

I/16-1-1

NOTAS Y COMUNICACIONES
DEL
INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO
DE
ESPAÑA

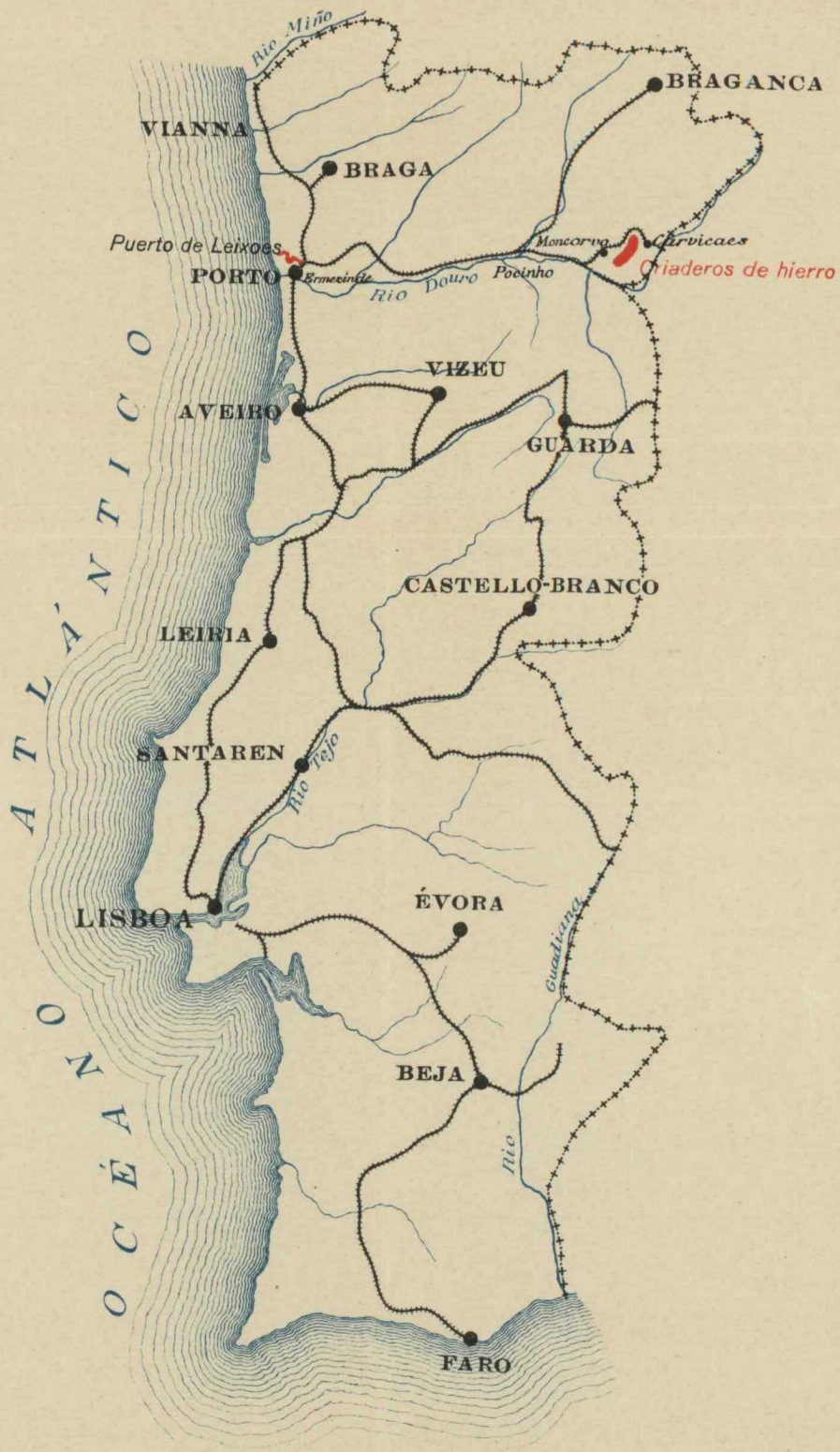
AÑO II. — NÚMERO 2.



MADRID
Gráficas Reunidas, S. A.
Calle del Barquillo, 8
1929

MAPA
DE
PORTUGAL

Escala 1:3.000.000



Las circunstancias geológicas de este importante yacimiento y su excepcional tonelaje nos inducen a comunicar su descripción, alejándonos en lo posible de su carácter y juicio industriales.

I

GEOLOGÍA

Topográficamente los yacimientos de Moncorvo forman la arista de una larga sierra que se llama Sierra de Roboredo, la cual se extiende en dirección N. 70-80° O. desde el pueblo de Moncorvo en una longitud de unos 15 kilómetros. La altura media de esta sierra es de 800 metros, mientras que Moncorvo está situado a una cota de 400 metros sobre el nivel del mar. Algunas cúspides que han servido como punto de triangulación para la topografía se levantan a 900 metros. El extremo Este, o sea el monte Cabeço da Mua, no está situado en la prolongación directa de la Sierra de Roboredo, sino algunos centenares de metros al NE.

En la parte Norte de la sierra hay pendientes muy fuertes de unos 50-60° con la horizontal, mientras que al Sur se extienden delante de la sierra, en forma de olas, montes más bajos y colinas con la característica erosión de los macizos pizarrosos.

El terreno siluriano próximo a Moncorvo forma tres grandes manchas, paralelas y de E. a O. en la superficie que limitan los ríos Duero, Sabor y la frontera de España. Estas tres manchas son: al Sur, la gran Sierra de Poiars, que se eleva ingente sobre un gigantesco zócalo de cuarcita, casi horizontal, a la vista del ferrocarril, en Barca d'Alba; la segunda, de la única que nos ocuparemos parcialmente, va desde los montes de Maçores a las Sierras de Roboredo y Carviçaes que forman su borde norte, y por fin, la mancha septentrional, integrada

por las Sierras de Lagoaça, hasta Castelo Branco. El rumbo de los pliegues es casi E.-O. algo al N.-NO., y la disposición general es la de sinclinales silurianos en las cimas, descansando sobre los terrenos más antiguos.

Las rocas son granito y estratos paleozoicos. El granito, unas veces de grano muy fino y feldespático, como en la concesión de Sobralhal, otras más consistente y con dos micas y alguna porfiroide, como en Carviçaes, ocupa el fondo de los pliegues desnudados de una a otra mancha de siluriano, y habiendo rellenado los huecos anticlinales al producirse éstos, es natural que al descubrirlos la intensa denudación se ofrezcan los isleos con el mismo rumbo de los pliegues, esto es, casi E.-O., algo al NO. Todos los asomos que hemos visto pertenecen al gran batolito que se extiende desde la frontera hasta Estevaes a Occidente. En sus relaciones respecto al criadero forma todo el valle del borde norte de la Sierra de Roboredo. Con facilidad y economía se puede lograr excelente piedra de construcción.

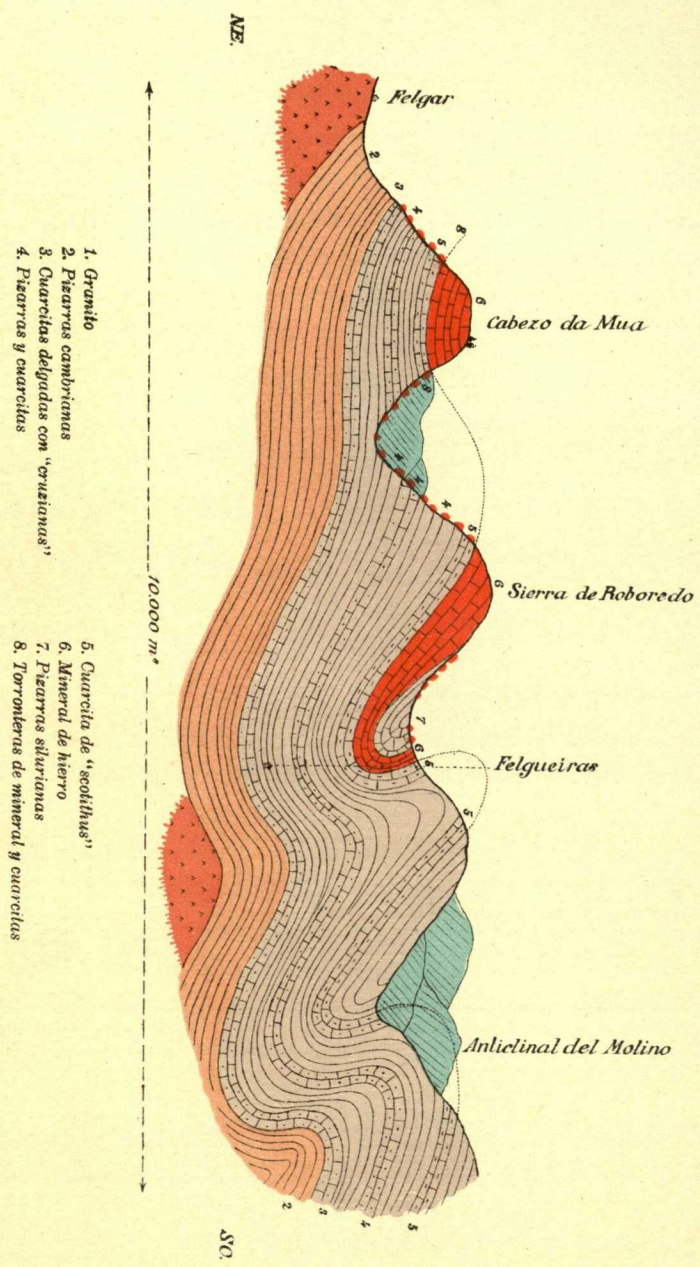
Además del granito, que constituye todo el fondo, los materiales litológicos sedimentarios se reducen a tres clases: pizarras, cuarcitas y mineral de hierro. Y ocurre con la distribución de estos materiales que, los más duros, como son las cuarcitas y el mineral de hierro, están unidos, y estratigráficamente son las pizarras las que forman el muro y el techo de las rocas resistentes. Los estratos más inferiores son unas pizarras arcillosas de tono verde oliva que, bastante satinadas en su superficie, se ofrecen en unas canteras, al N. del pueblo de Moncorvo y ya en la carretera que conduce a Bragança. Como regla general se arrumban casi E.-O., algo NO. y buzamiento al Sur. Estos lisos en superficies grandes presentan tendencia a las depresiones rítmicas, especie de almohadillado tan propio de algunos estratos paleozoicos; los únicos fósiles que en ellos pude encontrar fueron *Tigilites pomeli*, Rou, y *T. gracilis*, Del., muy encorvados, propios del cam-

briano superior gallego, por lo que no dudo en referirlos a este sistema. Estas mismas pizarras, que forman también alguna de las trincheras del ferrocarril, las volvemos a ver sobre el pueblo, hacia la finca de los Ingenieros de Montes, y en el camino que conduce al Cabeço con la misma disposición N. 80° O. y buzamiento al SO., no habiendo visto cambiar el rumbo más que a la salida de la concesión Sobralhal, donde hay un afloramiento de pizarra muy arcillosa y granuda, aceitunada clara, que buza al Norte, quizás por efecto de un accidente local, pues en seguida empieza el granito.

Estas pizarras del cambriano superior no las hemos visto en contacto con los estratos silurianos superiores y no nos atrevemos en consecuencia a negar que pueda haber, entre los dos grupos de capas, alguna discordancia angular, dato que apuntamos para los razonamientos tectónicos.

Sobre esas pizarras y haciendo base a las cuarcitas, hemos visto un gran espesor de losas o filadios azulados que pueden observarse desde las cuarcitas de los Apriscos hasta las loseras del monte San Bento, al O., próximas a la villa de Moncorvo. No nos decidimos a dar la extensión de este haz de estratos, porque aunque los vemos meterse por debajo de las cuarcitas de los Apriscos y Facho, formando la ladera precisamente encima de Moncorvo, luego desaparecen cubiertos por la vegetación y los acarreos que enmascaran toda la falda Norte de la sierra; le atribuimos un espesor de unos 300 o más metros. Estas losas azules, que asoman con mucha frecuencia de Barca d'Alba a Pocinho, las suponemos del tramo más alto del cambriano superior, puesto que en esta misma forma y colocación las hemos visto, con mucha frecuencia, en Galicia; en realidad no hemos podido encontrar en ellas fósiles característicos, habiéndose reducido todo el descubrimiento a unas *lingulas* carbonosas en las loseras de San Bento, fósiles inclasificables específicamente y que no determinan la edad de un modo

Corte geológico del yacimiento de Moncorvo



fijo, aun cuando desde luego convienen con la posición que asignamos al tramo pizarroso.

Cuarcitas.

Esta durísima roca, unida a los minerales de hierro que soporta, constituye el rasgo litológico más saliente de la comarca, pues contribuye a formar los riscos en el borde Norte de todo Roboredo. De dos maneras diferentes la hemos visto ofrecerse: una, que parece la inferior, en lechos delgados alternando con pizarras, como, por ejemplo, entre el Cabeço da Mua y Carvalhosa, y otra, de más potencia y siempre unida al mineral, como se puede apreciar en la caída Sur del Cabeço y la frontera vertiente Norte de Roboredo; ambas son desde luego silurianas, pues en el Cabeço, por citar un sitio en que existan claramente superpuestas, hemos cogido *cruzianas* y algas en la cuarcita inferior, y gran abundancia de *Scolithus linearis* (perforantes) en la cuarcita alta unida al mineral.

El repartimiento de la cuarcita no es muy extenso, aunque sí muy llamativo, por lo que contrasta con la pizarra; se encuentra en todo el borde septentrional de la Sierra de Roboredo, haciendo cornisa particularmente de Mendel a los Apriscos, tiene el rumbo de la sierra y buza al S. Se encuentra también en el camino bajo desde la Oriental hasta el extremo E. de Carvalhosa; dirección siempre la de los pliegues, buzamiento al Sur; en el trayecto hasta la cañada entre el monte de Mua y el de Carvalhosa, donde manifiesta de un modo bastante franco su estructura anticlinal; además del pequeño lomo que asoma en el mismo camino, más al E., se encuentran capas cuarcitosas de la ladera Sur de la Mua buzando al Sur, cuando los estratos altos de esta misma ladera buzan ya al N. Tam-

bién se halla la cuarcita formando el asiento del criadero en la vertiente Sur del Cabeço; por fin debemos señalar unas corridas de cuarcita que cruzan al Sur de Felgueiras, y una de las cuales, según veremos en el corte, da lugar a un precioso anticlinal (cerca de un molino), pues uno de los estratos ha quedado aislado y en relieve como un puente; es el ejemplo más bonito que conocemos de anticlinal en cuarcita (véase fotografía). Figura una cueva cuya bóveda está formada por la despegadura del arco de cuarcita, delgadísimo (0,40), pero con una entrada según el eje de más de cuatro metros.

Todos los afloramientos contienen fósiles en relieve, pero el principal en este sentido es de los Apriscos.

Al Mediodía de la Sierra de Roboredo y a la altura del Soto de Felgueiras, dominando este pueblo, corren unas crestas de cuarcita con *Vexillum*, que van acompañadas de mineral muy parecido al del coto de Moncorvo.

Los fósiles vistos en las cuarcitas son: *Cruziana furcifera*, d'Orb.; *C. rugosa*, d'Orb.; *C. Bieirensis*, Del.; *C. Goldfussi*, Rou., *Scolithus linearis*, Hall.; *Vexillum Halli*, Rou., y muchas algas indeterminables o poco estudiadas; desde luego todo el conjunto de la fauna caracteriza la entrada del siluriano de un modo clásico.

Merece citarse una *Cruziana furcifera*, el plexo de una de cuyas lobas figura un ángulo difícil de explicar en la teoría de pistas, mientras que es un argumento bastante importante a favor de la teoría de las algas, sostenida brillantemente por el Geólogo portugués Sr. Nery Delgado (fotografía).

El espesor, en el sitio más potente, que es el pliegue al Sur de Felgueiras, alcanzará de 80 a 100 metros.

A continuación de las cuarcitas debemos citar las psamitas como muy afines y unidas a ellas, particularmente en contacto con los lechos de mineral, entre los cuales se interponen con bastante frecuencia, más o menos impregnadas de óxido y

siempre con sus lechos brillantes de sericita y mica plateada. En varias ocasiones hemos visto a esta roca constituyendo el núcleo de un trozo de mineral. Con el nombre de pizarra, que le dan los mineros, es la separación de estéril más frecuente en el criadero, pasando inadvertida con frecuencia; muy pintada esta roca de silicatos azules y con señales de *Scolithus* se encuentra con frecuencia en el Cabeço.

Los detritus de cuarcita y psamita, unas veces solos y otras enlazados con los de mineral, pero siempre esquinudos, forman las torrenteras o *levadas* tan típicas en este tramo del siluriano inferior.

Mineral de hierro.

Unido de un modo constante a la cuarcita alta se ajusta a todas las inflexiones y pliegues de la serie sedimentaria, de la cual forma el término más interesante (véanse criaderos, fotografías).

Sin fracturar y rayar, su parecido con la cuarcita es extraordinario, y así vemos cómo se levanta en riscos enhiestos sobre la sierra produciendo las siluetas almenadas y ruiformes que tan propias son de las cuarcitas ordovicienses, cuando se ofrecen en lo alto de los montes; el parecido no es solamente en los crestones, sino en las torrenteras, que por la dureza e indestructibilidad del mineral se van produciendo al pie de las depresiones del terreno, al acumularse los trozos de mineral.

Aquí consideramos al mineral de un modo exclusivo en el sentido de roca y en sus relaciones con los demás estratos dentro de la serie en que está comprendido, y referimos al lector a los capítulos de clase y criaderos para poder apreciarle en sentido de mena.

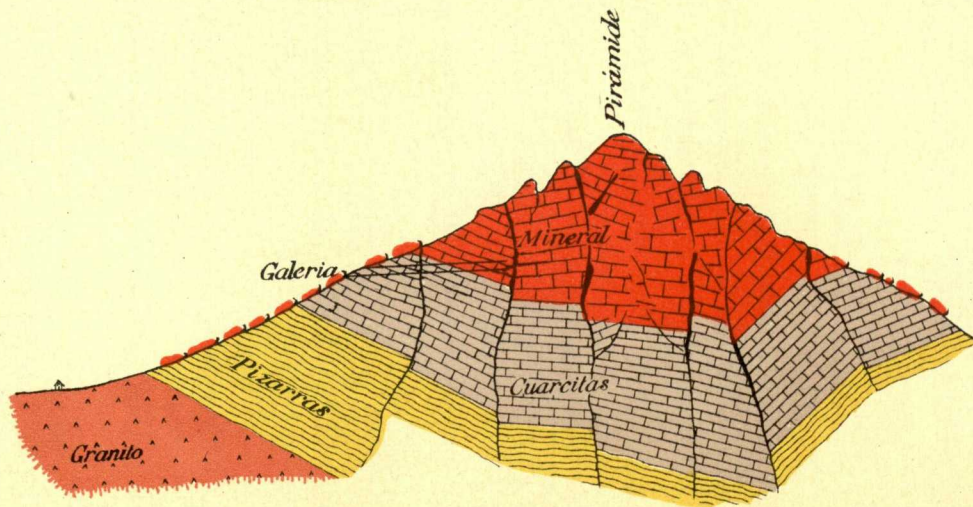
Su repartimiento es a lo largo, en la parte alta de la sierra (unos 15 kilómetros), y formando también toda la cima del

Cabeço da Mua. El rumbo siempre es el mismo N. 70-80° O., pero sus buzamientos son variables; al N. de Cabeço da Mua buza al Sur de un modo muy tendido, mientras que al Sur del mismo monte lo hace al Norte completando la disposición sinclinal; en cuanto a Roboredo, su buzamiento general es al Mediodía; pero en algunos sitios, como en las minas Occidental, Chapeau, etc., se pueden comprobar lienzos de mineral en forma de anticlinal todavía no erosionado. La mayor longitud es la de Roboredo, de 13 a 15 kilómetros; la mayor anchura comprobada, la del Cabeço hasta 130 metros, y varía hasta 40, como mínimo, en el mismo monte. Respecto a la potencia, su espesor mínimo estará en Facho o en los Apriscos, de 2 a 4 metros, y la máxima en el Cabeço, hasta 120 metros. No es este solo dato de la potencia el que nos hace sospechar que la mayor profundidad de la cuenca estuvo hacia Oriente, sino que vemos cómo en el Cabeço se apoya el mineral en la cuarcita de *Scolithus*, estando las *Cruzianas* en las cuarcitas tableadas al pie del monte, en tanto que en los Apriscos, o sea el extremo occidental contrario, encontramos el mineral apoyado en la cuarcita de *cruzianas*, como si se hubiese cumplido una regresión de Oriente a Occidente. Debemos apuntar un dato importante, y es que las labores antiguas, sobre las tongadas de mineral menos silíceo, se encuentran en la parte inferior del criadero, en contacto generalmente con la cuarcita de la base.

La potencia del yacimiento tiene siempre pequeñas intercalaciones, muchas veces inadvertidas, de pizarras y psamitas separando lisos de mineral de ligera variación en su clase; mas rara vez se encuentra un banco de separación de cuarcita, pero cuando se presenta tiene más constancia, como en Santa María, Cotovia, Mendel y en la parte Sur del Cabeço (transversal Sur de la galería general).

Nos queda por fin que señalar el número de fallas casi verticales que desplazan muchas veces la corrida del mineral

CORTE TRANSVERSAL
DEL
CABEÇO DA MUA



de N. a S. o al contrario, según el adjunto croquis, y es en estas fallas donde se suelen presentar los filones de cuarzo como relleno de las grietas que se abrieron en los movimientos orogénicos y produjeron los saltos del yacimiento.

Posición estratigráfica del criadero.

Como veremos en el examen microscópico, aun sin haber encontrado oolitos enteros, es evidente que el criadero de oligisto granudo con cristalillos de cuarzo secundario pertenece a la clase de minerales singenéticos y muy repetidos en el siluriano; sin embargo, su posición no es la clásica, sino algo inferior respecto a nivel, puesto que entre él y la cuarcita no hay pizarras de *Didymograptus* comprendidas, como ocurre en los criaderos de Galicia y Normandía, por ejemplo; sin embargo, aun en estas mismas regiones encontramos casos análogos: en Galicia, las minas de Freijo (Monforte), y en Francia las de Anger (Bretaña).

Minerales fuera de la Mua y Roboredo sólo los hemos visto en dos sitios: uno en la prolongación oriental de la sierra y otro en cantos rodados, de un mineral muy parecido al de Roboredo, en las torronteras del Soto de Felgueiras; en las cuarcitas del anticlinal de un molino el mineral estaba ya representado por pizarras duras muy impregnadas y con frecuencia magnéticas.

A pesar de pacienzudas observaciones, no hemos podido encontrar *Girvanellas* ni otros fósiles microscópicos propios de los minerales de este nivel, pero sí hemos visto por primera vez en esta clase de yacimientos fósiles de las cuarcitas moldeados en la mena ferruginosa y que confirman, de un modo definitivo, el parecido y afinidad entre las cuarcitas y este horizonte; los fósiles recogidos han sido *foralites* encorvados

en el mineral en lajas de Santa María y una *Cruziana furcifera* en una cuarcita muy ferruginosa de Faço (1).

Pizarras silurianas.

Desde los altos de Roboredo se ve cómo los minerales al buzar hacia el Sur se meten bajo la pizarra de aspecto francamente siluriano (fotografía). Cuando está sana es azulada y fina, como filadios, pero cuando se altera es blanquecina con manchas ferruginosas; su potencia y extensión han de ser enormes, pues se extiende por completo al Sur cubriendo todo el isleo siluriano con esa topografía uniformemente erosionada en vallejitos, tan típica de los países pizarrosos; con frecuencia es arcillosa, y al extremo O. de Roboredo se arrumba N. 40-50° O. buzando SO. No hemos tenido tiempo de buscar fósiles detenidamente, pero suponemos no sería difícil encontrarlos; únicamente hemos visto algunas señales como de bivalvos y círculos, igualmente en hidróxido, que recordaban artejos de crinoides, del mismo modo que las señales frecuentes en el mismo horizonte en Galicia.

En los tramos de pizarra, tanto en esta siluriana como en la cambriana inferior, es frecuente encontrar pequeñas capas con bastante mica y filoncillos de cuarzo, unas veces al hilo y otras atravesando los estratos; su origen siempre es de meteorismo al circular las aguas por las grietas.

Como terreno cuaternario se pueden citar las acumulaciones del mineral rodado en las depresiones y unas formaciones arcillosas que, procedentes de la alteración de las pizarras, se encuentran al pie de Roboredo en algunos sitios llanos y espaciosos, como en la concesión conocida por Barro Vermelho.

(1) Posteriormente he comprobado el mismo fenómeno en Arbodas, Asturias. (*Guía Geológica del Congreso internacional*).

Para completar la disposición geológica doy figurado un corte que da idea de la colocación de los pliegues.

Orogenia.

De la sucinta exposición geológica y del corte se deduce que el criadero, así como todo el haz de capas silurianas que lo comprende, han sufrido movimientos varias veces.

Desde luego la existencia de macizos montañosos, integrados por capas detríticas, como las cuarcitas y el mismo mineral, imponen la idea de hundimientos lentos durante su formación, es decir, vicisitudes de un geosinclinal. Ahora bien, como los bordes y rumbos del granito y los estratos muestran sus pliegues paralelos y próximamente de E. a O., se deduce que el batolito eruptivo que los rellenó mansamente y los movimientos que produjeron los pliegues corresponden a la misma época, y ésta fué la herciniana, puesto que las líneas axiales se ajustan perfectamente a los arcos que para Galicia, Zamora y Salamanca fijan los plegamientos hercinianos; este es punto en que coincidimos los Geólogos portugueses y españoles. Puesto que los pliegues isoclinales encajan unos en otros como elipsoides, se puede deducir que el centro resistente estuvo al O.-SO. y la zona de hundimiento hacia Asturias y León, en cuyas provincias ya aparecen estratos carboníferos en discordancia con los silurianos. Como deducción para la génesis se puede apuntar que los minerales se han formado en su origen singenéticamente con los fondos detríticos, ordovicienses, puesto que conservan el nivel clásico sometido a todas las alternativas de los plegamientos. Respecto a movimientos anteriores al herciniano, para admitirlos, tendríamos previamente que demostrar la discordancia angular entre los estratos postdamienses (carretera

a Bragança) con los ordovicienses inferiores, punto dudoso en esta zona. Por lo demás, admitimos su posibilidad, porque aunque nosotros no hayamos comprobado en Galicia esta discordancia, debemos tener presente que está admitida de un modo general y hace tiempo para Portugal.

Después de la emergencia de estos minerales hacia el carbonífero, ya no han sido recubiertos de nuevo y ello explica el porqué de su meteorismo tan avanzado.

Por fin, las numerosas fallas que desplazan el yacimiento de N. a S. en la Sierra de Robredo obedecen a fuerzas mucho más modernas y actuando de N. a S., sobre todo el macizo montañoso. Estos movimientos son los que corresponden a la ola alpina (1). Posteriormente las grietas producidas por estos trastornos se colmataron con filones de cuarzo por la circulación, cumplida hasta el día, de las aguas activas meteóricas, que al mismo tiempo que erosionando los pliegues iban infiltrándose en las rocas por sus litoclasas y poros. En este movimiento lento pierden las aguas su oxígeno y anhídrido carbónico, abandonando la sílice coloide disuelta, como si se filtrase el vehículo líquido y producen el enriquecimiento en sílice de las partes altas.

Consecuencia de esta silicificación desde fuera es que los estratos más externos y superficiales, habiendo sufrido desde mucho tiempo el meteorismo, tendrán más sílice que los inferiores o más resguardados; esta deducción, que más adelante encontraremos también en el examen microscópico, parece estar confirmada por la colocación de los bancos menos silíceos en las partes inferiores del criadero.

(1) Según se puede deducir por los depósitos de la costa.

Análisis microscópico de los minerales.

Consecuencias. — Los resultados prácticos que pueden deducirse del estudio microscópico de los minerales de Moncorvo son los siguientes:

1.º Todo el cuarzo de estos minerales es secundario, introducido después de la formación en fenómeno de meteorismo que se cumple actualmente, es decir, que a medida que los minerales sean más inferiores, serán menos silíceos.

2.º El Profesor Schneiderhoehn, de la Universidad de Giessen, opina que ha desaparecido en gran parte el fósforo de la zona externa, debiendo esperarse un enriquecimiento en profundidad; y

3.º Según los estudios efectuados, sería posible pulverizar finamente estos minerales, y por medio de una sencilla preparación hidromecánica separar el cuarzo y la lazulita de los óxidos de hierro, produciéndose un concentrado muy alto de hierro y pobre en sílice y fósforo que, en forma de briquetas, pueda servir fácilmente como complemento de los minerales suecos, con la ventaja de su más fácil reducción y fusión. Esta solución, a nuestro entender, ha de ser considerada para muy adelante, debiendo actualmente explotarse los minerales menos silíceos.

Análisis. — Luz transmitida (fotografías).

Examinados al microscopio estos minerales, con aumentos de 50 a 100 diámetros, se observa como hecho saliente una disposición nodular en red alargada que atestigua una roca

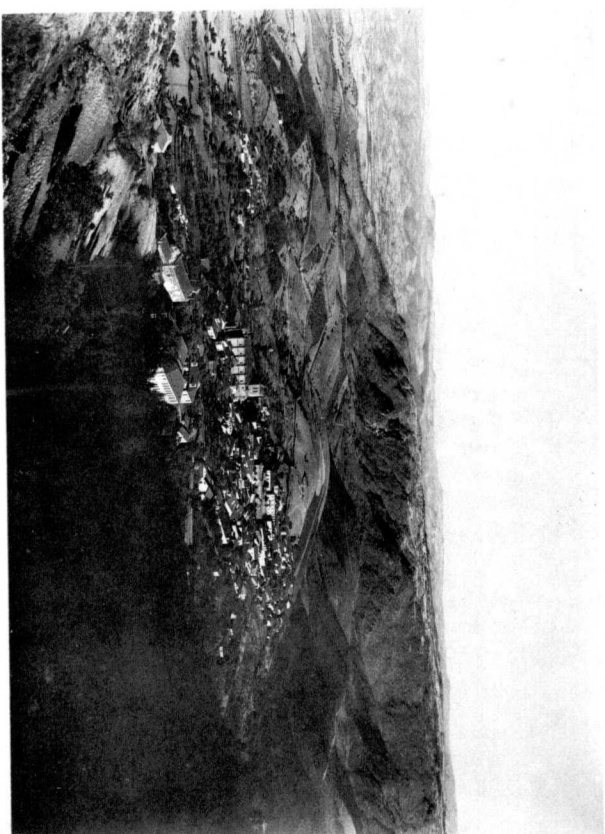
granuda de estructura pizarreña. Los huecos o mallas de la red son granos transparentes de cuarzo cristalino contenidos por largas tiradas de cristales de óxidos de hierro pegados unos a otros; el mayor aspecto de pizarrosidad no se produce solamente por las líneas de óxido de hierro, sino muy principalmente por los planos que marcan las laminillas y fibras silicatadas de sericita intercaladas de un modo irregular, pero con tendencia a tiradas paralelas ante los cristales ferruginosos proyectados en negro a la luz transmitida. Como término medio, en una lámina delgada se encontrará una superficie de un 70 a un 80 por 100 de la total ocupada por los granos ferruginosos y de un 20 a un 25 por 100 por los granos de cuarzo y fibras silicatadas (1).

Vemos, pues, que los elementos representados son esencialmente de tres clases: óxidos de hierro, cuarzo y laminillas micáceas. Examinaremos los tres apartados en miradas de conjunto. El óxido de hierro se presenta en oscuro, casi negro, formando la parte maciza de las mallas que forman la red alargada en que se ofrece la textura del mineral. Vistas atentamente estas líneas se descomponen en diminutos cristales, de unas tres centésimas de milímetro, pegados unos a otros, y que por su unión íntima simulan las banditas paralelas de separación. Los contornos de estos cristalitas son líneas quebradas producidas por los bordes rectos y cortantes de cada elemento, que observadas con atención corresponden en gran parte a octaedros, con el mismo aspecto e idéntica disposición que los cristales de magnetita vistos en los yacimientos clásicos del siluriano gallego (Villaodrid, Meira, Vivero, etc.); sin embargo, de éstos al oxidulo hay la diferencia de que en los minerales portugueses donde la densidad de cristales es menor, no pre-

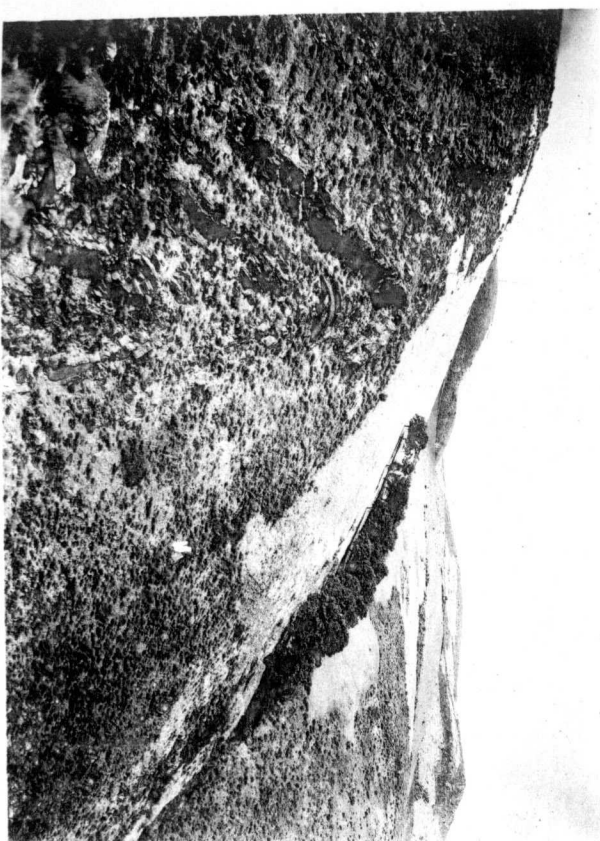
(1) He de advertir que para tipo de examen se toma un mineral ordinario, pues en los de mejor clase, por su uniformidad y predominio de hematites, se encuentran ofuscadas las fases de su evolución.

MONCORVO

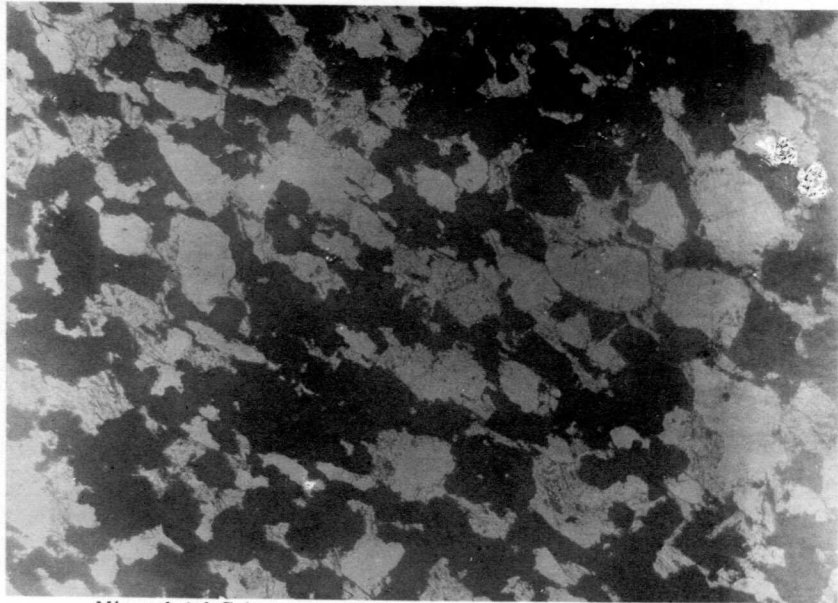
Lámina I.



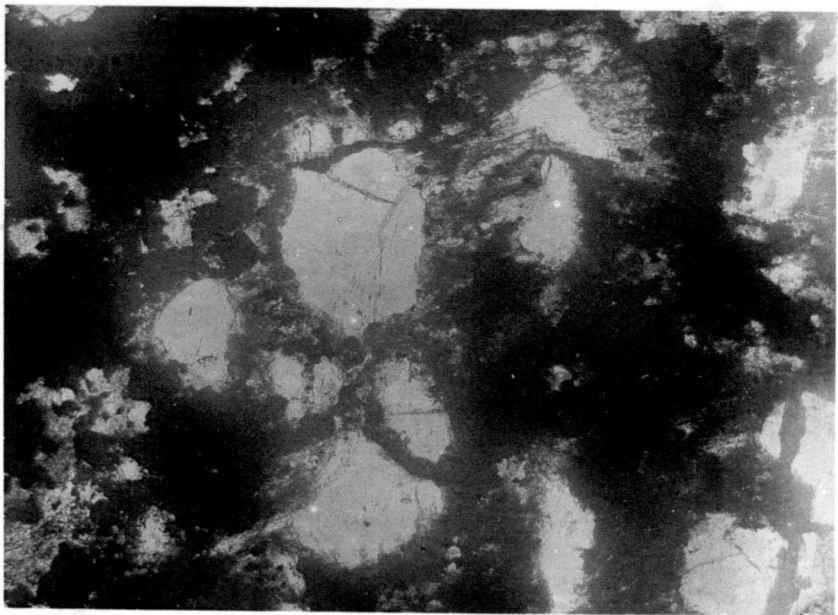
Sobre el pueblo Lomas Cambrianas. En el fondo (Norte) paisaje de gran erosión sobre granito y pizarras silurianas.



Anticlinal de cuarcita con un arco despegado (ancho 12 metros, entrada, 4).
Al fondo (N.) borde S. de Reborado, con las torronteras de mineral.



Mineral del Cabeço.-50 diámetros. Luz transmitida natural. Negro, cristales de martita y oligisto. Blanco, cuarzo. Gris, inclusiones de silicatos en el cuarzo.



Mineral del Cabeço.-100 diámetros. Luz transmitida natural. Nódulos de cuarzo con fibras de sericita, pasando de unos a otros. Partes negras, óxidos de hierro.

valece por completo a la luz transmitida el tono negro de los contornos quebrados, sino que los bordes de algunos cristales son rojizos, hasta de color guinda, con los tonos indudables del oligisto.

Con grandes aumentos se aprecia que cada cristal está formado de laminitas pegadas y paralelas de hierro micáceo. Ahora bien, el único óxido de hierro que tiene formas de magnetita y color rojizo de óxido anhidro es la martita, especie mineralógica que hoy día es considerada por la mayoría de los mineralogistas como una pseudomorfosis del hierro ferroso férrico en octaedros, en tránsito hacia el férrico anhidro, conservando las primitivas formas cristalinas.

Además de esta presentación de los óxidos de hierro en cadenas de cristales octaédricos, se ofrecen también en delgadas laminillas dispuestas de un modo paralelo y adosadas con frecuencia a las tiradas de cristales de martita; estas hojuelas se introducen también como inclusiones dentro del cuarzo, y es precisamente en esa situación más aislada y transparente cuando descubren mejor su tono rojo sangre o rojo cereza de oligisto indudable; todos los demás caracteres ópticos coinciden igualmente para la fijación de la especie como hierro micáceo. Estas hojuelas son las que dan el brillo al mineral, contribuyendo mucho a marcar su exfoliación y desde luego representan un óxido de hierro más moderno, puesto que se encuentra en hojuelas incluídas en el cuarzo y destacadas de la martita fundamental.

Cuarzo. — El cuarzo se presenta siempre en granos cristalinos, que rellenan los huecos determinados por los cordones de cristales de oligisto; estos granos de cuarzo suelen variar, como los cristales ferruginosos, de 1 a 3 centésimas de milímetro, lo cual quiere decir que la roca vista en luz transmitida adquiere aspecto uniforme, en unos sitios por la identidad de calibre de los granillos salpicados de ambas clases,

y en otros por la relativa igualdad de las mallas del conjunto.

Cuando las mallas o huecos definidos por los óxidos de hierro son más grandes y el cuarzo dispone con ello de más lugar para su desarrollo, entonces aparece en varios granos enlazados en mosaicos de bordes más o menos dentados, como es propio de las placas de cuarcitas; en este caso cada grano tiene una orientación óptica distinta, aun cuando las inclusiones fibrosas tengan la misma un tanto fluidal, demostrando ya su origen más moderno. Esta apreciación del cuarzo rellenando espacios que parecen anteriores, se impone desde luego al examinar los minerales a la luz reflejada, pues en ese caso el cuarzo tiene verdaderas figuras de corrosión al moldear los espacios entre las bandas ferruginosas de la matita y el hierro micáceo.

La importancia del cuarzo en el análisis microscópico más que en sí propio, se encuentra en sus relaciones con sus abundantes inclusiones; puede asegurarse que ni un grano de centésima de milímetro está libre de ellas. Son éstas, en la mayoría de los sitios, un complejo, un museo diminuto de los elementos que componen el mineral; sin embargo, las inclusiones dominantes son las hojuelas de hierro micáceo y las laminillas de mica. Todas estas laminillas contornean, siempre paralelas y dispuestas en un largo, la figura de cada núcleo cuarzoso, pero como se aproximan al pasar de un grano al siguiente, resulta que en los estrechamientos, de cuarzo a cuarzo, se encuentran hacecillos de fibras que penetran en parte hacia la masa cristalina de cuarzo, quedando su inclusión no solamente respecto a un elemento cristalino, sino que es frecuentísimo que una sola fibra silicatada cruce varios trozos de cuarzo de diferente orientación óptica enlazados en una misma placa cuarcitosa; precisamos este hecho que, por otra parte, se reproduce con verdadera uniformidad, porque nos sirve para dos deducciones importantes:

1.^a Que el cuarzo es más moderno que todas sus inclusiones; y

2.^a Que las texturas nodular y pizarrosa son más antiguas que el fenómeno de silicificación o introducción de cuarzo en la roca.

Micas. — Sus caracteres ópticos, refringencia y birrefringencia corresponden a la especie sericita, aproximándose a veces al talco y algunas, aunque escasas, hacia la clorita. Dentro de este mismo grupo comprendemos algunos cristalillos fibrosos de silimanita u otros silicatos de alúmina anhidros, así como alguna fibra azul que quizás pudiera representar la variedad cianita. Aunque sea de pasada, pues no es este lugar de embate científico, hemos de señalar que la mayoría de los minerales de tono azul, considerados en conjunto como lazulita (1) por el Profesor Schneiderhoehn, de la Universidad de Giessen, en nuestra opinión deben de tener un apartado que se refiera no a fosfatos, sino a fibras silicatadas, aluminosas o cloritosas, y claro está que aludimos particularmente a los casos en que el mineral azulado se dispone en hojuelas y fibras (¿var. de cianitas?).

Respecto a la disposición de la sericita dominante, nos referimos a lo dicho respecto a las inclusiones del cuarzo, pues puede decirse que todas las fibras silicatadas están incluídas en el cuarzo, aunque de preferencia se destaquen como tales las prolongaciones de las que se agrupan en las angosturas nodulares.

Vemos, pues, que si se pulverizase la roca hasta 2 ó 3 centésimas de milímetro sería posible separar y concentrar los distintos elementos haciendo briquetas muy ricas, según indica el Profesor Schneiderhoehn en su investigación microscópica.

(1) La *lazulita* es un fosfato de alúmina y hierro Al_2O_3 , FeO , P_2O_5 , H_2O que da por descomposición un fosfato de hierro gelatinoso hidratado, llamado *Delvauxita*.

Sin embargo, como la cantidad del mineral de Moncorvo es tan enorme y como las calidades buenas y de fácil colocación pueden, con seguridad, cubrir todas las necesidades de los primeros decenios, no se puede aconsejar distraerse con instalaciones de concentración del mineral pobre, sino sólo se recomienda se estudie con perseverancia el desarrollo de la concentración, pues para el porvenir de estas minas será de gran importancia y utilidad. La cuestión de la concentración de minerales de hierro y el aprovechamiento de los concentrados obtenidos es hoy, después de muchos y muy costosos ensayos en gran escala, asunto resuelto, y tanto en la América del Norte como en los países escandinavos se producen corrientemente ya millones de toneladas de concentrados de hierro al año, en forma de briquetas o aglomerados, aceptados por la industria siderúrgica.

Continuamente aparecen nuevos adelantos, mejoras y economías en este ramo de la minería, y no hay duda alguna que a medida que se vayan agotando los yacimientos de minerales ricos, los concentrados jugarán un papel primordial en la industria siderúrgica.

Génesis.

En este capítulo marcharemos a grandes rasgos, parándonos exclusivamente en los puntos que nos sirvan para argumentar, pero procurando no olvidarnos de que el carácter puramente científico de la génesis ha de servir como apoyo de la orientación mineroindustrial.

Del anterior examen rápido hemos venido a poner en claro que la roca tiene textura sedimentaria y finalmente nodular con elementos casi calibrados, que no suelen variar más que entre

2 y 4 centésimas de milímetro, y esto impone desde luego el origen detrítico de aguas batidas.

Por otra parte, los minerales representados, martita y fibras silicatadas, vemos que nos indican una fase más antigua y hoy desaparecida, de intenso metamorfismo, seguida de una silicificación enérgica, cumplida hasta el día por las aguas meteóricas.

Enlazando ahora estas conjeturas con la visión en grande de los yacimientos, vemos que se trata de capas, finamente nodulares y detríticas, interestratificadas en el ordoviciense (siluriano inferior), hasta en recorridos de 15 kilómetros. Y es esta sola definición la que equivale a declarar el cordón terrígeno a lo largo de una antigua costa. No solamente ayudan a esta deducción la textura de la roca y la colocación del criadero dentro del terreno siluriano, sino que tal suposición de depósito litoral queda confirmada al recordar que los minerales fosforosos análogos tienen idéntica estructura nodular u oolítica dentro del mismo terreno siluriano, y así ocurre en Galicia y Asturias, Bretaña y Normandía, Bohemia, Turingia y en América con los horizontes de Clinton y de Wabana (Terranova), y probablemente también están en el mismo caso de silurianos deformados algunos de los minerales muy metamorfizados y clasificados como arcaicos de textura destruída; como ejemplos podemos citar las itabiritas de Minas Geraes (Brasil), algunos minerales del Lago Superior y los del Norte de Noruega, pues en todos ellos se encuentra la disposición nodular, reemplazada o no por el cuarzo, los cristalillos de óxido de hierro y las fibras silicatadas como recuerdo de la textura anterior.

Siguiendo este orden de ideas, que se imponen de un modo lógico, tenemos que suponer que los fondos marinos, que en su origen representaron estos depósitos, fueron oolíticos, puesto que nodular es la textura estudiada.

Un segundo capítulo en la historia de la génesis es el re-

presentado por las formas de los cristales de martita y las fibras silicatadas, pues sabemos que es una regla constante y general, en esta clase de criaderos, el desarrollo de la magnetita y cloritas, como resultado de un metamorfismo de profundidad dentro de un medio reductor, con lo cual se avanzaría la destrucción de la textura oolítica.

La identidad de esta facies metamórfica es evidente, tanto por las formas de oxidulo de los cristalillos de óxido de hierro como por la sericita fibrosa que tiene sus términos homólogos en las cloritas de Galicia y Normandía, las bavalitas y turingitas de Turingia y las greenalitas del Lago Superior.

Posteriormente, al emerger estas capas, y por consecuencia de un intenso meteorismo sufrido en un medio seco, se produciría la transformación del óxido ferroso-férrico en férrico anhidro, iniciándose la silicificación, y puesto que las hojuelas de hierro micáceo quedan presas en todos los granos de cuarzo, prueba que este fenómeno de meteorismo se realiza hasta el fin, terminando de borrarse con él la textura antigua, que sólo queda manifiesta por los nódulos que han reemplazado los cuarzos.

Se desprende que el meteorismo ha tenido lugar en un medio seco, porque no existe el hidróxido ni se han formado las bolas de capas concéntricas tan características en la transformación final de estos crestones de hierros silurianos (Galicia, Normandía, etc.). Paralela a esta oxidación se ha efectuado un movimiento muy lento de emigración de hierro hacia las capas cuarcitosas inferiores, impregnándolas en disminución desde arriba, pero hasta el punto de que las inmediatas al mineral pueden servir de mena con mucha frecuencia; en otros sitios se aprecia el tránsito porque el núcleo aun permanece como psamita sin transformar, según veremos en la descripción del criadero. La seguridad de la impregnación de los niveles cuarcitosos inferiores está dada por la presencia de *foralites*

en el mineral de Santa María y una *cruziana* moldeada en el mineral ordinario de Apriscos, es decir, en un horizonte inferior al clásico ordoviciense de estos minerales. Además, la contraposición entre ambas clases de cuarcita, sana e impregnada, se aprecia al observar cómo a medida que se marcha hacia el O. en la Sierra de Roboredo aumenta el escalón escarpado que señala la potencia de la cuarcita, disminuyendo el mineral hasta desaparecer.

Se desprende, pues, que siendo la silicificación el último fenómeno sufrido por estos criaderos y siendo las aguas meteóricas las conductoras de la sílice coloidal, es evidente que los minerales serán tanto menos cuarzosos cuanto más inferiores y resguardados se encuentren dentro de la serie estratigráfica.

DESCRIPCIÓN DE LOS YACIMIENTOS

Datos históricos.

La explotación de las minas de Moncorvo data de tiempo remoto. Las primeras noticias históricas que tenemos se refieren al reinado de Don Alfonso III (1248-1279), durante el cual empezó a fabricarse hierro, del mineral de Moncorvo, fundido en forjas análogas a las catalanas. Hacia el año 1300, reinando Don Diniz, tuvieron estas minas mayor desarrollo, debido a la protección generosa que aquel rey concedió a los antiguos ferrones.

La explotación de las minas, con la fabricación de hierro consiguiente, continuó de un modo normal a través de los tiempos, y en el reinado de Don Duarte (1433-1438) hubo en la feligresía de Felgueiras gran extracción y fabricación de hierro, favorecida por el mismo rey, que en 1436 concedió grandes privilegios a los operarios que trabajaban en aquella mina y a los que por distinción se les daba el nombre de *ferreiros*. Estas generosidades de los monarcas fueron quizás mal interpretadas por los favorecidos y sobrevino el abuso; en 1438 se quejaba el corregidor de Moncorvo al rey Don Alfonso V de «que los fabricantes de hierro y otros metales de la comarca de Moncorvo vendían estos productos en sus propias casas y no en el mercado, para huir del pago del impuesto, y pedía que se le dieran instrucciones».

El mayor apogeo de las forjas tuvo lugar durante el primer tercio y hasta la mitad del siglo pasado, según apuntes tomados del libro *Terras entre Douro y Sabor*, archivado en el

Ayuntamiento de Moncorvo y cuyo autor es D. José Manuel Martínez Pereira. En este escrito dice refiriéndose a Carviçaes: «Hay en esta feligresía abundantes minas de hierro, parte de las cuales se comenzaron a explotar antiguamente y aseguran que dan abundante y óptimo hierro.» Y con esta misma opinión, refiriéndose a la misma época y a las mismas minas, se puede leer en el *Arqueólogo Português* (vol. 3.º, pág. 153) esta curiosa noticia: «Causas dignas de memoria: el fabricarse hierro blanco y por otro nombre çatico, sin que para eso sea necesario a los fabricantes comprar piedra del que se hace por hallarse ésta en Cabeço da Mua, ni cepa para carbón. Hay dos fábricas.»

Las ferrerías antiguas cuyo recuerdo hemos podido recoger, son: las citadas en Felgueiras (unos 8 kilómetros al Sur de Moncorvo), donde he visto bastantes escorias; otra en Urros, al Sur, en cuya feligresía, según tradición, había también minas de cobre, estaño, azufre, hierro y carbón de piedra, y en el sitio llamado Ferreira, además de canteras y hornos para el arranque y elaboración de la cal, se encuentran vestigios de antigua fabricación de hierro; en Macores, a unos 10 kilómetros al SE., hubo también una fábrica acreditada llamada Chapa Cunha; en Felgar, al pie del Cabeço, trabajaron tres fundiciones: Lamelas, Santa Bárbara y río Sabor, con privilegios para cortar leña en siete montes; otra estuvo instalada a unos 3.000 metros al E. de la Mua, en Souto de Vella; otra, como se comprueba por la abundancia de escorias, en Carviçaes, unos cinco kilómetros al E., la cual se acreditó con el nombre de Santa Bárbara; y por fin otra en Larinho, unos 3.000 metros al N. del Cabeço.

Seguramente se pueden reunir más datos y completar la historia de estas explotaciones, pero son suficientes los citados para demostrar que tanto la Sierra de Roboredo como la del Cabeço, sirvieron de veneros para las ferrerías; más activa, sin

embargo, debió de efectuarse la explotación de la Mua cuando sostenían (1) que «en el sitio de la mina hay un agujero que dice ser obra de moros o romanos para la explotación de metales», y esto nos hace suponer que debían referirse a las labores antiguas más inferiores de la ladera Norte, de donde debió extraerse mucho mineral de niveles que hoy ni conocemos por los reconocimientos, ni hemos tenido en cuenta para las cubi-caciones.

La prosperidad de que disfrutaba la comarca gracias al intenso trabajo de minas y ferrerías, sufrió rudo golpe, al avanzar la segunda mitad del siglo XIX, con el descubrimiento de los modernos procedimientos, y a la febril actividad en montes, ríos y fábricas, sucedió la languidez y el silencio, sin dejar más recuerdos, al tornar a la pobreza, que las escorias y nombres que señalan los sitios donde viven los duros descendientes de los antiguos ferreiros, dispuestos a trabajar nuevamente, que la historia, como todo lo humano, tiene sus ciclos y puede renovarse.

Modernamente ha empezado otra época: es la de las denuncias e investigaciones, precursora obligada de la explotación. El primer manifiesto que, solicitando las minas, se conserva en el Ayuntamiento, es del año 1872 y corresponde a un relato sucinto de un súbdito alemán, que termina pidiendo las minas de Roboredo y Cabeço, y quizás de aquí se deriva la formación de la primer Compañía (2). «La abundante mina del Cabeço da Mua de esta feligresía fué concedida en 1874 a la Explotadora de hierro de la Sierra de Roboredo»; desde cuya fecha y con muy diversas alternativas, siguen denuncias, nuevas solicitudes e investigaciones hasta el momento actual.

La primer publicación científica sobre el yacimiento de Moncorvo se refiere al año 1908, y son unas pocas líneas del

(1) Página 52 del *Arqueólogo Portugués*.

(2) *Idem, id., id.*

eminente geólogo portugués Sr. Nery Delgado, en las que aprecia la magnitud del depósito, pero sin darse cuenta de su importancia industrial ni de su significación científica (1).

En el Congreso Geológico de 1910, cuando se evaluaron las reservas de mineral de hierro del mundo, se presentó una nota por el mineralogista Sr. D. Pedro Gumes (2), en la cual se dan algunas cifras y datos no muy ajustados a la realidad, pues además de no admitir como seguros más de 10 millones de toneladas, le atribuyen una ley de sílice del 4 al 7 por 100, sin que se intente tampoco clasificación o explicación científica.

Descripción de los yacimientos.

Describiremos por separado el yacimiento del Cabeço da Mua y el de la Sierra de Roboredo, y esta separación no la hacemos solamente por la facilidad de exposición, sino porque tiene un sentido esencial minero. Cualquiera de los dos cotos Cabeço o Sierra, pueden abastecer sobradamente el arranque supuesto anual de 300.000 toneladas, y por consecuencia debe radicar la explotación en el sitio más fácil, desde luego el Cabeço, según veremos por la descripción: dista menos al ferrocarril que la Sierra, ofrece más facilidad para la instalación de depósitos y plano inclinado, y, sobre todo, hay posibilidad de establecer en el Cabeço grandes tajos a cielo abierto, en lo que se diferenciarían los diferentes lechos o capas casi horizontales que componen el criadero, y de este modo se podría efectuar el arranque apreciando hasta las pequeñas variaciones de clase, lo que haría lograr las mayores ventajas del mercado.

(1) *Système silurique du Portugal*, pág. 46.

(2) *The Iron Ore in the world*, pág. 88.

Yacimiento del Cabeço da Mua (1).

Topográficamente considerado el Cabeço da Mua es un monte de líneas suaves que, con un diámetro en la base de 3 a 4 kilómetros, se alza sobre la llanura en unos 300 metros, desde las cotas que pasan poco de 600, como son las de la Estación de Calvalhal, Felgar y Souto da Velha, que marcan la ondulación del llano inferior, hasta elevarse a los 930 en la llamada Pirámide, punto más alto de la corona de crestones (fotografía). Las capas de mineral ocupan todo el lomo de la parte alta dispuestas en un sinclinal de ramas desigualmente inclinadas, y cuyo eje casi horizontal se inclina ligeramente al NO. La corrida total de estas capas superpuestas en lo alto es de 1.000 metros; la cota más baja en que se encuentra el mineral es la 811, en el fondo del pocillo de la falda O., y la más alta es de 930 hacia la Pirámide en el centro de la corrida. En la ladera oriental el mineral termina en la cota 850, y como además en este extremo disminuye de potencia, queda marcado hacia el NO. el buzamiento general del eje del plegamiento.

Los estratos inferiores que soportan el mineral y forman el verdadero esqueleto inferior del Cabeço son cuarcitas, poco potentes, alternadas con pizarras, pero dominando el tramo cuarcitoso, que desde luego debe referirse al siluriano inferior, pues al pie del monte Carvalhosa, poco más hacia el O. y en las mismas capas, hemos encontrado una *cruziana furcifera*. Entre Carvalhosa y el Cabeço, antes de empezar la subida a este monte, se ven las delgadas cuarcitas dobladas en anticlinal, formando un lomo bien señalado en el camino, y se puede apreciar cómo el eje de este pliegue buza suavemente el E.-SE. (700).

(1) Véase planos del Cabeço al final.



Cabeço da Mua.-Entrada de la galería occidental. Todas las piedras a la vista, en absoluto, como en todas las fotografías del Cabeço, son de mineral.



Cabeço da Mua.-La Pirámide. Parte central del afloramiento (O).
Tres hombres sobre un bloque.



Afloramiento de mineral en la parte alta del Cabeço da Mua.



Cabeço da Mua.-Grandes bloques de mineral, mostrando el desarreglo de la posición horizontal. Como escala, dos hombres.

Rocas estériles ya no vuelven a verse en toda la ladera del Cabeço, quedando ocultas por las grandes torronteras de mineral caído, y únicamente en las labores de investigación puede apreciarse que los estratos infrayacentes son cuarcitas o psamitas más o menos alteradas (véase Geología). En cambio, sobre las capas de mineral no hay ninguna roca estéril, sino que descansa a cielo abierto, de modo que en el Cabeço no se pueden deducir completas las relaciones estratigráficas del horizonte productivo, pues no se encuentran ni testigos del tramo superior, arrastrado por la intensa erosión, que ha quedado amortiguada al encontrarse con los lechos ferruginosos, compactos y resistentes.

En realidad los bancos de mineral oscilan de 2 a 6 metros y no suelen pasar de 12, con separaciones de pizarras y psamitas que, con facilidad y por estar con alguna impregnación ferruginosa, no se muestran claramente y las potencias aparecen mayores, en lo cual no hay gran error ni perjuicio en la mayoría de los casos, pues esas delgadas intercalaciones, no sólo no pueden perjudicar el arranque, sino que hasta sirven de advertencia de un cambio de clase de cada banco.

Esta disposición plana del criadero en lo alto del monte y sus potencias que oscilarán de 40 a 120 metros, favorecen, como resultado natural, el desprendimiento de grandes bloques producidos e impulsados por las heladas, los rayos y en general por las aguas meteóricas. Las torronteras así formadas, llamadas «levadas» en el país, son enormes y los bloques que las componen, obedeciendo a una verdadera clasificación mecánica cuyas directrices son el peso de los trozos y la pendiente del monte, se distribuyen en toda la falda, según su peso y tamaño, hasta la parte más lejana de las levadas, que, como verdaderas aureolas, rodean al Cabeço y avanzan con sus cantos rodados a veces en más de dos kilómetros, como ocurre en la levada al E. de Felgar. En las partes más llanas y bajas de la ladera Norte

la acumulación de bloques de mineral será de un metro de espesor, y aun debajo de este depósito se encuentran los trozos embutidos y diseminados en la tierra vegetal, hasta llegar a la roca del subsuelo. Son de tal manera abundantes los cantos acumulados, que para poder labrar la tierra en estas porciones llanas han tenido que retirarlos a mano, amontonándolos en gruesas columnas, formando las paredes de las lindes, y hasta han servido para la edificación de varias casas que se observan en estado ruinoso por las laderas S. y O. Insisto sobre este punto de las torronteras para dar idea proporcionada a la importancia que tienen sobre el terreno. Son análogas en forma, disposición y hasta en aspecto, de lejos, a las grandes acumulaciones de cuarcitas fraccionadas tan típicas en los terrenos ordovicienses. Los trozos son cantos rodados y relucientes en las partes más bajas, se encuentran hacia la mitad de la ladera en lajas brillantes de textura pizarrosa, con longitudes de un decímetro a 0,6, y ya, hacia la parte alta, llegan a ser bloques, primero separados y luego más o menos unidos y mayores, hasta ciclópeos al enlazarse con la masa mineral del criadero (fotografías). Estos bloques tienen aristas casi cortantes, con planos de división y fractura que recuerdan en un todo a los crestones de cuarcita. Sobre ellos asienta una profusa vegetación de líquenes y muscíneas que tapizan materialmente la superficie, con lo cual, a menos de obtener una fractura fresca con el martillo, no se podría asegurar fuese de mineral el trozo considerado (1).

El yacimiento del Cabeço da Mua puede decirse que es un

(1) Este revestido de líquenes es tanto más constante en las cuarcitas cuanto más faldeespáticas y, en consecuencia, más alterables son, por lo cual esta circunstancia contribuye a la semejanza extrema con esta clase de rocas. En los crestones del Cabeço, no solamente asienta la vegetación inferior, sino que debido a la disposición plana del yacimiento, crecen muchos pinos entre las grietas de los bloques de mineral, formando rodales y pequeños bosques (fotografías).

macizo de mineral descubierto por tres de sus caras, pues con su colocación en sinclinal poco pronunciado y situado en la parte alta, queda sólo adherido por su asiento al terreno estéril, resultando las capas de mena comparables a cubetas alargadas superpuestas y sin soportar ningún estrato sobre ellas. En esta disposición sintética debería percibirse perfectamente el borde acantilado que formase cintura del yacimiento, señalando su potencia alrededor; sin embargo, no se comprueba con facilidad, porque el criadero está cortado por dos series de fallas, casi perpendiculares entre sí, con rumbos que difieren poco de N.-S y E.-O., con lo cual resulta una tendencia a formas paralelepípedicas en los bloques grandes, la mayoría de los cuales están caídos y derrumbados unos sobre otros; contribuye notablemente a este desarreglo típico (fotografías) la erosión que va desgastando los bloques y labrando y ahondando las grietas iniciadas, y es de notar la particularidad, muy importante en sentido industrial, de que no se desmenuzan estos minerales, sino que se desgastan por los agentes meteóricos, y como además por la vegetación de la superficie y lo granudo del mineral se adhieren unos trozos con otros y no resbalan, sino que se encajan de un modo firme, resulta el fenómeno llamativo y convenientísimo, de que no se produce menudo.

Forma de los crestones.

Visto el criadero de Cabeço detalladamente (1) sobre el plano, podemos apreciar que corre casi de E. a O. (N. 70° O.), y están contenidos sus límites aparentes casi por dos paralelas al N. y S.; en realidad la anchura del criadero es mayor hacia el O. que al E., y en sus 900 metros de longitud de mineral

(1) Véase planos y proyecciones.

vemos la mayor anchura, unos 140 metros, cerca de la entrada de la galería occidental, y la menor, unos 50, hacia el extremo oriental; de cualquier modo no se pueden tomar estas expresiones más que como medidas generales, pues, por ejemplo, la anchura algo al E. de la elevación llamada Pirámide (fotografía) pasará de los 90 metros, aunque el término medio de la corrida creemos pueda ser de 70 a 80 metros.

Desde el extremo O. del crestón arranca sobre la tierra vegetal un amontonamiento de enormes bloques en un desorden aparente (fotografías); con atención se observa que obedecen a fallas en dos series perpendiculares, coincidiendo casi con los puntos cardinales N.-S. y E.-O. en dirección, y verticales en su inclinación, por lo cual los bloques producidos estarán por encima o por debajo de sus horizontes estratigráficos, pero en proyección horizontal continuarán aparentemente sin desarreglarse. Estas acumulaciones de bloques, que empiezan con más de 100 metros de anchura al O. en la cota 840, siguen aumentando en altura hasta culminar en la Pirámide, a 930 metros de altura, con un descarnado de los crestones, sobre la tierra, de 30 a 40 metros. Desde la Pirámide hasta el extremo oriental disminuye la anchura y el descarnado del afloramiento; pero, aun así, pasarán de 50 metros el término medio de ancho y de 10 a 15 metros el resalto.

Parece, pues, en cuanto al alto o descarnado de los afloramientos, como si la Pirámide, colocada casi a la mitad de la longitud del yacimiento, marcara dos mitades distintas: una del O., en que los crestones sobresalen 30 a 40 metros, y la mitad oriental, en que toda la corrida resalta mucho menos, no pasando de 10 a 15 metros, en término medio, y en algunos sitios menos. Sin embargo, las dimensiones indicadas se refieren exclusivamente a la morfología externa del criadero, es decir, a su saliente o volumen desde la raíz del suelo, representado a su vez por los cantos rodados de mineral y la tierra

vegetal; sin embargo, el volumen absoluto del mineral, teniendo en cuenta las labores, resulta mucho mayor.

El mineral granudo y duro de toda esta parte alta se hace más silíceo en la Pirámide y hacia el extremo oriental, en cuyos sitios contiene granos, manchitas y como cantos bien visibles de psamitas o cuarzo que se suelen denotar también en la sección fresca, perpendicular a la exfoliación.

Labores.

Las labores practicadas en el mineral de Cabeço rodean como es lógico todo el contorno de este espléndido afloramiento. Pueden dividirse en dos clases: antiguas y modernas, coincidiendo ambas en su disposición alrededor del criadero y no encima de los afloramientos descubiertos. Esta analogía de presentación obedece a la mayor dureza del mineral alto en los crestones, aun cuando sean distintas las razones que antiguos y modernos hayan tenido para esta coincidencia.

Las explotaciones antiguas buscaban las capas más blandas, no solamente porque eran más fáciles de arrancar, sino porque teniendo menos sílice, eran más fáciles de reducir en las forjas. Capas de esta clase se encuentran debajo de los crestones, sobre la cuarcita final, lo cual es natural, pues siempre son más blandas las rocas privadas, por ocultación, de los ataques meteorológicos. Y así resulta que las excavaciones de otros tiempos, según se puede apreciar en el plano, siguen, como regla general, tiradas largas paralelas a la longitud del yacimiento y se señalan en conjunto por una cintura exterior a todo el gran afloramiento del depósito, que viene a ser la posición de los niveles inferiores más blandos y reductibles. Es natural que no se haya efectuado arranque sobre los afloramientos superiores, porque habiendo resistido a la erosión, son siempre más



duros y silíceos, enriquecidos en sílice por las aguas activas meteóricas.

No hay, sin embargo, uniformidad de repartimiento en cuanto a las labores antiguas; al N. de Cabeço se concentran sobre la Estación de Felgar, en la mitad occidental del criadero, mientras que las de la parte S. corren a lo largo del yacimiento en una línea estrecha paralela y muy próxima al mineral de los afloramientos.

En lo que guardan mucha semejanza las labores del N. y del S. es en referirse cada serie a sendos niveles, cada uno de los cuales, sin duda, corresponde a una capa fácil de laborear y fundir, pues los antiguos ferrones no hacían trabajos ineficaces.

Todas las que venimos llamando antiguas labores son excavaciones, representadas hoy por las depresiones que han dejado sus hundimientos y las cuales están deformadas por los detritus y la vegetación; tienen un aspecto, quizás precisamente por este estado de enmascaramiento, que les distingue perfectamente de las investigaciones modernas. La mayoría son alargadas, buscando el trabajo muy superficial a lo largo de un nivel favorable, sin que falten los pocitos y pequeñas trincheras, que son hoyos, que indican investigaciones infructuosas. Su colocación es la apropiada para surtir a las ferrerías de Felgar y a las de la vertiente S., como las de Souto da Velha, Felgueiras, etc.

Unicamente hay una excavación antigua que está dirigida en sentido transversal al criadero; se encuentra unos 150 metros al O. de la galería del N., pero con una rasante inferior a ella; por su forma, marcada en el plano, podría interpretarse como una gran cantera en algunos lisos blandos inferiores, y uno o dos caminos rodiales excavados en trinchera atravesada, y que serían los que sirvieron para la conducción del mineral arrancado hasta las ferrerías de Felgar.

Con sólo examinar el plano de la mina se ve la colocación de las antiguas labores a que nos venimos refiriendo, y en la parte Norte se puede apreciar cómo son tres los niveles explotados; el inferior ancho y poco extendido, según señala el hueco de su depresión, y otros superiores alargados y paralelos, como ajustándose a dos capas poco separadas. En cuanto a las del S. son siempre labores muy alargadas, próximas y paralelas, que sólo se diferencian de las explotaciones pareadas que hemos visto en la parte N. en que son muy anchas las septentrionales y estrechas y encintadas las del S.; la explicación natural de esa diferencia se encuentra en que las capas se tienden al N. y están levantadas al S., con lo cual resultaría que excavaciones sobre capas de la misma potencia serían más anchas cuanto menos tendidas estuviesen aquéllas.

Las labores que podíamos llamar modernas rodean igualmente el yacimiento del Cabeço, pero difieren de un modo esencial en cuanto a su disposición, pues así como las labores antiguas seguían a lo largo los afloramientos de buena clase, en cambio las modernas tienen un sentido radial y atravesando a la dirección del crestonaje, puesto que su interés está en llegar a conocer lo mejor posible el cubo y las diferentes clases de mineral; quedando fuera del objeto los crestones descubiertos, que son accesibles y sobre los que es fácil demostrar la calidad y cantidad.

Las labores de reconocimiento son de dos clases: galerías y zanjas, pues algunos pocitos practicados tienen, por lo general, tan poca profundidad que se pueden referir a investigaciones superficiales; hay que exceptuar un pocito inclinado enlazado con la galería general.

Galerías.

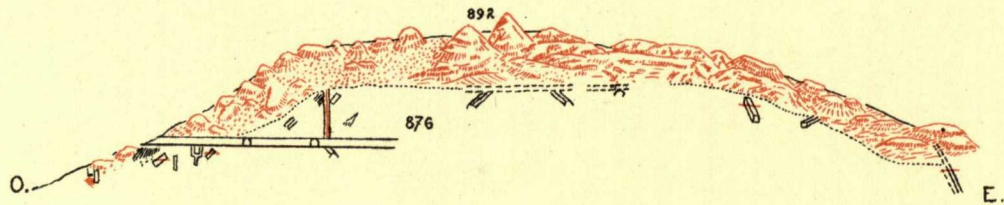
Son dos: una en el extremo occidental y otra al Norte.

La galería occidental está emboquillada a los 840 metros (fotografía). Su dirección es de E. 70° O., es decir, la que marca la general del criadero. Su longitud es de 200 metros, pero a los 130, desde la entrada, tiene dos transversales formando cruz con ella: la transversal del Sur tiene unos 35 metros y la del Norte 70. La forma general de esta galería, así como sus dimensiones exactas, se aprecian perfectamente en el plano general y en las proyecciones del yacimiento. Como es la labor inferior más importante y tiene por encima de ella hasta la Pirámide unos 70 metros de cota de mineral, resulta el mejor sitio de demuestre para la mena del interior y a él se refieren alguno de los análisis completos que damos.

Está emboquillada sobre unas psamitas ferruginosas que de no haberse descubierto bancos inferiores de mineral, se tomarían por la masa del criadero. Siguiendo con atención a la marcha de los lisos en los hastiales se aprecian muchas pequeñas fallas y roturas rellenas por arcilla y detritus de la roca, las cuales parecen corresponder en gran número a las profundas litoclasas que, al exterior, deciden los bloques en sus dos direcciones.

Es dudosa la tendencia del criadero a una cubeta en sentido longitudinal, pero en cambio en las traviesas N. y S. queda bien aclarada por los lisos o capas del yacimiento que se inclinan, convergiendo, hacia el eje de la corrida; es decir, que en la parte N. buzcan al Sur, y contrariamente, las capas vistas en la transversal Sur lo hacen al Norte; sin embargo, no ocurre esta presentación inclinada con la misma intensidad, sino que mientras los bancos de la parte N. se levantan, hasta forman un ángulo de unos 70° con la horizontal, los de la parte Sur se

PROYECCIÓN LONGITUDINAL DEL
CABEÇO DA MUA



Rasante del ferrocarril

Escalas: horizontal 1 : 8.000, vertical 1 : 4.000

tienden hasta ángulos de 15° a 20° con la misma línea y se ofrecen casi horizontales.

Aunque raras, se encuentran en la galería principal algunas intercalaciones psamíticas que dividen los lienzos de mineral y siempre teñidas de óxido de hierro; son más abundantes hacia la transversal del Sur, donde están representadas en el plano; en la galería Norte son muy escasas.

La galería que desde la principal se dirige hacia el Sur es la de menos uniformidad, pues desde la intersección de la galería principal se aprecia una alternancia de mineral blando y grano fino, con otros bancos de mineral duro, alguna intercalación de cuarcita, y después, hasta el pocito en trancada que comunica con el exterior, se ven algunas psamitas ferruginosas que parecen representar la base del depósito de mineral. En el punto de unión de la transversal y el pocito se encuentra una clase de mineral sumamente cuarteado y con caras de ocre rojo; al examinar el sitio de donde provienen vemos que el yacimiento en este extremo Sur de la galería es cortado por un gran número de litoclasas, verdaderas fallas paralelas y casi verticales, que se distancian una de otra desde unos centímetros a un decímetro, y que combinadas con las otras dos series de litoclasas, las horizontales y las de E. a O., también verticales, producen una división del macizo de mineral en paralelelepípedos, por entre los cuales circulan las aguas depositando los ocreos como minerales modernos de cemento.

El mineral cortado en la galería del O. viene a ser de dos clases: duro, granudo, que es el que al exterior compone casi todos los afloramientos con brillo micáceo, o de grano muy fino y unido, formando bancos menos silíceos.

Esta labor principal de la mina está admirablemente pensada y establecida, pues no solamente es una demostración de clase y cantidad de mineral, sino que indica el lugar más apropiado para una explotación intensa y bien llevada. Porque

además de alcanzar en poco avance la cota más alta del yacimiento, como toma los lisos en dirección, podría seleccionar los mejores al seguirlos y lograr toda la ventaja del mercado.

De las dimensiones de esta galería y del perfil exterior se puede deducir un límite inferior y bastante lógico para la cubicación, según veremos al ocuparnos de este apartado.

La galería del N. está emboquillada en la misma planta de la general del O. formando con ella la rasante llamada del primer piso, tocando el borde de la demarcación. Su dirección es hacia el Sur, esto es, atravesada al largo del criadero; su longitud, de 70 a 80 metros. Está emboquillada a través de una trinchera que cruza la gran acumulación de cantos de mineral que se extiende por toda esta ladera septentrional; después, ya en roca firme, corta frecuentes intercalaciones de psamitas muy impregnadas de óxido de hierro, y hasta el final se van cruzando bancos de mineral, los cuales, casi horizontales a la entrada, se inclinan paulatinamente hacia el S., comprobando la hipótesis del sinclinal. El mineral es duro, de fractura concoidea y granos salientes de cuarzo; estos bancos alternan con otros de mineral blando cuya raya morada, como corresponde al oligisto, adquiere sin embargo tono blanquecino al alterarse al aire libre. Todos ellos pasan del 50 por 100 y son los que más martita acusan al microscopio.

Zanjas.

A las galerías siguen en importancia las zanjas, labores superficiales dispuestas radialmente al contorno del yacimiento y emplazadas por bajo de los afloramientos que resaltan, razón por la cual suelen cortar las labores antiguas con sus capas blandas y de buena clase, y llegan hasta las rocas estéri-

les, psamitas, pizarras o cuarcitas ferruginosas, que son las más constantes, particularmente en la vertiente Sur.

Examinando por separado cada uno de los cuatro lados cardinales, vemos que el Sur es el lado mejor reconocido. De extremo a extremo, en los 900 metros de la corrida, se encuentran ocho zanjas, todas ellas señaladas en el plano, donde se puede apreciar su distribución; están siempre contiguas a los pocillos y zanjas alargadas de los trabajos antiguos y cortando en su parte más baja a las cuarcitas más o menos ferruginosas impregnadas de manchas azules de lazulita y con placas argentadas de sericita.

Merece citarse un pocito en trancada, bastante vertical, que con una longitud de unos 35 metros va a unirse con la rama Sur de la galería principal, y en las tres labores unidas, transversal, pocito y zanja exterior, se comprueba que unos pequeños bancos de cuarcita quedan dentro del criadero y que tanto esta cuarcita como la interior cortada por la zanja exterior, contiene lazulita y *scolithus* perforantes que demuestran su nivel geológico.

En cualquiera de las zanjas el resultado ha sido fructífero, habiéndose cortado mineral, generalmente blando, por cima de la cuarcita del fondo; no detallamos, porque en el plano están precisadas las zanjas y pocitos con las indicaciones del encuentro del mineral o rocas estériles.

Con frecuencia, por citar un ejemplo de detalle completo, las zanjas descubren que las excavaciones antiguas se han llevado sobre las capas blandas, pero no tocaron las de mineral más duro; en la que está casi en contacto al O. de la trancada tenemos, de arriba abajo:

Afloramiento, zanja de trabajos antiguos a lo largo, capa de cerca de 6 metros de mineral duro, riquísimo y de grano fino dejado por los antiguos como más difícil de laborear; sigue otro trabajo antiguo y en contacto inferior, otro banco

de 2 metros de mineral duro y bueno, debajo la cuarcita de *scolithus* con manchas azules y aun debajo psamitas ferruginosas pobres. Todos estos bancos inferiores de minerales blandos o duros suelen oscilar en sus potencias de 2 a 6 metros, todos tienen la tendencia pizarrosa y el brillo del hierro micáceo en sus cortes según la exfoliación; la capa del contacto con las cuarcitas suele ser buena.

Ya que hablamos de pasada respecto a la clase de los minerales, debemos decir que en las psamitas ferruginosas pobres se dan todos los tránsitos, desde la roca cuarcitosa estéril por completo hasta la mena aprovechable, encontrando trozos con núcleo silíceo sin transformar, mientras toda la parte externa tiene más del 50 por 100 de hierro; en un pocito próximo a la trancada ya citada hay un banco que ofrece un buen ejemplo de transformación.

En toda esta serie de zanjas meridionales se comprueba lo mismo que ocurrió en la transversal Sur de la galería grande, que los lisos se arrumban próximamente N. 70-80° y buzán al N. haciendo un ángulo de 50 a 80° con la horizontal, es decir, que en toda esta ladera se encuentra la traza de la rama Sur del sinclinal, lo que se comprueba al hacer los cortes geológicos.

En cuanto a las zanjas de la vertiente N. son mucho más escasas en número que en la parte S. y pueden reducirse a tres, según su importancia: una muy bien situada en el espacio de ladera comprendido entre la Pirámide y la galería N., y otras dos más pequeñas a cada lado de ésta. La calicata central, bien señalada en el plano, tiene una longitud de más de 100 metros. Hay mineral en casi todos estos trabajos, siempre más duro que en la parte S. y en lisos más tendidos; sin embargo de ser ésta la regla general, se puede comprobar un cambio de buzamiento hacia la mitad de la zanja larga, y los lisos, que son casi horizontales y buzán hacia el S. en la galería

inferior, se ponen muy levantados, volviendo después a tenderse a medida que se asciende en la labor. La separación de las dos clases de minerales duros y flojos, puede decirse que se marca en ese punto, quedando el duro pizarroso y con lisos micáceos en la parte alta, y el más blando y explotado antiguamente en la inferior.

Las labores de esta empinada ladera son sumamente interesantes, no solamente por la situación que tienen en el frente probable de explotación, sino porque alcanzan el punto más inferior del mineral en el yacimiento, es decir, un índice del límite inferior para la cubicación.

Las investigaciones del O. son: una calicata de trabajos antiguos y dos pocitos, repartidas las tres labores desde la boca de la galería principal hasta la cota 810, y en esta altura de 30 metros se descubre el mineral con la intercalación de alguna cuarcita que parece corresponder a la de *scolithus* y manchas azules, en cuyo caso el mineral de los pocillos inferiores sería análogo al de las capas inferiores al horizonte cuarcitoso. La diferencia del nivel entre el fondo del pocillo y la cúspide de la Pirámide es de 110 metros, cifra que por sí sola revela un enorme tonelaje. En el pocito más bajo se corta en filón de cuarzo con calcopirita que probablemente es el mismo que atraviesa desde el pueblo de Felgar. El pocito que contiene mineral está muy próximo a éste y ligeramente más alto; su fondo es una alternancia de capas cuarcitosas y de mineral en lisos casi horizontales algo inclinados al E.

Aparte de algún trabajo que desde la ladera oriental arranca hacia los del Sur, no se encuentra otra labor de reconocimiento más que una calicata de 300 metros de larga que, además del mineral descubierto ya en los crestones, ha cortado algo de mineral en la parte baja, hacia el Mediodía, encontrándose la cuarcita en la parte inferior. En este extremo oriental hay un cambio de dirección y el rumbo de N. 80° O. pasa a ser, un poco

más a occidente, de N. 60° O.; por lo demás, el crestón, aunque muy disminuído en anchura y en resalte sobre el terreno, sale de la concesión y desciende algunos metros sobre el valle de Souto da Velha, donde ya no se encuentra más que el mineral rodado; volveremos a interpretar estos extremos oriental y occidental del criadero en el apartado que hagamos al estudiar las prolongaciones.

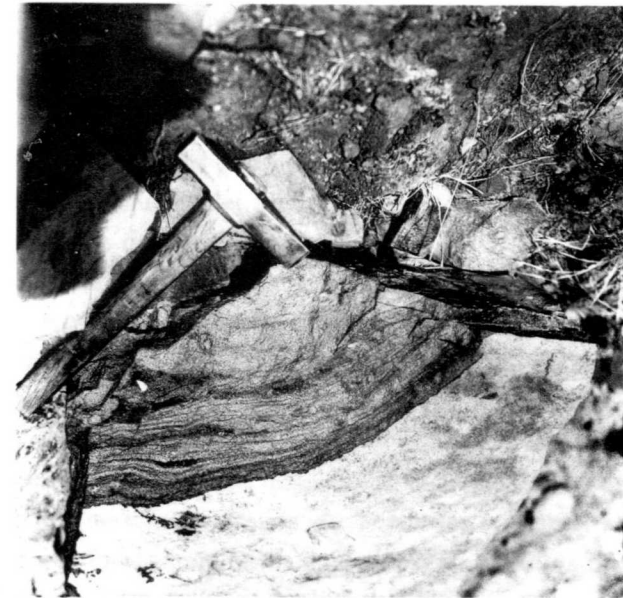
Clases de mineral.

Observaciones mineralógicas.

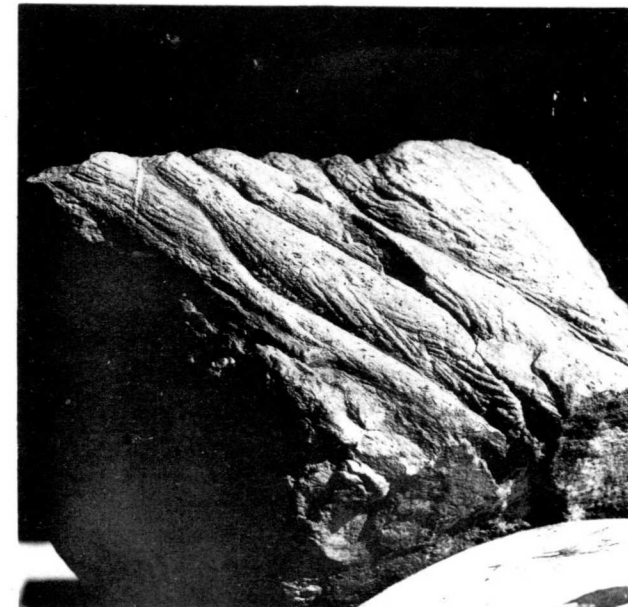
El mineral del Cabeço como el de toda la Sierra de Roboredo, es una verdadera roca, pues, aun cuando a simple vista parece un hierro oligisto micáceo de fractura áspera y pizarrosa, con el auxilio de lentes o del microscopio se puede apreciar cómo en textura granuda bastante regular se mezclan íntimamente los cristallitos de oligisto y los de cuarzo, formando una roca que llega a mena por la proporción de hematites que contiene (fotografía).

La raya es siempre roja, algo morada, según corresponde al oligisto dominante, y constituye la mejor prueba del mineral para una determinación rápida. Es tanto más morado el polvo cuanto mejor es el mineral, pues ese tono demuestra el óxido férrico anhidro; la raya solamente se hace negra con algún mineral magnético, como en Facho, o amarilla si hay hidróxido, como en Los Apriscos.

La dureza cambia bastante según las variedades, pero suele oscilar de 4 a 5, y es mayor en un corte transversal a la exfoliación o pizarrosidad, que según un liso; por lo general los minerales buenos son algo más blandos que los pobres, conse-



Trozo de mineral, en que se aprecia su aspecto sedimentario en delgadas banditas y la forma cuarcitosa de dividirse y facturarse.



Cruziana furcifera.—Tamaño natural, con disposición angular de sus lobas. (Argumento contra la teoría de pistas)



cuencia natural de la menor o mayor cantidad de sílice contenida.

El brillo, en general, es gris metálico, a veces casi argenteado al relucir las hojuelas del hierro micáceo.

Las medidas de densidad nos han acusado de 3,70 a 4,20.

Dentro de este caso general hay diferentes clases de mineral en el Cabeço y el fundamento de cuya distinción estriba en las pequeñas alteraciones que pueda tener la cantidad de sílice o mayor o menor tendencia de los cristales de oligisto hacia el hierro micáceo.

Naturalmente que según la definición que hemos dado de estos minerales, mezcla de granos de hematites y cuarzo, se logra, proponiéndoselo, con pasos paulatinos, alcanzar los dos extremos de la serie: a un lado el mineral casi exento de sílice con los granos de oligisto pegados entre sí, y al otro extremo una cuarcita ferruginosa. Lo general es que la sílice oscila del 10 al 25 por 100, siendo casi en absoluto la hematites u óxido férrico anhidro el otro componente.

Dentro de estas concentraciones más frecuentes se distinguen dos clases de mineral en el Cabeço, que suelen corresponder con las partes altas y bajas del yacimiento. Es el primero y más abundante el mineral micáceo duro, que domina en toda la parte superior y en los crestones y bloques caídos; su estructura es bastante pizarrosa, propiedad determinada por su abundancia en hojuelas de oligisto brillante y alguna sericita que producen lisos o planos paralelos de separación fácil; en algunos casos se dividen en fajas de 1 a 3 centímetros de espesor.

Estos minerales de la parte alta contienen también restos de psamitas micáceas no transformados en mineral, los cuales unas veces se ofrecen en forma de núcleos y otras en láminas mucho más tenues que facilitan, igualmente, la separación en lisos brillantes. El tono exterior de este mineral es oscuro con

lustre micáceo muy señalado, que varía del gris al azul y llega a ser plateado a la luz del sol.

Los lisos y superficies que ofrece, tanto en los bloques de los afloramientos como en las abundantes losas sueltas de que se cubren las laderas del monte, presentan formas que recuerdan bastante los planos de exfoliación de las psamitas micáceas de la base del siluriano y hacia las cuales parecen evolucionar, sin duda, algunos trozos, según dijimos al reseñar las labores. Hemos encontrado, como yacijas repetidas, acanaladuras con arrugas transversales parecidas a *cruzianas* y ondulaciones en los lisos muy frecuentes en las psamitas, sin haber llegado al encuentro de los fósiles típicos de las cuarcitas dentro del mineral, como pudimos conseguirlo en la mina «Santa María». En la superficie también es frecuente que asomen puntos de cuarzo y hasta pequeños cantitos irregulares que producen asperezas y no dejan resbalar los trozos de mineral, lo que explica la abundante acumulación de losas y la lenta producción de cantos rodados (1).

Como término medio este mineral es más bien duro, y tal es la causa de que forme los crestones que han resistido a la denudación. Hacia el extremo oriental ofrece este mineral algunos enlucidos de óxido rojo en delgadas capas, tapizando los cortes transversales de las grietas. Esta clase de la parte alta, varía del 45 al 55 por 100 de hierro y del 14 al 20 por 100 de sílice.

Otra clase de mineral, dentro del constante tipo granuloso y algo pizarroso, es el que se encuentra de preferencia por bajo del mineral micáceo que acabamos de describir microscópicamente.

(1) Contribuye mucho a la aspereza de la superficie de los crestones y mineral caído el gran desarrollo de líquenes diminutos que agarran y viven parásitos sobre los lisos y caras del mineral, circunstancia que a nuestro entender no solamente se ha de explicar por el clima, sino por ser propicios a estas plantas los productos de alteración de las hojuelas de mica potásica que contiene el mineral.

mente, y en realidad no tiene con él más diferencias que ser menos silíceo y de grano más menudo; este mineral, más rico también, es, en general, menos micáceo y pizarroso, quizás por la misma razón de tener menos cuarzo, pues como vimos al hacer el estudio al microscopio, tanto forman los lisos de división las tiradas de cristales de oligisto como los granos cristalinos de cuarzo y las pajuelas de mica que determinan parte del brillo. Estos minerales compactos y mates forman un nivel importante por debajo de los lisos del crestoneo, y unas veces son duros y otras son blandos en capas que se ofrecen con diferente meteorización. Tal diferencia de dureza es la que determina la intercalación de bancos inexplorados y frecuentes a lo largo de las labores antiguas, haciendo como barrera de separación entre dos huecos paralelos, que corresponden a sendas capas de mineral más blando (1). Este mineral oscila de 53-60 por 100 de hierro y 8 a 16 por 100 de sílice, y ha sido, durante centenares de años, la mena para fabricar el hierro en las ferrierías (2).

Variedades.

Una variedad dentro del mineral blando es la cortada por la galería Norte sobre Felgar, muchos de cuyos lisos sin brillo, pero granudos, tienen manchitas blancas que se acentúan con la exposición al aire, al mismo tiempo que se endurece el mineral; las manchitas blancas parecen corresponder a laminillas de pizarra contenidas, y, en este aspecto, recuerdan a los tipos altos micáceos, en las raras veces que los hemos visto, con pequeños nódulos de psamita gris y cuarzo. En cambio pueden citarse en esta misma labor los bancos duros, con fractura

(1) Véase descripción del yacimiento, labores antiguas.

(2) Véase Datos históricos.

concoidea, que son los más cargados de martita y acusan alguna vez ligeras cantidades de óxido ferroso férrico en los análisis.

Otro tipo es el dividido en trozos casi cúbicos, al extremo de la transversal S. en la galería general y que hemos descrito en el yacimiento.

Por fin, otra clase de minerales que debemos recordar en la lista (aunque sea por otro concepto), es el mineral suelto, constituido en su mayoría por la clase dura de la parte alta que, al rodar, adquiere pulimento, debido a su compacidad tanto como a su dureza. Este mineral, que por sus grandes acumulaciones dará lugar en su día a una típica explotación, es, en general, bastante silíceo y no suele pasar del 48 por 100 de hierro, circunstancias que cuadran bien con su mayor dureza y resistencia. Los límites a que se extienden el mineral caído rodean el criadero en un contorno, representado en el plano, que guarda proporción en cantidad y alejamiento con el crestonaje de que procede; las torronteras más importantes se encuentran al SE. y al N. del monte, sobre el trozo de vía de Felgar a Souto de Velha, y entre el Cabeço y Calbalhal.

Cabeço da Mua.

Análisis.

Observaciones industriales. — Desde luego estas menas deben ser incluídas en el cuadro de las semifosforosas, pues el fósforo oscila en ellas de 0,30 hasta 0,80.

Insertaremos algún análisis completo como ejemplo, y para que se pueda apreciar la pureza y constancia de la composición del mineral repetida en centenares de ensayos.

El siguiente es resultado de un demuestre general tomado por mí en la galería principal:

Muestra secada a 100°

Peróxido de hierro.....	72,10 % (hierro 50,44).
Bióxido de manganeso (MnO ₂)....	0,70 »
Alúmina (Al ₂ O ₃).....	4,30 »
Cal (CaO).....	0,32 »
Magnesia (Mgo).....	0,21 »
Sílice (SiO ₂).....	16,20 »
Azufre (S).....	0,02 »
Fósforo (Ph).....	0,41 »
Cobre (Cu), cinc, plomo..	no contiene.
Pérdida por calcinación.....	1,64 %

Esta muestra general fué analizada en el Laboratorio del Instituto Geológico y Minero de España.

En un demuestre de todo el afloramiento del Cabeço se ha obtenido el siguiente resultado:

Muestra secada a 100°

Peróxido de hierro.....	72,643 %
Protóxido de hierro.....	0,520 »
Sílice.....	17,670 »
Oxido de manganeso.....	0,130 »
Cal.....	0,140 »
Magnesia.....	0,025 »
Alúmina.....	5,914 »
Acido fosfórico.....	0,930 »
Trióxido de azufre.....	0,072 »
Pérdida por calcinación.....	1,730 »
	<hr/>
	99,774 %
Hierro metálico.....	51,250 %
Azufre.....	0,029 »
Fósforo.....	0,407 »

Mucho mejor resultado acusan las muestras tomadas en los

minerales de los niveles inferiores, los que fueron trabajados por los antiguos:

Muestra secada a 100°

Peróxido de hierro.....	85,572	%
Protóxido de hierro.	0,520	»
Sílice.	7,598	»
Manganeso.....	nada.	
Cal.....	trazas.	
Magnesia.....	trazas.	
Alúmina.....	3,960	%
Trióxido de azufre.....	0,022	»
Acido fosfórico.....	0,311	»
Pérdida por calcinación.....	2,000	»
	<hr/>	
	99,978	%
Hierro metálico.....	60,800	%
Azufre.....	0,009	»
Fósforo.....	0,186	»

El distinguido Ingeniero prospector D. Ramón María de Rotaeché, obtuvo el siguiente resultado en tres muestras tomadas de la galería general:

	I	II	III
Hierro en seco.....	53,00	51,85	53,30
Sílice.....	16,86	18,85	17,46
Fósforo.....	0,44,27	0,244	0,228
Azufre.....	0,05	0,031	0,031

y en 18 análisis un promedio de 51,66 por 100 de hierro.

El Ingeniero alemán Sr. Harbort, Profesor de Mineralogía en la Escuela de Minas de Berlín, certifica que en un demuestre general hecho por él sobre el mineral del Cabeço, ha obtenido 51,14 de hierro y 0,63 de fósforo, como cifras representativas del término medio de todas las capas reunidas.

Los límites en que han variado las diversas sustancias de un análisis completo son los siguientes:

Contenido de hierro. — El contenido de hierro, siempre en forma de óxido férrido anhidro, oscila, según las diferentes capas y variedades, de 45 a 64 por 100 de hierro, pero en general se puede contar con una cantidad muy grande de mineral de 50 por 100 de hierro.

Contenido de sílice. — El contenido de sílice oscila con el hierro de los minerales entre 6 y 20 por 100.

Contenido de fósforo. — Parece, por los estudios microscópicos de la Universidad de Giessen, que el fósforo proviene de la lazulita, oscilando el contenido de fósforo en el mineral de las distintas capas entre 0,062 a 1 por 100.

Alúmina. — El contenido de alúmina varía entre 3 y 7 por 100.

Humedad. — El mineral es muy seco, no contiene más de 1 a 2 por 100 de humedad, cualidad importantísima, pues se evita el gasto y transporte de un peso inútil y muy apreciable según es frecuente en otros minerales.

Manganeso. — Es muy bajo e insignificante el contenido de manganeso en este mineral y se encuentra entre 0,05 y 0,20 por 100.

Cal y magnesia. — Estos dos elementos también están en muy escasa cantidad, de $1/2$ a $1 1/2$ entre los dos.

Pérdida de calcinación. — Es muy baja y varía entre 0,5 a 2 por 100.

Azufre. — Este se encuentra en el mineral en forma de sulfato de barita, variando el azufre de 0,002 a 0,03 por 100; prácticamente está libre de azufre.

Sustancias perjudiciales. — El mineral no contiene cobre, tungsteno, cromo, níquel, plomo, arsénico ni titanio, resultando en este concepto como mineral de primera.

Por fin, y con objeto de poder hacer algunas observaciones en sentido amplio, insertaremos un análisis que represente los límites en los que suponemos pueda oscilar la composición de

los materiales embarcados; es decir, que este análisis representa como una síntesis, deducida no solamente del examen de todas las muestras y centenares de análisis conocidos, sino del convencimiento personal, por la costumbre que nos dan muchos años de práctica minera sobre esta clase de minerales silurianos.

Análisis promedio.

Hierro.....	53	(óxido férrico 75,5)...	a 49	(Fe ₂ O ₃ 70)
Sílice.....	16	.....	a 20	
Alúmina.....	3,50	.....	a 6,0	
Manganeso.....	0,3	.....	a 0,1	
Cal y magnesia.....	1,0	.....	a 2,0	
Fósforo.....	0,6	(ácido 1,39).....	a 0,3	(ácido 0,70)
Pérdida.....	2,5	.....	a 1,5	

Se echa de ver en este resultado que todo el hierro se encuentra en forma férrica y nada en magnética, circunstancia ventajosa que concuerda con su gran reductibilidad, pudiendo servir estos minerales de un modo muy apropiado para mezclarse con los magnéticos de Suecia, de composición análoga; de cualquier modo, aun sin considerar a estos minerales como de mezcla, siempre serán de tratamiento más económico que los magnéticos por consumir menos cok en su reducción.

El resto de la composición del mineral se circunscribe de un modo casi absoluto a la sílice, la alúmina y la cal. En estas condiciones de predominio de sílice sobre la constancia de cal y alúmina, funcionan estas dos últimas sustancias como bases y neutralizan desde luego algunas unidades de sílice en la formación de la escoria compuesta, pero de cualquier modo y respecto de la sílice, única sustancia perjudicial que contiene la mena, se ha de tener presente que las capas, en el yacimiento del Cabeço, se disponen casi horizontalmente, es decir, que

con una gran explotación en bancos es no sólo posible, sino fácil hacer predominar las clases más o menos silíceas, representadas por cada banco, y en este sentido puede servir de ejemplo, según hemos señalado al describir el yacimiento, la manera como los antiguos colocaron sus labores en las capas inferiores, distribuidas en todo el contorno de las curvas de nivel inferior. Más adelante insistiremos sobre estos minerales menos silíceos; pero ahora, al comentar el análisis promedio, queremos dejar sentado que es el resultado del conjunto del mineral y susceptible de aminorar su contenido en sílice, por prestarse a ello perfectamente la disposición en bancos del criadero.

Desde luego la sílice, en un mineral puro y de fácil reducción pierde mucha importancia, pero como demostración práctica de que minerales magnéticos y pobres se explotan hoy dentro de este grupo, podemos citar que Vivero ha colocado en la siderurgia alemana de 100 a 150.000 toneladas al año, siendo un mineral de 45 por 100 de hierro y 16 por 100 de SiO y las *minetas* («minettes») con mucho menudo y gran cantidad de sílice, no llegando a más de 30 a 32 por 100 de hierro, proporcionan varios millones de toneladas a las industrias del Rin y francesa.

La consideración hecha sobre el análisis promedio de que la sílice podía alcanzar hasta un 20 por 100, es la que nos ha impulsado a examinar el criadero como dividido en dos partes, en cuanto a clases y análisis, esto es, clase silícea y dura en toda la parte alta y más blanda y menos silícea en la zona baja de las labores antiguas.

Tomadas las muestras en estos dos grandes apartados, resulta que el tonelaje superior, desde luego el que representa la mayor cantidad, llegará al límite máximo de sílice señalado en el análisis promedio.

En cuanto al mineral menos silíceo de los horizontes infe-

riores, hemos encontrado el siguiente resultado de una muestra general sobre labores antiguas del Cabeço.

H. Holand Harry F. C. S. (Sucesor de Jaime A. Allison F. C. S.)

Peróxido de hierro.....	82,828 %
Protóxido de hierro.....	0,455 »
Sílice.....	11,270 »
Alúmina.....	4,610 »
Óxido de manganeso.....	0,010 »
Cal.....	0,040 »
Magnesia.....	0,010 »
Sulfato anhidro.....	0,012 »
Acido fosfórico.....	0,455 »
Arsénico, cobre y plomo.....	trazas
Cinc, níquel y cobalto.....	nada
Pérdida por calcinación.....	0,790 %
	<hr/>
	99,980 %

Hierro.....	57,098 %
Fósforo.....	0,199 »
Azufre.....	0,005 » Muestra secada a 100.

En abundamiento de la mejor clase que se puede conseguir con atención vamos a citar un análisis a cada lado de la galería general, en los trabajos antiguos, y otro en el punto más bajo reconocido en el criadero del Cabeço.

Análisis de varias capas en el pozo:

Peróxido de hierro.....	83,000 %
Protóxido de hierro.....	2,535 »
Sílice.....	7,940 »
Alúmina.....	3,778 »
Manganeso, cal y magnesia.....	trazas
Ácido fosfórico.....	0,439 %
Sulfato anhidro.....	0,057 »
Pérdida por calcinación.....	2,240 »
	<hr/>
	99,989 %

Hierro.....	60,05 %
Fósforo.....	0,192 »
Azufre.....	0,022 »

Análisis de un trabajo a la entrada de la galería general:

Hierro.....	53,50 %
Sílice.....	15,74 »
Fósforo.....	0,249 »

Análisis de la zanja y pocito SO. Punto más bajo del criadero:

Hierro.....	58,10 %
Sílice.....	11,22 »
Fósforo.....	0,235 »

Los tres análisis citados corresponden al Laboratorio de Mr. Roland Harry F. C. S. (Sucesor de A. Allison), Bilbao.

En la zanja del Norte, enlazada con las labores antiguas, los resultados han sido ligeramente más silíceos cuando se han tomado en conjunto, pero tan buenos como los citados cuando se ha puesto atención en evitar las capas más arenosas; citaremos los dos análisis:

Demuestre de varias capas de la zanja Norte:

Hierro.....	56,70 %
Sílice.....	13,12 »
Fósforo.....	0,243 »

Y por fin, análisis de la zanja Norte (Laboratorio Allison):

Peróxido de hierro.....	76,142 %
Protóxido de hierro.....	0,585 »
Sílice.....	15,800 »
Alúmina.....	5,140 »
Óxido de manganeso.....	0,010 »
Cal.....	0,100 »
Magnesia.....	0,028 »
Sulfato anhidro.....	0,015 »
Ácido fosfórico.....	0,623 »
Arsénico, cobre, plomo.....	nada
Pérdida por calcinación.....	1,530 %
	<hr/>
	99,973 %

Hierro.....	53,75 %
Fósforo.....	0,272 »
Azufre.....	0,006 »

Debemos citar, aun cuando no pertenezcan al Cabeço, los análisis correspondientes a la muestra general de los minerales de la mina Cotovia, en el nivel correspondiente a las labores antiguas, pues esto, lo mismo que los minerales de los horizontes bajos del Cabeço da Mua, asegura un tonelaje importante menos silíceo que pueda mezclarse a los de la parte alta del yacimiento del Cabeço (1).

La seguridad de constancia de estos análisis menos silíceos, no solamente está dada por el demuestre general, sino por la uniformidad en dirección y potencia de los trabajos antiguos que surtieron en centenares de años a más de 14 *ferrerías*, y resulta curioso considerar cómo guían la tradición y la Historia, aun en los asuntos industriales, cuando hay identidad de esfuerzos en lo que se pretende; basta, pues, seguir las huellas de los antiguos ferrones para dar, de un modo seguro, con las menas dulces. Como remate de las consideraciones acerca de la sílice, podemos, pues, decir de un modo bien fundado, que es relativamente fácil alcanzar minerales que, por término medio, no tengan más de 16 por 100 de sílice, pasando del 53 por 100 de hierro.

Porosidad, reducción y fusión.

La prosperidad de esta comarca (2) fué debida, desde los tiempos más remotos, a la elaboración de hierro en sus forjas, lo cual, mejor que ningún argumento demuestra la fácil reducción y fusión de estos minerales.

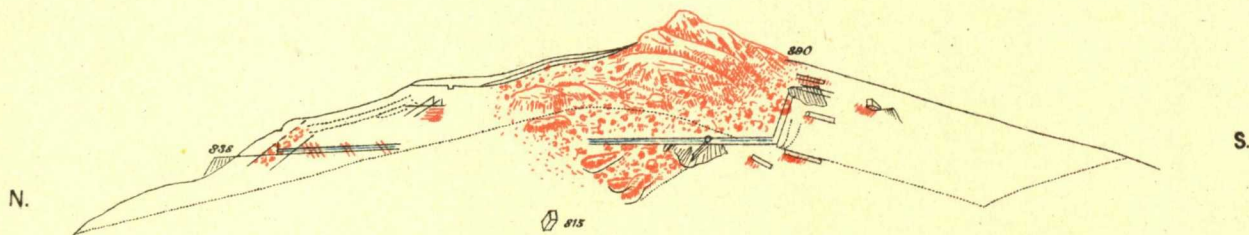
Aun podemos añadir, a favor de esta comprobación histórica, que en Galicia, citada hacia el año 1830 como «modelo de minería», trabajaban 35 *ferrerías* con menas hidroxidadas y

(1) Criadero de Roboredo.

(2) Parte Histórica.

PROYECCION TRANSVERSAL
DEL
CABEÇO DA MUA

Escala 1 : 4.000



rojas, ninguna sobre mena difícil, mientras que aquí, en Moncorvo, sobre minerales silurianos, se sostenían hasta 14 (!), porque tenían, de un modo seguro y fácil, mineral de excelente reducción.

Estudiada la porosidad de los minerales en la Universidad de Aquisgran, por el Profesor Wust, ha venido a resultar 13 veces mayor que la del mineral sueco y de reducción más fácil.

La exposición de los experimentos del Catedrático de Siderurgia es la siguiente:

De 28 kilogramos de mineral se sacó un promedio para los ensayos.

El mineral está libre de cobre, tungsteno, cromo, níquel, arsénico y titanio.

Según el tamaño y el contenido de cuarzo de las diferentes piezas oscila el peso específico entre 3,83 y 4,10. En el hierro magnético del Norte de Suecia, que se ha tomado para hacer comparaciones, se mostraron diferencias en las distintas piezas de 4,51 hasta 4,70.

Como la reducción de los minerales de hierro en la parte superior del alto horno se efectúa exclusivamente por monóxido de carbono gaseoso, un mineral determinado será tanto más fácil de reducir cuanto más poroso es. Por consiguiente, se determinó la porosidad del material presentado al ensayo en comparación con el mineral magnético de Suecia, aspirando aire a través del mineral. En este ensayo se obtuvieron los siguientes resultados por término medio:

	DESPUÉS DE ASPIRAR		
	Una hora	Dos horas	Tres horas
	Litro de aire	Litro de aire	Litro de aire
Hierro magnético	0,015	0,031	0,046
Hierro oligisto.....	0,198	0,40	0,59
Proporción de hierro.....	>	>	>
Magnético al hierro	>	>	>
Oligisto	1 : 13	1 : 13	1 : 13

Posee por consiguiente el material a estudiar una porosidad trece veces mayor que el hierro magnético de Suecia.

Para obtener un dato directo sobre la facilidad de reducción de la hematites roja en comparación con el hierro magnético, se pulverizaron las dos clases de mineral a un mismo tamaño de grano y se expusieron de cada uno 40 gramos en una estufa eléctrica a la influencia de gas hidrógeno y a temperaturas de 500° C, 600° C y 700° C. La cantidad del gas hidrógeno empleado en cada ensayo era de 4,3 litros y la duración de los ensayos de tres horas.

Del contenido total de oxígeno de ambos minerales se eliminaron por la acción reductiva en la corriente del hidrógeno en término medio los siguientes porcentajes:

	ENSAYO CON		
	500° C.	600° C.	700° C.
Hierro magnético.....	15,6 %	17,6 %	23,86 %
Hematites roja	1 : 13	1 : 6	1 : 1,7
Proporción del hierro magnético a la hematites roja.....	1,3 %	2,85 %	14,3 %

Los ensayos demuestran que la hematites roja que se presentó al ensayo es, especialmente en las temperaturas bajas, mucho más fácil de reducir por el hidrógeno que el hierro magnético de Suecia.

Estas cualidades son sumamente favorables para su colocación en el mercado, pues como minerales porosos y de fácil reducción que son, consumen mucho menos cok en su transformación a lingote y son siempre preferidos.

Como resumen de los análisis y apreciaciones respecto a las clases de estos minerales, se puede asegurar que, mezclándolos, se puede fácilmente lograr una mena uniforme, cuya composición mecánica sea de un 90 por 100 de grueso, toda de hematites, pasando del 50 a 53 por 100 de hierro, y fácilmente reducible, estando libre de sustancias perjudiciales y con un contenido aproximado de sílice de 16 por 100.

Composición mecánica.

Prácticamente puede decirse que no hay menudo, y como demostración de enormes proporciones de tal afirmación están las torronteras que contendrán, en conjunto, más de un millón de toneladas de cantos de mineral rodados, hecho imposible de explicar si se desmenuzase la mena. En los arranques que se han efectuado se puede comprobar de un 80 a un 95 por 100 de grueso.

Estas propiedades de dureza y consistencia son importantísimas, pues aprovechándose modernamente los gases en todos los altos hornos, son cada día más apreciados los minerales que no perturban, por su polvo o menudo, la marcha normal de los gases.

En este concepto se puede dar a la industria el tamaño de mineral que pida.

Densidad.

Las pesadas efectuadas en el densímetro han dado en las diferentes variedades de mineral, cifras de 4 a 4,8, resultado que se comprueba de un modo lógico por la ley de mezclas; pues admitiendo que la totalidad del mineral fuese formada por una quinta parte de cuarzo y cuatro quintas de mineral, supuesto desfavorable al resultado de densidad, pues el mineral nunca es tan silíceo, y tomando para la hematites 4,90 de peso específico y 2,50 para el de cuarzo, es decir, los mínimos dados en las mineralogías, resulta 4,42 para la densidad. Sin embargo, como durante el examen del criadero hemos podido apreciar que siempre hay algún pequeño hueco o falla, juzgamos conveniente rebajar la cifra a 4, que es la que adoptaremos para la cubicación del mineral en masa sobre yacimiento, y en cambio, no pasaremos de 2,4 a 2,5 si hay que aplicar la densidad al mineral arrancado, porque ésta es la deducción lograda por mediciones y prácticas sobre esta clase de minerales.

Cubicación.

Para someter a medidas el yacimiento y poderlo cubicar en su total y diferentes partes, es necesario imaginar sus cortes con observaciones y deducciones lógicas.

La presentación de pliegue sinclinal para el criadero, arrumbado casi E.-O., se impone por el buzamiento convergente de los lisos de mineral en las dos laderas N. y S., siempre hacia dentro del monte; pero mientras hacen ángulos de 75° con la horizontal en la falda Sur, aproximándose a veces hasta la vertical, se tienden en cambio en la vertiente contraria del Norte hasta 10 ó 15°, poniéndose casi horizontales; de esta

desigualdad de inclinación se deduce que el eje del pliegue debe de estar más próximo a la ladera Sur que a la del Norte. Por otra parte, y en realidad, no hay seguridad al equiparar una capa de mineral de una ladera con su homóloga de la contraria; pero si recurrimos al supuesto, bastante lógico, de que los estratos blandos de ambas laderas sean los mismos, es decir, que se correspondan los de las antiguas explotaciones, entonces comprobaríamos que, del mismo modo, el pliegue tendería a ser un monoclinal, corriéndose el eje hacia el Sur.

La inseguridad de cualquier modo subsiste, porque la cuarcita de la falda Sur, único rasgo litológico llamativo sobre el mineral, no se encuentra en ninguna de las investigaciones de la falda septentrional, produciéndose de un modo obligado una indeterminación.

Ateniéndonos a los datos de las labores, únicos fehacientes, damos un corte (láminas) deducido de los planos generales, que no es ciertamente sino un mínimo respecto a las capas de mineral, pues nada autoriza a suponer que las labores inferiores (pocito O. y galería N.) sean los verdaderos límites; por el contrario, al Sur, debajo de la trancada o pozo casi vertical, hay labores antiguas, y lo mismo ocurre al N., en unos grandes trabajos antiguos hundidos que están sobre Felgar y descenden hasta la cota 820, siendo 838 la de la galería. Y bien pensado hay razones para inclinarse a suponer que profundizan aún bastante las capas de mineral, pues en toda la altura del Cabeço, desde 930 de la Pirámide al llano de Felgar o la unión con el monte de Carvalhosa, son 300 los metros de desnivel, sin que asomen ni se encuentren en sus laderas restos de cuarcitas ni pizarras, lo cual casi seguramente habría ocurrido de existir tales estratos en la parte alta o media de las laderas, aun cuando estén ofuscadas hasta el valle por las torronteras de mineral rodado.

Admitiremos, pues, que este corte, imaginado para la parte media, lo podemos correr como patrón, en cuanto a la forma, a todo lo largo del depósito, sin más variaciones que las que tengan las anchuras y alturas entre las labores antiguas de uno y otro lado.

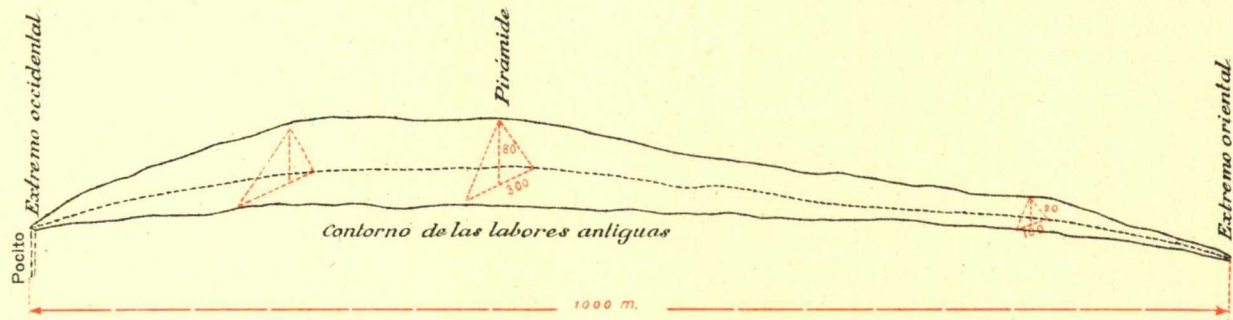
En cuanto al corte longitudinal lo aceptaremos igualmente con la misma reserva de representar un límite mínimo, pues la parte inferior, del mismo modo que en la parte transversal, queda oculta por los trozos caídos y rodados del afloramiento, y únicamente en la gran zanja al E. se encuentra alguna roca estéril que podría representar el fondo del yacimiento. Para evitar dudas, no aceptaremos en este sentido longitudinal más mineral que el determinado por todo el perfil hasta una línea que, apoyándose en las últimas labores orientales, fuesen a dar al pocito del extremo Oeste, determinando un fondo inclinado conforme aparentan los crestones en la proyección vertical.

Medidas para la cubicación.

Es indudable que el fondo del yacimiento es una cubeta de ramas desiguales inclinadas, pero como en realidad no está bien conocida, preferimos reemplazar este supuesto por la proyección recta del sinclinal sobre el plano que contenga el contorno de los afloramientos explotados en las labores antiguas; esta imaginación, además de facilitar la cubicación, da un límite inferior indudable de seguridad, puesto que siempre es mayor la superficie de cualquier sinclinal por sencillo que se suponga que su proyección.

Procurando ahora reemplazar la superficie irregular de la parte alta por otras más sencillas y equivalentes que de un modo aproximado faciliten el cálculo, observaremos que el conjunto del crestoneaje, en sus dos proyecciones, simula dos ver-

CROQUIS PARA EL CÁLCULO DE LA CUBICACIÓN



tientes a todo lo largo, a modo de faldones de un tejado, cuya cumbre pasase próxima a la Pirámide, apoyándose también en las partes altas y centrales de la corrida; de esta manera queda el criadero equiparado, de un modo aproximado, a un prisma triangular, o mejor dicho, a un tronco de pirámide triangular, según el croquis adjunto (1).

Empleamos la denominación de tronco de pirámide, porque en realidad las secciones más o menos burdamente triangulares serían diferentes desde un extremo a otro: la mayor en la parte occidental; la sección obtenida hacia la Pirámide parece ser la que representa el término medio, como resulta de la figura de la proyección, y tendría, según el plano, 300 metros de ancho por 80 de alto; por fin, la sección menor es la que corresponde al extremo oriental, cuyas medidas serán de 100 por 20 metros de altura.

Ahora bien: si en este tronco de pirámide tomamos la medida de las áreas correspondientes al punto alto central y al extremo oriental, estaremos autorizados para aplicar esta área media a un prisma triangular con toda la longitud del criadero:

Area de la sección media.	10.000 metros cuadrados.	
Area del extremo oriental	1.000	—
Area media.....	6.500	—

Con una longitud de 1.000 metros resulta, pues, un volumen de 6.500.000 metros cúbicos y con cuatro de densidad. Conforme con los razonamientos del capítulo de minerales, podemos dar 26.000.000 de toneladas como cifra mínima de la cubicación.

(1) La adopción de planos en tejado disminuye desde luego el mineral lateral que a veces se levanta tanto como el central (fots. 13, 14, 15), pero en esta disminución estriba el derecho al supuesto y la seguridad y sencillez para los cálculos.

Para proceder de un modo justo deberíamos tener en cuenta el desarrollo del sinclinal, caso en el cual habría que añadir al prisma triangular considerado otro casi idéntico formado por las dos ramas inclinadas del pliegue y adosado al anterior por el contorno de las labores antiguas. Con esta apreciación, quizás la más exacta, el tonelaje se duplicaría, llegando a 50.000.000 de toneladas. Estas cifras son tan enormes y desusadas en yacimientos minerales, que es lo mismo queden algo disminuídas por reducciones prudentes, que aumentadas por ampliaciones bien razonadas, pues desde el punto minero industrial, la cubicación que hemos obtenido puede considerarse como indefinida.

Esta cubicación se refiere, desde luego, a todo el conjunto del criadero, pero según las consideraciones que hicimos al hablar de la clase de los minerales, es muy conveniente conocer el cubo de la clase más escasamente silícea y que, requiriéndola el mercado, servirá para mezclarse con la clase general de la parte superior, rebajando el contenido en sílice.

Para llegar al resultado que señalamos haremos presentes las potencias reconocidas, dentro del mineral rico, en los diferentes puntos de toma de muestras de las labores antiguas señaladas en rojo sobre el plano; fueron estos puntos doce en la ladera Sur, empezando por la zanja y pocito del Oeste, según indicamos en el estado siguiente:

1.º	Pocito del Oeste....	Sin potencia manifiesta.
2.º	Zanja.....	Idem.
3.º	Idem.....	4 a 6 metros potencia.
4.º	Zanja junto al pozo.....	4 ídem.
890. —	5.º Otro pocito.....	4 a 6 ídem.
890. —	6.º Dos pocitos.....	6 ídem.
880. —	7.º Dos pocitos.....	6 a 7 ídem.
880. —	8.º Zanja.....	5 ídem.
885. —	9.º Idem.....	2 a 4 ídem.

890. —	10.º Zanja.....	4 metros potencia.
890. —	11.º Idem.....	5 ídem.
870. —	12.º Idem.....	5 a 6 ídem.
850. {	13.º Idem.....	} 4 a 5 ídem.
	14.º Idem.....	
		52 : 12 = 4,33

Resulta, pues, una media de 4 metros para la zona inferior más rica.

Las labores que descubren al Sur los mejores minerales están situadas casi en la curva de nivel 880. Como características de estos minerales puede decirse que tienen un grano muy fino y más bien mate, dividiéndose bien por planos o litoclasas que los cortan regularmente; en esas labores sólo se encuentra arrancado el mineral blando, y respetado el duro, aunque sea de la misma buena clase, así vemos en gran parte de las excavaciones meridionales que, entre dos bancos blandos con potencias de más de 2 metros, se suele encontrar otro banco duro de la misma mena que los separa entre sí. También es casi general en esta ladera que el mineral menos silíceo se encuentre casi en contacto con dos cuarcitas: la interior del criadero, vista en la transversal Sur, y otra exterior, que suele contener algo de lazulita y *Scolithus*.

En la labor 5.º, en un pocito y una zanja inmediata, se descubre la cuarcita inferior del criadero a que nos hemos referido.

La labor 6.º comprende dos excavaciones en forma de pocillos que están separados por un banco duro de buen mineral, y a su vez contenidas, con unos 6 metros de potencia total, entre el banco de psamitas interior y la cuarcita externa con las manchas azules de los silicatos. La misma disposición de labor pareada, separada por un banco de mineral más duro, se observa en la labor 7.º (880), que tendrá de 6 a 7 metros de potencia en total. En la 8.º y 9.º (880) se conserva con más

o menos variante la misma colocación entre cuarcitas y banco duro intermedio, sus potencias son de 3 a 5 metros; y, por fin, las tres labores que quedan, hasta la 12.º, que son: un pocillo, una zanja abierta últimamente y otra larga final, se encuentran en la cota 890, con potencias de 4 a 6 metros sobre la cuarcita del fondo con *Scolithus*. En cualquiera de estos sitios, y por debajo de la cuarcita, se descubren bancos psamíticos tan impregnados de óxido férrico que, en muchos sitios, pasan a la clase de mineral silíceo, sin que de ninguna manera se deba asegurar que no puede haber nuevos bancos de mineral debajo.

La ladera N. es un ejemplo de la alternancia que indicamos y que, por otra parte, es tan frecuente en los yacimientos de esta clase con horizontes múltiples. Empezando desde la parte inferior, en la cota 820 y en la región occidental de la ladera, se encuentran unos grandes trabajos antiguos, con entrada transversal al criadero (de 30 a 40 metros de ancha), que demuestra por dónde eran arrastrados los minerales, y una depresión a lo largo de unos 100 metros (véase plano), indicadora de la posición del nivel del mineral blando.

Sobre el mineral de esos trabajos más inferiores se encuentran las capas cortadas en los 83 metros de la galería Norte, y cuyo mineral, descontando unos 20 metros de blando a la entrada, fué en su mayor parte duro y compacto, poco micáceo, de fractura concoidea y con puntos brillantes de cuarzo cristalino sobre ella; los lienzos de mineral de la galería son casi horizontales, y, por consiguiente, no corresponden con los que están en su vertical cortados por la zanja superior que, con 28 metros de longitud, atraviesa casi toda esta ladera N., desde la Pirámide a la galería del mineral duro. En la cota 875, ya cortada por la zanja larga, se encuentra otra nueva zona de trabajos antiguos, que corren en unos 50 metros con mineral poco silíceo, y en los 28 metros que tiene esta zanja aun vol-

vemos a cortar otra nueva faja de antiguas explotaciones, quizás la más importante, pues con una anchura de unos 4 a 5 metros recorre más de 200 en sentido longitudinal del criadero.

Para poder comparar las clases hemos tomado muestras separadas de todo el mineral blando de la zanja y de la corrida de los 200 metros, y los resultados los incluimos en el apartado de minerales. En conjunto, hemos comprobado una dureza mayor en los minerales del Sur respecto a los del Norte.

Para cubicar esta zona de los trabajos antiguos del yacimiento, lo más práctico, dentro de un límite inferior, es considerarla como una rebanada cuyas superficies planas, alta y baja, fuesen iguales al contorno dado por las labores antiguas que sirvieron a la toma de muestras, mientras que la altura sería la potencia media deducida. Ahora bien: la superficie evaluada por un curvímetero que siga aproximadamente el contorno, es de 135.000 metros cuadrados, y, por consecuencia, con 4 de potencia, y la misma cifra para la densidad, unos 2.000.000 de toneladas como cubo de mineral de un 14 por 100 de sílice o el doble de mineral de 16 por 100 de sílice, admitiendo que se mezcle con otra cantidad igual de la parte superior, al que suponemos con un 18 por 100 de sílice, y así se rebajaría esta impureza hasta 16 por 100.

Cabeço da Mua.

Explotación. Transporte. Embarque (Puerto).

Explotación.—La explotación del yacimiento del Cabeço, dispuesto sobre el monte en tongadas suavemente sinclinales, debe dar lugar a un caso típico de arranque intensivo a cielo abierto, y, en su consecuencia, los verdaderos problemas que

se pueden ofrecer se refieren más a los depósitos y transportes que a la explotación propiamente dicha.

Siendo primordial la cuestión del transporte, es evidente que la determinación de las plantas de cantera deben ser derivadas de la posición fija que tiene el ferrocarril de Pocinho a Carviças; esta línea pasa al pie del Cabeço, contorneándole al O. y al N., según puede verse en el plano general, y, por consiguiente, en uno de estos lados, occidental o septentrional, debe emplazarse el arranque. Fijándose ahora en que los estratos casi horizontales del criadero tienen su dirección próximamente de E. a O., se puede decidir la preferencia por la cantera abierta en el extremo occidental, pues de este modo se podrían llevar de frente todos los bancos, que es tanto como decir las diferentes clases de que se compone el criadero, circunstancia importantísima, pues de esta manera se podría regular el arranque en las distintas tongadas hasta obtener el producto preciso en hierro y sílice; la instalación de los tajos en el extremo occidental tiene además la ventaja de que la distancia al ferrocarril es menor, pues se reduce a una línea de máxima pendiente, de inclinación próximamente uniforme, que se puede aprovechar perfectamente para un plano inclinado

En cambio, el establecimiento de las canteras en la ladera septentrional, tendría el inconveniente de atacar los lisos a lo largo y no de frente, siendo además el transporte por este lado, hasta la estación de Felgar, más largo y costoso.

Los apartados que, desde el punto de vista industrial, debería comprender este capítulo, serían:

Fijación de rasante de las diferentes canteras.

Fuerza. Perforaciones. Cucharones. Calibradores.

Establecimiento del plano inclinado.

Depósitos en el Cabeço, en Pocinho y en el puerto.

Ferrocarriles. Material rodado.

Puerto. Cargadero.

Absteniéndonos de insertar las soluciones estudiadas por evitar el carácter económico poco apropiado a esta publicación.

Yacimientos de la Sierra de Roboredo.

Se extienden estos criaderos en unos 9.000 metros de longitud, siguiendo, el mineral y la cresta de la sierra, el mismo rumbo en sus alturas, N. 70-80° O.

Sin embargo, si se considera la línea del crestonaje en detalle, se la ve seguir un trazado sinuoso debido a las fallas que la interrumpen y trasladan de sitio. (Véase croquis de la parte geológica.)

Estas fallas se acusan perfectamente y su expresión topográfica es una cañada o vallecito normal a la dirección general; así se marcan, marchando hacia el O.: una entre Santa María y Fragas de Carvalhal; otra, de salto muy señalado, entre la Oriental das Fragas de Carvalhal y la Occidental; otra entre Occidental y Cotovia; y, por fin, otras tres entre Mendel y Chapeo, Chapeo y Facho, y la última, al O., entre Facho y Apriscos.

Como puede verse en el plano, las concesiones mineras que abarcan los crestones son nueve, que empiezan al E. de Fragas (1) de Carvalhosa y terminan al O. en la concesión «Fragas dos Apriscos».

Esta fila de minas que ocupan el alto de la sierra está comprendida entre otras dos que la limitan al N. y al S., con el fundamento minero de obtener las grandes acumulaciones de cantos rodados de mineral o las prolongaciones en profundidad, debido al buzamiento de las corridas representadas.

(1) Fraga es palabra española y portuguesa que significa risco o peñasco.

El mineral es variable de unas concesiones a otras, en toda la corrida de unos 10 kilómetros, y así se diferencian los de textura fina de Santa María, Cotovia y Mendel, de los groseramente granudos y muy silíceos de la Occidental, y los de tipo cuarcitoso de Apriscos y Facho. En conjunto, su aspecto recuerda bastante al mineral del Cabeço, y a su descripción referimos al lector.

Cualquiera de las minas de la corrida de la sierra se podría poner en una explotación inmediata con un pequeño cable automotor que bajase hacia el valle a buscar la línea férrea.

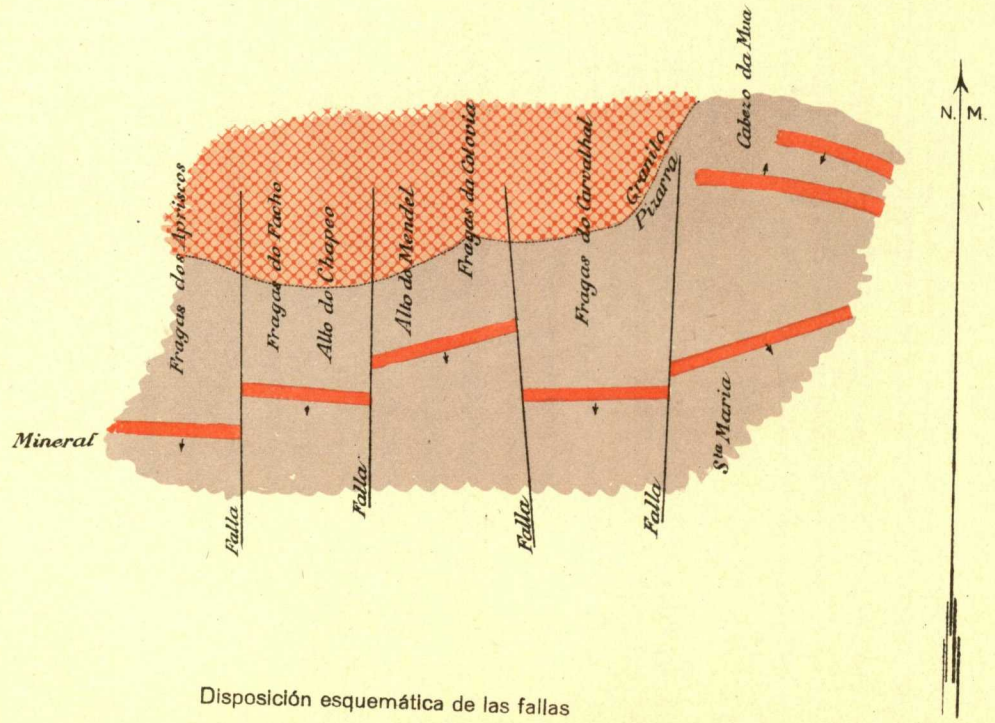
Los cantos rodados de mineral acompañan a estos crestos en toda la superficie, llegando al máximo en las grandes torronteras de algunas depresiones, en las cuales se ven depósitos que pasarán de varios metros de espesor; la distancia a que se extienden desde los afloramientos, suele ser de cerca de un kilómetro y a veces pasa, según señalan de un modo aproximado los límites de mineral rodado, representados en el mapa.

Para la descripción detallada de las concesiones, haremos un recorrido de O. a E. por las minas bajas atravesadas por el camino, y después un itinerario por las concesiones altas de Oriente a Occidente, indicando las labores y afloramientos de cada mina.

Recorrido por las concesiones inferiores.

Toda la villa de Moncorvo, desde la carretera que conduce a Bragança, hasta la estación del ferrocarril, se encuentra asentada sobre un gran macizo de pizarras muy arcillosas de tonos verdosos pálidos, que hemos supuesto del terreno cambriano en su tramo más alto, no solamente por las algas y señales de anelidos que se ven en las canteras de la carretera, sino

SIERRA DE ROBOREDO



Disposición esquemática de las fallas



porque encima vienen las cuarcitas de *cruzianas* y minerales de la Sierra de Roboredo; estas pizarras y más adelante las psamitas silurianas, constituyen el suelo estéril de las minas del llano, que no tienen otro fundamento que el mineral rodado o los servicios que se pueden derivar de la explotación de las minas altas, como escombreras, paso de cables, etc. En la concesión de Sobralhal y sobre las pizarras aceitunadas, de rumbo E.-O. con buzamiento al N., se encuentran cantidades de chirta gruesa que aumenta muchísimo en la mina llamada Barro Vermelho, quizá así nombrada porque contiene bastante tierra roja, acumulada por el agua mateórica en las depresiones del terreno, con lo cual se suele reblandecer la pizarra hasta alterarse totalmente, como ocurre dentro de la concesión, al S. del camino, donde puede verse convertida en una arcilla algo ferruginosa con vetas de caolín.

Al pasar frente a Caserio de Pinhal, vamos por el granito (570); en estas minas de Barro y Caserio, particularmente en la parte de la ladera ya casi plana, sobre el camino, se pueden admitir perfectamente, por lo menos, 500 kilos de chirta gruesa por metro cuadrado, cifra que conceptuamos más bien escasa y que dará idea de la importancia, en cantidad, del mineral rodado; sin embargo, lo mismo que en las torronteras del Cabeço, se debe notar que siendo el mineral de los cantos tan duros y resistentes es debido principalmente a la sílice que contiene, o sea, que son tipos que no pasan del 48 por 100 de hierro y con 20 por 100 o más de sílice, es decir, fuera de la posible explotación actual, a pesar de la facilidad con que se podría realizar.

En la concesión llamada «Poça da Cotovia», que corresponde a un vallecito o depresión que viene del alto de Mendel (posiblemente a una falla entre Chapeo y Mendel), se encuentra una levada de mineral, es decir, una torrontera de la misma disposición y aspecto que las de cuarcita, salvo el color os-

curo, y en la que hay tal cantidad de mineral que nos parece pasar de dos metros de espesor en algunos de los sitios, dificultando hasta la salida de los pequeños carballos del borde del camino; el resto de estas concesiones, hasta el alto, contiene constantemente mineral rodado en su superficie, pero siempre en menor cantidad y en trozos mayores y más esquinudos, como menos desgastados. En la concesión de Poça da Cotovia, domina bastante el granito mucho más micáceo y de elementos mayores que el visto en Pinhal.

En Duas Rodeiras se separa algo el granito y hay menos mineral rodado en las proximidades del camino por donde pasamos. Entre Duas Rodeiras y la concesión siguiente al E. de Campo de Lamellas, empiezan a verse sueltos muchos trozos de cuarcita con aristas vivas (600), como demostración de que vamos subiendo geológicamente.

En «Campo de Lamellas» volvemos a ver el granito. Esta mina corresponde a la depresión indicada por una gran falla entre la Occidental y Cotovia; en ella se encuentran, además del mineral rodado, acumulaciones de escoria que pasarán de 300 toneladas, de un modo análogo a las que se ven en el pueblo de Carviças y que demuestran la existencia de antiguas ferrerías.

En esta concesión, y suelta, hemos encontrado la primer *Cruziana* rodada de las cuarcitas que forman la falda de la sierra, y que unida a otras varias hasta Carvalhal, indican la continuidad de ese horizonte por bajo y a lo largo del yacimiento.

En todas estas minas al N. de la sierra, como ocurre en las nombradas «Serpentes» y «Gallos», parece coincidir el cultivo de cereales con el mineral rodado muy quebrantado, probablemente porque sus productos ferruginosos y con algo de fósforo producen tierras de más fertilidad.

En la Cañada de Carvalhal, después del paso a nivel (625) y la Estación de Carvalhal (630), dejamos otra vez el granito

para volver a las levadas de mineral. En las minas llamadas «Cañada de Carvalhal» y «Veigas de Sobreiral» hay una gran cantidad de chirta, dispuesta del mismo modo de siempre, grandes trozos en lajas en las laderas, y torronteras de cantos rodados en el pie del monte, es decir, en la cañada entre los dos montes Cabeço y Carvalhal; las fotografías pueden dar una idea de la enorme cantidad de mineral rodado. En esta parte algunas casas que se hicieron, las tapias todo es de mineral, que para hacer posible el cultivo, ha sido preciso retirar en torrecillas. En esta cañada se encuentran *in situ* capas delgadas de cuarcita que parecen dobladas en un pequeño anticlinal con buzamiento al NE., posición que cuadra bien con el pliegue sinclinal del Cabeço. Procedentes de la destrucción de estos estratos encontramos varias algas, una *Cruziana furcifera* y otros varios fósiles indeterminables de las cuarcitas.

Podríamos generalizar las observaciones sobre el mineral rodado para todas las minas que rodean al Cabeço, pero sólo haremos mención especial de la gran torrontera que hay en la Encosta Norte del Cabeço da Mua, y que parece ser una de las mayores del coto de la Sierra de Roboredo.

Concesiones altas.—El yacimiento de la Sierra de Roboredo, de un extremo a otro, tiene la misma presentación: ladera Norte abrupta en estéril y muy cubierta de mineral rodado; en lo alto cuarcitas soportando capas de mineral, con alguna intercalación estéril, dispuestas casi horizontalmente y buzamiento ligero al S., y, por fin, la ladera Sur mucho más suave, toda en pizarra y menos mineral rodado sobre sus lomas.

Los extremos aparentes del criadero son: a Oriente la mina «Fragas de Carvalhosa», y a Occidente la conocida por «Fragas dos Apriscos». Hemos empleado el término de extremo aparente porque en el Oriental se encuentran muchos cantos rodados hasta 1.500 a 2.000 metros al E. de Carvalhosa, y sabido es que estas pequeñas torronteras son las precursoras

de los afloramientos. Así, examinando el terreno con atención, hemos descubierto mineral entre unas pizarras en el paraje conocido por «As Ferrerías».

El relieve topográfico del sitio (680) es escaso, el mineral corre próximamente paralelo al camino que conduce a Carviçaes, con un rumbo igual al de la gran sierra N. 70° O. y buzamiento casi vertical, aunque inclinado al Sur. La potencia no se descubre bien porque casi todo el terreno, con cercas de cultivo, está ofuscado por la tierra vegetal conteniendo cantos rodados de mineral y algunas escorias. Por la colocación del afloramiento parece saltado unos 400 metros al S. de los crestones de Carvalhosa; el mineral, incluido entre pizarras, tiene textura también pizarrosa, y es casi siempre algo verdoso y magnético, circunstancia muy frecuente en los minerales que se encuentran cerca de las pizarras; en cambio rara vez hemos visto el magnético en Roboredo en minerales próximos a las cuarcitas. Este afloramiento tan mal presentado, al llegar a la bifurcación del camino que conduce a la Cañada de Carvalhal cambia su buzamiento, y de Sur se convierte primero en NE., y luego en Norte, como si rematase una disposición anticlinal bastante acorde con la hipótesis del pliegue (véase geología).

Aunque en realidad este extremo oriental carece de importancia minera, le citamos de propósito para indicar que es posible encontrar la prolongación de las formaciones que fueron mucho más continuas en otro tiempo y que hoy están aminoradas o desaparecidas por la erosión.

Fragas de Carvalhosa.

El yacimiento de esta mina está repartido en unos pequeños afloramientos al S., más afines al descrito como prolongación del E., y otro mayor al N., ocupando una empinada

subida desde las cotas 875 a 910. Su dirección es de N. 60° O. y buza ligeramente al Sur.

El mineral es granudo con predominio de oligisto y bastante silíceo, siendo frecuentes los granos magnéticos; los bloques en que se divide tienen aristas muy cortantes y ángulos casi rectos, como ocurre con las fracturas de la cuarcita.

Santa María.

El mineral de esta concesión, marchando en el recorrido siempre al O., principia en un pequeño afloramiento con rumbo N. 70° O., y unos 45° de buzamiento al S. (885); es más blando, con más oligisto y más finamente granudo que el visto en Carvalhosa.

A medida que descendemos hacia el pozo aumenta la cantidad de cuarcita y también esta roca suelta. Todo el haz de capas buza en esta parte al S., así como los estratos de la ladera Sur del Cabeço lo hacen al N., y entre ambas colocaciones se completa la idea de un anticlinal denudado que se extiende de uno a otro monte, según hemos razonado en la parte geológica. Las labores consisten en 14 zanjas transversales a la dirección, comprobando en todas ellas el mineral, un pozo y una zanja larga al E. (casi en contacto con el pozo) que corta detalladamente todos los bancos del criadero, desde la cuarcita inferior a la pizarra que lo cubre al Sur.

El pozo (870) es una hermosa labor que alcanza 33 metros de profundidad y es, por tanto, el reconocimiento más profundo de toda la sierra; este pozo está siempre seco y se puede reconocer en él alternancias de capas de mineral duro y blando con escasas intercalaciones pizarrosas, buzando, de un modo uniforme, al Sur, con unos 40 a 45° con la horizontal, habiendo quedado el fondo en mineral. A continuación damos un croquis del pozo.

La gran zanja, casi de N. a S., es una labor interesante que detallamos también en forma de croquis para dar idea de la presentación de capas en el criadero.

El conjunto tiene buzamiento al S. y se ofrece, lo mismo que en el pozo, como una alternancia de mineral de mayor o menor dureza y diferente contenido en sílice; se puede deducir una potencia de unos 40 metros y se comprueba que el pozo, en su fondo, tiene que cortar unos lienzos de mineral que no se ven al exterior. Es decir, que 30 a 40 metros de profundidad es un límite mínimo para la cubicación. Por fin se evidencia con este reconocimiento que la roca inferior del yacimiento es la cuarcita y la superior la pizarra arcillosa blancuzca, en sitios bastante silíceas, que cubre al mineral en su buzamiento al Sur.

En las zanjas siguientes, que empiezan al O., y muy próximas al pozo, la zona de capas de mineral conservan una anchura de unos 80 metros hasta 100, con escasas intercalaciones pizarrosas.

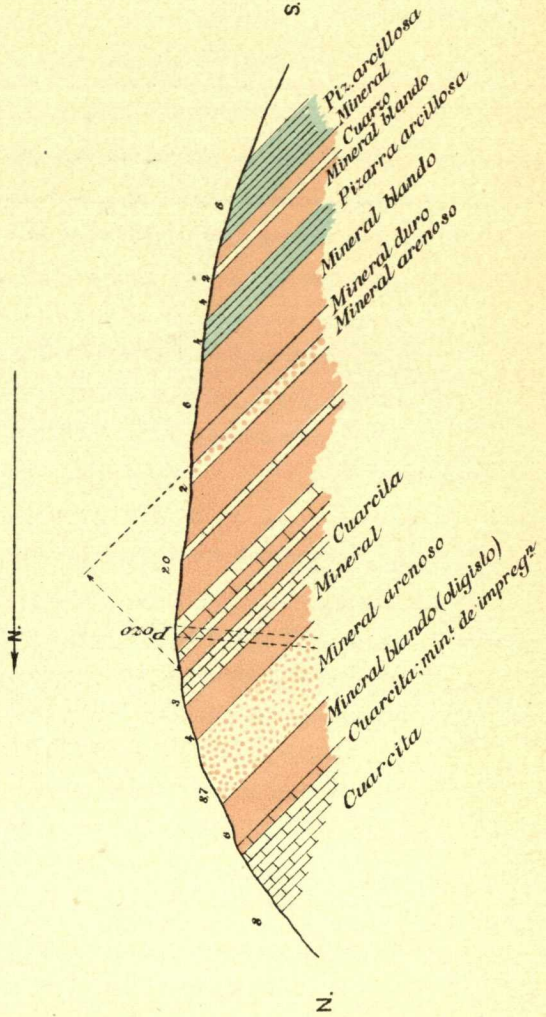
El mineral es más blando hacia el centro, y a los dos lados más rojo y duro, con algunos puntos de magnético; esta zona de mineral blando es la que dió lugar a los trabajos antiguos que, representados por una depresión alargada en la dirección de los crestones, se sigue en más de 80 metros, y aunque en ellos la potencia no se puede precisar por estar la labor hundida, desde luego no bajará de 3 a 4 metros en un banco poco silíceo y composición análoga a la de los minerales homólogos de Cotovia, según veremos más adelante.

Una muestra del mineral de Santa Maria dió como resultado:

<i>Muestra secada 100°</i>	
Peróxido de hierro.....	74,857 %
Protóxido de hierro.....	3,640 »
Sílice.....	15,560 »
Manganeso.....	0,020 »
	93,577 %



MINA SANTA MARIA



	93,577 %
Cal.	0,020 »
Magnesia.	0,021 »
Alúmina.	3,514 »
Trióxido de azufre.	0,062 »
Acido fosfórico.	0,741 »
Pérdida por calcinación.	0,020 »
	<hr/> 99,955 % <hr/>
Hierro metálico.	54,850 %
Azufre.	0,025 »
Fósforo.	0,324 »

En la bajada hacia el vallejo que hace división con la Oriental hay más zanjas, todas en mineral y con pasos de 40 a 80 metros del conjunto de capas. En esta zona última es donde se presenta el mineral más fino de la Santa María. En todo este descenso, hasta la Cañada, aumentan mucho los trozos de mineral con dimensiones de 3 a 4 decímetros de longitud, y son en tal cantidad que impedirían en cultivo si no fuese por las verdaderas torres en que los labradores se ven precisados a plegar las losas de mena.

La cañada o depresión entre la Oriental y Santa María representa la falla, con salto del mineral, bien apreciable en el plano.

Es ocasión de hacer notar que en la Sierra de Roboredo ocurre, al llegar a las fallas, un enriquecimiento de sílice manifestado por la presencia de filones de cuarzo, mayor abundancia de cuarcitas y hasta silicificación de los minerales si llegan hasta la falla; así en Santa María vemos un filón de cuarzo con drusas de cristal de roca, que corre hacia el NE. (N. 40 - 50° E.) buzando al SO. y una gran cantidad de losas delgadas de cuarcita con fósiles.

En el mismo mineral, que se divide constantemente en planchas, he podido recoger *tigilites* y placas como de *lingulaflags* casi exactas a las de las cuarcitas.

Pasado el pequeño puerto de la falla (810), aprovechado para el camino de Felgueiras, empiezan otros trabajos antiguos en una zona de 80 metros de largo por 15 a 20 de ancho y en los que el mineral es blando y muy oscuro con raya bien morada; estos trabajos terminan antes de llegar a la Oriental, sin duda por aumento en sílice del mineral.

Mina Oriental das Fragas do Carvalhal.

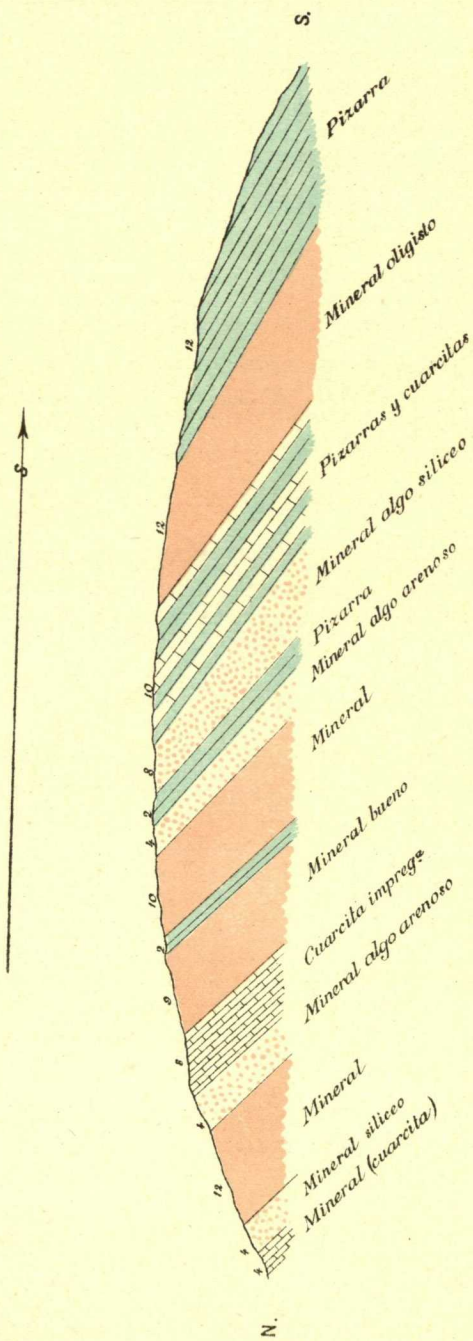
Los primeros afloramientos de esta mina (840) son prolongación de los últimos de Santa María y tienen un rumbo de N. 70-80° O. buzando al SE.

En general, este mineral, así como el abundante que se encuentra caído, tiene el grano algo más grueso y es más micáceo en su aspecto; el suelto, siempre en lajas, variará de 3 a 5 centímetros en su mayor dimensión.

La labor más importante de esta concesión es la gran zanja (880) que detallamos a continuación (véase croquis), tendrá unos 260 metros de longitud con unos 60 de potencia de mineral, sin contar con los bancos más silíceos. El mineral de los bancos al Sur no es muy duro y tiene frecuentes litoclasas con caras de ocre rojo.

Cuando se alcanza la mitad de la concesión, al marchar hacia Occidente, se aprecia que todo el crestonaje se hace algo silíceo y se dispone casi horizontalmente a modo de un amplio anticlinal, cuya rama meridional se oculta bajo las pizarras bastante planas; cerca de la Occidental domina mucho la cuarcita suelta.

ZANJA LARGA DE LA MINA ORIENTAL DO CARVALHAL



Mina Occidental das Fragas do Carvalho.

Los crestones (900) son potentes y de brillante presentación en cuanto a cantidad, pero de mineral micáceo y sumamente síliceo, hasta con nódulos de cuarzo pequeños, que, por resistir mejor la erosión, han quedado resaltando de la superficie.

La forma general del crestón es la de un gran anticlinal muy tendido con bloques y figuras recortadas, semejantes a las grandes cuarcitas del ordoviciense; la potencia, medida casi vertical, parece ser de 30 a 40 metros, el ancho, en horizontal de N. a S., será de unos 80 metros.

Fragas de Cotovia.

Esta mina, que con su colindante «Alto de Mendel», forman un grupo interesante por su buena clase de mineral, se destaca desde muy lejos por la forma almenada de castillo en ruinas que tienen sus enhiestos crestones, formas que, por otra parte, son típicas de los bancos de cuarcitas silurianas cuando se ofrecen verticales.

Empieza la concesión en la cañada llamada Portela de Folgueiras (820), depresión topográfica que demuestra la falla desde la Occidental a Cotovia, con un salto de 400 a 500 metros (véase plano). En la ladera N. de esta mina domina mucho la cuarcita que nos ha parecido ver fija en la cota 700, y en trozos partidos y abundantes llega hasta la parte alta indicando que hay algún asomo próximo; en efecto, a todo lo largo de la mina, dejando el mineral a un lado y otro de su corrida, se encuentra una cuarcita poco potente, que empieza con cinco metros y disminuye hasta 2 ó 3 en el centro de la concesión, sin

desaparecer en ningún caso y semejándose en varios a un anticlinal muy agudo que tuviese el mineral simétricamente colocado.

El mineral suelto que cubre las laderas tiene dimensiones de 10 a 50 centímetros, textura pizarrosa de hierro micáceo, grano grueso y raya bien morada, siendo, en general, un poco inferior al que encontramos en las capas de las labores antiguas.

La anchura de las zonas de mineral de Cotovia, contada en proyección horizontal y según la que abarca sus labores, pasará de 100 metros, y la altura varía desde la cota 820 metros, en que entra la concesión, hasta la 895 en el alto de sus crestones.

Tiene dos zonas de trabajos antiguos que, como es natural, contienen las capas de mineral menos silíceo y de más fácil reducción, y en cuanto a la posición de estas capas y labores es casi en contacto y a un lado y a otro de la delgada cuarcita central. El rumbo general de la corrida viene a ser N. 70-80° O. y su buzamiento bastante vertical, de un modo indudable al SO. En la descripción damos preponderancia al mineral y posición de los trabajos antiguos, porque, aunque la potencia media total pueda oscilar de 40 a 60 metros, lo que más interesa es poder disponer de un tonelaje de clase muy buena que, si fuese preciso, sirviese para mezclar con el procedente de la parte alta del Cabeço da Mua, mientras que el resto de los minerales de Roboredo no tienen razón próxima de explotación, dada la cantidad y mayor facilidad de arranque y puesta en marcha que tiene el del Cabeço. Estos trabajos se trasladan después al S. en otra zona de 100 metros y siguiente al O. vuelven otra vez a la parte N., en algo más de 100 metros, hasta el final de la concesión.

En el croquis de labores, y con puntos rojos, hemos señalado los sitios de toma de muestras y las potencias aproximadas mínimas, pues en muchos sitios no se ven los hastiales de

la capa en la labor antigua, siempre algo hundida; las potencias que se pueden admitir como constantes varían de 2 a 4 metros; el mineral es de grano muy fino, bastante mate, raya muy morada y tiende a fracturarse en ángulos rectos; desde luego parece ser el mejor de todo el coto, y sin duda por eso vendrían a buscarle desde la ferrería de Larinho, a unos 3.000 metros al N. (Ver plano topográfico.)

Entre las dos últimas zonas de trabajos antiguos, hay unas cuatro zanjias (860) que comprueban el mineral en toda la anchura (40 a 60 metros) y con potencias de 3 a 5 metros en los bancos de buena clase.

En la parte final de la concesión el mineral es un poco más silíceo. La cuarcita parece marcar algún pliegue y desde luego buza al Sur.

Explotación.

La explotación del buen mineral de esta mina y del de su colindante «Alta do Mendel», se puede hacer perfectamente por medio de una vía a lo largo de los crestones, según una cueva de nivel que correría hasta Mendel, y un cable de unos 1.200 a 1.500 metros, hasta el ferrocarril de Moncorvo; el cable sería automotor (bicable), con sus dos estaciones y depósitos, no muy grandes, ya que la clase buena que se necesitase se había de obtener no sólo de esta mina, sino también de Mendel y de las labores antiguas del Cabeço.

La explotación de bancos casi verticales en esta ladera del Norte no puede perjudicar para nada el arranque del resto del mineral, cuando el mercado lo demande todo uno, sin las mejoras de sílice, para las que nos queremos preparar con todas estas consideraciones.

Alto do Mendel.

Damos un croquis con la colocación de las labores antiguas enumeradas que señalan las tiradas de capas poco silíceas y los sitios en que hemos tomado muestras. Las primeras calicatas (1 y 2) se enlazan con las antiguas explotaciones de la Cotovia, las capas de la cual son las que entran en Mendel. En esta mina la longitud de los trabajos ocupará casi 1.000 metros, pero diferenciándose de la Cotovia en que sus labores son menos seguidas, y en cambio están escalonadas, y como cada tirada de labores corresponde a un nivel distinto, puede asegurarse en Mendel, por lo menos, cuatro niveles de mineral menos silíceo.

El ancho total de la zona varía de 60 a 80 metros en la longitud de la concesión, el rumbo de las capas descubiertas es de N. 70-80° O., y el buzamiento al SO. bastante levantadas. El mineral es de grano menudo y poco brillante, la raya morada y algo achocolatada; aunque escasa suele tener alguna pequeña proporción de magnético, esto ocurre cuando es más duro y granudo.

La cuarcita, que era tan constante en Cotovia, aquí está representada entre los pocitos 4 y 5, mientras que la cuarcita del Norte, que es la general de la sierra, queda atestiguada profusamente por los trozos sueltos de esta roca, que se mezclan con los de mineral, mucho más escasos que en Cotovia.

La depresión del valle de Mendel es, al parecer, una falla donde hay salida de cuarcita y disminución de mineral, dándose el fenómeno ya señalado al E. de Cotovia.

Por fin, en el Alto do Mendel (910), es decir, al O. de la demarcación, es donde se encuentran más niveles de mineral bueno, mayor anchura de la zona y más saliente de sus crestones; el mineral, sin embargo, en los crestones altos empieza a

ser silíceo. Las potencias en cada uno de los sitios examinados no bajarán en total de 40 a 80 metros; circunscribiéndonos a los bancos de poca sílice encontramos potencias desde 2 metros, por ejemplo, en la labor 13, hasta 5 en las 11 y 12.

Lo interesante de esta demarcación son los diferentes niveles que contiene de mineral de fácil reducción; por lo menos en las labores 12, 15 y 16 están representados tres distintos, abarcando entre todos una anchura de 40 a 50 metros, lo que da grandes esperanzas para esta mina.

Alto do Chapeo.

Ya desde Mendel, en las minas de Chapeo, Facho y Dos Apriscos, el mineral experimenta un rápido enriquecimiento en sílice que lo aleja en la categoría de mena fácil.

Los crestones en Chapeo son bastante levantados en una longitud de unos 20 metros (N. 70-80° O. buzando al SO.), y lo más característico que tienen es la cantidad de sílice que se encuentra en su masa, y otras veces resalta en su superficie en forma de inclusiones amigdaloides. La anchura de la zona, sin poder determinar bien la potencia, llegará a unos 40 metros. La corrida de Chapeo, respecto de la de Mendel, parece está trasladada al Sur por efecto de una falla, y esto viene a confirmar una especie de regla que coloca cada concesión entre dos fallas, lo cual es natural, pues abundando los saltos en la corrida del mineral de la sierra, cada grupo de crestones aislados, o con algún cambio en su dirección, ha dado lugar a una demarcación distinta.

Hay varias zanjas que investigan el paso de las capas de mineral bastante fino de grano y con ley de hierro, que desde 50 por 100 puede pasar, por tránsitos, hasta verdaderas cuarcitas oxidadas de grano fino.

Fragas do Facho.

Los afloramientos de mineral en esta concesión (900) están bastante aislados, tienen un rumbo casi E.-O., y algunos son casi verticales. Su nota saliente es la cantidad de óxido magnético que contienen; hay un afloramiento de unos 30 metros, en donde el mineral granudo es tan magnético que a distancia vuelve loca la brújula; por lo demás, y en general, el mineral sigue siendo de granos de hierro micáceo. Entre los muchos detritus de cuarcita y mineral más o menos silíceo que dominan en esta mina, se encuentran abundantes fósiles de las cuarcitas, algunas veces incluidos en roca que sirve de eslabón entre el mineral y los lisos de cuarcita estéril; conservamos unos *foralites Pomeli* y una *cruziana furcifera* en este mineral ordinario.

Fragas dos Apriscos.

Es la última concesión en el recorrido que hacemos; presenta el límite occidental del criadero. Como concesión minera no es muy importante, porque el mineral que descansa inmediatamente sobre la cuarcita no toma más de 3 metros de espesor, ni es de muy buena clase (sin perder el tipo de hierro oligisto contiene granos de magnético).

Por excepción, y cortando de N. a S. el criadero y parte de la cuarcita, hay un filón de hidróxido con cuarzo y algunas señales de manganeso; esta es la única representación de la limonita o mineral rubio que hemos visto en el país.

En cambio, los afloramientos de esta mina son particularmente importantes, en cuanto a la determinación del nivel geológico del horizonte productivo y a la demostración de sus pliegues.

Vemos, en efecto, la cuarcita, que ha venido formando

el descanso o apoyo del mineral en la ladera N. de la sierra en esta concesión y en la misma ladera, pero de corte escarpado, en un banco potente que mira a Moncorvo por el Norte. Sobre ella vemos los minerales granudos de hierro micáceo más o menos silíceo, pero lo suficientemente claros para que no se dude de su identidad con los más ricos del coto de Moncorvo. Esta disposición plana del mineral y de su cuarcita escarpada la comprobamos al N. y al O., hacia cuyos puntos cardinales, en la ladera y debajo de la cuarcita, asoman las pizarras en losas azuladas y verdosas que atribuimos al Cámbrico, según vimos en la parte geológica. En cambio, al S. la cuarcita se dobla en un pliegue isoclinal, es decir, en el que las dos ramas tienen el mismo buzamiento y la cuarcita queda cubierta por las pizarras azules lo mismo que en todas las aristas del criadero en las vertientes al Sur, pero con la gran diferencia instructiva de que aquí se confirma el pliegue anticlinal que veníamos suponiendo (véase corte geológico).

Es decir, que para las cubriciones debemos suponer, no solamente la anchura de la zona superior, sino la rama meridional que penetra hacia los valles del Sur, en cuyo sentido tenemos la poca fortuna de carecer de labores de investigación, que serían las que más tonelaje asegurasen.

Clase de mineral.

Desde Santa María a los Apriscos varía mucho la clase, siguiendo la regla aproximada de hacerse más silícea de Oriente a Occidente; esta regla de silicificación se hace bastante marcada en las concesiones del Chapeo a los Apriscos, y queda como mineral normal, de grano micáceo y buena raya, el que corresponde a las concesiones de Santa María, Oriental, Cotovia y Mendel, pues la Occidental do Carvalhal, tiene

por excepción en el centro de la sierra un mineral sumamente silíceo. La ley media del mineral de esas cuatro concesiones citadas sería algo más rica que la media del mineral del Cabeço, y respecto de ella, podríamos hacer idénticas consideraciones que allí hicimos. De cualquier manera hay que reflexionar que la cantidad de mineral del Cabeço es enorme y mucho más propicia a una explotación intensiva, por lo que aun cuando el análisis fuese mejor, las menas de Roboredo quedan alejadas de una explotación inmediata, y solamente se pueden tener en cuenta como reservas de minerales poco silíceos que si fuese preciso servirían para mejorar la ley de cargamento de la mena del Cabeço, es decir, que sólo los bancos de mineral dulce de las antiguas labores de Santa María, Cotovia y Mendel se podrían poner en marcha.

Dada esta orientación práctica a la idea de clase, examinaremos los análisis tomados en los buenos bancos de Cotovia y Mendel. Los puntos de demuestre ya los hemos indicado al dar los croquis de las labores de esta mina.

Los resultados obtenidos han sido:

Muestra secada a 100° C.

Peróxido de hierro.....	74,285 %
Protóxido de hierro.....	1,755 »
Silice.....	16,100 »
Alúmina.....	5,890 »
Óxido de manganeso.....	0,010 »
Cal.....	0,070 »
Magnesia.....	0,010 »
Sulfato anhidro.....	0,017 »
Ácido fosfórico.....	0,618 »
Arsénico, cobre y plomo.....	trazas.
Cinc, níquel y cobalto.....	nada.
Pérdida por calcinación.....	1,230 %
	<hr/>
	99,985 %
Hierro.....	53,35 %
Fósforo.....	0,270 »
Azufre.....	0,007 »

Según análisis practicado en el Laboratorio de M. Roland Harry (Sucesor de Allison).

Por fin, como clase distinta de la sierra, queda el mineral rodado, de momento tan poco explotable, pero cuya ley, bastante variable en hierro, alcanzará 48 como término medio muy generalizado.

Cubicación

Hemos visto que según el concepto minero de clase, se pueden dividir los minerales contenidos en la sierra en clase de conjunto, clase buena (fácilmente reducible) y mineral rodado, y, en consecuencia, la evaluación de tonelaje la debemos intentar en esos mismos tres conceptos.

La cifra del tonelaje conjunto no puede ser precisa, puesto que en realidad faltan labores en profundidad o sus equivalentes hacia el valle del Sur que, cortando la rama del pliegue que buza en las pizarras en esè mismo sentido, asegúrase una cota importante. Por otra parte, esta falta de precisión no tiene motivos de exigencia desde el momento en que el mineral no ha de tener puesta en marcha inmediata. Sin embargo, es preciso dar un número en la forma más verosímil, porque se trata de un tonelaje tan enorme, cualquiera que sea el modo de hacer el cálculo, que no es excusable dejar de dar la cifra, ya que, si no segura, es muy probable y de importancia indudable en las reservas europeas de mineral de hierro.

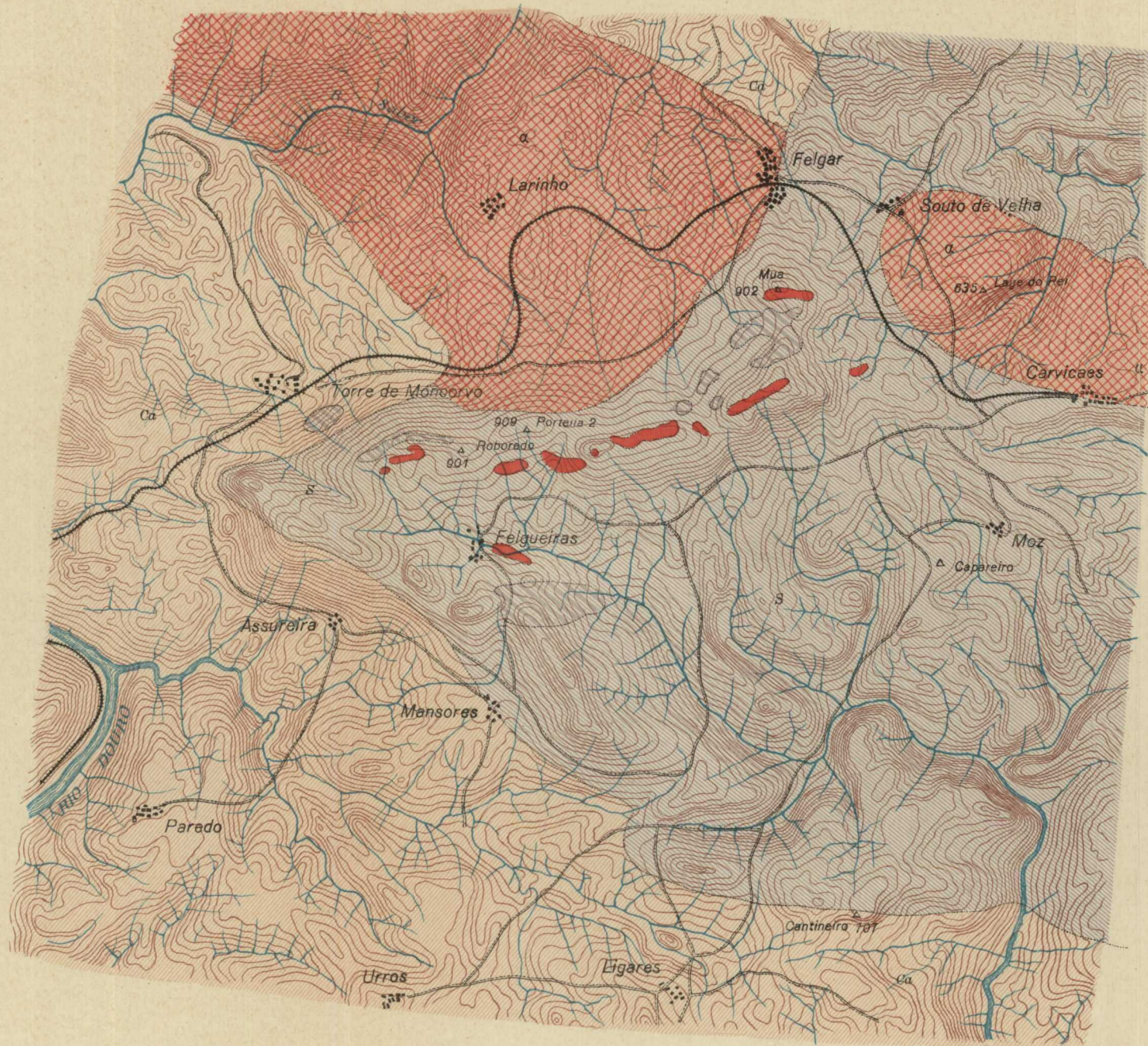
La anchura o potencia de la zona de capas de mineral en los 10.000 metros que tendrá la corrida en la sierra, la hemos visto variar de 40 a 120 metros.

Aceptamos 60 como término medio. El desnivel que alcanzan las cotas desde la cumbre hasta el valle lo podemos suponer en 200 metros, ya que son cerca de 500 los que tiene la

sierra de elevación sobre Moncorvo. Con esas cifras y 4 de densidad resultan 480.000.000 de toneladas (cuatrocientos ochenta millones de toneladas), tonelaje realmente fantástico y que ni aun reducido a la mitad pierde el carácter de tal. Insistimos en no considerar real la cifra, pero sí en sentirnos obligados a citarla.

Para la expresión del tonelaje de mineral bueno cambia por completo el criterio, y debemos procurar ser justos, pues es posible y aun fácil que convenga poner en marcha esta mena de mezcla. La longitud de labores antiguas, Cotovia y Mendel, pasará de 1.200 metros; sólo tomaremos 1.000 en dos niveles, cuando hemos visto que a veces llegábamos a 4 sólo en Mendel; las potencias en todos los sitios han variado de 2 a 6 metros, pero sólo tomaremos 3, y en cuanto a la profundidad no aceptaremos más de 100 metros, es decir, algo más del doble de la profundidad del pocito practicado en Santa María. Con 4 de peso específico resultan 2.400.000 toneladas por Cotovia y Mendel y quizás otra cantidad parecida para la concesión de Santa María.


Por fin, respecto al mineral rodado, además de ser muy difícil de evaluar por su repartimiento desigual y no tener de momento importancia minera, procuraremos dar una cifra, siquiera para que se ponga de relieve la importancia del yacimiento. Hay levadas o torronteras hasta de 3 hectáreas y acumulaciones de 2 metros de profundidad de mineral, que representarían unas 6 toneladas por metro cuadrado. Aunque la mayoría de la superficie total pasará seguramente de 100 kilos por metro cuadrado, sólo aceptaremos 50 kilos, peso que se reúne con muy pocas piedras, y así tendríamos unas 500 toneladas por hectárea, o sea unas 300.000 toneladas en las 11 minas, cifra que, aunque nada reducida, resulta sintomática de la gran importancia del criadero.



PLANO TOPOGRÁFICO
Y
GEOLOGICO DE LA ZONA



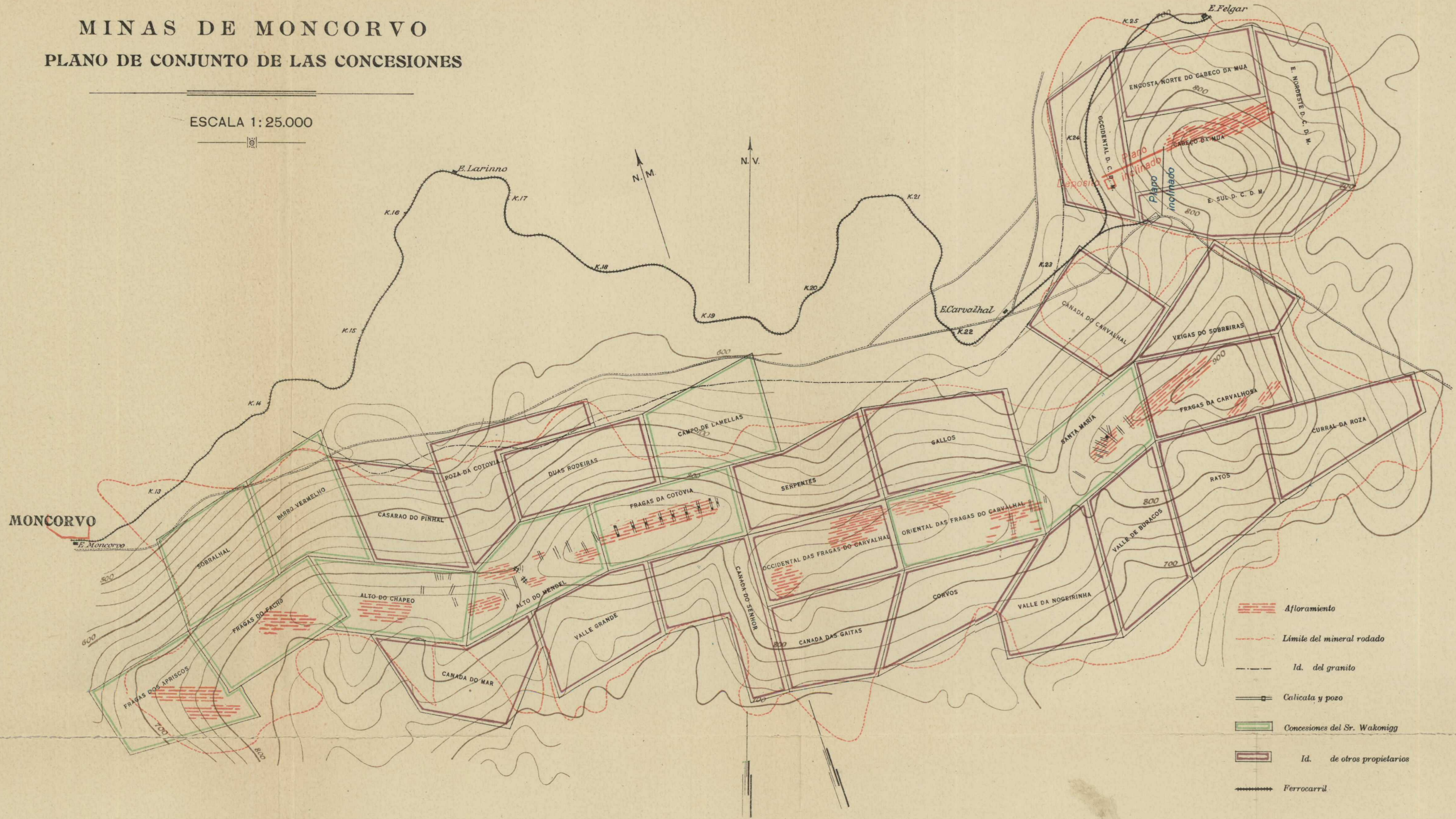
ESCALA 1:100.000

-  Siluriano (cuarcitas)
-  Siluriano
-  Cambriano
-  Granito
-  Mineral de hierro

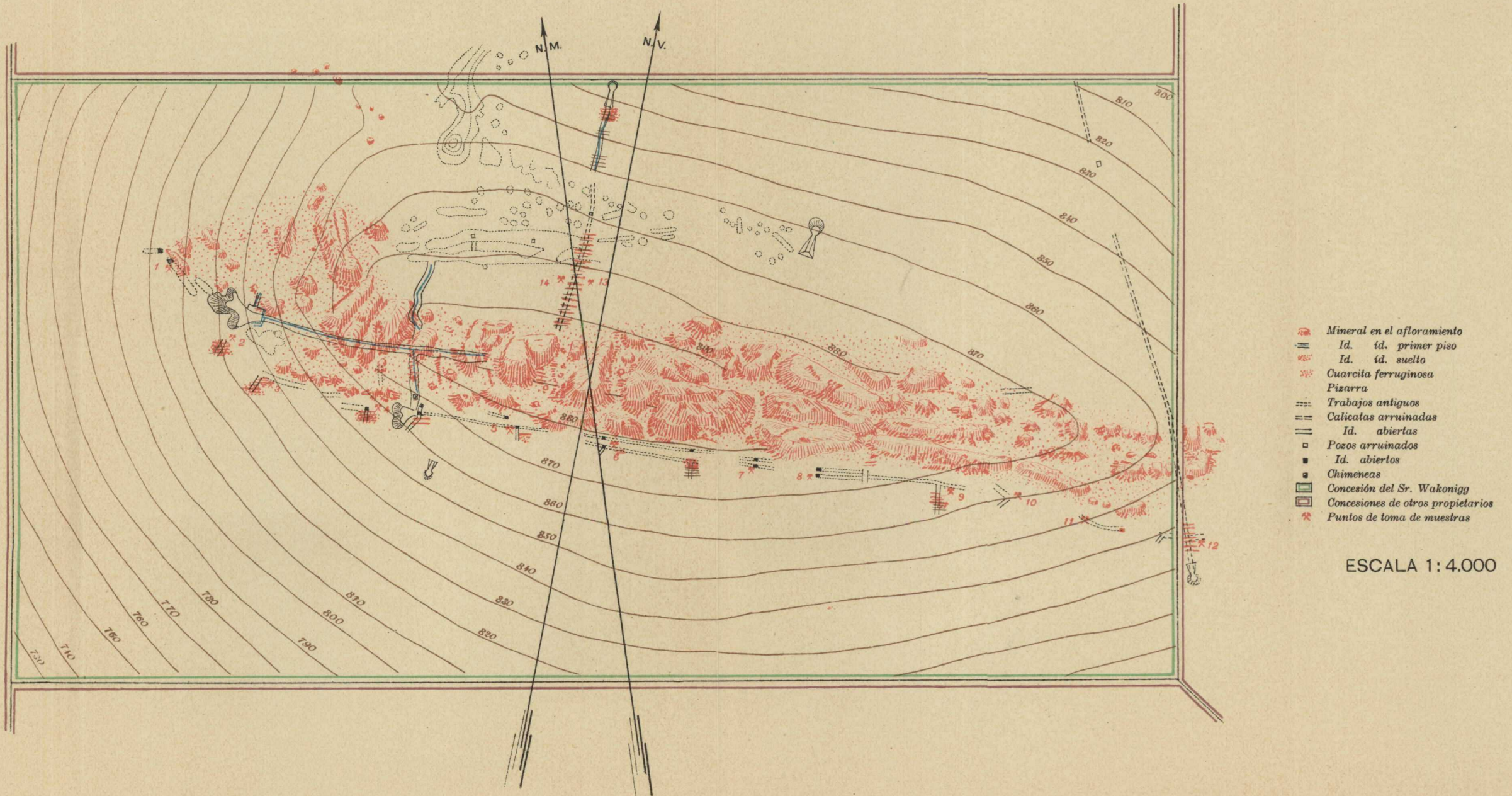
MINAS DE MONCORVO

PLANO DE CONJUNTO DE LAS CONCESIONES

ESCALA 1:25.000



PLANO DE LA MINA CABEÇO DA MUA



- Mineral en el afloramiento
- Id. id. primer piso
- Id. id. suelo
- Guarcita ferruginosa
- Pizarra
- Trabajos antiguos
- Calicatas arruinadas
- Id. abiertas
- Pozos arruinados
- Id. abiertos
- Chimeneas
- Concesión del Sr. Wakonigg
- Concesiones de otros propietarios
- Puntos de toma de muestras

ESCALA 1:4.000

A. CARBONELL T.-F.

COBIJADURAS HERCINIANAS EN LA CUENCA DE BÉLMEZ-ADAMUZ

La cuenca de Bémez ha conservado la traza del plegamiento herciniano en una de sus fases más interesantes, los estratos del vesfaliense aparecen combados en inverosímiles dobleces, los cortes de las capas explotadas en la zona de Peñarroya ponen de manifiesto esta intensidad, ese excepcional plegamiento.

No es de extrañar por tanto *a priori* que en aquellos lugares se presenten fenómenos de cobijadura de carácter local y que estratos más modernos vengan a recostarse sobre los más antiguos, máxime cuando aquéllos quedaron con suaves inclinaciones en determinados lugares de esa faja afectada por el movimiento álgido del plegamiento herciniano.

Ante todo, recorriendo la cuenca se aprecia una alternancia a veces chocante de estratos de facies diametralmente opuestas, marinas, lagunares, terrígenas; particularmente las calizas gris azuladas blanquecinas contrastan a la vista del observador con la oscura y negruzca tonalidad de las pizarras, con los pardos conglomerados, a veces algo rojizos. Las primeras se han clasificado en el dinantiense, alternan con algunas pizarras deleznales que se estimaron como del culm; sin embargo, nuevos hallazgos hechos en el canal del Pantano del Guadalmellato

permiten situar tales pizarras en un tránsito culm-vesfaliense, es decir, en la base de la serie de los conglomerados, brechas y pudingas, areniscas en tránsitos más o menos cuarcíticos, pizarras arcillosas y capas de carbón del último período, que por algunos se quiere llevar hacia el estefaniense, sin que los hallazgos paleontológicos hasta el momento permitan esta modificación.

Si desde Fuenteovejuna se avanza según el eje de la cuenca carbonífera hacia el SE., deben anotarse algunas modificaciones interesantes en la integración de la cuenca, que dan lugar a determinados y curiosos fenómenos tectónicos. Así sucede que las calizas carboníferas citadas, que yacen al Sur de la cuenca en la Parrilla, Sierra Boyera, Sierra Palacios, Dehesa de la Urraca y otros lugares, yacen casi en el centro de la misma en el Castillo de Bélmez, en la Sierra y Castillo de Espiel, quedando ya al Norte de la citada cuenca en la depresión del río Guadalbarbo, hacia la junta de los ríos de Varas.

El dispositivo de los estratos, combados, pero casi verticales, en los lugares donde yacen los estratos al Sur o al Norte de la cuenca, quedan casi horizontales cuando los estratos calizos se nos ofrecen en el centro de la misma, como ocurre en Bélmez y en Espiel. Las labores mineras efectuadas al Sur de la zona explotable, en Fuenteovejuna y en Bélmez, con gran sorpresa llegaron a pasar bajo bancos del Dinantiense aflorados y explotados en la superficie sin cortarlos; las labores practicadas en la investigación y explotación de la hulla hacia el pie del castillo de Bélmez tampoco lograron cortar esa roca y otro tanto ocurrió con las que se efectuaron en la mina «La Luz», de Espiel.

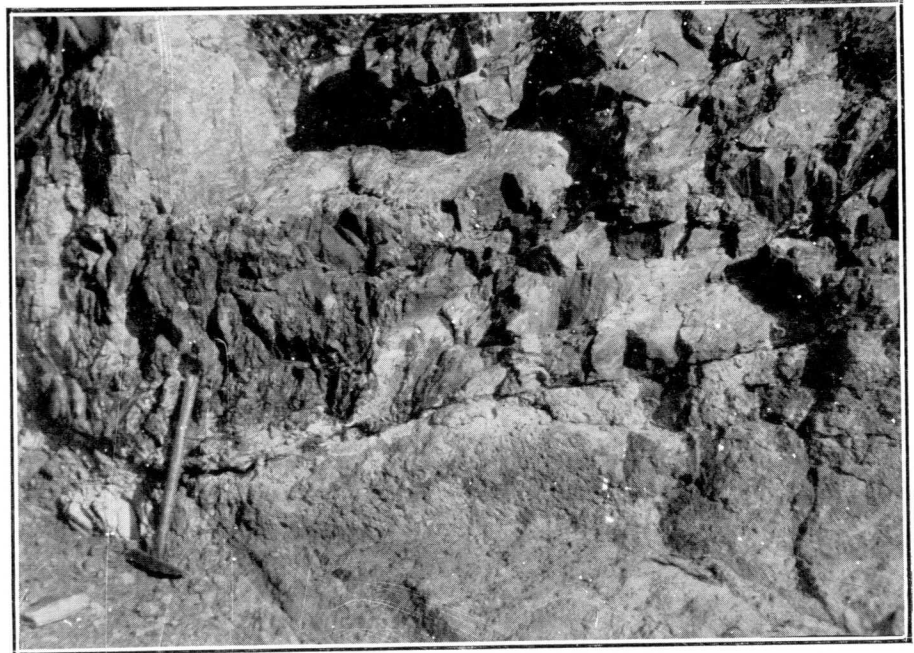
Esto unido a la discontinuidad de la formación nos permite explicar los hechos gracias a un depósito anterior de la caliza carbonífera, a un movimiento posterior a tal depósito, que concreta el lugar en que el depósito de la cuenca carbonífera

tiene luego efecto, y finalmente a un nuevo plegamiento en el que los estratos del Dinantiense cabalgaron cuando subsistieron sobre los depósitos más modernos del carbonífero rico, dando lugar a las cobijaduras que en el día pueden apreciarse en esos dos lugares, Bélmez y Espiel.

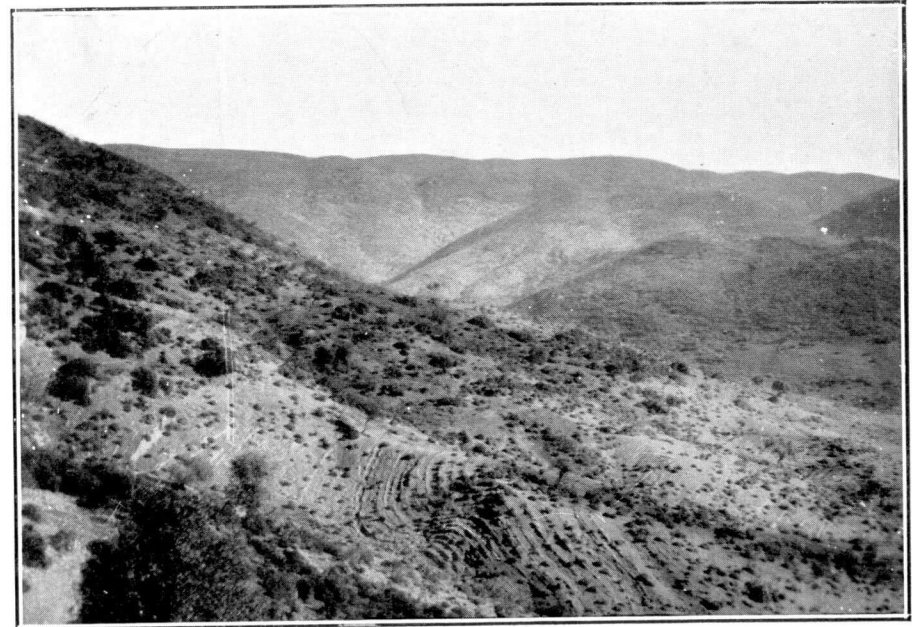
Pero examinando los sucesos al NO. y al SE. de Villaharta se aprecia que la cuenca carbonífera, cuyos estratos muestran un buzamiento al SO. bien marcado, concretamente definido en la primera zona, se inclinan al NE. en la segunda, como se ha visto también en la zona de Las Mestas de Obejo, por cuya circunstancia se observa perfectamente que este cambio, necesariamente iniciado en los movimientos tectónicos que precedieron al depósito del carbonífero rico, explica que en el primer trayecto las cobijaduras tuvieran origen bajo estratos que provenían del Sur y cayeron sobre los septentrionalmente depositados, en tanto que en la región del SE. las cobijaduras resultarían porque depósitos del Norte ocultarían los meridionales; y en efecto, este ha sido uno de los resultados logrados en nuestras últimas excursiones.

A partir de Alhondiguilla aparece una serie de pizarras precambrianas intercalada entre dos ramas del carbonífero, una que sigue por el Vacar a Villafranca, otra que por Villaharta va a Adamuz. Se trata de un conjunto de pizarras verdosas, algo cloritoides y talcíticas, que se muestran en el trayecto de la carretera del Vacar a Villaharta de manera concretamente diferenciada de la serie de los conglomerados, calizas, pizarras y cuarcitas de aquel sistema.

En esta porción de terrenos que ahora se examinan, al descender de la mesa del Cristal hacia Villafranca, los conglomerados del carbonífero quedan debajo de dichas pizarras precambrianas ofreciéndose una cobijadura francamente determinada.



Camino de los Aviones a Villafranca de Córdoba. Cañada de los Ladrones.
Cobijadura del conglomerado vesfaliense bajo las pizarras talcíticas
verdes precambrianas.



Camino de Villafranca a Obejo, al Sur de la Mesa del Cristal.
Plegamientos del carbonífero.

RUD y E. RICHTER

UN CRUSTACEO (*ISOXYS CARBONELLI*,
N. SP.) EN LAS FORMACIONES DE
ARCHAEOCYATHUS DE LA
SIERRA MORENA ⁽¹⁾

Y SU ANÁLISIS ESTRATIGRAFICO

Con 3 ilustraciones

Sumario:

1. La fauna del Cámbrico de la Sierra Morena conocida hasta ahora.	91
2. El hallazgo de un <i>Isoxys</i> en Las Ermitas	93
3. Descripción del <i>Isoxys carbonelli</i> , n. sp	94
4. Resultados estratigráficos:	
a) Del género <i>Isoxys</i> , WALCOTT	97
b) De la especie <i>I. carbonelli</i> y de las formaciones de <i>Archaeocyathus</i> relacionadas con él	99
5. Conclusiones	100

1. La Fauna del Cámbrico de la Sierra Morena
conocida hasta ahora.

En el Cámbrico, al cual se han atribuido desde MACPHERSON extensas porciones de la Sierra Morena (y que en tiempos recientes, gracias a los trabajos de HERNÁNDEZ-PACHECO,

(1) Recientemente ha reconocido el profesor RICHTER un crustáceo muy interesante en la formación de los *Archaeocyathidos* de Córdoba, publicando el siguiente e interesante trabajo en Sonderabdruck de «Senkenbergiana» Bd. 9, Heft 5-Frankfort, 15 de noviembre de 1927, cuya versión española ha llevado a cabo el distinguido geólogo D. JUAN CARANDELL.

CARBONELL y HENKE, ha sufrido la segregación de importantes zonas, que han pasado al devónico y al carbonífero), sólo se han reconocido hasta el presente dos estaciones fosilíferas.

La primera, en El Pedroso, junto a Cazalla de la Sierra (al Norte de la provincia de Sevilla). Allí fué donde halló MACPHERSON el célebre y todavía único ejemplar que F. ROEMER (1) describió en 1878 como *Archaeocyathus marianus*, y que valoró en toda su importancia como prueba de la presencia del Cámbrico en el Sur de España. Este dato era el único punto básico para dar en los mapas la extensión que hasta hace muy poco se venía atribuyendo a la mancha cámbrica.

Un segundo yacimiento fué descubierto en el Cerro de Las Ermitas, el abrupto escarpe con que la antigua cordillera se levanta al Norte de Córdoba. Débese este importante descubrimiento a EDUARDO HERNÁNDEZ-PACHECO (2), el cual investigó con detalle la rica y bien fosilizada fauna de *Archaeocyathides* que allí yace (3).

Respecto de la antigüedad de la fauna de *Archaeocyathides* de Las Ermitas, al principio no emite juicios HERNÁNDEZ-PACHECO: o pertenecen al Precámbrico superior o corresponden al Cámbrico medio (Acadiense), mientras que en 1926 (4) ha emitido la afirmación de que pertenecen al Cámbrico medio.

Estas investigaciones encaminadas a fijar la edad de ese terreno se basaron concretamente en los *Archaeocyathidos*, ya que el Cámbrico del Sur de España no contenía otro fósil

(1) *Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges.*, **30**, p. 369, Berlín, 1878.— Confr. También: F. ROEMER, *Lethæa geognostica* L, *Leth. pal.* **1**, p. 301, fig. 55, Stuttgart, 1880, 1897.

(2) «Le Cambrien de la Sierra de Córdoba (Espagne).» — *C. R. Ac. Sci.*, **166**, p. 611. París, 1918.

(3) «Les *Archaeocyathide* de la Sierra de Córdoba (Espagne).» — *Ib.*, **166**, p. 691. París, 1918.

(4) «La Sierra Morena et le Plaine Bétique (Synthèse géologique)», p. 71. XIV. Congr. géol. internat., Livr.-guide. Madrid, 1926.

que los citados *Archaeocyathidos* (1). Los *Archaeocyathidos*, tanto si aparecen aislados como una facies limitada, o asociados con fósiles de edad indeterminada, ofrecen todavía las conocidas dificultades cuando hay que comparar sus lechos con los sedimentos estratigráficos de las faunas normales. Por esto, el hallazgo de cualquier otro fósil, en unión con la facies de *Archaeocyathidos*, es de un valor extraordinario, y la excursión del Congreso Internacional Geológico de 1926 tendría, de una manera indiscutible, una importancia notable por el hecho de ese hallazgo.

2. El hallazgo de un *Isoxys* en Las Ermitas.

Cuando uno de los autores (que no pudo, desgraciadamente, asistir a aquella excursión) buscó, solo, algunas semanas más tarde el sitio del hallazgo, fué más feliz. Investigó, ante todo, en las pizarras blandas verdeamarillentas, que están asociadas con las calizas normales, con nódulos o nidos de *Archaeocyathus*. Estas pizarras recuerdan tanto y tanto a las conocidas formaciones del Cámbrico medio del Mediodía francés, que uno espera encontrar en cada lecho una *Ptychoparia* o una *Solenopleura*. A este respecto debíamos nosotros también compartir la desilusión de todos los predecesores, pues no pudimos descubrir ni un solo resto de Trilobites, aunque su presencia se presume a causa del aspecto de la facies.

Por el contrario, pudimos hallar en estas pizarras, que no son pobres en *Archaeocyathidos* (en núcleos, particularmente ricos, definiendo lechos alternantes), un Crustáceo, y precisamente un Filocárido. Este hallazgo era verdaderamente interesante. Primero, porque indicaba un yacimiento en el cual se reconoce fauna acompañante a los *Archaeocyathidos* espa-

(1) Cfr. HERNÁNDEZ-PACHECO, 1926, p. 71.

ños, buscada desde hace tanto tiempo. Pero, además, este fósil por sí tiene gran importancia para la cuestión analizada, por lo cual exige una investigación más concreta que la requerida por otros hallazgos aislados.

La investigación demuestra que los Filocáridos hispánicos se reducen a un género (*Isoxys*), que en Norteamérica ha sido conocido con varias especies, de las cuales una aparece acompañando a una rica fauna de la facies de los Trilobites, y de cuya posición estratigráfica no cabe duda.

3. Descripción del *Isoxys carbonelli* n. sp.

Phyllocarida PACKARD. *Archaeotraka* v. STROMER.

Genus *Isoxys* WALCOTT, 1891.

Genotipo: *Isoxys chilhoweanus* WALCOTT, 1891 (p. 626, tab. 80, fig. 10, 10a). — «Tipo vigorosamente determinado desde un principio», y, además, «género monotípico» (*Internat. Regeln zool. Nomenklatur*, Artikel 30. I a, c).

Fuente bibliográfica: WALCOTT, «The Fauna of the Lower Cambrian or Olenellus Zone», p. 625 (*10th. Ann. Rep. U. S. Geol. Survey*, Washington, 1891).

Isoxys carbonelli n. sp. (Fig. 1.

Tipo (y material a la vista): La concha izquierda figurada en la figura 1; Senckenberg-Museum, X, 696 a).

Derivatio nominis. — Dedicamos la especie al ilustre investigador de la provincia de Córdoba, y también de aquel Cámbrico (1), Ingeniero de Minas Excmo. Sr. D. ANTONIO CARBONELL Y TRILLO-FIGUEROA. Al mismo tiempo queremos

(1) «Nota sobre los yacimientos de Archaeocyathidos de la Sierra de Córdoba y deducción para el análisis tectónico.» — Congr. géol. internat., 14 Sesión. *Resumen de las comunicaciones anunc.*, p. 39. Madrid, 1926. — «Depósitos considerados como cambrianos en el Sur de España que deben pasar al culm y al devoniano.» — *Ibidem*, p. 43.

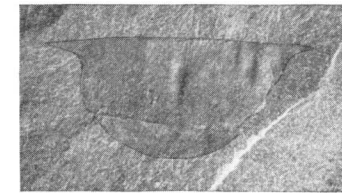
con ello darle las gracias por la amabilidad con que él nos ha acogido durante la excursión por la Sierra Morena.



1



2



3

Explicación de las figuras:

Fig. 1. — *Isoxys carbonelli* n. sp. Caparazón izquierdo, $\frac{3}{1}$. Las Ermitas, Córdoba. Pizarras de *Archaeocyathus*. Cámbrico medio. Tipo (Senbk.-Mus., X, 696 a).

Fig. 2—3. *Isoxys acutangulus* (WALCOTT, 1908). Burgess-Pass, Columbia Británica. Caparazón de Burgess, Cámbrico medio. (Lo que aparece como esculpuras sólo son accidentes de conservación.)

2. Concha izquierda, $1 \frac{3}{4}$. Borde anterior (izquierdo), saltado. (Senck.-Mus., X, 584 a₁.)

3. Valva derecha, $1 \frac{2}{3}$. (Senck.-Mus., X, 584 a₂.)

Diagnosis. — De los rasgos característicos que WALCOTT, en 1891, p. 625, destaca de la única especie entonces conocida, «*chilhoweanus*» (por tanto, haciendo abstracción parcial), cum-

ple con los siguientes: «Caparazón ancho; borde dorsal suavemente curvado; ángulos dorsales terminados en puntas agudas; terminaciones anterior y posterior aladas... y margen ventral redondeando sin formar ángulo; borde o rodete marginal estrecho..., superficie aparentemente suave.» También el carácter de «valvas iguales» se cumple aquí, aunque no permite subrayarlo la presencia de una sola semivalva.

Sólo el rasgo genérico «terminaciones anterior y posterior... subiguales en su contorno», deja de presentarse aquí. El contorno es más bien muy distinto entre la porción anterior y la posterior. La parte anterior se adelgaza y la concha se prolonga en una punta larga, acutiforme, la cual se encuentra por bajo del borde dorsal. Por el contrario, detrás, el borde ventral presenta un ángulo de casi 90° con el borde dorsal, y el pedúnculo corto, muy romo, aparece en prolongación del dorsal. El contorno del caparazón es, por tanto, elíptico (con el agujón a modo de eje alargado de la elipse) y tronchado por atrás, casi rectangular. — Nosotros añadimos además: es difícilmente comprobable un ribete en el borde ventral. Todo el caparazón está clara y regularmente abombado. No se reconocen esculturas en él.

Dimensiones: longitud, sin contar las puntas, 9 mm.; altura: 4,5 mm.

Referencias. — A pesar de llamar a este género *Isoxys carbonelli*, hacemos la observación de que es posible agregarle una forma estrechamente circular y puede establecerse una división subgenérica.

I. carbonelli se distingue del genotipo *I. chilhoweanus* WALCOTT, 1891 (según el dibujo de WALCOTT, 1891, tab. 80, fig. 10, 10a) por la forma desigual de los extremos anterior y posterior, y por la consiguiente incurvación asimétrica del borde ventral; además, por el pedúnculo más largo y distintamente adaptado o dispuesto en el extremo anterior.

I. carbonelli está muy próximo a las otras especies conocidas, *I. acutangulus* (WALCOTT, 1908). La analogía estriba en la diferente configuración entre los extremos anterior y posterior, pues el último está en ambas especies cortado de raíz. También se nota en ambas la ausencia de un ribete claro. Para la distinción basta el borde dorsal, que en *I. acutangulus* se prolonga en línea recta desde la punta anterior hasta la posterior y además por la situación que en su virtud tiene el pedúnculo anterior y, por fin, por su configuración a guisa de punta roma (figs. 2 y 3).

Comoquiera que hasta el presente no se ha hecho ninguna descripción de *I. acutangulus* y no se tienen más dibujos que los aparecidos de una manera esquemática en una revista difícil de poseer (1), de ahí que nosotros mostremos aquí nuestra comparación mediante las fotografías (figs. 2 y 3) de otros tantos buenos ejemplares, que nos fueron enviados hace algunos años por CH. D. WALCOTT (Senckenberg-Museum, X, 584a). Con este motivo WALCOTT, además, ha rectificado, por sí mismo, sobre las etiquetas, la atribución de la especie al género *Isoxys*, pues él la consideró en 1908, p. 16, como *Anomolocaris* (?) *acutangulus*, n. sp. (muy rara), por figura o dibujo.

Yacimiento. — Cerro de Las Ermitas, Sierra Morena, al Norte de Córdoba. Ladera de la carretera por debajo de la fuente. Acompañantes: Archaeocyathidos.

4. Consideraciones estratigráficas.

a). Consideraciones estratigráficas del género *Isoxys*.

El género *Isoxys* en la literatura se ha conocido hasta aquí por las dos especies *chilhoweanus* y *acutangulus*. Además

(1) CH. D. WALCOTT: «Mount Stephen rocks and fossils.» — *The Canadian Alpine Journal*, 1, tab. 2, fig. 5, Calgary (Alberta), September 1908.

existen, según pudimos comprobar, algunas especies no descritas en el U. S. National Museum de Washington.

I. chilhoweanus, WALCOTT, ha sido hallado en Chilhowee Mountain (Little River Gap y Montvale Springs) en el Estado de Tennessee, y claramente en pizarras, que según WALCOTT descansan sobre las cuarcitas de Chilhowee (con *Scolithus*). En las pizarras halló WALCOTT, como acompañante, sólo un *Hyalolithus* («análogo al *H. americanus*») y *Olenellus* sp. En su virtud, estableció la edad de las pizarras como del Cámbrico inferior (1). Esto no quiere decir por lo demás que las pizarras susodichas, después de las actuales investigaciones, deban llevarse al Cámbrico inferior o al medio; pues WALCOTT no ha separado todavía el *Olenellus* de numerosos géneros del Cámbrico medio, y clasificó muchas capas en el Cámbrico inferior, que él mismo, después, hubo de colocar en el Cámbrico medio (por ejemplo, la fauna de *Albertella*). De ahí que nosotros esperásemos que aclarase la cuestión el conocedor más conspicuo de la estratigrafía del Paleozoico norteamericano, Dr. E. O. ULRICH, al cual nosotros agradecemos desde aquí su amistosa ayuda al contestar a nuestras preguntas. El DR. ULRICH nos escribe que en general la serie de Chilhowee pertenece al Cámbrico inferior, que empero él tiene la impresión de que en el trayecto entre Little River Gap y Montvale Springs las pizarras pertenecen al Cámbrico medio, al cual pudieran corresponder asimismo las pizarras con *I. chilhoweanus*.

A pesar, pues, de que hay votos en favor del Cámbrico medio, no existe todavía una distinción clara acerca de la edad de *I. chilhoweanus*.

I. acutangulus pertenece, por el contrario, y sin duda, al Cámbrico medio. Se encuentra en las Burgess, esquistos muy

(1) Así como en el trabajo citado de 1891: *Cambrian Geology and Paleontology*, II Middle Cambrian Branchiopoda, Malacostraca, Trilobita and Merostomata, p. 155, 156.-Smithson, Inst. 57, Nr. 6, Washington, March 1912.

fosilíferos del Burgess-Pass, Columbia Británica, y está acompañada de *Marella* (que también se halla en nuestros fragmentos o muestras).

Asimismo las otras especies de *Isoxys*, no investigadas aún con detalle, que existen en el U. S. National Museum de Washington, pertenecen, según nos manifiesta el Dr. E. O. ULRICH, al Cámbrico medio inferior.

Los resultados son, pues: que *I. acutangulus* y las restantes especies todavía no investigadas, pertenecen al Cámbrico medio. También para el *I. chilhoweanus* hay una fuerte impresión en favor del Cámbrico medio, aunque la posibilidad de una edad infracámbrica no pueda desecharse de una manera concluyente para esta especie.

b) Consideraciones stratíficas de *I. carbonelli* y de las formaciones correspondientes de *Archaeocyathus*.

La situación estratigráfica de las formaciones de *Archaeocyathus* del Cámbrico sudeuropeo está todavía poco aclarada. Un grupo de investigadores las coloca en el Cámbrico inferior, otro en el Cámbrico medio (1). Es más probable que los Archaeocyathidos abarquen varias divisiones estratigráficas. Recientemente, empero, los chinos quieren atribuirles todavía una duración mayor. La dificultad fundamental estriba, como se dijo al principio de este trabajo, en que la bioestratigrafía genuina (y seguramente más rica en perspectivas) de los Archaeocyathidos no está aún suficientemente aclarada, y que su asociación con otros fósiles de colocación cronológica conocida es escasa. Sobre todo en la reconstrucción paleogeográfica de las

(1) Confirma esto la duda autorizada de E. KAISERM, si los yacimientos con Archaeocyathidos son verdaderamente de edad infracámbrica: *Lehrb. d. geol. Formationskunde*, 1 (*Lehrb. d. Geologie*, III) 6 y 7 edición, p. 82, 83, Stuttgart (Enke) 1923.

oscilaciones de los mares europeos esta incertidumbre sobre la ordenación de las formaciones de Archaeocyathidos es notablemente imprecisa.

Sería, pues, muy de agradecer que la constatación de *Isoxys carbonelli* en las formaciones de Archaeocyathidos de Córdoba pudiera dar por lo menos para esta región una delimitación estratigráfica concreta. En tal caso hay que subrayar a fin de cuentas el fósil *No-Archaeocyatus* encontrado.

En primer lugar se tropieza con dos opiniones o conclusiones:

1.^a Se trata en el *Isoxys* de Sierra Morena de una especie nueva, cuya duración vital ha sido establecida por vez primera.

2.^a La duración de todo el género *Isoxys* cae ciertamente con todas las especies indudables en el Cámbrico medio, aunque hay la duda señalada antes acerca del *I. chilhoweanus*.

Desde un punto de vista más concreto resulta, con todo, que *I. carbonelli* se distingue mucho de la especie *I. chilhoweanus*, dudosa estratigráficamente, y por el contrario, como se demuestra precedentemente, se aproxima más estrechamente a la especie, seguramente del Cámbrico medio, *I. acutangulus*. Si nosotros estamos convencidos de que no puede establecerse una prueba más concreta de ello, hay que tener en cuenta que siempre hay una falta de puntos de apoyo firmes. Todo ello habla en el sentido que las formaciones de *Archaeocyathus* de Las Ermitas de Córdoba — tanto las pizarras como las calizas arrecifales asociadas con ellas — pertenecen al Cámbrico medio.

En la Sierra Morena, en Las Ermitas (Córdoba), se encontró acompañando a los Archaeocyathidos, por primera vez en el Cámbrico sudhispánico, otro fósil, y dentro de él una especie del género Filocárido, hasta ahora sólo conocido en América, *Isoxys*, WALCOTT, *I. carbonelli*, n. sp.

La existencia del género *Isoxys* como tal confirma la opi-

nión de que las formaciones de Archaeocyathidos sólo radican en el Cámbrico inferior y en el medio, y con mayor verosimilitud en el Cámbrico medio.

La estructura de la especie *I. carbonelli*, que se acerca más estrechamente a la especie *I. acutangulus*, seguramente del Cámbrico medio, induce a pensar que las formaciones de *Archaeocyathus* de Córdoba se deben señalar como pertenecientes al Cámbrico medio.

TRABAJOS DEL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Investigaciones por métodos geofísicos.

IV. Estudio de la estructura geológica de la cuenca terciaria de la región de Alcalá de Henares (1). (Continuación). En el verano de 1928 se continuaron las investigaciones por los métodos gravimétricos y sísmicos, bajo la dirección del Ingeniero Sr. Siñériz, efectuando el estudio de toda la cuenca, que dió por resultado la determinación de la profundidad de la capa de caliza cretácica que, a los 1.500 metros, por término medio, sirve de base a los sedimentos terciarios y que según el estudio geológico efectuado debe contener agua artesisiana.

V. Estudio de los anticlinales de Burgo de Osma y Berlanga de Duero. — El estudio geológico efectuado en la provincia de Soria, por los Ingenieros Sres. Sampelayo y Sancho para determinar las estructuras más favorables para la acumulación de sustancias petrolíferas, indicó como una de las mejores la de los anticlinales cretácicos de la zona comprendida entre el Burgo de Osma y Berlanga de Duero.

En la actualidad se estudian esas zonas por el Ingeniero Sr. Siñériz, por los métodos sísmico y gravimétrico, para de-

(1) Véase *Notas y Comunicaciones*, núm. 1, pág. 71.

terminar la posición de las cúpulas ocultas bajo los sedimentos modernos, así como las líneas de fractura que puedan cortarlas, sin estar aún terminados los trabajos de campo.

VI. Estudio de la zona petrolífera de Basconcillos del Tozo (Burgos).—Los afloramientos bituminosos situados en las areniscas urgo-aptenses de Basconcillos del Tozo y el desprendimiento de gases combustibles en algunas calizas de esta misma zona, han aconsejado su estudio por el método sísmico, único aplicable en su caso, para determinar el eje del anticlinal que allí forman los sedimentos cretácicos, así como su tectónica y estratigrafía, con el objeto de elegir el emplazamiento de un sondeo de investigación, si los resultados obtenidos aconsejaran este trabajo.

Esta investigación, efectuada bajo la dirección del Ingeniero Sr. Siñériz, ha fijado la posición del eje del anticlinal, situado en muy distinto lugar del que se suponía, y ha aclarado completamente la estratigrafía y tectónica locales hasta una profundidad próxima a 1.000 metros, encontrando varias fallas muy importantes, que seccionan en bloques al núcleo del anticlinal.

Sondeos efectuados por el Estado.

Aun cuando estamos muy distantes de la importancia que en otros países se da a las investigaciones de múltiples sustancias, por medio de sondeos más o menos profundos, lo cierto es que actualmente se van intensificando los trabajos de esta índole en proporciones muy sensibles, cumpliendo así el Estado una de sus importantes misiones en la vida moderna, procurando, bien descubrir riquezas ocultas que habrán de ponerse más tarde en explotación, bien dotando de aguas a poblaciones de vida muy difícil y precaria por la falta de ese

indispensable elemento, o, por último, contribuyendo al conocimiento más acabado de las formaciones geológicas que no pueden ser examinadas por inspección directa.

Cada día va dándose en todos los pueblos mayor desarrollo a este género de investigaciones, habiéndose creado un Comité mundial de fondos cuya Presidencia radica en Rumania y al que están afectos los Comités Nacionales, y ya se inicia la organización de Congresos para tratar de los aspectos técnico, financiero y social que presentan los sondeos, para procurar que cuantos, en el mundo entero, se dedican a estos delicados e importantísimos trabajos, comuniquen sus conocimientos y observaciones, que servirán para perfeccionar la técnica de los mismos, o para precisar mejor las condiciones que aconsejen su ejecución, y, finalmente, para mejorar su aspecto financiero y social.

Como prueba de todo lo que antecede podemos decir que el próximo mes de septiembre se celebrará en París un Congreso Internacional con el siguiente programa de Comunicaciones:

1.^a Prospección y estudio de criaderos. — Estudios geológicos. — Estructuras. — Estratigrafía. — Métodos de prospección geofísicos. — Interpretación de resultados. — Control geológico de los sondeos.

2.^a Técnica de los sondeos. — Impermeabilidad del sondeo. — Entubado. — Fuerza motriz. — Dispositivos especiales para la industria del petróleo. — Unificación de los métodos de observación científicos y técnicos.

3.^a Estudio económico de los sondeos. — Estadísticas y resultados económicos. — Actividad de las perforaciones en los diferentes países. — Comparación de los diversos métodos de perforación.

4.^a Legislación de las investigaciones y sondeos.

Legislación de los diversos países. — Cuestiones sociales. Accidentes, cajas de socorros y de retiros.

Basta leer este programa para darse cuenta de la gran importancia que la política de los sondeos va adquiriendo en todo el mundo por los enormes beneficios que puede reportar a la Humanidad las riquezas puestas al descubierto por este sistema de trabajo.

Por lo que a España se refiere, aun cuando las investigaciones por sondeos no han llegado todavía al estado de desarrollo que fuera de desear, se va, sin embargo, intensificando bastante rápidamente este procedimiento, principalmente para prospecciones de aguas artesianas, cuencas carboníferas, petróleos y sales potásicas, sirviendo al mismo tiempo, como es natural, estas perforaciones, bien para comprobaciones geológicas o también para estudio de formaciones dudosas o poco conocidas.

Por lo que al Instituto Geológico y Minero afecta, existe en la actualidad el programa siguiente para ser desarrollado durante el ejercicio actual:

Investigaciones de aguas artesianas.

Un sondeo en Gádor (Almería), de 1.000 metros de profundidad.

Un sondeo en Tabernes (Almería), de otros 1.000 metros.

Un sondeo en Corvera (Murcia), de 500 metros.

Dos sondeos en Valencia, de 450 metros cada uno.

Dos sondeos en las afueras de Valencia, de 500/1.000 metros cada uno.

Un sondeo en Albuñol (Murcia), de 500/800 metros.

Dos sondeos en Andarax (Almería), de 400/700 metros.

Investigaciones de carbón.

Un sondeo en Villanueva (Sevilla), de 600 metros.

Un sondeo en Burgos, de 560 metros.

Un sondeo en Ciudad Real, de 400 metros.

Investigaciones de petróleo.

Un sondeo en Bornos (Cádiz).

Un sondeo en Fuentetoba (Soria).

Como complemento de los sondeos y para estudiar previamente las estructuras más convenientes para situar emplazamientos se harán dos estudios geofísicos en la provincia de Soria, en Berlanga de Duero y en Burgo de Osma, y otro estudio análogo en la provincia de Burgos (Basconcillos del Tozo).

El programa, como se ve, es bastante amplio, y de los resultados que vayan obteniéndose podrá depender que en años sucesivos vaya aumentando la importancia y número de perforaciones en busca de riquezas ocultas.

Nuevas publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España.

Mapa Geológico de España, en escala 1 : 50.000.—En cumplimiento de los Reales decretos de 7 de enero y 1 de abril de 1927, de reorganización del Instituto, se ha comenzado la publicación del Mapa Geológico de España, en escala 1 : 50.000, utilizando para este importante trabajo las hojas publicadas por el Instituto Geográfico y Catastral y conservando su misma numeración.

Se han publicado hasta la fecha las siguientes:

Hoja núm. 560. — Alcalá de Henares.

Hoja núm. 460. — Hiendelaencina.

Hoja núm. 810. — Almódovar del Campo.

Hoja núm. 194. — Santa María del Páramo.

Hoja núm. 421. — Barcelona.

Acompañan a estas hojas unas Memorias explicativas de las mismas, en las que se estudia y analiza con gran detalle

cuanto se relaciona con la formación geológica del terreno comprendido en ellas, con la minería, hidrología, etc., reseñándose también las canteras existentes y la bibliografía relativa a la región.

Estos trabajos van ilustrados con gran número de fotografías, cortes del terreno, bloques y datos gráficos de toda clase, que permiten formar una idea muy exacta y completa de las condiciones del suelo y subsuelo.

Memorias. — Se ha publicado un tomo titulado «Datos para el estudio de la Geología de la provincia de Madrid. Cuenca Terciaria del Alto Tajo. Hoja núm. 560, Alcalá de Henares.»

Ha dirigido este importante trabajo el Ingeniero jefe de la cuarta región D. Vicente Kindelán, y comprende este tomo un estudio titulado «El Terciario continental de la cuenca alta del Tajo», del cual es autor D. José Royo Gómez, Profesor del Museo Nacional de Ciencias Naturales; el «Estudio químico geológico de las tierras, rocas y aguas de la Hoja de Alcalá de Henares», por D. L. Menéndez Puget, Profesor del Laboratorio Químico Industrial de la Escuela de Minas; «El Sondeo de Alcalá de Henares», por D. Vicente Kindelán, Ingeniero de Minas, y «Estudios geofísicos en las provincia de Madrid y Guadalajara», por Vicente Kindelán y José G. Siñériz, Ingenieros de Minas. Acompañan a este volumen un gran número de láminas.

Boletín. — Se ha publicado el número 50 del *Boletín* y en él se inserta solamente un estudio extenso y muy nuevo de don José G. Siñériz, titulado «Los Métodos geofísicos de prospección.»

La importancia y utilidad de este trabajo son notorias por no haberse publicado ninguna otra obra acerca de tan interesante materia.

El Instituto Geológico y Minero de España en la Exposición Ibero-Americana de Sevilla.

En los primeros días del próximo mayo, quedará ultimada la instalación con que concurre el Instituto, al certamen de Sevilla, que ha de inaugurarse el 9 de dicho mes, con asistencia de S. M. el Rey.

Presenta el Instituto una colección general de menas españolas, formada con ejemplares que en su mayoría han sido facilitadas por los Distritos Mineros; la serie completa de las publicaciones del Instituto desde la primera editada por la antigua Comisión del Mapa Geológico de 1873, hasta las modernas hojas geológicas a escala 1 : 50.000, con sus Memorias respectivas, cortes, perspectivas, etc., etc.; interesantes instalaciones de los laboratorios de Petrografía y Geofísica, así como el de Química, donde por primera vez se presenta en un certamen el aparato de Destilación de Carbones del eminente Ingeniero de Minas Sr. Hauser.

Las paredes van adornadas con mapas luminosos, cortes geológicos de sondeos, gráficos geofísicos, etc., etc.

Seguramente han de llamar la atención de técnicos y profanos los dos mapas geológicos en relieve expresamente confeccionados para exponerlos en Sevilla: uno es el mapa de la provincia de Cádiz, a escala 1 : 100.000, y el otro el mapa de España, a escala 1 : 500.000, primeros mapas en relieve que ha compuesto el Instituto.

BIBLIOTECA DEL INSTITUTO GEOLÓGICO
Y MINERO DE ESPAÑA

LIBROS RECIBIDOS

- RIVERS (W. H. R.). — *Social organization.*
PIERRE DE LABRIOLLE (Prof.). — *The History and Literature of Christianity.*
PARKER (E. H.). — *A Thousand Years of the Tartars.*
ELLIOT SMIT. — *The Threshold of the Pacific.*
DOROTHY GEORGE (M.). — *London life in the XVIII Century.*
VENDRYES (J.). — *Language: a Linguistic Introduction.*
FEBVRE (L.). — *A geographical introduction to history.*
REICHWEIN (A.). — *China and Europe.*
GORDON CHILDE (V.). — *The dawn of European civilization.*
DELAPORTE (L.). — *Mesopotamia.*
GLOTZ (G.). — *The aegean civilization.*
DUDLEY BUSTON (L. H.). — *The peoples of Asia.*
VEULERSSE (G. Renard). — *Life and Work in moderns Europe.*
BOISSONNADE (P.). — *Life and Work in medieval Europe.*
MACKENZIE (D. A.). — *The Migration of symbols.*
GLOTZ (G.). — *Ancient Greece at Work.*
LOUIS (P.). — *Ancient Rome at Work.*
NEWTON (A. P.). — *Travel and travelers of the middle ages.*
PITTARD (E.). — *Race and History.*
GORDON CHILDE (V.). — *The Aryans.*
MORET (A.). — *From tribe to empire.*
JARDE (A.). — *The formation of the Greek People.*
GRENIER (A.). — *The Roman Spirit.*

MONTAGUE. — *The history of Witchcraft and demonology.*
 — — *The geography of Witchcraft.*
 WESTERMACK (E.). — *The civilization of the South American Indians.*
 CUMSTON (C. G.). — *The history of Medicine.*
 HOMO (L.). — *Primitive Italy.*
 DECLAVEUIL (J.). — *Rome the Law-giver.*
 LITT (Thomas). — *The life of Buddha.*
 HVART (C.). — *Ancient Persia.*
 DEONNA (A.). — *Art in Greece.*
 BURNS (A. R.). — *Money and monetary policy in early times.*
 MORET (A.). — *The Nile and Egyptian civilization.*
 INSTITUTO GALLART. — *Las Razas Humanas.*
 — — — *Geografía Universal.*
 GEOGRAPHIE UNIVERSALYS.
 STUART (M.). — *The geology of oil, oil-shale, and coal.*
 WINCHELL (N. H.). — *Elements of optical mineralogy and introduction to
 microscopic petrography.*
 GOURY (G.). — *Origine et evolution de l'Homme.*
 GAUDRY (A.). — *Les enchainements du monde animal dans les temps geolo-
 giques. — Mammifères tertiaires.*
 BROGLIE (M.). — *Les Rayons X.*
 HERDMAND (W.). — *Founders of Oceanography and their Work.*
 JOHNSTONE (J.). — *The mechanism of life in relation to modern physical
 theory.*
 — — — *A study of the oceans.*
 BIRTWISTLE (G.). — *The Quantum Theory of the Atom.*
 RICE. — *Relativity a systematic treatment of Einstein's theory.*
 MACHIN (Alfred). — *The Ascent of man by means of natural Selection.*
 DUNOYER (L.). — *La technique du vide.*
 BLOCH (E.). — *Les phénomènes thermioniques.*
 LEBLANC FILS (M.). — *L'Arc électrique.*
 MAUGUIN (Ch.). — *La structure des cristaux déterminée au moyen des
 Rayons X.*
 MARTONNE (Emm.). — *Les Alpes. (Géographie générale.)*
 HOLMES (A.). — *Petrographic methods and calculations.*
 BRILLQUIN (L.). — *La théorie des Quanta et l'atome de Bohr.*
 BOSLER (J.). — *L'Evolution des Etoiles.*
 BLACKIE (H.). — *The A. B. C. of Art.*
 TAYLOR (J.). — *The A. B. C. of Physics.*

RANDOLPH (V.). — *The A. B. C. of Evolution*
 — — — *The A. B. C. of Biology.*
 TRIPP (N.). — *The A. B. C. of Chemistry.*
 BUCKLE (T.). — *The A. B. C. of the History of Civilization.*
 TAYLOR (L. B.). — *The A. B. C. of Astronomy.*
 RANDOLPH (V.). — *The A. B. C. of Physiology.*
 HARROW (W.). — *The Romance of the Atom.*

ÍNDICE

	<u>Páginas</u>
CRIADERO DE MINERAL DE HIERRO DE MONCORVO (PORTUGAL), por D. Primitivo Hernández Sampelayo.....	3
COBIJADURAS HERCINIANAS EN LA CUENCA DE BÉLMEZ-ADAMUZ, por D. Antonio Carbonell y Trillo-Figueroa.....	87
UN CRUSTÁCEO (<i>Isoxys Carbonelli</i> , N. SP.) EN LAS FORMACIONES DE <i>Archaeocyathus</i> DE LA SIERRA MORENA, por Rud y E. Richter y traducido por D. Juan Carandell.....	91
TRABAJOS DEL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA:	
INVESTIGACIONES POR MÉTODOS GEOFÍSICOS.....	103
SONDEOS EFECTUADOS POR EL ESTADO.....	104
NUEVAS PUBLICACIONES DEL INSTITUTO.....	107
EL INSTITUTO EN LA EXPOSICIÓN IBERO-AMERICANA DE SEVILLA.	109
BIBLIOTECA. — LIBROS RECIBIDOS.....	111

