filones argentíferos del Sarrabus.

Aunque la disposición de la primera mineralización sugiere que la fluorita precede a la baritina, en realidad se pueden observar evidencias también de lo contrario, lo que sugiere una cocrystalización. La masa fluorítica inferior contiene cristales tabulares aislados de baritina de dimensiones centimétricas, y la fluorita aparece bien cristalizada, con multitud de pequeñas cavidades geódicas. Existen indicios de argentita, muy alterada, en la zona de tránsito de baritina a fluorita.



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10

Fig. 220.- Esquema de mineralización en el filón principal de Serra S'Ilixí (para situación, véase la fig. 221). Leyenda: 1/ Roca volcánica básica alterada hidrotermalmente. 2/ Baritina masiva blanca. 3/ Baritina con diseminaciones de cristales idiomórficos de galena. 4/ Fluorita masiva verde, con cavidades geódicas y (localmente) cristales aislados de baritina blanca. 5/ Fragmentos de jasperiode. 6/ Cuerpos lenticulares de fluorita (2ª generación) masiva, localmente bandeada. 7/ Baritina (2ª generación). 8/ Precipitado lutítico-carbonáceo negro, finamente laminado. 9/ Cuarzo lácteo. 10/ Bolsadas de arcilla blanca.

El tránsito de la primera mineralización a la segunda se produce de un modo gradual en la parte fluorítica de la primera mineralización, con la aparición de precipitados carbonáceos negros bien laminados en dos direcciones ortogonales, una de ellas paralela al filón y la otra subhorizontal. Esta segunda aparece sólo en unos pocos cm del relleno de filón, para pasar a predominar ampliamente la segunda. De todos modos, en el sector inferior del filón buena parte del contacto está ocupado por un clasto chertoso, atravesado por un filoncillo de cuarzo y unas mineralizaciones barítico-fluoríticas previas al relleno de la primera mineralización. Aparentemente, este clasto es un fragmento de salbanda que corresponde a una mineralización previa no observable in situ en el afloramiento.

En el tramo superior del filón el tránsito es mucho más brusco, pasando lateralmente de la mineralización barítica blanca a una fluorítica también blanca y grisácea, a través de un depósito lutítico negro subvertical. La segunda mineralización aparece constituida por una asociación de lentes sigmoidales entrelazadas de fluorita (verde, blanca y grisácea, en general de color uniforme dentro de la misma lente), arcilla y lutitas negras carbonáceas finamente laminadas. En el interior de éstas aparecen localmente pequeñas lentes (en ocasiones geódicas) de cuarzo, y el centro de esta segunda parte mineralizada del filón aparece relleno de baritina, que cementa las lentes sigmoidales y localmente también se intercala entre ellas.

La fluorita en el interior de las lentes aparece compacta y masiva, pero no recristalizada o fracturada, y localmente pueden distinguirse superficies de crecimiento y/o cristalizaciones euhedrales hacia el centro del segundo relleno del filón. El rasgo más notable de esta segunda mineralización es la desaparición de los sulfuros presentes en la primera, la abundancia de

los materiales laminados negros y la aparición hacia el final del relleno del cuarzo.

Considerando toda la mineralización como una unidad, los rasgos más llamativos son: el solapamiento de varios episodios mineralizantes, la abundancia de depósitos o precipitados negros intercalados en el proceso mineralizante, el carácter lenticular-sigmoidal de la segunda mineralización (que coincide morfológicamente con muchas de las descripciones antiguas de los cuerpos argentíferos ricos) y la ausencia de evidencias de fragmentación, trituración y/o recristalización de la mineralización a lo largo de todo el filón. Como curiosidad, destaca la presencia de Cu en la paragénesis, atribuible dadas las evidencias texturales a segregación a partir del encajante básico.

El segundo de los afloramientos aparece en las proximidades de la confluencia de los ríos Ollastu y Pranu, en la vertiente dcha. de éste. También existe una galería de mina trazada en el sector del afloramiento.

En este segundo afloramiento la mineralización es mucho más pobre, tratándose únicamente de un enjambre de pequeños filoncillos de cuarzo, fluorita y baritina. Sin embargo, se trata de un afloramiento muy interesante, ya que en las labores subterráneas fueron halladas en ese sector importantes concentraciones argentíferas. El enjambre de filoncillos es representativo de la estructura del filón en muchos tramos ricos, si juzgamos por las repetidas veces que es citado en los informes antiguos.

Además, al tratarse de un extenso afloramiento emplazado en materiales siliciclásticos próximos a los criptodomas ácidos pueden observarse con claridad las relaciones entre los domos, los materiales siliciclásticos y el filón, a diferencia del ejemplo anteriormente descrito, en el que el encajante era una roca volcánica masiva y muy homogénea.

Los materiales siliciclásticos de este sector han sufrido los efectos del emplazamiento de los cuerpos de criptodomas en forma de profundas y muy localizadas deformaciones alrededor de los cuerpos intrusivos. Además, el efecto térmico de la intrusión ha producido también una intensa recristalización de los materiales siliciclásticos.

El sistema filoniano muestra claramente una disposición secante con respecto a los materiales siliciclásticos plegados (véase la fig. 244). Por lo tanto, se ha desarrollado con posterioridad al emplazamiento de los criptodomas en ese sector. La morfología del sistema filoniano es claramente arrosariada en la escala vertical, pasando rápidamente de espesores de casi dos metros a poco más de 20 cm.

El enjambre de vetas y filoncillos se entrecruza a lo largo de la mayor parte de la superficie del filón. Una buena parte de los filoncillos están formados por cuarzo, tanto en forma de vetas centimétricas de cuarzo lácteo como en forma de salbandas y/o filoncillos de un precipitado tipo chert, de color negro. Ambos tipos de productos silíceos aparecen asociados, tanto en forma de filoncillos de cuarzo lácteo que jalonan un cuerpo macizo de chert, como en forma de un entramado de filones de cuarzo lácteo paralelo al muro del filón que incluye materiales pelíticos negros muy silicificados y/o nódulos de material "chertoides". Existen también nivelillos muy finos de cuarzo con un hábito fibroso perpendicular al filón.

El filón contiene diferentes fragmentos, incluso de gran tamaño, de materiales silíciclasticos de color gris oscuro o negro, sometidos a metamorfismo de contacto. Se trata de fragmentos de la roca de caja, localmente silicificados y/o atravesados por la malla de vetillas de cuarzo lácteo, y/o por los filoncillos fluorítico-baríticos. De hecho, en el tramo inferior del afloramiento se observa que los filoncillos de cuarzo lácteo no están estrictamente circunscritos al relleno de la fractura, sino que aparecen también localmente atravesando la roca de caja, hecho que impide en algunos casos distinguir claramente los límites del relleno filoniano.

Como en el ejemplo anterior pueden distinguirse con claridad al menos dos episodios de relleno del filón. El primero constituye el muro del filón, tiene las características texturales y composicionales que ya hemos descrito, y de hecho presenta un espesor muy variable que corresponde a los ensanchamientos del sistema filoniano. En el sector aflorante por encima de la entrada de la galería de la mina la única mineralización interesante consiste en una pobre mineralización de fluorita (pequeños cubos y nodulillos aislados en el seno de un relleno arcilloso).

El segundo episodio está caracterizado por un relleno pelítico negro claramente tangente no tan sólo a la roca de caja sino también a los filoncillos del primer episodio mineralizante. La mayor parte del relleno de este segundo sector del filón está formado por materiales lutíticos carbonáceos negros finamente laminados paralelamente a las paredes (en especial al techo) del filón. Estos materiales negros localmente también engloban fragmentos de la roca de caja, pero de tamaños de mucho menores que en el primer relleno, y alineados con la dirección máxima paralela al techo del filón.

En el sector inferior del afloramiento (véase la fig. 221) aparecen diferentes mineralizaciones de fluorita y baritina, tanto espáticas como en cavidades geódicas y en cristalizaciones perfectas. En las geodas se pueden reconocer secuencias paragenéticas del tipo cuarzo lácteo-cuarzo rosa microcristalino-fluori-

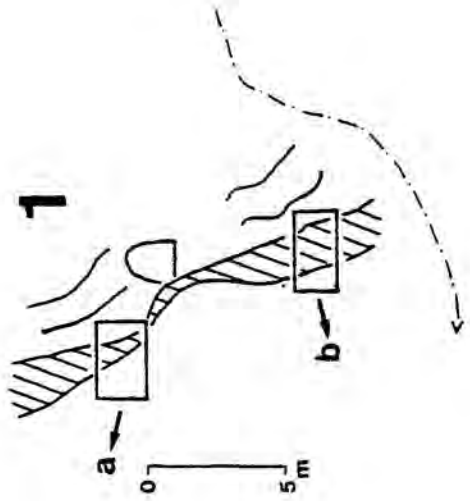
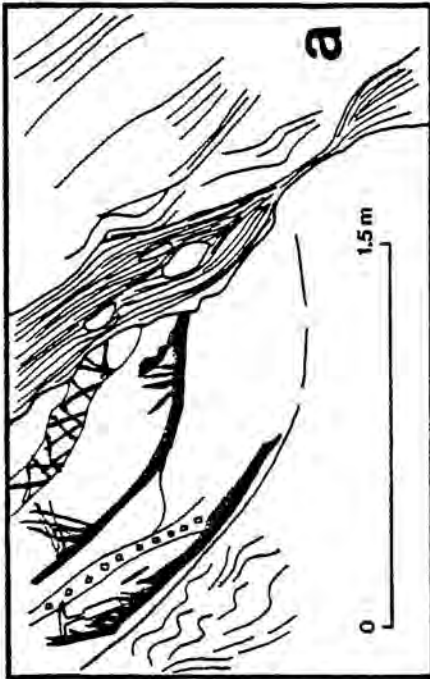
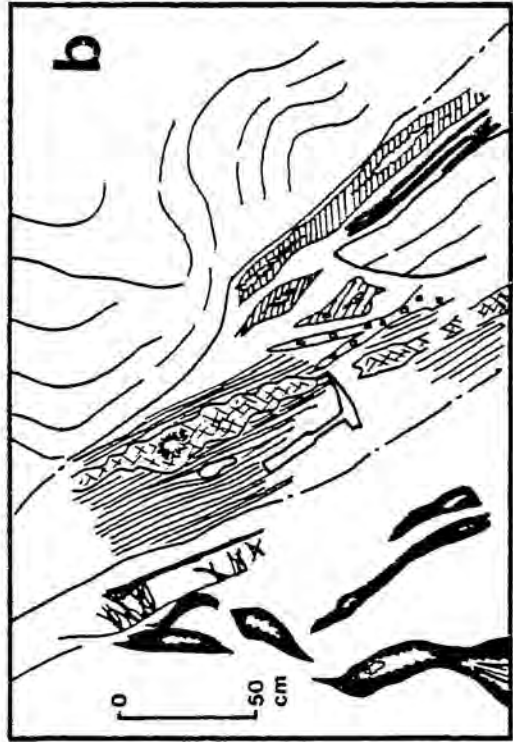
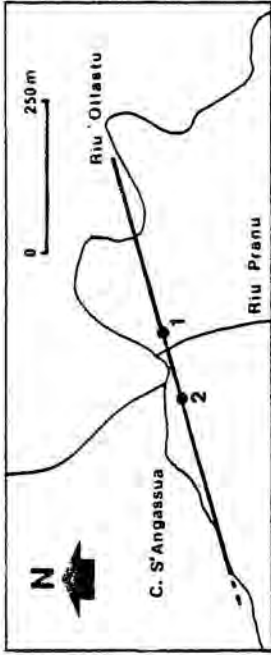


Fig. 221.- Esquema de mineralizaciones en el filón principal de Serra S'Ilixí. Situación en el ángulo sup. dcho. (el nº 2 corresponde a la fig. 220) e inf. izdo. Nótese en 1 el carácter arrosariado del filón estudiado (líneas oblicuas). Leyenda: A/ materiales siliciclásticos con pliegues, discordancias, etc. B/ Filón. C/ Límites externos del filón. D/ Venas y niveles de cuarzo lácteo. E/ Precipitado lutítico-carbonatado negro, finamente laminado. F/ Mineralización de fluorita (cubos) en bolsadas arcillosas. G/ Mineralización de fluorita, con cavidades geólicas. H/ Mineralización de baritina, con cavidades geólicas.

ta, fluorita blanca-fluorita morada-relleno arcilloso, etc.

También se hallan bolsadas arcillosas de color blanco-gris con cristales y nódulos de fluorita diseminados como en el primer relleno del filón, pero ésta y el resto de las mineralizaciones del segundo relleno se caracterizan por tener un carácter lenticular-sigmoidal (más incipiente y pobremente definido que en el ejemplo anterior) y consecuentemente una menor continuidad que las del primer relleno visibles en el tramo superior del afloramiento

A destacar que también en este ejemplo los lentejones o cuerpos geoides de fluorita aparecen concentrados en los márgenes del segundo relleno (preferentemente a techo) mientras que la baritina aparece sola y en el centro de dicho relleno, con carácter claramente tangente respecto a los materiales laminados negros en que encaja; por lo tanto, el segundo relleno presenta una cierta simetría.

Entre los rasgos destacables de este segundo ejemplo de las proximidades de Coili Saddi hay que señalar el claro carácter arrosariado del filón, que ilustra muy bien las previsibles dificultades de exploración del filón en las labores subterráneas, la importancia de los materiales laminados negros en el segundo relleno del filón, la complicación del sistema filoniano y el carácter secuencial del relleno en varias etapas, y de nuevo la total ausencia de brechificación o recristalización, tanto por lo que se refiere a las mineralizaciones como a los materiales laminados negros.

Aunque no hemos podido localizar intercalaciones argentíferas ricas en superficie, es bien conocido en esta y las otras minas del tipo "Filone argentífero" que los tramos ricos apare-

cían con características composicionales y texturales análogos a los hallados en este último ejemplo, tanto por lo que se refiere a la existencia de "reticulados" de filoncillos de cuarzo (y/o de calcita) con evidencias de un crecimiento de los minerales en condiciones de libertad (geodas, etc.) como por la presencia de rellenos arcillosos y "tierras pobres" constituidas por materiales finamente laminados negros.

La mineralización en lentejones sigmoidales al parecer es también una característica de los filones en sus tramos ricos, pudiendo ser en el caso concreto de Serra S'Iixi tanto lentejones de Ag y argentita masivos de hasta 30 cm de espesor o más (localmente con platas rojas, etc.), con o sin galena, como finas diseminaciones en el seno de lentejones fluoríticos, calcíticos, o más raramente baríticos o cuarzosos. Las "columnas ricas" estaban constituidas por arracimamientos de los lentejones ricos, mientras que la mineralización "normal" más pobre consistía en estos lentejones aislados en el seno de otros análogos por su morfología y composición pero sin plata.

Por lo que se refiere a la evolución espacial de las gangas ya hemos visto que en Serra S'Iixi no se puede reconocer muy bien en la dimensión vertical (considerando sólo el sector de Coili Saddi) pero sí en el sentido horizontal, considerando todo el sector explorado del filón.

15.1.7.5.- Otros indicios filonianos en el sector de Serra S'Iixi.

DE CASTRO (1890) ya señaló que en el sector de Bruncu Arrubiu, hacia el este, se conocían (en 1890) 4 o 5 filones menores, con interesantes indicios de querargirita en superficie, pero que en profundidad aparecían sólo muy ricos en fluorita de color verde oscuro, y con las salbandas mal definidas o inexistentes.

Aparentemente algunas de estos indicios corresponden a las antiguas labores (de muy reducida importancia) que están emplazadas en el valle que desciende desde Bruncu Margini Arrubiu hacia el norte. Se trata de filoncillos centimétrico-decimétricos, de ganga predominantemente barítica y aisladas diseminaciones de cristales de galena. En las pequeñas escombreras aparecen efectivamente indicios de querargirita con relativa frecuencia.

Otros indicios a los que quizás hiciera referencia DE CASTRO (op.cit.) podrían ser los que aparecen al sur de Serra Is Carradoris (véase el cap. 15.1.10.).

Además de estos filones, en el sector de Bruncu Fenugu fueron explorados algunos filoncillos (véase cap. 15.1.8.);

durante la 1ª Guerra Mundial se retomaron las labores sobre un filón de dirección aproximadamente E-W, hallándose en 1918 un lentejón una rica mineralización de Ag nativa y argentita; aparentemente, estas labores no tuvieron continuidad.

Otros indicios presentes en el sector este de la concesión de Serra S'Ilixí corresponden a sulfuros masivos estratoligados (véase cap. 15.2.2.).

15.1.8.- Filones argentíferos del sector de la antigua mina de Tuviois.

15.1.8.1.- Emplazamiento e información general.

Tal como indica la toponimia (Tuvu, valle cerrado) estos filones aparecen confinados en un sector situado al noreste de los relieves de Bruncu Spollittu-Bruncu Mauru Lecca (Sarrabus Occidental), en el sector de la cabecera de los ríos Su Predi, Ceraxiu y Nicolò Saura. El acceso natural es por una pista de tierra que parte del noroeste de la población de Burcei que data de la época de explotación de la mina, habiendo sido prolongada hacia 1940 por la Società Ilva hasta la antigua mina de Serra S'Ilixi; esta pista ha sido periódicamente acondicionada y mantenida en buen estado.

La documentación disponible es buena y abundante, tanto por lo que se refiere a la época de explotación (TRAVERSO, 1890; DE CASTRO, 1890; TRAVERSO 1909) como a los intentos posteriores de reactivación de las minas (informes inéditos de las compañías mineras). Además, la Rivista del Servizio Minerario aporta gran cantidad de información sobre las labores realizadas y el tipo de mineralización explotada. Finalmente, el trabajo de VALERA & PRETTI (1970) aporta nuevos datos sobre la mineralización.

15.1.8.2.- Historia minera.

Tal como ha sido indicado anteriormente (cap. 14.1.) BALDRACCO (1854) ya cita la existencia de diferentes mineralizaciones en el sector de Tuviois. Por una parte este autor cita la existencia de un filón de dirección E-W en la colina de Sa Scallita de Tuviois, constituido por galena poco argentífera, acompañado en su prosecución hacia el oeste en el emplazamiento de Dville Tuviois por algunos otros indicios semejantes. Este autor cita la existencia de alguna otra mineralización semejante explorada mediante una trinchera en el sector de S'Arcu de Su Predi (unos 1500 m al ONO de Tuviois), ya en la roca que Baldracco denomina como "granito" y que corresponde a las facies de tránsito de texturas porfídicas a holocristalinas de los domos de "porfidi grigi" del sector situado al norte de Bruncu Mauru Lecca.

Además de estos indicios, este autor señala la existencia de una masa de skarn o skarnoide de un m² de afloramiento en la margen derecha de un riachuelo, en la localidad Sa Mina de sa Figu de Los Dragus, con pirita, calcopirita e indicios muy sensibles de Au. Se llegaría a este indicio siguiendo la dirección del filón de Sa Scallitta hacia el este, después de "un

banco di pietra lidia zeppo di venule quarzose di un bianco latteo". En resumen, Baldracco ya cita la casi totalidad de los indicios minerales presentes en los alrededores de Tuviois.

Durante los años siguientes los diferentes concesionarios (véase cap. 14.2.) exploraron parcialmente los indicios, destacando especialmente los trabajos realizados en el periodo 1875-1882 en los filones de plomo de Arcu de Su Predi, y hacia 1885 por Vargiolu en los indicios de Bruncu Is Spanus y en el filón E-W de Tuviois. Posteriormente, al ser absorbida la concesión por la Società di Lanusei se concentraron los trabajos en el filón E-W de Tuviois (localidad anteriormente denominada Sa Scallita de Tuviois) en el que ya se conocían los indicios argentíferos.

La actividad de la mina se prolongó bajo el control de la Società di Lanusei hasta el 1896. Durante ese periodo se trazaron un total de 7 niveles, a saber:

- Nivel 1 o Galleria Superiore o della Forgia, de unos 70 m. en galería, en la que comenzaron a aparecer los lentejones argentíferos ricos.

- Nivel 2 o Galleria intermedia, 10 m por debajo de la Forgia, socavón de 110 m de longitud en galería, con salida en las dos vertientes de la montaña.

- Nivel 3 o Galleria Sant'Antonio, socavón de 290 m de longitud en galería, situado 20 m por debajo de la Forgia, también con salida en las dos vertientes de la montaña. Trazada en mineral a lo largo de 200 m.

- Nivel 4 o Ribasso Laveria, excavado 25 m bajo el 39, al que se accede mediante una cortaveta abierta a cota 450 m sobre el mar y excavada sobre el pórfido. Desarrollo en galería por 420 m, de los cuales 200 m trazados en mineral.

- Nivel 5 o Ribasso Magazzeno, situado 25 m bajo el anterior (438 m sobre el nivel del mar), con un trazado de 140 m en galería.

- Nivel 6, situado 25 m bajo el anterior (413 m sobre el nivel del mar), con un trazado de 290 m en galería.

- Nivel 7, situado 50 m bajo el anterior, (363 m sobre el nivel del mar), con un trazado de 55 m en galería.

En el sector noreste de la concesión se hicieron galerías de investigación hasta un total de 600 m en Bruncu Fenugu, y de unos 200 m en Is Giuncus. En todas estas labores el filón estaba constituido por calcita y baritina, con cuarzo, presentaba aproximadamente 1 m de potencia, era subvertical, y aparecía

principalmente encajado en las lutitas negras carbonáceas, y con potentes salbandas arcillosas. No se hallaron mineralizaciones argentíferas explotables.

En el sector occidental se realizaron casi 500 m de galerías de exploración en filones con baritina, fluorita y cuarzo, con algún enriquecimiento local en galena. Los filones presentaban grandes salbandas arcillosas y en general pasaban rápida y lateralmente a estar constituidos únicamente por las citadas salbandas. Las labores en este sector occidental se desarrollaron en las vertientes orientales de Bruncu Mauru Lecca y en la mayor parte de los casos pretendían hallar la hipotética prolongación al este del "Filone argentifero" más allá del tramo conocido en Sa Scallita.

Agotadas las reservas de minerales argentíferos conocidos en Sa Scallita, la Società di Lanusei abandonó la mina. Esta fue retomada rápidamente por un grupo de concesionarios que tras hacer someras investigaciones cesaron totalmente en sus actividades en junio de 1900 y la mina fue definitivamente abandonada. Todas las tentativas posteriores de reactivación se han limitado a la parcial reapertura de antiguas galerías y el reconocimiento de la mineralización, con resultados negativos.

Como en las otras minas de la Società di Lanusei se producían dos calidades de mena: la de Casseria, seleccionada a mano, con un contenido aproximado de un 5% en Ag, y la de Laveria, con contenidos del orden de un 1-2% de Ag. En esta segunda categoría hay que incluir las llamadas "tierras pobres", diseminaciones de Ag en materiales carbonáceos negros y, más raramente, en arcillas blancas. La producción se transportaba por carro de bueyes hasta Cagliari vía Burcei y S. Gregorio con un coste de 25 £/T. En 1889 trabajaban en esta mina más de 120 personas.

En el periodo 1885-1889 se extrajeron un total de 272 t de menas argentíferas, por valor de cerca de 290.000 £. Según BORGHESEAN (1942 b) en esta mina se produjeron en total alrededor de unas 500 Tm de minerales al 35% en Pb con 18 Kg de media de Ag por T, con un valor medio de 1100-1200 £/T; esta cifra parece coherente con el resto de datos de que disponemos.

15.1.8.3.- Resumen de la situación geológica.

El sector de Tuviois está comprendido entre el grupo de grandes domos ácidos del Sarrabus Occidental (véase el cap. 7.1.) y la gran fractura de dirección NW-SE del sector de Riu Nicolò Saura (véase caps. 7.3. y 11.).

Los domos del Sarrabus Occidental ocupan los altos situados al NO y el O del sector de Tuviois. Se trata de domos parcialmen-

te extrusivos, que han generado importantes acúmulos de rocas epiclásticas (véase cap. 5.4.) proximales respecto a los domos, que buzan sobre las paleoladeras de los domos hacia el oeste y el sur, es decir hacia la microcuenca del sector de Tuviois.

Los materiales siliciclásticos presentan en la escala regional una marcada tendencia de paleoaportes de norte a sur, ligeramente distorsionada en las proximidades de la antes citada fractura de Riu Nicolò Saura (paleoaportes locales desde el ENE hacia el WSW). En resumen, los diferentes materiales detríticos muestran una clara tendencia de aportes en sentido centripeta hacia el sector de Tuviois, que en el momento del depósito de los materiales sedimentarios constituyó una microcuenca.

Esta tendencia queda confirmada por otra parte por las paleodirecciones de flujo reconocibles en los cuerpos extrusivos de "quarziti". Así, en el sector de Foresta Sa Terra Arba (1 km al suroeste de Tuviois) los sentidos de flujo presentan claramente una disposición desde el sur hacia el norte. En el caso de las "quarziti" extrusivas situadas al norte de Cuili Becciu (unos 800-1000 m al NE de Tuviois) los sentidos de paleoaportes son hacia el sur y hacia el este (influencia local en este último caso de las fracturas sinsedimentarias de dirección aprox. NW-SE).

En resumen, el sector de Tuviois probablemente constituyó una pequeña microcuenca deprimida unos 300-400 m respecto a los domos del sector de Bruncu Mauru Lecca. En esta microcuenca se emplazaron diferentes cuerpos ácidos, el domo de Bruncu Mitza di Rosa-Bruncu Lillonis al sur, y apófisis de más pequeñas dimensiones hacia el norte (Tuviois, Rio Nicolò Saura). Todos estos cuerpos intrusivos están indudablemente relacionados en profundidad.

En el sector meridional el domo fue claramente extrusivo (margen del domo en Bruncu Mitza de Rosa, y facies asociadas como las "quarziti" de Foresta Sa Terra Arba, que ocupan cotas alrededor de los 750 m sobre el nivel del mar) mientras que un poco más al norte el nivel de emplazamiento fue inferior, con lo que los domos son predominantemente intrusivos y han generado una aureola de metamorfismo de contacto bien desarrollada, de varias decenas de metros de grosor, en los materiales siliciclásticos suprayacentes. En este sector los sectores apicales de los domos ocupan cotas entre los 500-400 m sobre el nivel del mar, lo dado el nivel actual de exposición hace que en buena parte permanezcan ocultos bajo los materiales siliciclásticos.

15.1.8.4.- Morfología y composición de la mineralización.

Las mineralizaciones filonianas del sector de Tuviois ocupan preferentemente los tramos apicales de los domos ácidos, y los materiales siliciclásticos inmediatamente suprayacentes a éstos que han sufrido en mayor o menor medida el metamorfismo de contacto.

En la fig. 222 se ha resumido la información disponible sobre la disposición de los tramos ricos del filón. El nivel 7 fue enteramente excavado en la facies de techo del domo ácido, en la que se halló el "porfido grigio" muy alterado hidrotermalmente, y con un stockwork superpuesto. La alteración era de tipo arcilloso (carecemos de más datos). La facies del domo corresponde a la afectada por procesos de microhialoclastización, tal como se sabe desde los trabajos de BUSATTI (1892, 1894).

La mineralización había cesado casi totalmente en el nivel 5, mientras que en el nivel 6 apenas se hallaron unos pequeños lentejones argentíferos en el sector oriental del filón.

Sin embargo, el simple estudio de una sección longitudinal al filón como la ofrecida por la fig. 222 es muy engañosa, ya que de hecho a norte y sur del filón aparecen bien representadas expansiones del domo ácido, en forma de diques de la misma dirección del filón. Así, buena parte del filón en el nivel 3 aparece en su sector oriental casi completamente encajado en el pórfido, del mismo modo que la cortaveta norte-sur de acceso al nivel 4 atravesó en gran parte de su trazado el mismo pórfido.

Podemos resumir esta disposición geométrica del filón indicando que el domo porfidico presenta en su tramo apical una expansión de diques en forma de silla de montar invertida, en el centro de la cual aparece el filón argentífero confinado (y parcialmente contenido) entre los diques de pórfido. Todo el pórfido está muy alterado hidrotermalmente.

Aunque la mineralización argentífera presenta un rango de distribución horizontal del orden de unos 325 m y una distribución vertical a lo largo de unos 100-120, la zona rica apareció en un intervalo del orden de unos 175 m de largo por 80 de alto. Los informes de la época de la explotación indican además que la zona rica quedaba delimitada o confinada entre dos diques de "porfirita" rosada de dirección N-S.

El filón argentífero que se explotó tiene una dirección aproximadamente E-W (N 80° E), y buza unos 60° hacia el sur. La mineralización argentífera aparecía en el nivel superior en forma de lentejones aislados de Ag y sulfuros de Ag (localmente

W-E

Tuviois

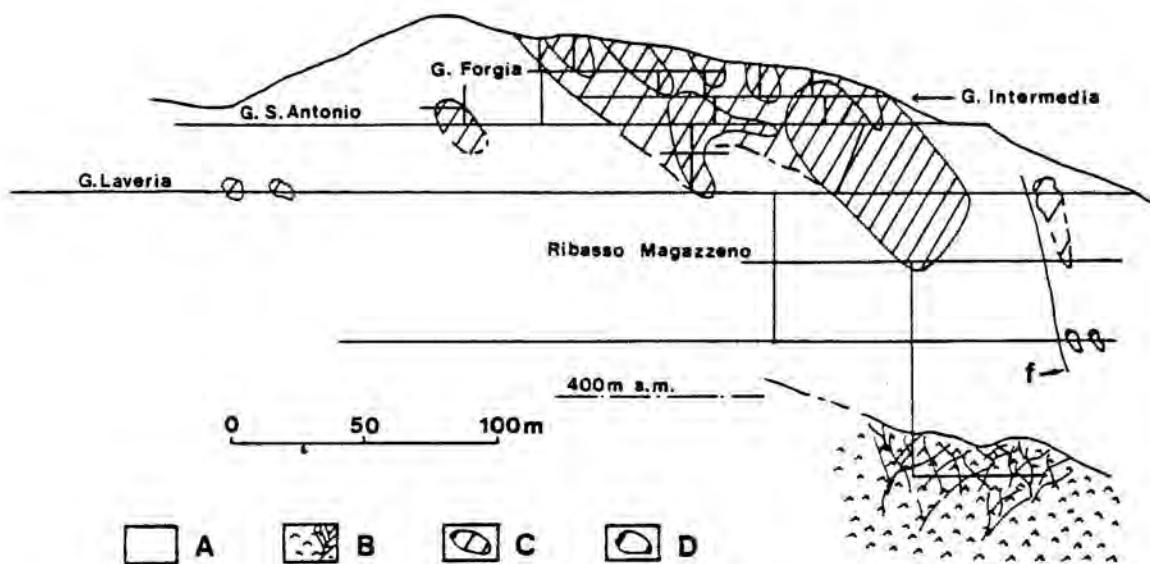


Fig. 222.- Sección longitudinal del filón de Tuvois. Leyenda:
Materiales siliciclásticos, afectados de metamorfismo de contac-
to. B/ Domo de "porfidi bianchi e grigi", localmente en facies de
stockwork. C/ Sector argentífero rico. D/ Sector argentífero
pobre, rico en galena. f: fractura.

también platas rojas), pero pasaba rápidamente en profundidad a presentar un carácter columnar, con las columnas inclinadas unos 70° al este. Esto no quiere decir que la mineralización fuera totalmente masiva, sino que los lentejones argentíferos (Ag nativo y sulfuros de Ag, fina y densamente diseminados en la fluorita y la calcita) se arracimaban rápidamente en profundidad, adquiriendo en una macroescala la citada morfología columnar y desapareciendo con posterioridad de un modo gradual entre los niveles 4 y 5. Los niveles ricos también contenían frecuentemente galena con escaso contenido en Ag. Podemos dar una idea de la riqueza del filón señalando que en la época de declaración del descubrimiento había sido explotada una superficie de unos 1600 m² de filón, de los cuales 590 (más de un tercio) mineralizados.

El filón presentaba una potencia variable entre 0.20-1 m, con carácter localmente arrosariado (reducción hasta unos pocos cm). Constaba de dos vetas, una más gruesa a muro, constituida principalmente por baritina y calcita, y otra más delgada a techo constituida por calcita espática, fluorita y baritina con cuarzo y ankerita, ricamente mineralizada con concentraciones de Ag nativo y en menor medida con galena pobre en Ag, principalmente diseminada en la ganga en forma de motas. La veta de techo aparecía frecuentemente con una textura brechoide.

Ambas vetas aparecían juntas o bien separadas por hiladas de materiales arcillosos y/o materiales lutíticos negros, localmente carbonáceos y finamente laminados paralelamente a las salbandas del filón. Las zonas de confluencia entre ambas vetas, o de una de ellas con diferentes filones menores subparalelos al principal se caracterizaban por presentar enriquecimientos argentíferos muy notables. En la veta del techo eran relativamente frecuentes los lentejones argentíferos ricos aislados en el seno de los materiales carbonáceos negros, mientras que en la veta de muro la mineralización argentífera, menos importante, preferentemente aparecía concentrada en la ganga barítico-calcítica.

Las gangas presentan una zonación vertical, hecho ya señalado esquemáticamente por VALERA & PRETTI (1970). En los niveles 1 al 3 predomina la baritina (en especial en la veta de

muro), que en el sector oriental del filón coexiste con cuarzo y calcita; en los niveles 5 y 6 era ya muy poco abundante, y en el 7 había desaparecido totalmente.

La fluorita comienza a aparecer en cantidades notables a partir del nivel 4, alcanzando su mayor desarrollo en el tramo occidental del nivel 6; de todos modos, no destacó por ser un mineral de ganga especialmente importante. La calcita aparece tanto en los niveles superficiales (1 al 3, principalmente en la veta de muro) como en los inferiores, siendo particularmente abundante en el nivel 6.

El cuarzo también es bastante ubicuo, apareciendo tanto en los niveles superiores como en los inferiores, siendo muy abundante del 4 al 6. En el nivel 7 el filón presentaba únicamente un relleno arcilloso en el que aparecían esporádicamente nódulos de cuarzo y calcita. Esta clara zonación vertical aparece un poco distorsionada en el tramo más oriental del filón (sector al este de la fractura señalada en la fig. 222) en los niveles 4 al 6.

Por lo que se refiere a la distribución de los sulfuros, la galena apareció en masas, nódulos y diseminaciones tanto en los niveles más superficiales (topográficamente por encima de los primeros lentejones argentíferos) como por debajo del nivel inferior de las diseminaciones argentíferas ricas; a destacar en este sentido que a diferencia de lo observado en los niveles superiores, las diseminaciones de galena en el nivel 6 van acompañadas de esfalerita.

En el trabajo de VALERA & PRETTI (1970) estos autores han distinguido mediante un estudio metalográfico la presencia de galena, pirita, Ag nativo, argentita, esfalerita, calcopirita y argentopirita en la mineralización correspondiente al "filón argentífero" de dirección E-W. Estos autores deducen la existencia dos episodios mineralizantes, separados por etapas de fracturación:

- Episodio 1: depósito de baritina, cuarzo, fluorita, (calcita), galena, (esfalerita), pirita, y (calcopirita).
- Episodio 2: depósito de baritina, fluorita, cuarzo, calcita, galena, Ag nativo, argentita, argentopirita, (pirita) y calcopirita.

15.1.8.5.- Filones argentíferos del antiguo permiso de Bruncu Lillonis.

Se trata de unos indicios filonianos situados aproximadamente unos 600 m al sur de las labores principales de la mina de Tuviois. El filón principal presenta una dirección E-W, al igual que el de Tuviois, y buza hacia el sur.

La historia de este permiso va asociada a la de la contigua mina de Tuviois. Hacia 1891, cuando las labores de exploración en Tuviois ya comenzaban a aportar indicios del agotamiento de la mineralización en los niveles inferiores se halló este filón constituido principalmente por baritina con poco cuarzo, de unos 60 m de afloramiento, que presentaba indicios de Ag en forma de cloruro y bromocloruro, asociado a la baritina y la fluorita.

La mineralización argentífera fue hallada inicialmente en grandes bloques, en el detrito de pendiente, y posteriormente fue individualizado el filón en el seno de los "porfidi". Por lo que se refiere a estos últimos se trata de un cuerpo intrusivo (con metamorfismo de contacto asociado en los materiales siliciclásticos situados al este) del tipo domo, con colores variables entre el rojizo-verduzco o francamente gris en el sector occidental, menos alterado, y tonos francamente blancuzcos (por intensa alteración arcillosa) en el sector oriental del domo, en coincidencia directa entre la alteración hidrotermal y la mineralización. En el sector alterado del domo existe todo un entramado aparentemente desordenado de fracturas (atribuibles a un stock-work) que desorientó notablemente a los prospectores durante la exploración de los indicios.

El filón fue explorado mediante una trinchera en la superficie y en profundidad a lo largo de tres niveles, realizándose en total las siguientes labores subterráneas:

- Nivel superior 80 m en galería.
- Nivel intermedio, 110 m en galería, 45 en cortaveta.
- Nivel del ribasso, 190 en galería, 150 en cortaveta.

El nivel superior fue trazado unos pocos metros bajo la trinchera del afloramiento, estando separados entre sí los siguientes niveles unos 30 m. Las labores registraron una rápida disminución de la mineralización bajo el nivel intermedio, desapareciendo totalmente en el socavón inferior aunque el filón estéril estaba aún bien constituido en dicho nivel. El reconocimiento efectuado en las escombreras confirma plenamente los datos documentales, apareciendo únicamente clastos de pórfido alterado en la más inferior mientras que en la superior se hallan fragmentos mineralizados (baritina, fluorita) así como precipitados carbonáceos gris-negruzcos finamente laminados.

Las labores reconocieron el filón mineralizado en Ag nativo, sulfuros de Ag y querargirita, sobre unos 400 m² en los niveles superficiales, y en profundidad también en galena.

En base a estos descubrimientos la Società di Lanusei realizó una solicitud de declaración de descubrimiento, (a 20/IV/1896, para las substancias Ag y Pb en la localidad de Bruncu Lillonis, municipio de Sinnai), pero al ser realizada la inspección correspondiente a finales de 1896 fue rechazada, dada la falta de continuidad de la mineralización. Con la explotación realizada se extrajeron 15 t de mineral de Ag de ley muy elevada.

Se realizaron otras exploraciones en un filón paralelo, la llamada Vena Frigau, realizando unos 130 m en galería, pero resultó totalmente estéril, prácticamente igual al sector inferior del anterior. TRAVERSO (1909) señaló que la parte rica de estas mineralizaciones había sido totalmente erosionada.

15.1.8.6.- Otros indicios presentes en el sector de Tuviois.

15.1.8.6.1.- Mineralizaciones filonianas.

Se trata de mineralizaciones semejantes a las del filón argentífero rico de Tuviois, pero que presentaron una ganga predominantemente cuarzo-barítica y únicamente estaban mineralizados esporádicamente en galena.

Ya se señaló que en dos de estas mineralizaciones se realizaron importantes labores subterráneas en exploración (Bruncu Fenugu e Is Giuncus). La primera de estas localidades corresponde a las labores efectuadas al sur de la localidad de Bruncu Fenugu (unos 1800 m al NE de la mina de Tuviois, en la cabecera de Canale s'Angassua), mientras que el emplazamiento definitivo de la segunda puede ser atribuido, con reservas, a las labores próximas a Cuili Becciu, junto a la pista de tierra que conduce desde Tuviois a Serra S'Ilixì (unos 800 m al NNE de la mina de Tuviois).

En estos dos casos se puede señalar que se trata de dos exploraciones "clásicas" del Sarrabus, es decir galerías subterráneas que exploran pequeños indicios filonianos situados inmediatamente al sur de las "quarziti" del Sarrabus. No está de más el señalar que las "quarziti" implicadas aparecen en expansiones estratiformes, motivo por el que el emplazamiento de las fracturas que han controlado su ascenso no coincide directamente con las fracturas mineralizadas, hecho que puede haber influido en la escasa relevancia de los indicios explorados.

El resto de los indicios conocidos en el sector de Tuviois datan casi en su totalidad de la época de Baldracco. El más importante sin duda es el de Arcu de Su Predi, objeto de explotaciones de poca entidad con anterioridad a la adquisición de la concesión de Tuviois por parte de la Società de Lanusei.

Este filón fue explorado en trinchera en la zona del collado, y ladera abajo en galería al menos en dos niveles. Se trata de un filón de dirección N 20° W, que buza unos 55 grados hacia el SW. Tiene una potencia total de unos 2 m., estando constituido por una venilla de baritina con galena de 5 cm. de espesor en la salbanda, y el verdadero filón de 1.10 m con baritina lamelar muy fragmentada, con cristales aislados y en agregados ("fioraggi") de ga. Las dos venas están separadas por tierra arcillosa que contiene al techo materiales lutíticos negruzcos con arcillas y fragmentos de rocas volcánicas ácidas alteradas de color verde, atribuibles a fragmentos de pórfido grigio. La roca encajante es en la zona del collado el "porfido grigio", muy alterado hidrotermalmente, que presenta coloraciones variadas (blancuzcas, rosadas, verdosas, etc.) mientras que en los niveles inferiores también aparece emplazado en los materiales siliciclásticos y localmente en las rocas epiclásticas.

Este filón era considerado exclusivamente plomífero, no habiéndose hallado Ag en los niveles superficiales. Sin embargo, en el periodo 1934-36 fue desescombrada la galería inferior, reconociéndose en la mineralización la existencia de una concentración argentífera con una ley media del 3 % en Ag, y además un 2 por 1000 de Au en la galena argentífera.

Otros indicios filonianos cuarzo-baríticos con disseminaciones de galena aparecen en la vertiente izda del Rio Cerascia (Galleria Arcu Su Porcilli: dirección N 50° W, con buzamiento hacia el SW, en total 35 m en galería), en el valle del rio Su Predi (tres trincheras que han explorado filoncillos baríticos de 60-80 cm. de espesor, de dirección NW-SE y buzamiento hacia el NE), y en el valle del Rio Sa Ceraxa (varios filoncillos de dirección N-S, y uno de dirección NW-SE paralelo al de Arcu Su Predi). Todos estos indicios aparecen al oeste de la antigua mina de Tuviois, y fueron reexplorados durante la 2ª Guerra Mundial.

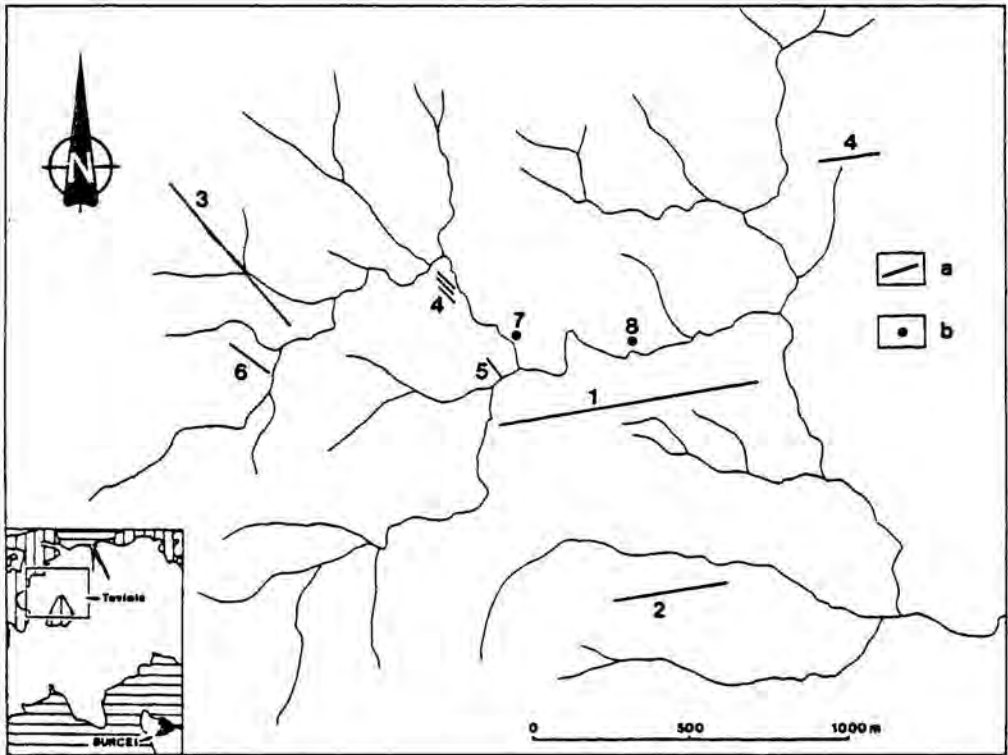


Fig. 223.- Situación de las antiguas labores e indicios de los alrededores de la mina de Tuviois. Leyenda: a/ tipo "Filone argentífero". b/ skarn/skarnoide. Labores e indicios: 1/ Filón principal de Tuviois. 2/ Bruncu Lillonis. 3/ S'Arcu Su Predi. 4/ Riu Su Predi. 5/ Arcu Porcilli. 6/ Rio Sa Ceraxa. 7/ Lavoro Terramala. 8/ Lavoro Tuviois.

15.1.8.6.2.- Masas de sulfuros en skarnoides.

Durante el desarrollo de la intensa actividad de exploración en los alrededores de la mina de Tuviois se hallaron dos indicios de sulfuros masivos al norte del filón argentífero. Ambos aparecen en la vertiente sur de Bruncu Terramala, y al parecer fueron objeto de labores en el periodo de la 2ª Guerra Mundial.

El primero es el llamado "Lavoro Terramala", y está situado en la vertiente SW de Bruncu Terramala. En él se trazó una trinchera en dirección N 30º E dentro de una masa de granatita verde de 3.70 m. de espesor, que presentaba una distribución dispersa de esfalerita. Esta mineral era más abundante en el fondo de la trinchera motivo por el que unos 30 m por debajo se trazó una cortaveta en dirección N 75º W, siempre dentro de corneanas, pero al parecer con pobres resultados..

El segundo es el llamado "Lavoro Tuviois", situado en la vertiente sur de Bruncu Terramala, a la izquierda del rio Tuviois frente a las viejas labores homónimas. Se trata de una mineralización sulfurada encajada pinzada entre dos cuerpos de pórfido; fue explorada con una trinchera y una pequeña galería inferior, que evidenciaron que el lentejón mineralizado tenía unas dimensiones modestísimas, del orden de 6-8 metros cúbicos.

Esta última mineralización ha sido denominada "Vena Nord" y descrita detalladamente por VALERA & PRETTI (1970). Estos autores han señalado que la mineralización está constituida principalmente por esfalerita, y en menor medida por galena y pirita, con trazas de calcopirita y fluorita, y que el mineral aparece recristalizado y parcialmente corroído por la corneana cuarzo-epidótica que lo contiene, motivo por el que puede concluirse que es previa al metamorfismo de contacto que ha originado dicha corneana.

15.1.9.- Filones de las antiguas concesiones de Sa Terra Mala-Bruncu Baracca (Sarrabus Occidental).

15.1.9.1.- Emplazamiento e información general.

Se trata de unos pequeños filones que fueron objeto de pequeñas explotaciones a lo largo del siglo XIX. Están situados al sur del domo ácido situado en el sector actualmente conocido como Monte Terramala (Guardia Forestale di Monte Arrubiu de Soleminis), situado unos 3 Km al SE de la población de Dolianova. Estas mineralizaciones han sido estudiadas en un trabajo monográfico de VALERA (1967. b).

15.1.9.2.- Historia minera.

Las más antiguas referencias de estas mineralizaciones que hemos podido hallar aparecen en el trabajo de BALDRACCO (1854), quien indicó la existencia de filones de galena con algunos indicios de plata. El descubrimiento debía ser bastante reciente, ya que este autor nos da también noticias de la primera trinchera de exploración desarrollada (6 m de profundidad por 20 de longitud). La mineralización no era especialmente rica y estas labores no tuvieron continuidad.

VALERA (1967 b) nos ofrece más información sobre la historia de las exploraciones. El 26/8/1873 fue adjudicado a B. Dol y al Rev. F. Sollai un permiso denominado "Sa Terra Mala o su Codilomargiu" para la exploración de minerales de Pb, Ag y Zn, que permaneció en poder del Rev. Sollai hasta 1890. Durante este periodo fue trazada en parte la galería S. Antonio.

Hacia el final de ese periodo la Società de Lanusei mostró interés en la mineralización, habiendo realizado algunas investigaciones, pero finalmente el permiso de exploración no les fue adjudicado, yendo a pasar a las manos del Ing. Devoto, que al parecer lo retuvo hasta 1895. Desde entonces hacia la actualidad el yacimiento pasó por las manos de una docena de prospectores, recibiendo otras denominaciones como Monte Arrubiu, Monte Terra Mula, Bruncu Mauru Soddu, Bruncu Baracca, etc.

La documentación inédita a la que hemos tenido acceso indica bastante actividad de investigación al inicio de la 2ª Guerra Mundial (1941), y un posterior interés por el indicio por parte de la RIMISA a lo largo de los años 50. De todos modos, tal como indica VALERA (1967 b), no existen indicios de que en ningún momento de la historia del permiso se haya desarrollado una campaña de investigación en toda regla, limitándose las labores a

reseguir los filoncillos ya conocidos en las labores preexistentes.

15.1.9.3.- Resumen de la disposición geológica.

El sector de Monte Terra Mala se caracteriza por la presencia de un domo ácido emplazado en condiciones extremadamente someras. El domo tuvo un desarrollo casi totalmente endógeno, pero manteniendo únicamente una delgada lámina de sedimentos (del orden de unas pocas decenas de metros) entre él y el fondo marino. Hay evidencias de locales exposiciones del domo sobre el fondo marino, en forma de pequeños acúmulos de rocas epiclásticas, bien expuestos sobre la pista forestal en la vertiente sur del domo.

En los sectores de margen del domo están bien representados los fenómenos propios del enfriamiento rápido en presencia de sedimentos inconsolidados embebidos en agua (véase caps. 6.2. y 6.3.), tanto macroscópica como microscópicamente. Por lo que se refiere a la petrografía hay que resaltar que VALERA (1967 b, p.55) aún sin interpretarlas ya había descrito las texturas propias de los procesos microhialoclásticos.

El carácter prevalentemente endógeno del domo ha originado la existencia de metamorfismo de contacto en los materiales siliciclásticos de los alrededores. A este metamorfismo hay que achacar la anfibolitización de los restos de crinoídes hallados por VALERA (1967 b, p. 55) en la lámina de materiales siliciclásticos superpuesta al domo en la vertiente norte de Monte Terra Mala.

En este sector aparecen representadas también las "quarziti" del Sarrabus; de hecho, esta litofacies asociada a los indicios filonianos conocidos fue la que llamó de nuevo la atención de los prospectores por este sector a finales del siglo XIX (DE CASTRO, 1890).

Las "quarziti" aparecen principalmente en disposición intrusiva, subverticales, atravesando toda la secuencia siliciclástica paleozoica que en el borde sur del domo presenta un suave buzamiento hacia el suroeste. Esta disposición morfológica también ha sido descrita e ilustrada por VALERA (1967 b), aunque este autor se adhiere a la interpretación clásica para la interpretación de esta litofacies (metamorfismo relacionado con los granitoides tardihercínicos, véase cap. 6.4.). VALERA (1967 b) también ha señalado la existencia de un claro control tectónico sobre la disposición de las "quarziti", y hay que recordar aquí que en el sector meridional este control coincide aprox. con la dirección E-W de los indicios filonianos. Para más detalles sobre el contexto geológico, véase los caps. 7.4. y 11.

15.1.9.4.- Morfología y composición de las mineralizaciones filonianas.

Las labores desarrolladas en el pasado estuvieron concentradas principalmente sobre dos filones de dirección aproximada E-W distantes entre sí unos 150 m; junto a estos filones fueron explorados otros menos importantes, en particular dos filones mineralizados de direcciones N-S y E-W respectivamente, hallados durante el desarrollo de las labores en el filón norte.

Los filones encajan principalmente en materiales siliciclásticos, muy duros debido a la superposición del metamorfismo de contacto (atribuible al domo ácido). Además puede destacarse la existencia de materiales grafitosos negros, diques de rocas volcánicas ácidas (por ej., al inicio del socavón S. Antonio) y en los sectores actualmente inaccesibles rocas descritas en la época de la explotación como "quarziti" y jasperoides.

Los dos filones fueron explorados con dos socavones trazados desde el nivel del fondo del valle, el filón norte con el socavón S. Antonio (abierto a cota 282 m) y el sur con el socavón Fra Ignazio (abierto a cota 285 m). Ambos filones afloran en superficie a cotas alrededor de los 365 m. Las labores fueron más intensas en el filón norte, donde se trazaron dos galerías menores (cotas 314 m y 322 m) y una trinchera. En ambos filones existen además coladeros en superficie originados por derrumbes internos en correspondencia de las zonas más intensamente explotadas.

Los tramos mineralizados de los filones tienen una corrida limitada: una o dos decenas de metros en el sur y algo más en el norte. Los filones están constituidos principalmente por una ganga calcítico-cuarzosa con algo de baritina (concentrada en los niveles superficiales) y galena. Además hay discretos contenidos en fluorita, que en profundidad parece ocupar el lugar de la baritina. La potencia equivalente en galena de los filones en los tramos accesibles suele oscilar entre 1-4 cm, con máximos de unos 20 cm. Sin embargo en los tramos ricos explotados en el filón norte la potencia equivalente en galena tenía en promedio unos 35 cm. La galena presenta contenidos bajos en Ag, pero fueron explotados pequeños lentejones con minerales argentíferos con contenidos próximos al 2 % en Ag. La producción se concentró principalmente en el filón norte, y puede estimarse a lo sumo en unas 100 t de galena; se explotaron principalmente enriquecimientos columnares.

Los filones suelen estar constituidos por dos o más venillas (de potencia centimétrica-decimétrica) aisladas en el seno de una masa fácilmente desmoronable constituida por materiales pelíticos, en sectores algo grafitosos y localmente bastante fragmenta-

dos; el espesor de estas masas oscila entre 1 y 6 m, y en amplios sectores de ellas se puede hallar una fina disseminación de cristales aciculares de cerusita.

La mineralización también presenta brechificaciones, cementadas sucesivamente dentro del mismo ciclo mineralizante (VALERA 1967 b). Además existen zonas en las que la ganga calcítica (y en menor medida, el cuarzo) adquiere una disposición en stockwork, en especial en los niveles superficiales. Existen también tramos en los que la mineralización del filón es bandeada y simétrica.

La mineralización rica en galena suele aparecer en zonas de intercalación de dos fracturas: así, podemos señalar a título de ejemplo que en la intercalación del filón norte con un pequeño filón de dirección N-S éste último presentaba una zona rica de morfología columnar con un espesor equivalente en galena de unos 50-60 cm.

	1ª Fase	2ª Fase
cuarzo	—	
fluorita	—————	—
calcita		—————
baritina		— — — — —
ankerita		—
galena	—	— — — — —
cerusita		— — — — —
esfalerita		— — — — —
calcopirita		—
estefanita		— —
marcasita		— — — — —
pirita		— — — — —
mat. carbonaceo	—	— — — — —

La paragénesis ha sido descrita en detalle por VALERA (1967 b) y aparece resumida en el cuadro adjunto (fig. 224. p. 688).

A destacar el predominio de la calcita, y en menor medida el cuarzo, la baritina y la fluorita en la mineralización. La calcita contiene en algunos sectores finas diseminaciones de sulfuros (marcasita, galena, etc.). Se puede destacar en algunos sectores la existencia de precipitados de materiales carbonáceos finamente laminados, en general subparalelos a las salbandas del filón, asociados a otras cristalizaciones (fluorita, calcita) idiomórficas. Estos precipitados corresponden al ciclo mineralizante y dada su asociación a mineralizaciones no brechificadas no pueden ser atribuidos a lutitas carbonáceas pinzadas y/o milonitizadas en el seno del filón.

Las labores se desarrollaron exclusivamente entre el nivel de los socavones Fra Ignazio y S. Antonio y la superficie del terreno. Si hubieran proseguido en profundidad eran inevitables importantes gastos (extracción del agua, pozos) que ninguno de los prospectores quiso afrontar, debido a las escasas expectativas que ofrecían las mineralizaciones ya explotadas en superficie; se trata pues de una mineralización poco explorada, en la que se llegaron a explotar algunas lentes argentíferas ricas.

15.1.10.- Otros indicios filonianos del Sarrabus Central.

15.1.10.1.- Filones del sector de Guardia Manna (antiguas labores de la "Ricerca Is Luargius").

15.1.10.1.1.- Situación y noticias de carácter general.

Se trata de dos indicios filonianos explorados a finales del siglo pasado, y posteriormente durante los años 50. Están situados unos 4.5 Km al NE de la población de Burcei, y al parecer se accedía a ellos tomando la pista de tierra que partiendo del este de la citada población desciende hacia el sector de Le Vigne de Burcei, atraviesa el fértil valle situado al norte del núcleo urbano y remonta hasta llegar a Bruncu Fraili. A partir de este punto la pista está pésimamente conservada, y a corta distancia queda totalmente interrumpida, al haber sido desplazado el trazo de la antigua "Strada Mineraria de riu Brabaisu" por los aluviones del año 1971.

A pie, la pista se puede proseguir por la vertiente sur del Brabaisu hasta Porcile S'Arruinas y desde ahí hasta el fondo del valle, punto desde el que se debe tomar un senderillo (ya en la vertiente norte del Brabaisu, ladera sur de Guardia Manna-S'Arruinas) que tras unos 900 m conduce a las labores. Ya sea desde esta vía, o desde cualquier otra pista, se requieren varias horas de camino a pie para acceder a este punto.

Existen referencias de las antiguas labores en el trabajo de TRAVERSO (1909) y muy esporádicamente en la Rivista del Servizio Minerario. VALERA (1973 d) también ha descrito sucintamente estas mineralizaciones. En el sector apenas se pueden reconocer unas pequeñas escombreras y el inicio de varias galerías. Toda la información y evidencias apuntan a que se trataba de unas pequeñas labores de investigación que pretendían hallar mineralizaciones del tipo "Filone argentífero", y que no tuvieron éxito.

15.1.10.1.2.- Contexto geológico y morfología y composición de las mineralizaciones.

Tal como ha sido indicado en el cap. 7.3. el sector en el que están emplazadas estas mineralizaciones está situado al SW del gran domo de Rocca Arricelli, y está constituido principalmente por materiales siliciclásticos, tanto en facies proximales como distales. El sentido de paleoaporte de estos materiales fue principalmente desde el norte hacia el sur, aunque existen intercalaciones de vergencias contrarias debido a la compartimen-

tación de la cuenca en pequeños horsts y grabens (véase cap. 5.2.).

En el sector de Guardia Manna son especialmente infrecuentes las intercalaciones de exhalitas silíceas, tan abundantes al norte (en Serra Is Carradoris). Por el contrario, están relativamente bien representados en las directas inmediaciones de la mineralización los diques ácidos que suelen acompañar a las liditas.

TRAVERSO (1909, p. 103-105) señala que se exploraron dos filones muy próximos. El primero tenía muy poca importancia, presentando una dirección N 75 ° E y buzamiento hacia el sur. Presentaba una mineralización de fluorita, baritina y cuarzo, con escasas diseminaciones de galena. Este filón encaja al este en materiales siliciclásticos que han sufrido metamorfismo de contacto, y al oeste en pórfidos rojos cuarcíferos, muy duros y tenaces, en los que el filón antes potente y bien definido se reduce a una venilla de baritina completamente estéril y sin salbandas.

En segundo tenía una dirección similar, N 65° E y también buza hacia el sur. Encaja en materiales siliciclásticos azulados, y en él se trazaron tres galerías que dan al exterior en la vertiente norte de Guardia Manna:

Galería superior, con un total de 58 m de extensión.

Galería intermedia (gal. Maria Rita), con 185 m de extensión, trazada 57.80 m por debajo de la anterior.

Galería inferior o Ribasso, con 230 m de extensión, trazada 37 m por debajo de la intermedia. VALERA (1973 d) ha señalado la existencia de otra galería en la vertiente SW de Guardia Manna, aparentemente trazada en estéril.

Este filón está constituido por un potente (hasta 1.5 m) relleno arcilloso con venas intercaladas de baritina y fluorita, (de color violeta o grisáceo), y de calcita espática rosada, manganesífera. En la fluorita y la baritina se hallaron frecuentes diseminaciones de galena con trazas de calcopirita y pirita en pequeños cristalitos, y con la galena abundantes trazas de minerales de Ag, tanto en forma de finísimas láminas y filamentos de Ag nativa, como de argentita en láminas, filamentos y cristalitos asociada a la galena de grano finísimo en los planos de esfoliación y en geoditas de calcita. No se halló ninguna lente argentífera rica, ni siquiera concentraciones importantes de galena, a pesar de haber trazado bastantes realces en las galerías. VALERA (1973 d) ha señalado la existencia de al menos dos episodios en la mineralización, y la existencia sistemática del dique de pórfido ácido a muro del filón..

15.1.10.2.- Mineralización de Minaforredda.

Se trata de una mineralización muy similar a la precedente, situada a mitad de camino entre Serra Is Carradoris y Guardia Manna, unos 1200 m al norte de las labores de Is Luargius. Aflora en el tramo inferior del cauce de Mitza Is Carradoris, y se trata de una mineralización filoniana (con textura localmente bandeada) que aparece en la salbanda norte de un dique ácido subvertical de dirección N 70° E. La vía de acceso más cómoda es descender desde Serra Is Carradoris, debiendo llegar previamente hasta ahí por el oeste desde la pista que parte de la vertiente norte de Pala Manna.

En ese sector el dique ácido y la mineralización encajan en materiales siliciclásticos en facies proximales, localmente afectados de metamorfismo de contacto en las proximidades del dique ácido. Las exhalitas silíceas son más frecuentes que en Is Luargius, y hay que destacar que la textura del dique ácido (desvitrificación en esferulitos, fracturación de los cristales de cuarzo, etc.) indican un emplazamiento somero en materiales inconsolidados.

El filón aparece principalmente barítico en afloramiento, pudiendo alcanzar espesores de hasta 0.6 m; la baritina es masiva y en la zona de techo del filón presenta agregados de cristales en libro de varios cm de longitud. Ascendiendo por ambas vertientes de Mitza Is Carradoris el filón desaparece, motivo por el que tenemos la certeza de hallarnos en su tramo apical. Además de la baritina se puede reconocer la existencia de fluorita, calcita y galena, mucho más minoritarias. La galena aparece en forma de cristallitos milimétricos idiomórficos en el seno de la calcita y la baritina, y sabemos que asociada a ella se hallaron indicios de minerales de Ag.

Este filón también fue explorado a finales del siglo pasado, más o menos al mismo tiempo que el de Is Luargius, y dando resultados igualmente pobres (TRAVERSD 1909). En la actualidad se puede reconocer la existencia de dos galerías al mismo nivel en ambas vertientes de Mitza Is Carradoris, pero prácticamente no hay escombreras. Existen otros indicios (de galena y esfalerita, principalmente en filones de ganga de cuarzo) de igual orientación y semejante contexto geológico en la zona de cresta de Serra Is Carradoris, donde además tenemos mineralizaciones de fosfatos asociadas a las exhalitas silíceas (véase caps. 5.5. y 15.3.).

15.2.- Las mineralizaciones de sulfuros masivos estratiformes.

15.2.1.- Mineralizaciones del sector de Baccu Scardu (Sarrabus Occidental).

15.2.1.1.- Emplazamiento e información general.

Estas antiguas labores están comprendidas en el torrente de Baccu Scardu, al SSO de Arcu Simeoni, entre unos 2-2.5 Km al sur de Punta Serpeddi. En ese sector los materiales siliciclásticos han sufrido el metamorfismo de contacto producido por los granitoides situados inmediatamente al sur, existiendo diferentes septas de material siliciclástico incluidas en el granito.

La mineralización presente consiste en masas lenticulares de sulfuros masivos, principalmente pirrotina (en los sectores más próximos al granitoide) y pirita, con presencia de calcopirita; se estima que en total pudieron extraerse unas 100.000 T de sulfuro (BORGHESAN, 1927), con contenidos relativamente bajos (alrededor del 1%) de Cu; el volumen supuestamente extraído quizás es demasiado elevado. En este sector ha sido citada la presencia de Au en los sulfuros masivos (BALDRACCO 1854, p. 58; este autor habla de la "pirite ferrifera di Corru di Cerbu", citando el toponimio antiguo de Baccu Scardu; se trata de indicios de Au en la pirita, y hay una pequeña trinchera que dataría de los tiempos del concesionario Mandel).

15.2.1.2.- Historia minera y descripción de las labores.

Además de la referencia de Baldracco, tenemos constancia de la solicitud de descubrimiento de un "giacimento a pirite cuprifera" en Baccu Scardu (Sinnai) a nombre de Raffaella Toddo e Soci, en el año de 1890. Sin embargo, no parece que se desarrollara mucha actividad minera en esa época.

Las principales labores están distribuidas en dos zonas: en el sector septentrional tenemos el Scavo S. Leone (vertiente izda. de Baccu Scardu, a cota 590 m aprox.) y una trinchera situada 100 m al oeste, ya en la vertiente dcha.; y en el sector meridional situado a unos 300 m existe una pequeña corta a cielo abierto y labores subterráneas con dos galerías de acceso a diferente nivel (fondo del torrente Baccu Scardu, a cotas 480-500 m aprox.). La Società di Montecatini ejercitó durante cerca de un año, entre el 1921 y el 1922, la opción sobre el permiso realizando la mayor parte de los trabajos en interior del Cantiere Baccu Scardu, renunciando posteriormente a adquirirlo.

Las labores del sector de Scavo S. Leone consisten en lentejones de sulfuros masivos de hasta 7 m de longitud, inclinados 15-20 ° hacia el Oeste. Estos lentejones están enteramente enclavados en materiales siliciclásticos afectados por metamorfismo de contacto (corneanas) y son aparentemente concordantes con la estratificación. A resaltar además la existencia de diseminaciones de sulfuros en unos 12 m de corneanas en el tramo de galería previo a las masas del Scavo S. Leone.

Las labores del Cantiere Baccu Scardu están emplazadas prácticamente en el contacto granito/corneanas. La pequeña corta a cielo abierto está excavada en el granito, hasta alcanzar un fragmento de corneanas y sulfuros masivos englobados por éste; la masa de sulfuros comprendía unos 50 m² de afloramiento. Las dos galerías parten del granito, y confluyen sobre la misma masa de sulfuros masivos. La galería superior (cota 503 m) halló la masa de sulfuros a unos 30 m del inicio, directamente en el contacto con granito, mientras que la inferior (cota 487 m) confluyó en ella a unos 100 de la bocamina, cortando entre el contacto granito/corneanas y los sulfuros un amplio tramo no mineralizado.

En conjunto, las labores del sector de Baccu Scardu pueden ser interpretadas como un conjunto de lentejones de sulfuros masivos concordantes con los materiales siliciclásticos, singenéticos, acompañados de diseminaciones de sulfuros en los materiales siliciclásticos, que en el sector meridional han sido parcialmente incorporados (juntamente con los materiales siliciclásticos que constituyen su encajante) por las apófisis del batolito granítico. El termometamorfismo asociado a la intrusión granítica ha comportado con toda probabilidad la sustitución de pirita por pirrotina y, probablemente, ha influido favorablemente en el stock metálico presente produciendo reconcentraciones locales como las explotadas en las labores del sector meridional.

En este mismo sector existen otros indicios de mineralización. Podemos señalar, entre otros:

- Las diseminaciones de esfalerita en la vertiente izda. de Riu Zarpixedda (unos 500 m al oeste del Scavo S. Leone). Se trata de diseminaciones de dimensiones milimétrico-centrimétricas en las corneanas, también en las proximidades del contacto granito/materiales siliciclásticos.

- Las mineralizaciones de arsenopirita de s'Arriu de Baccu Scardu (cota 590 m aprox.), unos 700 m al oeste del Cantiere de Baccu Scardu. Se trata de filoncillos centimétricos de arsenopirita en las corneanas, con algún filoncillo algo mayor (hasta unos 15-20 cm de espesor, dirección NW-SE, ganga de cuarzo).

- Existen referencias igualmente (BORGHESAN, 1927) de mineralizaciones limoníticas en Monte Pizzinu (vertiente este de

Bruncu Su Piccinu?), que aparentemente consisten en gossans relacionados con los lentejones de sulfuros masivos.

15.2.2.- Mineralizaciones del sector de Bruncu Cucchedda (Sarrabus Centrooccidental).

15.2.2.1.- Situación, historia minera y descripción de las labores.

La existencia de mineralizaciones en el sector de Bruncu Cucchedda, aproximadamente 1 Km al este de las últimas labores del filón principal de Serra S'Ilixì, era conocida desde antiguo. En 1888 ya existen referencias a esta mineralización, pero el filón argentífero de Coili Saddi polarizó totalmente la atención en esa época.

Por el contrario, cuando durante la 1ª Guerra Mundial se intenta reestudiar la antigua concesión de Serra S'Ilixì el filón principal pasa a un segundo plano y se concentran buena parte de las labores en Bruncu Cucchedda. En 1918 se halló en dicho sector un "grande filone di solfuri misti" con un contenido medio de un 17 % en Zn, un 21 % en Pb, y 2200 gr Ag/T.

Este hallazgo fue interpretado como la existencia de un filón, análogo al de Serra S'Ilixì en morfología y dirección, pero constituido exclusivamente por sulfuros masivos. En vista de ello se trazaron desde el afloramiento (situado casi al nivel del río Ollastu, en la vertiente occidental de Bruncu Cucchedda) una trinchera de exploración y un par de galerías dirigidas hacia el oeste, que reconocieron a lo largo de una distancia de varias decenas de metros la mineralización sulfurada. Sin embargo, ésta no estaba constituida siempre por un lentejón de sulfuros masivos, apareciendo también diseminaciones de sulfuros en las corneanas.

La confirmación de la presencia de sulfuros en dirección aproximada E-W llevó a los prospectores a trazar en 1919 una tercera galería en cortaveta al este de Arcu Pirastu, es decir, en la otra vertiente de Bruncu Cucchedda. Está claro que al realizar estas labores se esperaba encontrar una disposición filoniana similar a la explotada 25 años antes en Coili Saddi. Al no obtener resultados positivos estas labores fueron suspendidas poco después.

15.2.2.2.- Resumen de la situación geológica y morfología y composición de la mineralización.

La mineralización de sulfuros masivos de Bruncu Cucchedda está situada en el seno de los materiales siliciclásticos, justo en el contacto con el domo de "porfidi grigi" de Bruncu S'Arridelli, situado inmediatamente al norte. Este domo aparece claramente intrusivo en el nivel estratigráfico ocupado por la mineralización, y aunque presenta una fina disseminación de sulfuros (casi exclusivamente pirita) en los últimos metros de su facies de borde, no parece tener ninguna relación genética con los sulfuros masivos estratiformes del indicio.

Los materiales sedimentarios presentes son rocas siciliclásticas de granulometría fina, localmente en facies proximales, y rocas epiclásticas. Estas aparecen junto al domo totalmente recristalizadas, hasta el punto de que es difícil reconocerlas incluso en lámina delgada, pero pueden distinguirse claramente a unos 100 m al sur del indicio interestratificadas en las rocas siliciclásticas finas, en disposición subhorizontal como éstas, en un nivel de 0.5 m de potencia. Las rocas siliciclásticas aflorantes en este sector presentan una fina laminación sinsedimentaria, con carácter localmente rítmico, y en algunos planos gran cantidad de ripples.

En el lecho del río Ollastu puede distinguirse también en las inmediaciones del indicio (es decir, unos pocos metros estratigráficamente por debajo de éste) la existencia de basaltos alcalinos en facies de breccia-pillow y pillow. Otros afloramientos de basaltos alcalinos, estratigráficamente por encima del indicio, aparecen unos 150 m al sur de éste.

La superficie de contacto entre el domo ácido y los materiales siliciclásticos está afectada de metamorfismo de contacto, en una aureola del orden de una o varias decenas de metros alrededor del domo. En el sector de Bruncu Cucchedda los materiales siliciclásticos constituyen una delgada lámina dispuesta sobre el domo, que en buena medida presenta un carácter intrusivo.

Se observa además desde el lentejón aflorante en la vertiente occidental de Bruncu Cucchedda hasta el sector del collado al sur de dicho Bruncu, y desde ahí hasta Arcu Pirastu la existencia de una zona más o menos bien definida de espesor variable (hasta 10 m de anchura) en la que regularmente aparece una fina disseminación de sulfuros, recristalizados al igual que la roca que los contiene. Sin duda, la presencia de estas mineralizaciones fue la que indujo a pensar a los antiguos prospectores que existían posibilidades de hallar un filón más o menos continuo hacia el este, y motivó el trazado de la cortaveta de Arcu Pirastu.

El lentejón de sulfuros masivos aparece totalmente recristalizado en las proximidades del domo; no obstante, a medida que nos alejamos la textura granoblástica desaparece y parece dibujarse tímidamente la existencia de un bandeado original paralelo a la estratificación. La disposición general del lentejón de sulfuros masivos es, a pesar de la recristalización y de posibles reconcentraciones a ella asociadas, estratiforme y concordante con la estratificación, tal como ésta puede reconocerse fuera de la aureola de metamorfismo de contacto.

Este hecho aparece confirmado por la disposición claramente estratiforme de las diseminaciones de sulfuros presentes al sur del indicio en el seno de las rocas siliciclásticas, y además por la presencia de un lentejón menor de sulfuros masivos interestratificado más al sur, localmente reseguído en una antigua trinchera. Asimismo, hay que resaltar la sistemática presencia de diseminaciones de sulfuros masivos (y localmente de fluorita) en el seno de las corneanas grafitosas aflorantes al este del indicio a lo largo del cauce del Río Ollastu y la traza de la antigua "Strada mineraria".

SISTU (1985) ha estudiado la paragénesis sulfurada presente en este indicio, señalando la existencia de pirrotina como mineral dominante, acompañada de esfalerita, galena y, en menor cantidad, calcopirita. SISTU (op.cit.) también ha señalado que la pirrotina presenta desmezclas de piritita y marcasita en las zonas de borde de los granos, y la esfalerita presenta desmezclas de pirrotina y calcopirita.

15.2.3.- Mineralizaciones del sector de Baccu Sturruì (Sarrabus Centrooccidental).

BALDRACCO (1854) ya señaló la presencia de una masa de pirrotina ("pirrita magnética") en Su Vaccu de Sturruì, o Sa Serra de Sturruì, a 3 horas al NNO de Burcei y a unos dos Km al este del oville de Su Titione, señalando que se trataba de una masa de estratos inclinados 25-30 ° al SO, compuestos de una substancia verde granuda compacta con pirrotina en nódulos pequeñas masas y de "schisto rubigioso ocraceo". También señaló la existencia de indicios de Au en la pirrotina.

Se trataba de una excavación superficial antigua, quizás atribuible (siempre según Baldracco) a los concesionarios que trabajaron en la época de Mandel, es decir, en el siglo XVIII). En los alrededores y sobre todo en la localidad Bramuri, también indicó la existencia de indicios de sulfuros de Fe.

Hemos podido reconocer perfectamente este indicio, que aflora en el valle situado al sur de Pala Manna (Sarrabus Centrooriental) en condiciones sensiblemente iguales a las

descritas en 1854. Ante la inexistencia de documentos posteriores a Baldracco que hagan referencia a su existencia, la ausencia de vías de comunicación y/o evidencias de actividad minera (ruinas de casas, galerías, etc.) y la poca entidad de las labores cabe pensar que efectivamente no han existido más que pequeñas exploraciones o reconocimientos del indicio (por lo menos) desde mediados del siglo XIX.

La mineralización es un lentejón claramente estratiforme, que aflora en el fondo del valle, en la base de la unidad turbidítica confinada en la microcuenca situada al sur de Pala Manna (véase cap. 5.3.), y en las proximidades de la fractura septentrional de dirección NW-SE que limita la citada microcuenca.

La mineralización aflorante consiste en un lentejón de unos 15 metros de longitud y unos 4-5 de potencia, que ha sido parcialmente excavado; la morfología es claramente lenticular o en forma de basidio de hongo, con un rápido decrecimiento de la potencia del cuerpo hacia los márgenes. La base del cuerpo no aflora, ya que la excavación no llegó a profundizar totalmente en éste.

La textura de la mineralización es claramente masiva estratiforme en el centro del cuerpo (incluyendo estructuras del tipo de laminaciones cruzadas en el seno de los sulfuros, pequeñas fracturas sinsedimentarias milimétricas fosilizadas por el precipitado sulfurado siguiente, etc.). Hacia el techo y los márgenes del cuerpo el contenido en sulfuros decrece gradual y rápidamente por presencia de intercalaciones finamente laminadas de silicatos planares de colores verdosos en una roca definible grosso modo como una cloritita. De todos modos, hay que señalar que la mineralogía de detalle del encajante no ha sido estudiada. En los materiales siliciclásticos del encajante se observa la existencia de una fina disseminación de pirita y calcopirita, en forma de nodulillos milimétricos.

Hacia el techo del cuerpo de sulfuros masivos se observa la existencia de encostramientos ferruginosos, aparentemente primarios, así como cavidades en el seno de los sulfuros (texturas en box-works análogas a las halladas en los fondos marinos actuales). En conjunto, el lentejón no muestra evidencias de deformación con una buena preservación de las texturas originales, y por sus características texturales y morfológicas no puede ser atribuido a una sustitución diagenética de sedimentos preexistentes. Por lo tanto, todas sus características indican que se trata de un lentejón de sulfuros masivos formado en medio subacuático, en una paleodepresión relativa, a partir de un efluente hidrotermal sulfurado del tipo "black smoker".

La composición del lentejón de sulfuros ha sido estudiada por SISTU (1985). Destaca la abundancia de pirrotina (de nuevo

con desmezclas de pirita y pirrotina en texturas de tipo "bird eyes"), y en menor medida de calcopirita y esfalerita. No ha sido estudiada (caso de existir) la posible zonación interna del lentejón.

15.2.4.- Mineralizaciones estratoligadas del sector noreste de Bruncu Accu Sedda.

Estas mineralizaciones aparecen enclavadas en la localidad homónima, unos 1700 m al este de Punta Serpeddi (Sarrabus Centrooccidental). Las mineralizaciones son skarns asociados a la existencia de contactos intrusivos entre las intercalaciones carbonáticas al techo de la secuencia siliciclástica (véase cap. 7.3.) y varios diques subverticales de pórfido rojizo, en principio atribuibles al ciclo tardihercínico y relacionables con los granitoides aflorantes inmediatamente al sur.

Por lo tanto, en un sentido estricto estas mineralizaciones quedan fuera de nuestro campo de estudio. Sin embargo, dado que en las proximidades afloran diques y cuerpos lávicos intercalados en la secuencia siliciclástica (Bruncu Arrubiu) y ante la posibilidad de que los pórfidos que han generado los skarns sean más antiguos de lo que suponemos (devónicos) incluimos una referencia a estas mineralizaciones a beneficio de inventario. Se trata de mineralizaciones de morfología irregular (con tendencia a planar), asociadas al afloramiento de las calizas, y en general de un espesor no superior a los 40-50 cm.

La mineralización primaria aparece profundamente alterada en superficie, destacando los productos de alteración de cobre. Tras la pátina alterada además de la calcopirita y la calcosina se observa la existencia de abundante esfalerita y en menor medida pirita y galena; la mineralización frecuentemente está zonada y aparece asociada a una banda de unos 20-40 cm de tremolita verde macrocristalina (hasta 10 cm). Estas mineralizaciones fueron exploradas con unas pequeñas galerías a varios niveles, en la esperanza de hallar cuerpos filonianos. Las galerías son accesibles y están trazadas casi totalmente en estéril.

Otras mineralizaciones que podrían ser sulfuros masivos estratiformes afectados de metamorfismo de contacto afloran al norte de este indicio, en el sector de la antigua mina de Tuvois, y ya han sido sucintamente descritas en el cap. 15.1.8.

15.3.- Las mineralizaciones relacionadas con exhalitas silíceas.

Tal como ha sido indicado en el cap. 5.5., las mineralizaciones más notables y abundantes relacionadas con la existencia de exhalitas silíceas están constituidas por nódulos de fosfatos, con una mineralogía relativamente sencilla constituida por apatito.

En el sur de la isla de Cerdeña existen otras mineralizaciones estratiformes asociadas a las liditas. Las más notables son las de la antigua mina de San Leone, en el extremo SE de la isla, caracterizadas por una paragénesis de Fe-(W-U) en la que domina la magnetita y el wolframio aparece en forma de scheelita. Aunque esta mineralización aparece localmente en forma de skarns (VERKAEREN, 1974), existe un claro precursor estratiforme en forma de mineralizaciones oolíticas. Las mineralizaciones oolíticas de hierro, asociadas a cherts y a rocas volcánicas básicas son frecuentes en otros sectores de la isla, como en la Nurra (extremo NO de la isla), pero no hemos hallado manifestaciones de este tipo en el Sarrabus.

15.3.1.- Mineralizaciones estratiformes singenéticas.

Las mineralizaciones fosfáticas singenéticas han sido detalladamente descritas en el cap. 5.5.2.3., motivo por el que nos remitimos directamente a él. Sólo cabe recordar aquí que la génesis de los nódulos es precoz, en el seno de un gel silíceo formado a partir de focos de efluencia hidrotermal.

Por lo que se refiere a la distribución espacial de este tipo de mineralizaciones aparecen prácticamente en la totalidad de los afloramientos de cherts bandeados estudiados, con la excepción de los que aparecen próximos al margen sur y suroeste del sector de los domos de Monte Tronu-Serpeddi, e igualmente a en los cuerpos de lidita asociados a los cuerpos de "Conglomerato de Monte Narba" en las proximidades de la mina homónima. Hay que señalar también que, aunque menos frecuentemente que en el seno de las liditas, los nódulos de fosfato aparecen igualmente representados en el seno de los materiales pelíticos negros y carbonáceos que constituyen tránsitos laterales y verticales de las litofacies silíceas.

También son relativamente frecuentes las diseminaciones de sulfuros (principalmente de Fe, pero también la esfalerita, y mucho más raramente la calcopirita y la galena) en forma de finos moteados en el seno de las liditas, pero en ningún caso pasan de ser indicios muy locales y paupérrimos por lo que se refiere a la presencia de metal en ellos; en este sentido, en las muestras de

lidita analizadas sólo se hallan contenidos muy discretos de estos elementos. Este tipo de mineralizaciones han sido frecuentemente halladas en forma de diminutos cristales durante el reconocimiento de las liditas con el microscopio electrónico de barrido junto a otras mucho más raras (como por ej., cristales de Ni nativo).

Por lo que se refiere a la asociación espacial liditas/"conglomerato de Montenarba" ya ha sido comentada suficientemente (véase cap. 6.10.) y sólo cabe recordar aquí que el "conglomerato" y los cuerpos de liditas a él asociados aparecen sistemáticamente a techo del "Filone argentífero" en Montenarba. Todos los datos disponibles indican que un estudio litogeoquímico sistemático de las liditas aportaría información precisa sobre cuales son los elementos trazadores de eventuales mineralizaciones filonianas existentes en profundidad.

15.3.2.- Mineralizaciones emplazadas en fracturas.

Aunque existen algunos indicios de baritina, galena, etc., emplazados en fracturas en los sectores de raíz de los cuerpos de liditas radicadas, éstos son raros y de escasa importancia, ya que las mineralizaciones del tipo "Filone argentífero" van asociadas en general a litofacies del tipo "Conglomerato de Montenarba".

Por el contrario, en el caso de los fosfatos aparece asociada a las zonas de raíz de los cuerpos de lidita una mineralización muy característica formada principalmente por un fosfato aluminico pobremente férrico, la variscita, en sus diferentes variedades. Este fosfato ornamental de color verde, criptocristalino y semejante externamente a algunas variedades de turquesa ha sido objeto de algunos estudios detallados, a los que nos remitimos directamente (GIMENO 1987 c, 1988 a; GIMENO et al. 1988, 1989).

15.3.2.1.- Mineralizaciones fosfáticas epigenéticas.

15.3.2.1.1.- Características generales.

La primera noticia que tenemos de la existencia de minerales fosfáticos en el Sárrabus procede de PELLOUX (1912). Se trata de la descripción de la existencia de variscita, un fosfato aluminico ornamental verde muy similar a la turquesa, cuya principal diferencia con ésta reside en la ausencia del Cu que le da el color característico a la turquesa. Este autor nos narra que G.B.TRAVERSO la halló en la localidad de Genn'Arela, un pequeño

collado situado al norte de Villaputzu, por la mitad del cual hoy en día discurre la carretera "Orientale Sarda".

PELLOUX (1912) indica que en primer lugar se halló una masa de variscita en el suelo, y posteriormente en la primavera de 1911 "la variscite fu trovata in posto a formare venulle e nodulli della roccia scistosa sottostante al detto masso". De esta descripción podemos deducir que el bloque hallado en primer lugar había sufrido un escaso desplazamiento, y afloraba entre el ralo suelo desarrollado sobre los materiales siliciclásticos presentes en el sector; sabemos igualmente que esta misma localidad de Arcu Genn'Arrela había sido objeto de interés por parte de la industria minera, tanto por lo que se refiere a la explotación de combustibles fósiles (BALDRACCO 1854) como por la existencia de masas de sulfuros masivos en sus proximidades (DE CASTRO, 1890; TRAVERSO, 1890; etc.).

PELLOUX (1912) nos ofrece una descripción detallada de la variscita: estructura netamente variolítica, aspecto a simple vista compacto y uniforme, fractura concoide, dureza 4, color verde muy pálido, localmente pasando a verde manzana, y un análisis químico en el que destaca la presencia de Fe, por lo que se trataba de una variscita ferrífera. Esta descripción se corresponde muy bien con el bloque de dicha variscita que se ha conservado en el Museo de Mineralogía de la Universidad de Cagliari.

Con posterioridad a este primer hallazgo, diferentes investigadores y muchos coleccionistas de minerales intentaron volver a localizar la existencia de variscita, pero aparentemente se trataba de un pequeño afloramiento agotado por el mismo Traverso. SITZIA (1966) estudió de nuevo las muestras de variscita depositadas en el citado Museo, y confirmó su carácter ferrífero, ofreciendo los primeros difractogramas e indicando que esta variscita cristaliza en el sistema rómbico.

MARCHESINI & DE MICHELE (1967) intentaron sin éxito localizar el afloramiento de variscita de Traverso, pero hallaron a lo largo de la carretera un nivel fosfático de una longitud de unos 15 m. y un espesor máximo de 0.30 m. Se trata de un nivel más o menos estratiforme, de color amarillo terroso, interestratificado entre los materiales siliciclásticos y los carbonáticos. Este nivel contiene fosfato (valores del orden del 16 % en P2O5) amorfo, finamente intercalado con cuarzo microcristalino. Los análisis químicos mostraron la presencia de Ca (4.8 % CaO), Fe (11.0 % Fe2O3) y Al (3.8 % Al2O3), y la ausencia de Mn.

Posteriormente, CONTI-VECCHI (1971) volvió a intentar relocalizar el afloramiento de variscita, pero con resultados igualmente negativos, por lo que se dedicó a estudiar de nuevo las muestras del Museo. En su descripción se destaca por primera vez el carácter de cemento de clastos variados que tiene la

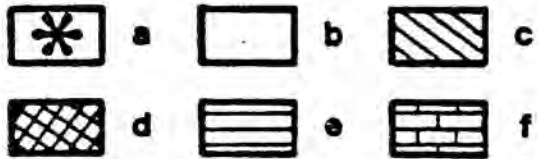
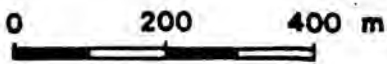
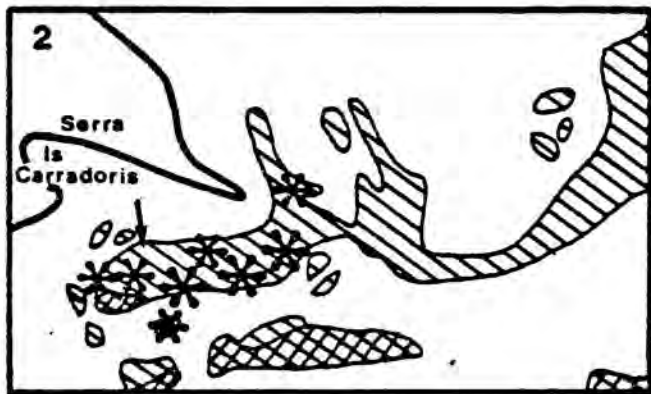
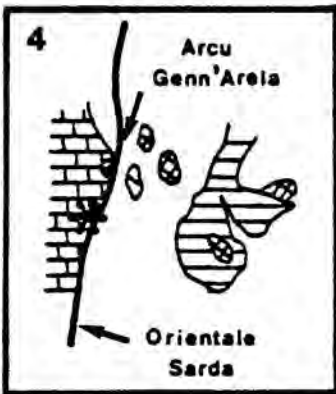
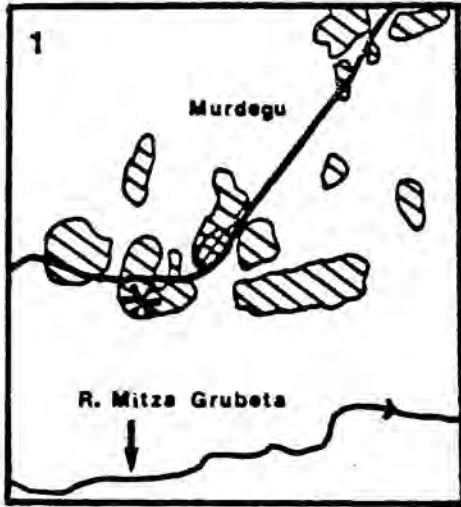
mineralización de variscita: "...e tutta la massa risulta frequentemente impura per la presenza di clasti e venule di materiale nerastro opaco, probabilmente carbonioso, e grigiastro, sicuramente argiloso." Este autor señala igualmente el carácter fibroso-radiado de los agregados esferulíticos de variscita observados al microscopio, y sugiere una deposición original de la variscita en forma coloidal, en relación con circulación de aguas, por analogía con la variscita de Fairfield, USA, estudiada por LARSEN (1942).

En resumen, podemos señalar que la variscita de Villaputzu no ha vuelto a ser localizada ni en Genn'Arela ni en ninguna otra localidad del Sarrabus durante más de 70 años, que se trata de una variscita ferrífera de color verde pálido, que se halla en una litofacies masiva epigenética en filoncillos y pequeñas masas de dimensiones centimétricas que cementan fragmentos de rocas siliciclásticas de grano fino carbonáceas y fragmentos alterados hidrotermalmente de las mismas rocas; al microscopio la variscita muestra una textura esferulítica fibroso-radiada.

Aunque queda ligeramente al norte del sector objeto de nuestro estudio, hemos explorado la zona de Arcu Genn'Arela, encontrando varios niveles fosfáticos estratiformes (similares al descrito por MARCHESINI & DE MICHELE, 1967), principalmente en el seno de los materiales carbonáticos, pero también en estricta relación con una zona de antiguos efluentes hidrotermales sobre el fondo marino y en proximidad de exhalitas; mucho más localmente hallamos pátinas de minerales fosfáticos blancos en el relleno de pequeñas diaclasas en el seno de los niveles fosfáticos estratiformes y localmente pequeñas pátinas de variscita en el seno de estas pátinas fosfáticas blancas (de apenas unos mm. de longitud y unas décimas de mm. de espesor).

Además de la mineralización de variscita ya conocida hemos hallado otras mineralizaciones similares en las localidades de Serra Is Carradoris (Sarrabus Central), Serra Milleddu (Sarrabus Centrooccidental) y en los alrededores de las confluencias del Rio Ollastu con sus afluentes Riu Sinzia y Riu Istrias (Sarrabus Centrooriental) (véase la fig. 225).

Fig. 225.- Situación de los indicios de variscita hallados en el Sarrabus. 1/ Sector de Murdegu, Sarrabus Centrooccidental. 2/ Serra Is Carradoris (Sarrabus Central). 3/ Rio Sinzia-Rio Istrias (Sarrabus Centro-oriental). 4/ Arcu Genn'Arela (límite entre el Sarrabus y el Gerrei, zona oriental. Leyenda: a/ Mineralizaciones de variscita. b/ Materiales siliciclásticos. c/ Liditas. d/ Diques ácidos. e/ Espilitas. f/ Materiales carbonáticos. (Extraído de GIMENO et al., 1989).

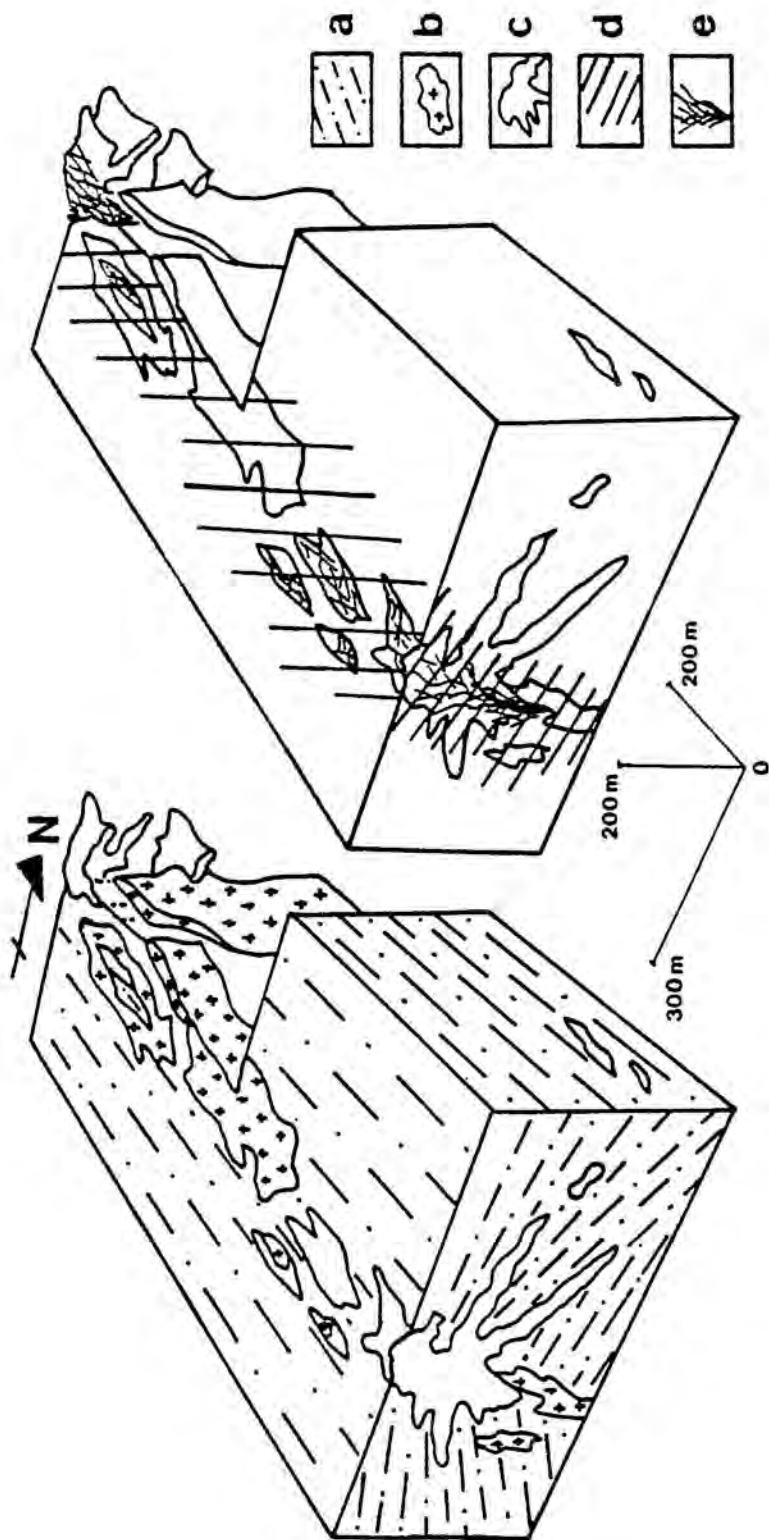


Estas mineralizaciones fosfáticas epigenéticas aparecen estrictamente relacionadas con exhalitas silíceas (liditas) radicadas, es decir, en algunos lugares correspondientes al antiguo efluente hidrotermal instalado sobre el fondo marino. A diferencia de la mineralización fosfática estratiforme, la mineralización epigenética no parece haberse emplazado nunca directamente sobre el fondo marino, ocupando preferentemente la zona de tránsito hacia él. Esta zona de tránsito está registrada litológicamente por una variación en la sedimentación desde rocas siliciclásticas de origen detrítico a las liditas, que constituyen un precipitado químico.

La mineralización se concentra preferentemente en las rocas siliciclásticas (muy silicificadas y alteradas hidrotermalmente) y en el primer metro de los niveles de lidita. En esta zona los filones llegan a tener una potencia de unos 20 cm., mientras que por encima de ella son muy frecuentes las pátinas milimétricas de variscita en unos 10 o 15 metros dentro de los niveles de lidita, pero con una dispersión lateral de a lo sumo 5 metros.

Este dato es importante para la comprensión de la génesis de las mineralizaciones epigenéticas, ya que los niveles de lidita con nódulos de apatito pueden extenderse lateralmente a lo largo de varios centenares de metros a partir de la zona de raíz sin que existan fuera de ésta mineralizaciones epigenéticas comparables. La zona de pátinas milimétricas de variscita en el seno de las liditas tiene un carácter de stockwork lineal (ya que lineal es la zona de raíz, emplazada en fracturas sinsedimentarias; véase la fig. 226, y la fig. 2 de GIMENO 1988 a), y muchas de las pequeñas fracturas mineralizadas tienen un origen sedimentario-diagenético temprano, estando incluso en algunos casos fosilizadas por el nivel centimétrico de lidita inmediatamente superior.

Fig. 226.- Bloque-diagrama que resume la disposición de las mineralizaciones fosfáticas singenéticas y epigenéticas en el sector de Serra Is Carradoris (Sarrabus Central). Izda.: Relaciones espaciales entre materiales siliciclásticos (a), diques ácidos (b) y liditas radicadas con mineralizaciones fosfáticas singenéticas (c). Dcha.: disposición de la alteración hidrotermal (d) que acompaña a la mineralización epigenética (e).

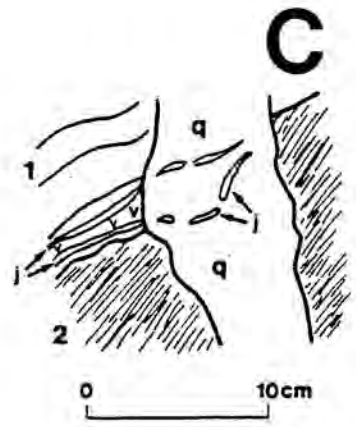
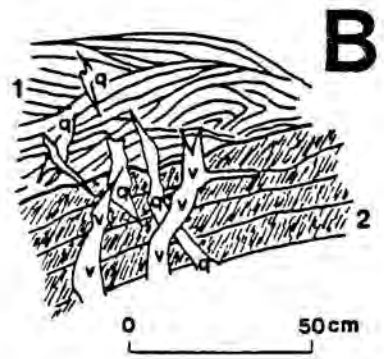
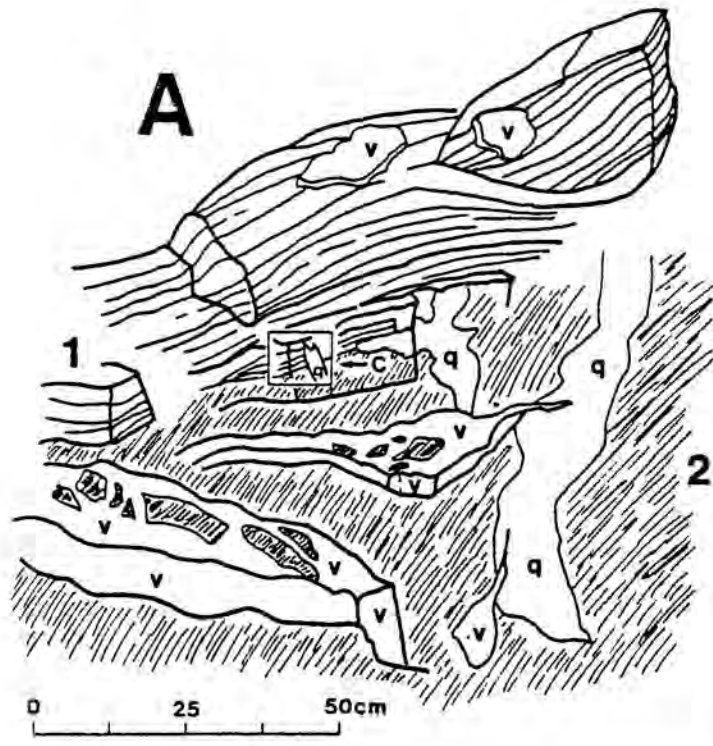


La zona de tránsito entre los filones mayores (verticales) y las pátinas y encostramientos se produce rápidamente, en un tramo vertical de 1-1,5 m., y se caracteriza por presentar filones de variscita de 1-5 cm. de espesor y porque en parte éstos pasan de una disposición vertical a inclinada e incluso localmente interestratificada entre los materiales sedimentarios (véase la fig. 227). Toda esta descripción corresponde al magnífico afloramiento de Serra Is Carradoris, en el Sarrabus Central, pero las diferentes litofacies han sido halladas en mayor o menor proporción en el resto de los yacimientos.

La mineralización consiste principalmente en variscita, y destaca mucho en los afloramientos por su vistoso color verde manzana. El mineral presenta un tamaño de grano muy fino, lo que le da una apariencia masiva en el afloramiento. Como es obvio, desde un punto de vista macroscópico las mejores observaciones proceden del estudio de los filones mayores. En éstos se observa claramente que ha existido una importante alteración hidrotermal previa a la precipitación de la variscita, presente tanto en las salbandas de los filones como en los clastos incluidos en éstos y cementados por la variscita (sericitización, silicificación, fosfatización) y un importante proceso de silicificación posterior a los minerales fosfáticos, que se manifiesta por la existencia de filones de cuarzo macrocristalino de espesor centimétrico-decimétrico, que cortan netamente la mineralización y se acuñan rápidamente hacia la superficie. Este tipo de filones son frecuentes en las zonas de raíz de las liditas estudiadas.

A pesar del amplio predominio de la variscita, ésta no constituye el único mineral fosfático presente. Aunque las sucesiones paragenéticas pueden ser bastante complejas en el detalle, podemos señalar como una tendencia general el hecho de que el primer precipitado fosfático en el interior de los filones suele ser una fina pátina (a lo sumo unos pocos mm. de espesor) de un mineral parduzco que al microscopio se puede identificar como colofana.

Fig. 227.- Mineralizaciones de variscita de Serra Is Carradoris. Leyenda: 1/ Liditas bandeadas; 2/ Materiales siliciclásticos; v/ Variscita; q/ cuarzo lechoso macrocristalino; j/ precipitado hidrotermal silíceo gris (de "tipo lidita") dispuesto en una cavidad subhorizontal. A.- Esquema tridimensional. B.- Esquema en sección de las relaciones entre la mineralización, los filones de cuarzo y el encajante. C.- Detalle del sector encuadrado en A.



Este precipitado reposa directamente sobre las salbandas sometidas a diferentes procesos de alteración hidrotermal (corrosiones, silicificaciones, fosfatizaciones, etc.) e incluso en algunos casos sobre un precipitado silíceo, o bien en bandas alternantes cuarzo-colofana. A continuación del precipitado de colofana solemos hallar el depósito principal de variscita.

El tránsito entre ambos puede ser abrupto, o más o menos gradual, con la aparición de agregados fibroso-radiales de tipo esferulítico de variscita en el seno de la colofana; esta variscita, y en ocasiones también el primer precipitado continuo (de espesor milimétrico o menor) de variscita existente tras el nivel de colofana pueden contener pequeños cristales de apatito, muy similares a los que hallamos en las mineralizaciones estratiformes en el seno de las liditas (véase GIMENO 1988 a, fig. n.4; y fig. 228).

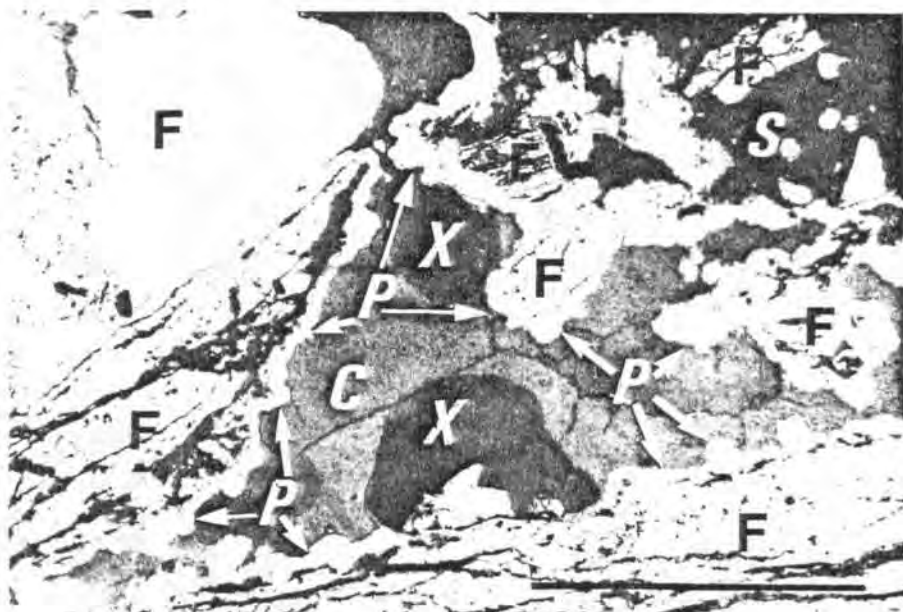


Fig. 228.- Mineralización fosfática epigenética. Nótese la existencia de una complicada secuencia paragenética: P/ Variscita. C/ Colofana. S/ Colofana con esferulitos de variscita (que a su vez contienen inclusiones de apatito idiomórfico). X: material anisótropo similar a colofana (férrico-fosfático, véase el texto). F/ Clastos de salbanda (silicificados, fosfatizados, etc.) cementados por los minerales fosfáticos. Luz polarizada; la escala gráfica corresponde a 3 mm.

Por lo que se refiere a la mineralización de variscita, se trata de un producto microcristalino de tipo fibroso-radial, muy masivo, en el seno del cual se pueden hallar estructuras de tipo geódico (véase GIMENO 1988 a, figs. 5, 8 y 9), algunas de las cuales han sido totalmente obliteradas y únicamente se pueden reconocer por la existencia de agregados fibroso-radiales convergentes de un tamaño ligeramente mayor.

El estudio petrográfico no ofrece mucha más información, con la excepción de pequeñas variaciones de coloración de la variscita, correspondientes presumiblemente a bandas de crecimiento (quizás con ligeras variaciones composicionales) por su carácter concéntrico respecto a los agregados fibroso-radiales, y a la constatación de que en el seno de la variscita existen nuevos precipitados de colofana similares (si bien de menor importancia) a los ya descritos (véase GIMENO 1988 a, figs. 4 y 10). (Para una descripción detallada de los minerales "rojizos" asociados a la colofana véase más adelante).

15.3.2.1.2.- Mineralogía.

Por lo que se refiere a la mineralogía de la variscita, desde el trabajo de PELLOUX (1912) ya teníamos noticia de que en el yacimiento de Genn'Arela se trataba de variscita ferrífera, datos confirmados por MARCHESINI & DE MICHELE (1967), y ya con difractogramas de R-X por CONTI-VECCHI (1971). Los difractogramas que hemos obtenido a partir de variscita de los diferentes afloramientos localizados a lo largo del Sarrabus confirman la presencia de variscita ferrífera, de acuerdo con los datos estructurales más recientes (fichas J.C.P.D.S., 1982).

Sin embargo, el microscopio electrónico de barrido (y el microanalizador asociado) ha proporcionado nuevos datos, tanto por lo que se refiere a las características texturales de las mineralizaciones como por lo que respecta a su composición química. Por una parte, las micropruebas han permitido descubrir que, contrariamente a lo que parecían indicar los difractogramas, la variscita es mucho más abundante de lo que parecía, siendo en algunos lugares marcadamente más abundante que la variscita férrica.

En algunas cavidades geódicas se observa una zonación característica, desde el interior al exterior de la masa de variscita, siendo éste férrico mientras que por el contrario la mayor parte de la masa fibroso-radiada de variscita no presenta contenidos significativos en Fe; esta observación guarda buena correlación con las zonaciones de variscita ya descritas en el estudio petrográfico. En algunos casos el empleo del microscopio electrónico permite observar que la pátina más superficial y férrica de variscita aparece agrietada en las geodas, indicando

una retracción que quizás corresponda a un proceso de deshidratación (véase GIMENO 1988 a, figs. 6 y 7).

El microscopio electrónico permite también distinguir la existencia de pequeños cristales de silicatos que quedaban fuera de nuestras posibilidades de observación en el estudio petrográfico. Estos cristales aparecen tanto sobre la variscita en las cavidades geólicas como en el seno de ésta (véase GIMENO 1988 a, figs. 5, 7 y 8), indicando una cristalización simultánea con ésta (véase GIMENO 1988 a, fig. 10).

Aunque aún no conocemos la mineralogía detallada de estos cristales, el empleo del microanalizador incorporado al microscopio electrónico nos ha permitido hacernos una idea sobre su composición. Se trata de diferentes silicatos: el microanálisis permite reconocer asociaciones del tipo Si-Al, Si-Al-Fe, Si-Al-Fe-K, y Si-Al-Ca que corresponden muy probablemente en su mayoría a filosilicatos. El análisis semicuantitativo permite reconocer igualmente importantes variaciones en los contenidos relativos de los diferentes elementos, y muy en especial por lo que se refiere a Si y Al.

El empleo de esta técnica analítica nos ha permitido igualmente constatar la existencia de otros metales en el seno de los fosfatos. Dentro de éstos lo más destacable es la existencia de fosfatos con elevados contenidos en Pb y Si en el seno de la variscita fibroso-radial (véase GIMENO 1988 a, figs. 8 y 9) y la existencia de elevados contenidos en Cu en algunos de los clastos intensamente alterados que aparecen en el filón cementados por la variscita. En nuestra opinión hay que relacionar la existencia de estos metales con la presencia de mineralizaciones de origen hidrotermal de galena, calcopirita, etc. que como ya hemos señalado aparecen esporádicamente en diseminaciones en el seno de los stockworks silíceos en las zonas de raíz de las liditas.

Ante estos resultados se procedió a investigar los fosfatos mediante la microsonda electrónica, para obtener microanálisis cuantitativos. Las muestras de las mineralizaciones estratiformes que también fueron investigadas sólo permitieron confirmar la paragénesis simple descrita en el cap. 5.5.2.3.

Para el estudio microquímico hemos empleado un patrón complejo con P-Ca-Mn-Fe-Cu-Pb-Al-Si-Na-Mg, especialmente confeccionado para la ocasión por el Prof. C. Garbarino (C.N.R., Cagliari). La elección de los elementos constituyentes del patrón estuvo condicionada tanto por las posibilidades instrumentales como por la paragénesis previsible (NRIAGU, 1984). La primera conclusión de este estudio fue la ausencia de minerales constituidos por Mn, Na, Ca y Mg; estos elementos no aparecen o se encuentran en cantidades pequeñas (inferiores al 1-2 % en el caso de CaO y MgO) y sólo en pocos análisis.

Como ha sido indicado más arriba en la descripción petrográfica, podemos considerar dos tipos de minerales fosfáticos: por una parte los minerales "verdes" del tipo variscita, que de hecho tienen colores blanco-amarillentos bajo nicóles cruzados, y los productos "rojizos" (de color rojo, marrón, pardo-anaranjado, etc., con luz paralela) de tipo colofana, que también contienen minerales anisótropos.

Los datos procedentes de estos dos grupos de minerales han sido clasificados en dos tablas. En dichas tablas los contenidos relativos en los diferentes óxidos están expresados en %; sólo han sido recogidos los datos referidos a los principales componentes de los minerales. El contenido en Fe está expresado como Fe total. El contenido en H₂O, no determinable directamente, ha sido calculado indirectamente a partir de la adición de los diferentes óxidos y considerando un análisis teórico al 100 %; por lo tanto, se trata de valores de H₂O meramente indicativos.

El grupo de los minerales "verdes" tiene una cierta uniformidad composicional, si bien en realidad el contenido en los diferentes óxidos (y en particular en P₂O₅) varía notablemente (véase la fig. 229). Los términos más próximos a la composición típica de la variscita son los tres del sector central de la tabla (P₂O₅ entre el 42.5-43.3 %); se trata de tres puntos en los que la mineralización es moderadamente ferrífera. De todos modos hay que resaltar que los términos más ricos en Fe (strengita) de la serie variscita-strengita están indudablemente ausentes de la paragénesis, y el Fe aparece principalmente concentrado en los productos "rojizos".

Los microanálisis confirman plenamente la existencia de Cu en las variscitas; sin embargo, los contenidos no llegan nunca a los presentes en los minerales del grupo de la turquesa (NRIAGU 1984, p. 120), mientras que los contenidos en Al₂O₃ (y también en H₂O, calculados indirectamente a partir de los microanálisis) son ligeramente superiores que en el citado grupo.

Por último, entre estos fosfatos "verdes" se puede observar que los términos más anhidros son igualmente los más ricos en P, llegando hasta a un 10 % más del que podemos considerar "normal" en las variscitas. Este enriquecimiento está asociado a otro un poco menor en Al₂O₃, y a la desaparición casi total del Cu. Los minerales que muestran este enriquecimiento presentan las mismas características petrográficas que los otros, y no hemos localizado hasta ahora otras diferencias, que de todos modos dado el tamaño cristalino sólo serían reconocibles con el microscopio electrónico.

Fosfatos verdes

P2O5	Al2O3	FeO	CuO	H2O
32.3	35.4	3.2	4.0	22.5
34.8	38.7	1.1	3.2	21.8
35.7	37.9	0.8	2.1	24.4
36.3	39.6	1.1	2.0	20.8
36.3	39.2	1.0	2.8	20.5
38.6	37.8	0.7	1.8	20.9
38.9	32.3	1.5	---	26.1
39.9	37.7	0.9	2.0	19.3
40.2	37.6	0.9	1.9	19.3
42.5	29.5	6.2	---	18.8
43.1	29.7	3.1	---	23.9
43.3	30.9	2.1	---	23.5
45.5	33.0	1.8	---	19.5
47.3	35.0	2.0	---	15.2
47.4	33.4	3.5	---	15.5
47.7	30.9	6.7	---	14.4
48.0	34.3	3.4	0.7	14.3
49.1	34.9	1.0	---	14.8
49.5	35.2	1.2	---	14.0
50.2	34.6	1.1	---	14.7
50.2	34.7	0.9	---	14.9
51.0	34.1	1.9	---	12.8
52.0	34.6	1.4	---	12.8
52.6	36.2	0.7	---	10.3
53.1	36.7	0.8	---	9.1
53.5	36.6	1.1	---	8.7
53.7	35.3	2.4	---	8.3
54.1	36.1	1.7	---	7.8

Fig. 229.- Datos de los microanálisis efectuados sobre las variscitas ("fosfatos verdes").

Por lo tanto, y en el estado actual de los conocimientos y después de comparar con los diferentes minerales fosfáticos tabulados hasta la actualidad (NRIAGU 1984) hemos concluido que la totalidad de los minerales "verdes" forman parte del mismo grupo, es decir, el de la variscita.

Finalmente, se puede concluir respecto a la variscita que en general la presencia de más Fe en la estructura no está

asociada a la disminución del Si o el Al, sino a la reducción del volumen de agua presente en el mineral. La presencia de Pb (siempre en pequeña cantidad) no parece tener ninguna correlación con el Si, el Al o el Fe, y no es exclusiva de las variscitas, hallándose también en los materiales "rojizos".

La tabla correspondiente a los minerales rojizos es más variada y muestra al menos la existencia de tres grupos de minerales (fig. 230). El grupo con contenidos de FeO comprendidos entre el 53.3 y el 59.2 % corresponde a los materiales de color rojo-marrón caracterizados petrográficamente como colofana. Se observa en este grupo una notable variabilidad en los contenidos de P y Al. De todos modos, hay que resaltar la presencia de altos contenidos en P, y la constante presencia de Si en pequeñas cantidades. Se puede interpretar que estamos en presencia de un precipitado de quimismo variable, de baja cristalinidad.

El segundo grupo está constituido por silicatos de Fe con contenidos de P₂O₅ del orden del 4%. Estos silicatos se manifiestan petrográficamente como minerales rojos, anisótropos, y se distinguen de la colofana (a la que están espacialmente asociados) porque ésta tiene un color más próximo al marrón y es isótropa.

Finalmente, el tercer grupo está constituido por minerales anisótropos idiomórficos de color rojo mucho más intenso que los anteriores, y con una estructura zonada (bandas de crecimiento). Localmente se observa que en lugar del carácter idiomórfico este mineral se adapta a la morfología irregular de diferentes cavidades que rellena, conservando siempre el color rojo sangre característico. En estos casos es muy frecuente observar la existencia de fracturas más o menos irregulares en el mineral, pero con una cierta tendencia radial; estas fracturas se pueden hallar también en los sectores más externos de los cristales idiomórficos (valores de Al₂O₃ del 10.4 %) y sugieren la existencia de procesos de deshidratación. El contenido en P₂O₅ es bastante alto, entre el 12.3-16.7 %, pero de todos modos son minerales en los que el Fe es mucho más abundante que el P.

Fosfatos rojos

an.	FeO	P2O5	Al2O3	SiO2	H2O
10	13.0	4.1	28.5	37.5	15.8
9	14.2	5.1	26.4	36.6	15.6
14	15.0	3.9	27.4	34.8	17.5
50	23.2	40.5	27,6	2.0	6.2
43	30.0	22.0	12.4	15.7	18.7
8	53.4	16.4	7.2	2.5	18.8
28	53.9	9.2	12.2	6.6	17.3
8b	54.4	16.6	6.8	1.9	18.9
37	54.8	11.1	12.0	3.0	17.7
36	59.2	9.4	8.1	1.5	21.1
12	59.6	16.7	3.4	----	20.1
48	60.2	15.4	10.4	----	14.4
44	60.6	13.4	6.3	----	19.1
13	60.9	17.2	3.4	----	28.1
47	61.3	13.6	5.4	----	19.1
45	62.2	12.9	5.2	----	19.3
46	63.5	12.3	5.3	----	18.3

Fig. 230.- Datos de los microanálisis efectuados sobre los fosfatos rojizos (colofana y otros productos).

Además de estos tres grupos principales existen sin duda otros minerales fosfáticos, y hemos analizado puntos en los cuales las condiciones de trabajo de rutina no nos han permitido distinguir fases minerales individuales, sino que debido al reducido tamaño de los cristales (véase la precedente descripción textural y microquímica realizada con el microscopio electrónico) hemos analizado sin duda mezclas de minerales. Estos análisis no han sido consignados en las tablas, pero nos permiten confirmar la fosfatización de algunos clastos (de lidita, materiales siliciclásticos, etc.) de relleno de los filoncillos fosfáticos, así como de las salbandas de éstos.

Entre los minerales indudablemente distinguidos se puede resaltar la existencia de un fosfato isótropo, homogéneo, de color amarillo-anaranjado, que aparece en pequeñas cavidades (véase el análisis nº 50) en relación espacial directa con la variscita y la colofana. Este mineral, muy raro en los filones

estudiados, podría formar parte de la serie variscita-strengita si tomamos en coinsideración su composición química. En contra de esta posibilidad está el hecho de su textura homogénea, que contrasta con la fibroso-radiada típica de la serie variscita-strengita, y en particular con las variscitas que hemos tenido ocasión de estudiar.

En otros casos los datos de la microsonda y de la petrografía no nos permiten tener la seguridad de estar en presencia de una sola fase mineral o de una mezcla (por ej., véase el análisis nº 43).

La caracterización estructural de las variscitas presentes no es fácil, tanto por el hecho de las grandes similitudes de los polimorfos del fosfato aluminico (similitudes que obviamente se hallan también en los parámetros obtenidos a partir de los difractogramas) como por la casi constante presencia de cuarzo, que dificulta notablemente la interpretación, dada la coincidencia de algunos de sus picos principales con los de las variscitas en los difractogramas.

De todos modos, los resultados obtenidos parecen confirmar plenamente la existencia de variscita "Messbach-type" (SALVADOR & FAYOS, 1972). Este tipo de variscita es ampliamente predominante en las muestras estudiadas, pero se puede distinguir también la existencia de pequeñas cantidades de variscita "Lucin-type" (SALVADOR & FAYOS, 1972).

Los datos proporcionados por los diferentes autores (fichas J.C.P.D.S., 1980; NRIAGU, 1984; etc.) no coinciden totalmente, y nos permiten sospechar igualmente la presencia de variscita ferrífera en cantidades aún más reducidas. Esta interpretación es coherente con los datos proporcionados por SALVADOR & FAYOS (1972) y en conjunto también es coherente con los análisis microquímicos cualitativos previamente expuestos. El resto de los minerales fosfáticos descritos anteriormente aparecen en la paragénesis en cantidades excesivamente pequeñas y no hemos podido aislar muestras lo bastante puras como para obtener una identificación estructural mediante difractogramas de rayos X.

15.3.3.- Significado genético de las mineralizaciones fosfáticas. Comparación con los datos disponibles en la bibliografía.

15.3.3.1.- Consideraciones sobre las mineralizaciones singenéticas.

Es un hecho bien conocido que la mayor parte de los yacimientos de fosfatos explotados en la actualidad tienen un origen sedimentario relacionado con procesos paleogeográficos de grandes dimensiones: existencia de amplias plataformas epicontinentales, contexto climático adecuado para la formación de grandes cantidades de biomasa, amplios océanos que permiten el desarrollo de corrientes oceánicas de tipo "upwelling", etc.

Como consecuencia de todo esto, la mayor parte de estos yacimientos fosfáticos tienen gran extensión areal, y existen periodos de fosfogénesis muy bien delimitados, por lo que son frecuentemente empleados criterios de tipo cronoestratigráfico en su prospección (COOK & McELHINNY, 1979; NOTHOLT 1980; COOK 1984, etc.). Sin embargo, esto no excluye que yacimientos fosfáticos similares a los que hemos estudiado y descrito en este trabajo sean bien conocidos desde hace bastante tiempo, y admitan una comparación con los ejemplos aquí expuestos. Esta comparación debe necesariamente partir de las mineralizaciones estratiformes, que son las más abundantes y además presentan menos incertidumbres respecto a su origen que las filonianas.

Existe toda una escuela de autores franceses que han trabajado en el sector de la Montagne Noire y se han ocupado de mineralizaciones fosfáticas estratiformes similares a las que hemos estudiado en el Sarrabus. Esta escuela comienza con el trabajo clásico de GEZE (1949). Este autor reconoció que las liditas eran un sedimento propio de un medio de baja profundidad, de carácter químico y directamente relacionado con la existencia de volcanismo activo (del que procedía el stock de sílice) en la cuenca.

Por lo que se refiere a los depósitos de fosfatos contenidos en las liditas fue muy explícito:

"De la silice et du phosphate de chaux (provenant de l'apatite) ayant été libérés abondamment à cette époque, on s'explique les changements survenus dans les conditions de sédimentation et le dépôt de lydiennes à nodules phosphatés au lieu des calcaires noduleux rencontrés auparavant et encore un peu après. Il est d'ailleurs intéressant de noter, comme confirmation de cette manière de voir, que les lydiennes sont spécialement développées dans le sud des Monts de Faugères et dans les écaillés des Cabrières, précisément au voisinage de la zone où

nous voyons actuellement les porphyrites, tandis que nous éloignant vers le nord les lydienes diminuent l'importance et se fondent dans la série calcschisteuse" (op.cit., p. 80).

Dentro de esta misma línea de pensamiento BIDAUT (1953) describía la existencia de cherts fosfáticos en el Dinantiense del Pirineo Centrooriental y la Montaigne Noire: "Je propose ici d'attribuer au phosphore une origine directement interne et de voir dans les nodules phosphatés silicieux et carburés les produits d'exhalations volcaniques sous-marines..." (op.cit., p.185).

Para este autor los fosfatos presentes en los cherts dinantienses tendrían el mismo origen que dichos cherts, representando los productos de oxidación de manifestaciones apicales de un vulcanismo submarino; de este modo los nódulos fosfatados (principalmente constituidos por apatito), las liditas que los contienen y los materiales carbonáceos que constituyen tránsitos laterales y verticales de éstas en muchos lugares (y que también contienen nódulos de fosfatos) tendrían una formación directa a partir de fumarolas submarinas, que habrían producido principalmente emanaciones de SiCl_4 y compuestos fosforados muy volátiles, los cuales se oxidarían por enfriamiento brusco al contacto con el agua de mar.

Esta conclusión, basada puramente en observaciones de campo y realizada en tiempos en los que el desarrollo de la teoría del "upwelling" no tenía la expansión y fuerza actual, es extraordinariamente "moderna", si tenemos en cuenta los resultados recientes de las campañas oceanográficas en el campo de las fumarolas submarinas, pero en aquellos momentos quedó abandonada ante el empuje creciente de los fosfatos puramente sedimentarios en el campo industrial.

BIDAUT (1953) fue más lejos en sus conclusiones, sugiriendo que es posible que las substancias carburadas que acompañan a las liditas fosfáticas tuvieran el mismo origen que proponía para éstas. Hay que resaltar que este autor basaba dichas conclusiones en observaciones petrográficas y texturales, y que había contemplado la posibilidad de una fosfatización secundaria de los nódulos, descartada precisamente en base a dichas observaciones. Asimismo señaló que existían argumentos para pensar lo mismo de los yacimientos manganesíferos ligados a las mismas litologías en el mismo contexto geográfico, y resaltó finalmente que en los materiales fosfáticos era frecuente la presencia de vanadio en cantidades discretas, presencia que justificaba en base a su comportamiento geoquímico análogo al del P.

Posteriormente, KRYLATOV (1963) trabajando sobre los mismos materiales realizó diferentes observaciones adicionales. En primer lugar, señaló su relación con periodos de inestabilidad tectónica, litofacies carbonáticas condensadas y discordancias

internas en el interior de la serie sedimentaria. Por lo que se refiere a las litologías silíceas, este autor emplea el término jaspes, indicando que lo hace sin más connotaciones genéticas, pero matizando que el término radiolaritas ha sido abusivamente utilizado.

KRYLATOV (1963) resalta por lo que se refiere a estos jaspes que pueden contener radiolarios, que se hallan en ocasiones relacionados con el relleno inicial de cavidades kársticas en calizas, y estrechamente asociados a las metalizaciones de Mn, tal como había ya sugerido BIDAUT (1953), y a niveles de cineritas. Por lo que se refiere a la naturaleza de su afloramiento, señala que aparecen discontinuamente a lo largo de la vertiente norte de los Pirineos, desde el valle de Aspe hasta el macizo de Monthoumet, y que en el detalle muestran grandes analogías con algunas de nuestras litofacies de liditas radicadas: "Malgré leur dureté les jaspes, de même que les roches de leur cortège, se sont comportés lors des plissements hercyniens comme un matériau extrêmement plastique... Les couches les plus tranquilles en apparence peuvent montrer des charnières très frustes qui invitent a une très grande prudence d'interpretation" (op.cit., p.394).

Por lo que se refiere a la génesis de las liditas, las mineralizaciones de Mn y las de P, KRYLATOV (1963) es mucho más prudente que BIDAUT (1953), y señala que deben ser relacionadas con una actividad volcánica, apoyándose principalmente en trabajos de otros autores, en la presencia de cineritas y en las relaciones entre los jaspes y porfiritas, conocidas desde los tiempos de GEZE (1949) en la Montagne Noire, pero mostrándose siempre poco concluyente en el caso de las mineralizaciones de P.

Como se ve, estos trabajos de autores franceses resultan fácilmente comparables con nuestras observaciones, tanto por la similitud entre las series litoestratigráficas (a pesar de su diferencia de edad con las nuestras) como porque la proximidad geográfica conlleva proximidad científica, y no resulta extraño acceder a esta información. Dentro de este contexto, sólo podemos añadir que el trabajo de BIDAUT (1953) resultaba extraordinariamente avanzado para su época, y que de hecho ya contemplaba la existencia de yacimientos de tipo Sedex con paragénesis atípicas (es decir, yendo más allá de la asociación clásica Fe-Pb-Zn-Cu); aunque podamos aportar mucha más documentación y ejemplos concluyentes, lo que se tenía que decir sobre el tema está ya en el trabajo de este autor.

Sin embargo, existen otros ejemplos de yacimientos importantes de análogas características (sedex). El más notable sin duda alguna es el celeberrimo yacimiento de Fe de Kiruna, muy conocido por sus dimensiones y su importancia estratégica, y en el que se ha popularizado una teoría genética de tipo magmático-intrusivo desde el trabajo de GEIJER (1919). Sin embargo, PARAK (1975) ya

indicó claramente que la metalización (principalmente constituida por magnetita, hematites y apatito) tenía un origen sedimentario, claramente evidenciado por la existencia de menas bandeadas y con estructuras sedimentarias y brechas de origen sedimentario con clastos formados de estas menas.

PARAK (1975) señaló que en el origen de ese bandeado habían influido probablemente la existencia de soluciones coloidales (op.cit. p.140), describió en detalle las rocas volcánicas (en gran parte extrusivas) que habían sido previamente consideradas plutónicas y concluyó que las menas se formaron por sedimentación en conexión con volcanismo. Más recientemente PARAK (1985) ha aportado nuevos datos sobre el yacimiento, confirmando el trabajo que acabamos de citar e insistiendo sobre la conexión de la metalización fosfática (al igual que la de Fe) con procesos hidrotermales relacionados con el desarrollo del volcanismo, sin excluir que en el caso del P éste no proceda únicamente de lixiviación de rocas volcánicas (durante los procesos de espilitización, etc.); en concreto apunta la posibilidad de que hayan sido lixiviadas mineralizaciones fosfáticas existentes en el substrato en el momento de formación de las menas de Kiruna.

El caso de Kiruna es especialmente interesante por varios aspectos, y por ello ha sido traído a colación aquí. En primer lugar, se trata de un yacimiento de dimensión internacional, lo cual demuestra que pueden formarse grandes concentraciones de apatito por procesos de tipo sedex, independientemente de que sean explotadas para el beneficio de éste o de la metalización acompañante. En este sentido hay que tener en cuenta que los contenidos en P pueden ser localmente muy altos en las liditas fosfáticas que hemos estudiado en Cerdeña, y que aunque las dimensiones de los cuerpos de liditas existentes en el Sarrabus son en general reducidas, la gran abundancia de éstos y la ubicuidad de las mineralizaciones fosfáticas en ellos hacen que el volumen total de P implicado en la mineralización sea necesariamente muy grande.

En segundo lugar, el yacimiento de Kiruna tiene parentesco químico no solamente con el tipo de yacimientos que hemos estudiado en este apartado, sino también con otros grandes yacimientos, como por ej. las masas de sulfuros masivos del tipo piritita; en uno y otro tipo de mineralización el principal metal presente es el Fe. En los sulfuros masivos, lo esencial del volumen de Fe aparece en una facies reducida, mientras que por el contrario en el caso de Kiruna se trata de facies oxidadas; esta diferencia puede tener tanto un origen paleogeográfico como ser reflejo de las diferentes características de los fluidos hidrotermales metalizantes en uno y otro caso. Las similitudes entre ambos tipos de metalizaciones son mayores si tenemos en cuenta el contexto volcánico en el que se han formado; de las rocas volcánicas puede proceder en buena parte el Fe contenido en las metalizaciones.

En tercer lugar, el yacimiento de Kiruna ha tenido mucha importancia desde el punto de vista doctrinal; fue definido como un tipo de origen magmático intrusivo y existen diferentes yacimientos atribuidos a él. El yacimiento de Kiruna en sí mismo ha sido muy bien estudiado desde el punto de vista geoquímico, y sin embargo el origen de tipo sedex no ha sido admitido aún por algunos autores aferrados a la antigua teoría genética, en buena parte esgrimiendo datos geoquímicos. La interpretación correcta de toda esta masa de datos geoquímicos puede esclarecer muchos aspectos de los yacimientos de tipo sedex.

Además de las metalizaciones fosfáticas de la Península Ibérica (véase el cap. 15.3.3.2.), existen otras mineralizaciones extremadamente semejantes a las que ya hemos descrito. Se trata de las existentes en Toquima Range, Central Nevada, en los U.S.A. (COLES & SNYDER 1985). Estos autores ofrecen (op.cit. p.574) la siguiente descripción: "Phosphate occurs as light-gray nodules, lenses and streaks within dark-gray to black chert (which in places has shaly partings) and sparsely within argillite. The matrix lacks coarse detritus or features associated with current deposition, so that the phosphate nodules and lenses are very likely in situ and not redeposited. The chert beds are 5-30 cm. thick. Spherical nodules 1-4 cm. in diameter occur together with elongate phosphate lenses, suggesting that elongation is not due to homogeneous compaction of strain of spheres but rather may be an original sedimentary feature. Phosphate also occurs in streaks parallel to bedding. The lenses serve as structural markers by emphasizing folds".

De esta descripción se puede deducir fácilmente que se trata del mismo tipo de mineralización; las ilustraciones del artículo son también muy expresivas, con algunas fotos prácticamente idénticas a algunas de las de las mineralizaciones del Sarrabus (véase las figs. 47, 48, etc.).

Dentro de la descripción de litofacies, hay que señalar que al igual del caso estudiado en el Sarrabus estos autores indican que los cherts contienen graptolites y radiolarios. Por lo que se refiere a los materiales presentes, en Toquima Range predominan igualmente las facies siliciclásticas, entre las que hallamos interestratificados los cherts fosfáticos, y localmente existen también intercalaciones de lavas y lentejones carbonáticos. Si exceptuamos un afloramiento excepcional de más de 2 Km. de longitud, elongado, la mayor parte de los cherts tienen pequeñas dimensiones y aparecen aislados en el seno de los materiales siliciclásticos; COLES & SNYDER (1985) piensan que esto se debe a la existencia de fracturas que interrumpen la disposición normal de las capas. En su trabajo no existen referencias a la existencia de facies siliciclásticas proximales similares a las que hemos descrito en el Sarrabus.

Hay que resaltar que COLES & SNYDER (1985) realizan prácticamente la misma interpretación que KRYLATOV (1963) respecto al posible papel de la tectónica en la génesis de determinadas estructuras en el seno de las lilitas o los nódulos de apatito.

Es muy remarcable que COLES & SNYDER (1985) realicen una descripción tan detallada de los nódulos esféricos indeformados y los nódulos discoidales deformados coexistentes, aunque su interpretación genética sea muy diferente: proponen un modelo de tipo "upwelling" para la génesis de estas mineralizaciones. Estos autores indican igualmente que este tipo de mineralizaciones se extienden a lo largo de importantes extensiones en los U.S.A.: "Vargas's (1982) suggestion that lower to middle Paleozoic phosphatic shale and chert in the northern Sierra Nevada was deposited near the western margin of North America is strengthened by the occurrence of similar phosphatic chert in Nevada" (op.cit. p. 575).

La interpretación genética de tipo "upwelling" ofrecida por COLES & SNYDER (1985) se basa en la existencia de un margen continental durante el Silúrico en este sector de los U.S.A.; podemos hallar interpretaciones de este tipo en diferentes trabajos recientes (por ej. HURST et al. 1985). Sin embargo, este tipo de interpretaciones se basan en atribuciones de edades a determinadas formaciones que, de hecho, son heterócronas y se prolongan a lo largo de lapsos de tiempo largos (véase por ej. comentarios al respecto en JOHNSON 1985); por no hablar de las repeticiones de determinadas litofacies en el espacio y el tiempo.

Si consideramos toda la información ofrecida en el presente trabajo respecto a los cherts del Sarrabus, su relación con las otras litofacies, su significado paleoambiental y paleogeográfico, y sus metalizaciones fosfáticas, parece razonable pensar que las metalizaciones presentes en Toquima Range son análogas a las estudiadas en Cerdeña, y su extensión e importancia, unida a los casos comentados del Pirineo y a los que se comentarán de la Península Ibérica (véase el cap. 15.3.3.2.) permiten confirmar su persistencia en el tiempo y su ubicuidad en el espacio, con independencia de que se den las condiciones idóneas para una fosfogénesis "clásica" sedimentaria de tipo "upwelling".

Existen otros trabajos recientes de autores norteamericanos que presentan igualmente analogías en sus descripciones con respecto a las que hemos realizado en los materiales del Sarrabus. Así, podemos señalar que KIDDER (1985) describe nódulos fosfatados similares en el Midcontinent Pennsylvaniense del Noreste de Oklahoma y el este de Kansas. En esos casos la litificación del nódulo de apatito es igualmente precoz con respecto a la de la roca encajante, los contenidos de microfau-na son semejantes a los del Sarrabus y no existen procesos de reconcentración secundarios importantes, pero el encajante es de

tipo pelítico carbonáceo, y los nódulos han sido interpretados igualmente dentro de un modelo genético relacionado con la existencia de corrientes de "upwelling". En estos casos no podemos pronunciarnos sobre el grado real de similitud de las mineralizaciones, ya que puede tratarse de meras convergencias de litofacies durante el desarrollo de la diagénesis.

Otra mineralización en parte semejante a los nódulos fosfáticos singenéticos del Sarrabus es la estudiada por PRIAN (1980) en el Cámbrico de la vertiente septentrional de la Montagne Noire, Francia. Se trata de delgados horizontes calcáreo-fosfáticos alternantes con coladas volcánicas interestratificadas (de centimétricas a pluricentimétricas), niveles volcanoclásticos (piro- y epiclásticos) y pasadas vulcanosedimentarias retrabajando a su vez volcanoclastos de rocas ácidas y básicas y fosfoclastos (op.cit. p. 104).

Por lo que se refiere a las litofacies no retrabajadas, el P aparece como nódulos y clastos blandos de fluorapatito, en un contexto ampelítico y piritoso. Este autor no postula una relación directa entre vulcanismo y mineralización fosfatada, ni sugiere la posible presencia de mineralizaciones de tipo sedex, sino que sugiere que las condiciones físico-químicas reinantes durante la aparición de las intercalaciones volcánicas pueden ser las más idóneas para las precipitación del fosfato.

De cualquier modo, la relación con el vulcanismo es muy clara, y tenemos que considerar que aunque el Cámbrico es un periodo fosfogénico importante la distribución de los yacimientos de Europa Occidental de origen claramente biogénico no guarda ninguna relación con estas metalizaciones (BRASIER 1980); por el contrario, en la mayor parte de la Montagne Noire se conocen concentraciones polimetálicas (BOYER & ROUTHIER 1974, BEZIAT & TOLLON 1976, BEZIAT et al. 1980, etc.) que a la luz de los datos disponibles en la actualidad (BEZIAT et al. 1986, CALEFFI et al. 1986) pueden ser interpretados como de carácter sedex por analogía a litofacies semejantes aflorantes en las Cadenas Costeras Catalanas (GIMENO 1986, 1987; GIMENO & VILADEVALL 1987).

De cualquier modo, con las descripciones suministradas por PRIAN (1980) no podemos avanzar más conclusiones; los fosfatos por él descritos son también relativamente similares a los que aparecen en diferentes niveles del Paleozoico inferior de la Zona Asturooccidental-Leonesa del Macizo Ibérico, que ahí aparecen en clastos blandos e intraclastos en facies de tempestitas (C.ARAMBURU, com. personal, sept.1986).

15.3.3.2.- Consideraciones sobre las mineralizaciones epigenéticas.

Por lo que se refiere a la génesis de las mineralizaciones de variscita, existe poca bibliografía disponible al respecto. Podemos indicar que efectivamente los fosfatos de tipo turquesa y variscita generados mediante procesos hidrotermales son bastante característicos, y que esto es bien conocido desde antiguo (DE LAUNAY 1913, LACROIX 1927, etc.) en especial en relación con rocas volcánicas brechificadas y con filones estanníferos. No obstante, el mismo LACROIX (1927) ya definió la existencia de procesos supergénicos análogos a los de lateritización mediante los cuales se producía variscita a expensas de niveles masivos de guano; estos procesos fueron observados en islas sometidas a un clima tropical y Lacroix llamó a este proceso variscitización (op.cit. vol.4 p.482).

La diferencia entre ambos procesos genéticos es considerable, pero en principio podrían plantearse dudas sobre si las mineralizaciones epigenéticas de variscita estudiadas en el Sarrabus corresponderían a un tipo u otro. En nuestra opinión hay tres criterios que permiten excluir totalmente un origen supergénico.

En primer lugar, la alteración hidrotermal que acompaña a la mineralización, y su disposición en el espacio, claramente controlada por la existencia de fracturas sinsedimentarias y en estricta relación con exhalitas hace que sea más razonable un origen como el propuesto mas arriba, de tipo sedex.

En segundo lugar, el hecho de que la mineralización tenga un carácter centrífugo en relación con el foco hidrotermal deducido aboga sin duda por un origen en relación con éste, ya que tal disposición no tendría porqué existir si el origen fuera supergénico. Además, en tal caso lo razonable sería que las mineralizaciones epigenéticas no aparecieran confinadas en la zona del antiguo efluente hidrotermal, ya que las extensas prolongaciones estratiformes de las liditas contienen abundantes nódulos fosfáticos, y en ningún caso se ha hallado en ellas mineralizaciones epigenéticas de variscita.

Finalmente, existen razones de tipo físico-químico y textural para que no puedan ejercerse analogías entre las mineralizaciones estudiadas y los procesos de variscitización descritos por LACROIX (1927). En esos casos se produce la formación de variscita a partir de fosfatos amorfos de tipo guano, de origen orgánico y preferentemente fecal. Se trata de un producto inestable que da lugar a otros productos fácilmente.

Por el contrario, en el caso de las mineralizaciones fosfáticas estratiformes del Sarrabus (que constituirían el hipotético aporte de un fosfato de origen supergénico) sabemos

que la cristalización del apatito ha sido precoz, y que la misma lidita que los contiene se ha litificado rápidamente, dando una roca dura y extraordinariamente compacta e impermeable; no se trata en absoluto de una situación comparable, ya que desde el momento de su litificación el fosfato ha quedado bloqueado en una especie mineralógica relativamente estable.

Los estudios de alteración realizados sobre perfiles actuales indican con claridad que la formación de la variscita no es fácil, apareciendo entre las zonas caracterizadas por la presencia de crandallita y wavellita, en las que el cuarzo presente ha sido ampliamente corroído o totalmente disuelto (VIELLARD et al., 1979); es evidente que las texturas y las asociaciones paragenéticas halladas en los fosfatos epigenéticos del Sarrabus no son coherentes con una intensa alteración supergénica de ese estilo.

Por su parte, los nódulos fosfáticos no presentan ningún tipo de evidencia textural (ni macro- ni microscópica) de alteración o lixiviación que permita suponer que en algún caso se haya producido remoción de P de ellos, lo que viene a corroborar que se trata de mineralogías estables; sin duda, la gran cantidad de sílice presente (en la lidita, y en intercrecimientos de cuarzo con los apatitos autigénicos de los nódulos) ha contribuído grandemente a la preservación de las mineralogías originales.

Siguiendo en esta misma línea de razonamiento, el mismo tipo de fracturas ocupadas por la variscita apoya la no existencia de procesos supergénicos: por una parte, grandes fracturas con evidentes procesos de alteración hidrotermal en sus salbandas; por otra parte, toda una aureola de pequeñas fracturas, en muchos casos sinsedimentarias y/o originadas por procesos hidráulicos o sísmicos ligados a la actividad hidrotermal y la génesis de las exhalitas. En este sentido podemos calificar a la metalización fosfática epigenética del Sarrabus como relleno de diques neptúnicos relacionados genéticamente con la actividad hidrotermal, en el sentido expresado por HSU (1983).

Aunque existen numerosas referencias de este mineral en el sudeste europeo, no se dispone de estudios que permitan realizar comparaciones con las metalizaciones del Sarrabus. Ello es debido a que la mayor parte de citas proceden del campo de la arqueología, ya que este material ha sido frecuentemente hallado en ajuares de enterramientos prehistóricos, principalmente en Francia y España (DE LAUNAY 1913; LACROIX 1927), en muchos casos en las proximidades de megalitos; y por otra parte, la mayoría de los estudios disponibles sobre este mineral son de naturaleza fundamentalmente mineralógica, tal como ya tuvimos ocasión de observar en el caso de Cerdeña.

Los arqueólogos se plantearon desde el principio el problema de la procedencia de este fosfato ornamental, ya que

podía esclarecer las dimensiones de los circuitos comerciales existentes en épocas prehistóricas si procediera únicamente de un yacimiento. Como ya se ha visto en el caso de Cerdeña, este mineral no es tan raro como pudiera pensarse en un principio. Además de las mineralizaciones sardas, conocemos directamente otros dos yacimientos primarios de este mineral: el de Gavà, en la comarca del Baix Llobregat, en las proximidades de Barcelona, en el que los arqueólogos han podido hallar un complejo minero de época neolítica en Can Tintorer (VILLALBA & GORDO 1983), y el del sector de Palazuelo de las Cuevas, al norte de Alcañices (Zamora) estudiado por ARRIBAS et al. (1971).

Por lo que se refiere a este último grupo de afloramientos, situados entre 10 y 15 Km. al norte de la población de Alcañices, ARRIBAS et al. (1971) realizaron una detallada descripción mineralógica, señalaron que ésta se halla encajada en pelitas y cuarcitas ordovícicas, resaltaron su carácter epigenético y propusieron una edad de la mineralización claramente posthercínica, probablemente terciaria, de tipo supergénico en la línea de lo propuesto por LARSEN (1942) para el yacimiento clásico de Fairfield (Utah, U.S.A.). En el mismo trabajo propusieron igual génesis y edad para las mineralizaciones de Mn presentes en la misma región. En todo el sinclinal de Alcañices existen numerosos afloramientos de liditas de análogas características sedimentológicas y paleogeográficas que las descritas en el Sarrabus, que también contienen muy frecuentemente nódulos de cuarzo-apatito análogos a los descritos en el Sarrabus.

La mineralización fosfática de Can Tintorer han sido caracterizada mineralógicamente por MATA et al. (1983), y el yacimiento es en la actualidad objeto de estudios detallados por un equipo interdisciplinario de geólogos y arqueólogos. Podemos adelantar al respecto que la variscita aparece principalmente en el yacimiento en texturas claramente epigenéticas, en forma de filoncillos de espesor milimétrico-centimétrico y en nódulos de claro origen diagenético. Sin embargo, al parecer existe una importante mineralización claramente estratiforme de strengita, mineral que como es conocido constituye una serie isomorfa con la variscita.

Los indicios de variscita se extienden no sólo al barrio de Can Tintorer en Gavà, sino en un radio de varios kilómetros que llega hasta las inmediaciones de Bruguers. En este sector existen importantes afloramientos de liditas, que también contienen mineralizaciones de fosfatos en forma de nódulos de apatito.

15.4.- Mineralizaciones asociadas al vulcanismo básico.

Tal como ha sido previamente comentado (caps. 6.8. y 6.9.) es relativamente frecuente la existencia de mineralizaciones de sulfuros en el vulcanismo básico. Estas mineralizaciones aparentemente carecen de interés económico, pero son interesantes por dos aspectos fundamentales:

- En primer lugar, constituyen un testimonio de que el vulcanismo básico efusivo o subaflorante (y la actividad hidrotermal asociada) ha generado mineralizaciones.

- En segundo lugar, la presencia del vulcanismo básico conlleva la aparición de elementos prácticamente inexistentes en las mineralizaciones asociadas al vulcanismo ácido, y en especial de Cu.

Por lo que hemos podido observar, las mineralizaciones aparecen principalmente concentradas en el sector comprendido entre Serra S'Illixi-Coili Sa Gotti de Sa Perda (Rocca Arricelli)-Nicola Secci, aunque se conocen indicios prácticamente en todos los afloramientos de basaltos alcalinos.

La mineralización aparece con tipologías muy variadas (véase el esquema de la fig. 231), que incluyen finas diseminaciones (aparentemente singenéticas) en el seno de las lavas masivas y vesiculadas, rellenos epigenéticos precoces (aparecen en las rocas epiclásticas) en el seno de las vesículas (véase las figs. 150 y 232), parches y/o sustituciones en el seno de las rocas volcánicas (véase por ej. la fig. 233) y stockworks constituidos por filoncillos milimétrico-centimétricos en el seno de las rocas básicas.

La composición mineralógica de los basaltos alcalinos mineralizados ha sido sucintamente descrita en el cap. 6.9.2. (véase la pág. 382); vale la pena recordar de todas maneras que la mineralización sulfurada suele aparecer asociada (en vesículas y stockworks) a la epidotización (s.l.; se trata de clinozoisita) de la roca, y a la abundante presencia de magnetita y titanomagnetita. La paragénesis sulfurada es relativamente sencilla, con la presencia de pirita, pirrotina, calcopirita, galena, esfalerita, etc. En algunos afloramientos (por ej., en Coili Sa Gotti Sa Perda) es especialmente abundante la presencia de otros minerales más ricos en Cu, como la calcosina, así como la abundante presencia de malaquita y otros minerales oxidados además de los sulfuros.

Estas mineralizaciones no han sido estudiadas sistemáticamente, habiéndonos limitado al estudio de algunas probetas y a la realización de unos pocos análisis sobre algunas muestras para

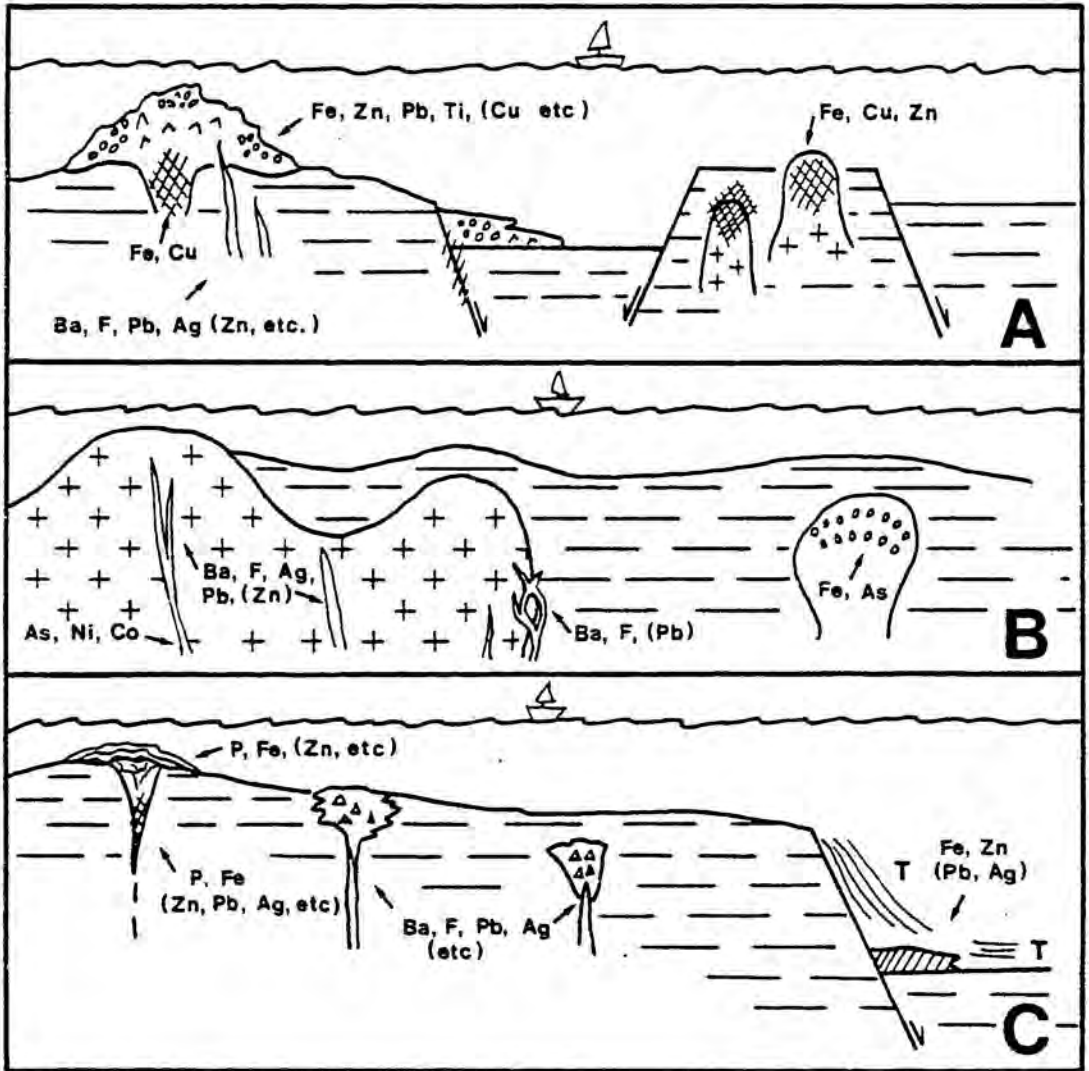


Fig. 231.- Esquema de los diferentes tipos de relaciones entre rocas volcánicas, rocas siliciclásticas, fracturas y mineralizaciones. A/ Mineralizaciones relacionadas con rocas volcánicas básicas (Stockworks y disseminaciones en cuerpos intrusivos, y los mismos tipos de mineralización más el relleno de vesículas en los cuerpos efusivos). B/ Mineralizaciones relacionadas con domos y criptodomas ácidos. C/ Mineralizaciones relacionadas con fracturas sinsedimentarias, contenidas en el seno de los materiales siliciclásticos.

tener una idea de los contenidos metálicos (véase la fig. 234); los análisis para la detección de anomalías de Au (realizados por activación neutrónica en un laboratorio comercial sobre unas pocas muestras escogidas) han dado resultados negativos.

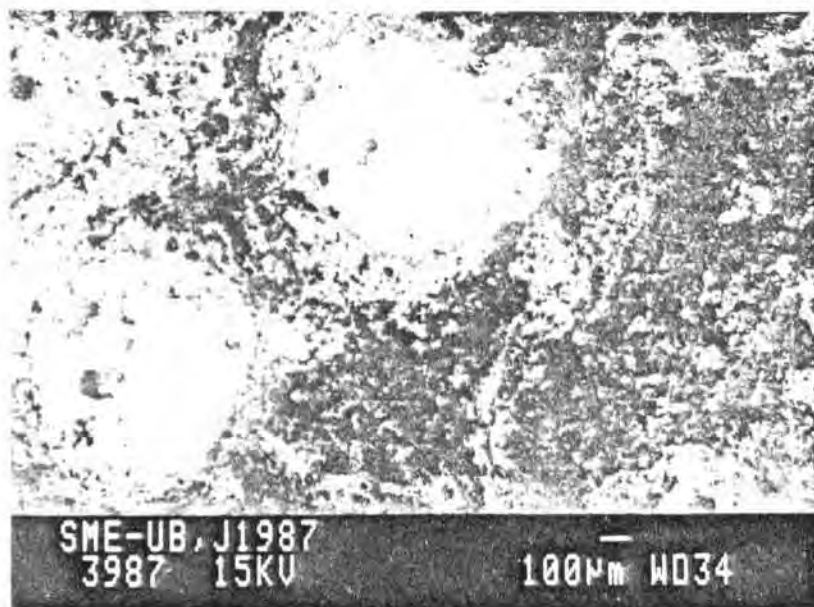


Fig. 232.- Vesículas en el seno de un basalto alcalino mineralizadas con pirita (color blanco). Microscopio electrónico de barrido.



Fig. 233.- Mineralización de galena (blanco, con exfoliación) en parches en el seno de un basalto alcalino, acompañada de calcopirita y esfalerita (flechas). Microscopio electrónico de barrido.

Muestra	Cu	Zn	Pb	Mn	Fe
GD-1002	32740	1549	< 500	2448	94483
GD-1004	194	354	< 500	< 30	146
GD-1005	375	2263	< 500	< 30	232909
GD-1006	< 200	407	6059	96	25442
GD-1007	< 200	207	21766	6430	120139
GD-1008	< 200	< 50	14493	3056	35852
COLO-5	342	< 50	500	284	117426
COLO-6	521	< 50	2738	560	124212
COLO-7	487	< 50	3167	562	107855
COLO-15	< 200	< 50	11222	1725	94038
COLO-16	3693	< 50	< 500	334	36306
GD-11	3693	< 50	500	284	117426

Fig. 234.- Contenidos metálicos de algunas muestras de lavas básicas analizadas (ataque con HF y agua regia, determinación mediante AAS).

15.5.- Otras mineralizaciones.

En este apartado incluimos el resto de mineralizaciones halladas durante el curso del trabajo y singenéticas a los materiales de la cuenca sedimentaria paleozoica.

En el Sarrabus existen otras mineralizaciones encajadas en los materiales paleozoicos claramente tardías respecto a estos, que han quedado expresamente excluidas de nuestro estudio y a las que sólo circunstancialmente se hace referencia (por ej., cap. 16.) cuando es estrictamente necesario compararlas y/o distinguirlas de las mineralizaciones paleozoicas.

Estos filones tardíos han sido claramente conocidos y bien distinguidos de los correspondientes al "Filone argentífero" al menos desde el trabajo de CALVINO (1965). Afloran tanto en el seno de los materiales graníticos como en los materiales siliciclásticos, y se caracterizan por presentar una paragénesis mucho más simple que la de las mineralizaciones paleozoicas (en general sólo fluorita-baritina-galena-(esfalerita)). Las mineralizaciones más importantes de este tipo son las de Monte Genis (en el Sarrabus Centrooccidental) y las de Bruncu Molentinu e Is Crabus (en el Sarrabus Centrooriental). Para más detalles acerca de estas mineralizaciones remitimos directamente al lector a los trabajos de BAKOS (1973 a,b), BOI et al. (1982) y CALDERONI et al. (1985).

Además de las mineralizaciones descritas en los capítulos precedentes (15.1. al 15.4.) las únicas mineralizaciones atribuibles a la cuenca paleozoica son las mineralizaciones barítico-fosfatadas (con sulfuros asociados) presentes en las litofacies carbonáticas condensadas que aparecen intercaladas en el techo de la secuencia silicilástica precedentemente descritas (véase caps. 5.2.6.3. y 5.2.6.4.).

Ya ha sido señalado que hay que relacionar cronológica y genéticamente estas mineralizaciones a una ralentización de la sedimentación en los altos fondos de la cuenca, y que las evidencias petrográficas indican que probablemente por lo que se refiere a los fosfatos se trata de una mineralización parcialmente sinsedimentaria y parcialmente diagenética precoz, mientras que la baritina y los sulfuros se formaron preferentemente en esta segunda fase.

Las mineralizaciones de este tipo que hemos estudiado tienen escasísima importancia, si excluimos su valor como indicador sedimentológico y paleoambiental, pero por el contrario constituyen una referencia interesante para la búsqueda de mineralizaciones semejantes en otros sectores del sur de la isla de Cerdeña (y en especial, en la región contigua del Gerrei) donde los materia-

los carbonáticos devónicos son mucho más abundantes y razonablemente podríamos hallar concentraciones fosfáticas más consistentes.