

METALLUM

LA MINERÍA SURIBÉRICA

EMILIO ROMERO MACÍAS
JUAN AURELIO PÉREZ MACÍAS
(Eds.)



METALLUM

METALLUM
LA MINERIA SURIBÉRICA

EMILIO ROMERO MACIAS
JUAN AURELIO PÉREZ MACIAS
(EDS.)







Exmo. Ayuntamiento
de Cala



Universidad
de Huelva

DATOS EDICIÓN

PRIMERA EDICIÓN EN FORMATO EBOOK: OCTUBRE 2016
PRIMERA EDICIÓN EN FORMATO PAPEL: SEPTIEMBRE 2004

© Servicio de Publicaciones 
Universidad de Huelva
© Excmo. Ayuntamiento de Cala 
© Emilio Romero Macías (Ed.) 
Juan Aurelio Pérez Macías (Ed.) 

I.S.B.N.: 84-96373-10-X
E.I.S.B.N.: 978-84-16872-96-1
Depósito legal: H 177-2004

PAPEL

Papel
Offset industrial ahuesado de 90 g/m²
Impreso en papel de bosque certificado

Encuadernación
Rústica, cosido con hilo vegetal
Printed in Spain. Impreso en España.

Composición EBOOK
Ideas, Marketing y Gestión

CEP

METALLUM : la minería suribérica / Emilio Romero Macías, Juan Aurelio Pérez Macías (eds.). -- Huelva : Universidad de Huelva : Ayuntamiento de Cala, 2004


365. ; II. ; 24 cm.-(Collectanea (Universidad de Huelva); 79)

ISBN 84-96373-1 0-X


1. Minería - Andalucía - Historia. I. Romero Macías, Emilio. II. Pérez Macías, Juan Aurelio. III. Universidad de Huelva. IV. Cala. Ayuntamiento. V. Título. V. Serie

622(460.35)(091)

Obra sometida al proceso de evaluación de calidad editorial por el sistema de revisión por pares.

Publicaciones de la Univesidad de Huelva es miembro de UNE 

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de este libro puede reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia, grabación magnética o cualquier almacenamiento de información y sistema de recuperación, sin permiso escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutivo de delito contra la propiedad intelectual.

 [Clique para mayor información](#)

EL EBOOK LE PERMITE



Citar el libro



Navegar por
marcadores e
hipervínculos



Realizar notas
y búsquedas
internas



Volver al
índice pulsando
el pie de la
página



Comparte
#LibrosUHU



Únete y comenta



Novedades a
golpe de klik



Nuestras publica-
ciones en movi-
miento



Suscríbete a
nuestras
novedades

ÍNDICE

PROLOGO	9
INTRODUCCIÓN	11
YACIMIENTOS DE LA FAJA PIRITICA IBERICA (F.P.I.) <i>Felix García Palomero</i>	13
GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES DEL CINTURÓN METAMÓRFICO DE ARACENA <i>Juan Carlos Fernández Caliani</i>	29
OSSA MORENA LA DIVERSIDAD METÁLICA <i>Gobain Ovejero Zappino</i>	49
LAS EXPLOTACIONES ANTIGUAS EN LAS MINAS DE CALA <i>Juan Aurelio Pérez Macías</i> <i>Timoteo Rivera Jiménez</i>	69
METALURGIA ROMANA DEL COBRE EN EL SUR DE HISPANIA <i>José García Romero</i>	105
MINA BUITRÓN, OCUPACIÓN EN EL DESPEGUE DE LA MINERIA ROMANA EN LA PROVINCIA DE HUELVA <i>Elena Aguilera Collado</i>	127
EL ANTIGUO DISTRITO MINERO DE CERRO MURIANO: RESULTADOS PRELIMINARES DE LAS INTERVENCIONES ARQUEOLÓGICAS DE URGENCIA LLEVADAS A CABO EN EL YACIMIENTO DEL CERRO DE LA COJA, CERRO MURIANO (OBEJO) <i>Fernando Penco Valenzuela</i> <i>Santiago Rodero Pérez</i>	165
LA FAJA PIRÍTICA IBÉRICA: ¿CRISIS TERMINAL O RENACIMIENTO DE UN DISTRITO HISTÓRICO? <i>Ivan Carrasco Martiáñez</i>	203

LAS CRUCES.	
DESCUBRIMIENTO, MINERÍA, HIDROMETALURGIA Y MEDIO AMBIENTE DE UN NUEVO PROYECTO DE COBRE / FAJA PIRÍTICA IBÉRICA <i>Gobain Ovejero Zappino</i>	225
DESARROLLO DEL PROYECTO MINERO DE AGUA BLANCA <i>Alberto Lavandeira</i>	243
EL FERROCARRIL DE MINAS DE CALA: APUNTES DEL PASADO, DEL PRESENTE Y DE UN POSIBLE FUTURO <i>Ramón Garrido Morillo</i>	259
POSIBILIDADES TURÍSTICAS DE POBLADOS Y EXPLOTACIONES MINERAS <i>Antonio Santiago Cumbreiras</i>	281
DESARROLLO LOCAL SOSTENIBLE EN ZONAS MARGINALES <i>Juan A. Márquez Domínguez</i>	299
EL TURISMO RURAL Y EL PARQUE NATURAL SIERRA DE ARACENA Y PICOS DE AROCHE <i>Vicente Romero Macías</i>	323
LA REINDUSTRIALIZACIÓN DE LAS COMARCAS MINERAS <i>Victor Fernández</i>	351

PROLOGO

Desde tiempos inmemoriales, la minería ha sido sustento de la economía de miles de familias en el sur de la Península Ibérica, muchos han sido los pueblos que desde toda Europa han estado presentes en nuestras comarcas mineras y hasta nuestros días su interés por este tipo de negocio ha sido manifiesto.

Con la entrada del nuevo milenio, el declive de ésta es patente y los nombres cercanos de minas andaluzas, suenan por motivos muy diferentes a los habituales y tanto es así que las palabras “mina” o “yacimientos” determinan un posicionamiento político extremadamente claro en contra de éstas por muy diferentes motivos.

Entre otros, estos son los motivos que nos han llevado a la organización de este primer seminario de minería suribérica; seminario en el que hemos pretendido pasar y profundizar en todos los aspectos de la minería, en su pasado, en el presente y en el futuro que tienen las poblaciones mineras, son aspectos determinantes en los objetivos que nos propusimos.

Puntos de vista técnicos, otros sociales y hasta románticos, desde la formación del batolito del Tehuler, pasando por la decadencia de las minas metálicas y la puesta en marcha del yacimiento de “Aguablanca”, pueden vislumbrarse entorno a las ponencias que en el seminario se desarrollan. En definitiva, un seminario en el que se ha pretendido tratar la minería como todos los “mineros” hubieran deseado, los que aún están, los que no están y los que ya no lo son, técnicos, trabajadores y empresarios; en definitiva toda una comunidad a punto de desaparecer.

Otro de los objetivos importantes es el de dejar memoria histórica, para futuras generaciones, pues la mina es cultura, una cultura determinante en el devenir de nuestros pueblos y comunidades, por ello debemos protegerlas y compatibilizarlas con la actual situación de posicionamientos y alegatos medioambientales descabellados. “La mina, es compatible con el medio ambiente y siempre lo ha sido”. Como tal se trata en alguna ponencia del seminario y a fe que desde un sensato punto de vista.

Como conclusión de estas jornadas, un claro mensaje se deja ver ante el poco halagüeño futuro de la minería y es que, ante tan maño desmán, no debemos permanecer impasibles y debemos buscar el medio y tener la lucidez suficiente para proteger lo que desde hace tantos años ha sido sustento y vida para tantas familias.

Esperamos que desde estas páginas lleguemos a tener una clara visión de la minería desde su comienzo hasta la actualidad.

Nuestro agradecimiento muy sincero a todas las personas y estamentos que para la organización y desarrollo de este seminario han colaborado desinteresadamente, pues seguro que con el éxito obtenido gracias a ellos volveremos a vernos en este mismo foro próximamente.

Gregorio Ortega Sánchez
Alcalde-Presidente
Excmo. Ayto. de Cala

INTRODUCCIÓN

Sería difícil situar en el tiempo los comienzos de la actividad minera como tal industria; sus orígenes datan de los más remotos tiempos de las culturas prehistóricas paleolíticas y sus primeras aplicaciones habría que asociarlas a las primitivas estructuras arquitectónicas (utilización de la piedra y la argamasa), como en la fabricación de útiles y herramientas pétreas, así como objetos cerámicos y diversos productos minerales utilizados como pigmentos y colorantes.

Las huellas y los vestigios del pasado minero andaluz son muy abundantes, donde para muchos autores, los trabajos mineros más antiguos de Andalucía se localizan en la zona suroeste, más concretamente en la provincia de Huelva, donde destacan por antonomasia las explotaciones de cobre de las milenarias minas de Riotinto y otras minas de minerales metálicos como la de Cala, donde aparecen vestigios de actividad minera desde la época romana.

En este libro hemos tratado de reflejar los trabajos realizados por varios investigadores de la historia minera del suroeste andaluz y su situación actual y futura a tenor de la grave crisis sufrida por la minería metálica en nuestra provincia.

Emilio Romero y Juan Aurelio Pérez

YACIMIENTOS DE LA FAJA PIRITICA IBERICA (F.P.I.)

FELIX GARCÍA PALOMERO

RESUMEN

Las mineralizaciones de sulfuros primarios de la Faja Piritica Ibérica que aparecen relacionadas espacial y genéticamente al Complejo Volcánico Sedimentario de la base del Carbonífero, se agrupan en dos tipos bien diferenciados: stockwork en rocas volcánicas, y sulfuros masivos suprayacentes generalmente asociados a niveles piroclástico-sedimentarios. Estos dos tipos de mineralización configuran un modelo genético bien definido y asociado, junto a mineralizaciones de manganeso, a la actividad volcánica. La meteorización de las mineralizaciones de sulfuros ha producido otros yacimientos de tipo secundario: Monteras de Hierro (Gossan), y Zonas de Cobre Secundario.

La explotación de estos yacimientos comienza en el III milenio a. de C. (Cobre Oxidado y Gossan), y es de destacar su gran desarrollo en época romana, deducido a partir de la gran cantidad y variedad de escorias producidas; posteriormente, en los últimos ciento cincuenta años, se han explotado el Azufre y los metales básicos (Cu, Pb, Zn) de los sulfuros, y los metales preciosos (Au, Ag) de las Monteras de Gossan.

PALABRAS CLAVE

Cinturón ibérico de Piritas, sulfuros masivos Gossan, escorias romanas, stockwork.

ABSTRACT

The Iberian Pyrite Belt (IPB) sulphide deposits, geographically and genetically connected with the Volcano Sedimentary Complex (VSC), lower carboniferous, are grouped in two very well defined types: "stockwork" (sulphide veins in volcanic rocks) and "massive sulphides lenses" that frequently overlay the stockworks and are connected with a pyroclastic - sedimentary level.

These two mineralisation types (laterally connected with manganeseiferous lenses) are defining a genetic model associated with the volcanic activity. The later Tertiary weathering of the sulphides brought about two new types of deposits: "Gossan" (Iron Oxide Cap) and "Cementation Zones" (Rich Cu and Ag concentration Zones).

The mining activity in the IPB deposits begun about 5000 years ago over the Cu Oxide outcrops and was increasing on the Roman times over all the Goshen outcrops and Segmentation Zones, as we can see on the great ancient slags accumulation. The next mining activity step took place on the last 150 years and was focus on Sulphur and Base Metals (S,Cu,Pb,Zn) from the sulphide deposits and Precious Metals (Au,Ag) from the Gossans.

KEY WORDS

Iberian Pyrite Belt, Stockwork, Massive Sulphides, Gossan, Roman Slags.

INTRODUCCION

La Faja Pirítica Ibérica es una unidad geológica del paleozoico superior, con abundantes mineralizaciones de sulfuros y manganeso, que se sitúa al SW de la Península Ibérica y que con una longitud (E-W) de 250 Km. se extiende, por España y Portugal, desde el valle del Guadalquivir hasta el océano Atlántico. La anchura media (N-S) es de unos 80 Km., aunque todos los yacimientos de sulfuros conocidos, se localizan en una franja de 40 kms. Su limite N lo constituyen materiales más antiguos (paleozoico inferior) de la Sierra de Aracena y sus limites E, S y W, son los materiales mas recientes (sedimentos postpaleozoicos) del valle del Guadalquivir y costa atlántica.

GEOLOGIA REGIONAL

La Faja Pirítica Ibérica se sitúa dentro de la Zona Sur portuguesa al Sur del Macizo Ibérico y esta constituida por materiales volcánicos y sedimentarios del paleozoico superior, agrupados en tres unidades litoestratigraficas bien definidas por Schermerhorn (1970a):

(a) Grupo Cuarzo-Filitico (PQ). Formado por pizarras y cuarzas, con aislados lentejones de calizas en su techo, en los que aparecen fósiles datados como Fameniense

(b) Grupo Vulcano-Sedimentario (VS). Con una potencia variable de 0 a 1000 m y formado principalmente por rocas ácidas piroclásticas (dacitas-riolitas)

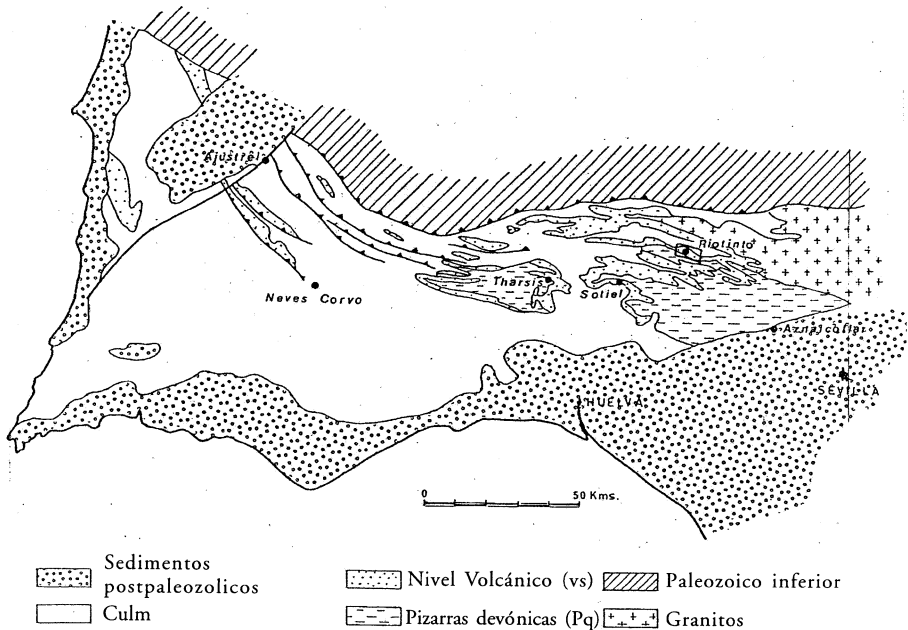


Fig. 1. Geología y principales yacimientos de la Faja Pirítica

acompañadas de rocas básicas de varios tipos: diabasas lávicas, subvolcanicas, y de tipo andesítico (lavas vesiculares y piroclásticas). Estas rocas básicas generalmente son anteriores al principal ciclo ácido (Rambaud, 1969; Lecole, 1972; García Palomero, 1980), aunque localmente se presentan en episodios posteriores (Bernard y Soler, 1974).

En este grupo (VS) de edad Tournasiense (Schermerhorn, 1970a) se localizan las mineralizaciones de sulfuros y Manganeso de toda la F.P.I. asociadas a etapas finales de episodios volcanicos. Las de tipo stockwork encajan mayoritariamente en rocas ácidas y las de tipo sulfuros masivos lo hacen en rocas piroclásticas ácidas de grano generalmente fino y acompañadas de rocas sedimentarias (García Palomero, 1980).

Las rocas del VS están afectadas por tres procesos de alteración que en orden cronológico son: en primer lugar deutérica (clorítica, hematítica, sericítica) producida por la reacción de las rocas volcánicas con sus fluidos y el agua marina; en segundo lugar hidrotermal (silicea, clorítica, sericítica) asociada a los fluidos hidrotermales ascendentes que producen las mineralizaciones; y en tercer lugar metamorfismo regional (clorita-pumpellita) de la facies de esquistos verdes (Schermerhorn, 1970a; García Palomero, 1980)

(c) Grupo Culm. Es una unidad de tipo turbidítico (pizarras y grauvacas) de edad Viseense Medio – Superior (Schermerhorn, 1970a).

Las tres unidades de la F.P.I. estan intensamente deformadas por la orogenia Hercínica que origina pliegues y cabalgamientos con vergencia S-SW y desarrolla una fuerte esquistosidad en todas las rocas (Lecolle, 1972).

MINERALIZACIONES

1. DESCRIPCION GENERAL

Las mineralizaciones de la F.P.I., por su abundancia (mas de 250 indicios) y por el tamaño de muchos de sus yacimientos, hacen que esta Unidad sea una de las de mayor concentración de sulfuros del mundo. Los tres principales tipos de mineralización de la F.P.I. (a) stockwork de sulfuros, (b) lentejones de sulfuros masivos, y (c) lentejones manganésíferos, estan relacionados espacial y genéticamente entre sí y con el vulcanismo (Williams, 1962).

a) Stockwork. Es una mineralización que está formada por una red tridimensional de vetas de sulfuros (a veces orientadas) que con una potencia de 1mm a 1 m, atraviesan las rocas volcánicas, principalmente en la zona superior del tramo ácido, y producen en ellas una fuerte alteración (clorítica, silicea, sericítica), con una pérdida de feldespatos y un aumento de Si y Mg. El sulfuro casi exclusivo es la Pirita aunque en zonas puntuales pueden abundar: Calcopirita, Esfalerita, Galena y otros (García Palomero, 1980; Silveira Reveiro, 1996; Halsall, 1989). En ocasiones (Neves Corvo, Rio Tinto, La Zarza, Aguas Teñidas), estas concentraciones de metales, Cu principalmente, han dado lugar a explotaciones mineras de la segunda mitad del siglo XX.

Las mineralizaciones tipo stockwork, aunque son poco conocidas por su escaso interés económico, suelen ser abundantes y de gran tamaño, con po-

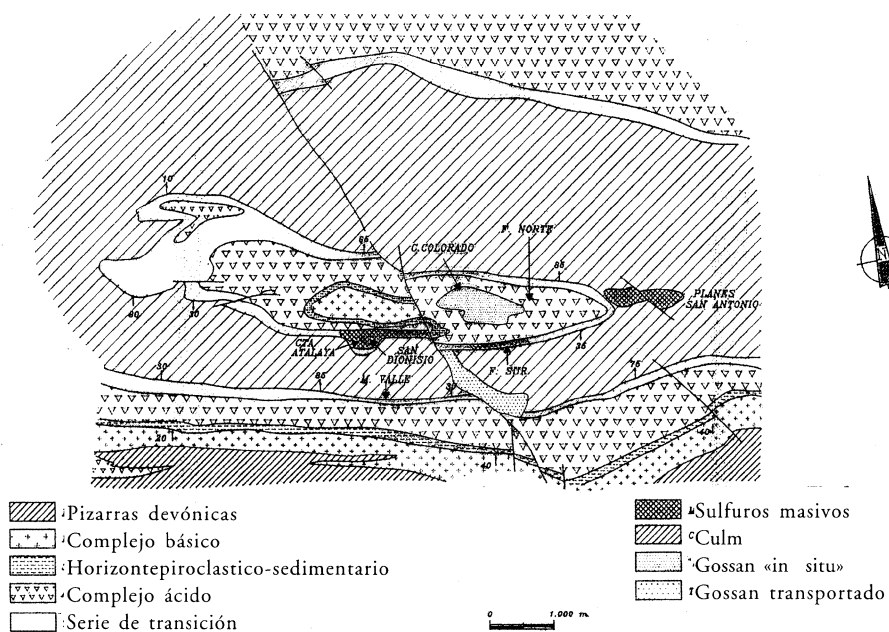


Fig. 2. Geología del área de Rio Tinto

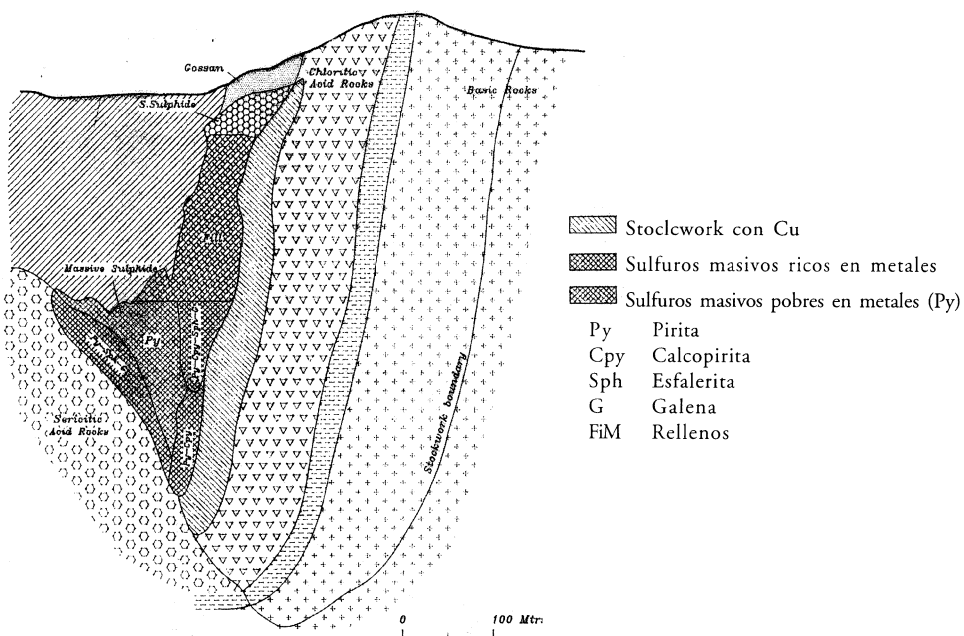


Fig. 3. Sección Transversal N.S. Masa San Dionisio

tencias de hasta 500m, y varios Km² de extensión. En ocasiones están conectadas con masas de sulfuros suprayacentes (Rio Tinto, La Zarza, Neves Corvo. etc) aunque con frecuencia, aun estando próximas a masas de sulfuros, no es visible su conexión espacial (García y Malavé, 1996). En el caso de Rio Tinto, con abundante información sobre varios centros de stockwork, (Figuras 2, 3 y 4) se ha definido una estructura espacial de sus paragénesis, la conexión entre stockwoks y masas de sulfuros suprayacentes y la relación de las estructuras paragenéticas entre ambos tipos de mineralización (García Palomero, 1990).

b) Sulfuros Masivos. Son masas de tipo lenticular estratiforme, incluidas en niveles piroclástico-sedimentarios, constituidas principalmente por Pirita (48-50 % S) con bajos contenidos medios de otros minerales: Calcopirita (1%Cu), Esfalerita (2-3%Zn), Galena (1-2%Pb) y muy bajos contenidos de numerosos minerales de elementos trazas así como minerales de alteración. (Rambaud, 1969; Sierra, 1984). Sus dimensiones son variables desde 0,1 MM de TM hasta unos 400-500 MM de TM en el Gossan de Cerro Colorado antes de oxidarse (García Palomero, 1990), siendo frecuentes tamaños de 30-50 MM de TM así como la localización de varios lentejones de 30-50 MM TM en un mismo centro minero (Neves Corvo, Aljustrel, Aznalcollar, Sotiel Coronada, Rio Tinto, Tarsis).

Las masas de sulfuros presentan estructuras internas de tipo sedimentario con bandeados de diferentes sulfuros, y de sulfuros con rocas piroclásticas; también presentan slumpings y brechas de sulfuros y rocas que parecen indicar-

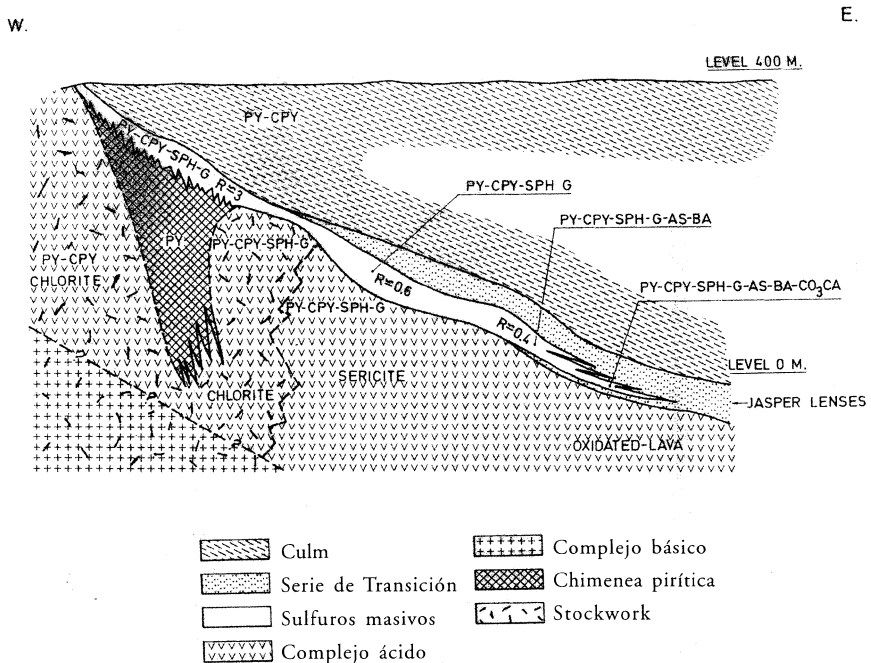


Fig. 4. Sección longitudinal de Planes - San Antonio

nos que se formaron en depresiones del fondo marino.(4). Aunque todos los sulfuros están recristalizados, en especial la Calcopirita que rellena todas las fracturas, se reconocen texturas originales tales como “coliformes” y “framboidales”(Read, 1967).

Aunque las masas de sulfuros tienen bajos contenidos medios en metales, estos metales suelen estar distribuidos de forma irregular, llegando a concentrarse en determinadas zonas del yacimiento en donde alcanzan contenidos tres y cuatro veces superiores a su media en ese yacimiento. Estas concentraciones locales han dado lugar a explotaciones mineras específicas, especialmente de Zn, en los últimos años del siglo XX, Sotiel, Aznalcóllar, Aguas Teñidas. (Figura. 3)

c) Lentejones Manganésíferos. En los horizontes de los sulfuros masivos y en sus zonas externas oxidantes, a veces algo alejadas, se depositan lentejones silíceos mas o menos impregnados de minerales de Manganese, preferentemente Pirolusita (Rambaud, 1969; Lecolle, 1972; Silveira Riveiro, 1996; Halsall, 1989).

Además de las tres mineralizaciones de sulfuros primarios y manganese ya descritas, y como resultado de la acción atmosférica sobre las mineralizaciones de sulfuros, se producen otros dos tipos de mineralización de tipo secundario, generalmente asociadas a aquellas. A continuación se describen ambos tipos de mineralización (Figuras 3 y 5).

d) Monteras de Hierro (Gossan). Una gran cantidad de mineralizaciones de sulfuros primarios (masivos y tipo stockwork), después de verse afectados por el plegamiento hercínico y su posterior levantamiento acompañado de un pro-

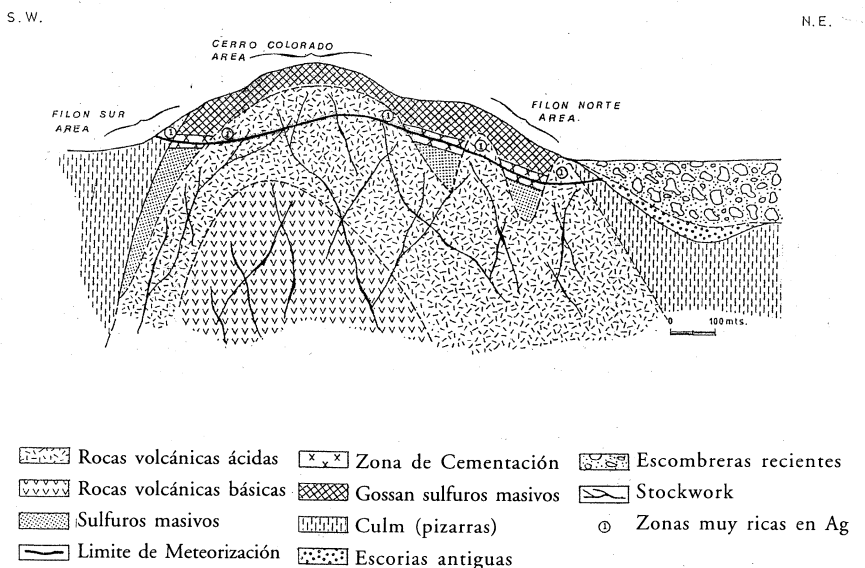


Fig. 5. Sección transversal del Cerro Colorado indicando el resultado de la meteorización

ceso de erosión, se encontraron en superficie y en contacto con la atmósfera se vieron afectados por intensos procesos de meteorización, transformándose en masas rojizas de óxidos e hidróxidos de Fe (Gossan). Si la mineralización primaria es un stockwork, en el Gossan resultante los óxidos de Fe suelen impregnar grandes masas de roca volcánica alterada.

El proceso de oxidación de mineralizaciones de sulfuros puede alcanzar profundidades de hasta 70-100 m, en los que todos los sulfuros se han transformado en óxidos-hidróxidos de Fe. Los metales más solubles (Cu, Zn, Ag, S, As) son transportados por las aguas a otras zonas (ríos, zonas más profundas del mismo yacimiento, y en ocasiones a zonas superficiales alejadas) en las que pueden volver a precipitar con otra composición mineralógica (Malaquita, Azurita, Calcosina, Covellina). Los metales menos solubles (Pb, Au, Hg, Sn) permanecen dentro del Gossan en donde llegan a concentrarse de forma residual; en este caso, en el Gossan de Río Tinto, se ha estimado una concentración del Au de unas cinco veces su valor medio en la masa de sulfuros primarios. Esta concentración del Au nos indica que la masa original de sulfuros tenía un tonelaje cinco veces superior al del Gossan actual.

En el caso de Río Tinto las masas de Gossan están compuestas por óxidos – hidróxidos de Fe acompañados de Baritina, Anglesita, Jarositas, Casiterita, Au microcristalino, Mercurio, etc. El contenido de metales preciosos es de 1,5 – 3,0 ppm Au y 30 – 80 ppm Ag.

e) Zonas de Minerales Secundarios. Los metales solubles procedentes de la oxidación de sulfuros, son transportados por las aguas superficiales y subterráneas a nuevas zonas en donde de nuevo precipitan, en especial el Cu y en parte la Ag. La principal zona de precipitación de nuevos minerales se encuentra por debajo del Gossan y en transición entre éste y los sulfuros primarios (Zona de Cementación); su potencia es de 10-30 metros y mineralógicamente esta formada por Pirita, Calcopirita, Calcosina, Covellina, Galena, etc. y gran variedad de otros minerales secundarios. Son de destacar en las Zonas de Cementación los altos contenidos en Cu y a veces en Ag (2-10 %Cu y 50-300 ppm Ag).

En la oxidación de una mineralización tipo stockwork, generalmente con contenidos muy bajos en Cu, Au, Ag, Zn, y con pocas posibilidades de reducción de su volumen, tanto su Gossan como su zona de Cementación, no presentan concentraciones elevadas de estos metales. En ocasiones, asociadas a estas zonas, se encuentran unas mineralizaciones secundarias formadas por Carbonatos de Cu (Malaquita y Azurita) que están impregnando las rocas volcánicas y que muy ocasionalmente pueden presentarse en superficie con sus llamativos colores. En estas mineralizaciones superficiales de Carbonatos de Cu, se localizan los trabajos mineros más antiguos de la FPI, como Cuchillares (Blanco y Rothenberg, 1981)

2 MODELO GENÉTICO.

Sin forzar la pertenencia a modelos conocidos (canadiense ó japonés) se van a resumir los rasgos esenciales de la génesis de estos yacimientos. Todas las mineralizaciones de sulfuros primarios están relacionadas genéticamente y

espacialmente con el vulcanismo de tipo submarino que se produce en la transición del Devónico al Carbonífero. Este vulcanismo es la fuente de Azufre, metales y calor, que con la ayuda del agua del mar producen las “celdas de convención”, que son el mecanismo para concentrar dichos metales y Azufre en las mineralizaciones de sulfuros primarios, bien, dentro de las rocas volcánicas –stockwork–, o bien, en el fondo marino –masas de sulfuros– (García Palomero, 1980)

El stockwork se origina al final del principal ciclo ácido por la precipitación de sulfuros a partir de los fluidos ascendentes (con S y metales), dentro de las rocas volcánicas atravesadas y a las que con frecuencia llegan a asimilar en su totalidad. La fuente de energía, de S y de metales es el vulcanismo. El medio de transporte es agua del fondo marino que circula por las rocas volcánicas mediante celdas de convección, (García Palomero, 1980; Ridler, 1973; Bernard y Soler, 1974). Las temperaturas de formación del stockwork varían dentro de unos rangos: 400-100° C según la posición de las muestras estudiadas dentro de la estructura tridimensional del stockwork y según el método de estudio en general los estudios se centran en las zonas de stockwork de Rio Tinto y Aznalcollar (García Palomero, 1980; Silveira Riverio, 1996; Halsall, 1989; Munha y Barriga, 1986; Mitsuno, 1986; Eastone, Solomon y García Palomero, 1986; Almodovar, 1998). Así, en 1980 (García Palomero, 1980), tomando como base la distribución de paragénesis, establecí una temperatura de 450° C para las raíces del stockwork (con Cuarzo, Pirita, Calcopirita Magnetita y Clorita) y de 100° C para su zona superior (con, Pirita, Calcopirita, Blenda, Galena, Cuarzo, Barita, Sericita). Silveira Riverio (1996) establece mediante el contenido de Al (IV) en cloritas de muestras del stockwork unas temperaturas de 250-300° C. Halsall, (1989) Basándose en la composición isotópica del par Cuarzo-Magnetita establece unas temperaturas de unos 400° C en la base del stockwork que irían disminuyendo hacia la parte superior. Munha y Barriga, (1986) establecen para el stockwork de Cerro Colorado (en zona superior a la de raíces) una temperatura de 210-230° C. Mitsuno, (1986) basándose en estudios sobre isótopos del S establece que en la base del stockwork las T serian altas y por el contrario en su parte superior y fondo marino deberían ser muy bajas. Eastoe, Solomon y García (1986) realizan un estudio isotópico de los sulfuros de Rio Tinto (stockwork y masivos) y seleccionan una temperatura máxima de 350° C para explicar el modelo obtenido. Almodovar et al., (1998) describen un modelo genético para Aznalcollar en el que asumen unas temperaturas de fluidos de 100 a 350° C. Un buen numero de stockworks de gran tamaño se dan próximos a zonas muy potentes de rocas volcánicas ácidas del tipo brechas de bloques, autobrechas y lavas que parecen próximas a estructuras tipo “domo riolítico” (García y Malavé, 1996)

Las masas de sulfuros se forman generalmente sobre zonas de stockwork, en depresiones próximas, o en depresiones distales, por la precipitación del S y los metales no precipitados en el stockwork y a través de unos lodos piríticos posteriormente recristalizados (Schermerhorn, 1970). Estas depresiones del fondo marino y condiciones físico-químicas variables, generan lentejones diferentes

entre sí y con fuertes variaciones internas tanto en texturas como en paragénesis minerales, y no deben ser muy profundas ya que en ocasiones contienen fragmentos de sulfuros oxidados, (García Palomero, 1980). Fuera de estas depresiones y en zonas oxidantes se depositarían los lentejones manganesíferos.

Una vez terminado el vulcanismo, la formación de las mineralizaciones de sulfuros y la posterior deposición del Culm, se produce el plegamiento Hercínico que completa el proceso de recristalización de los sulfuros y da lugar a removilizaciones locales de algunos sulfuros, en especial la Calcopirita que rellena todas las fracturas.

El levantamiento y erosión posterior, ponen al descubierto a las mineralizaciones de sulfuros que sufren intensos procesos de meteorización que dan lugar a la formación de Monteras de Hierro del Mioceno (Rambaud, 1969) –Gossan de Gohetita y Limonita–, y al desarrollo de zonas de cementación con fuertes concentraciones de minerales secundarios de Cobre en su base, Calcosina Covellina y otros (Rambaud, 1969; García Palomero, 1980 1990, Martín, 1981; García Palomero et al., 1986; Kosalkevitch et al., 1983)

EXPLOTACION ECONOMICA Y SUS PROBLEMAS MEDIOAMBIENTALES

Las primeras explotaciones mineras identificadas datan del milenio III a.C. y se centraron sobre abundantes y débiles impregnaciones de Malaquita en rocas volcánicas ácidas, procedentes de la meteorización de vetas y finas capas de sulfuros (Blanco y Rothenberg, 1981). Posteriormente se debió iniciar la explotación de los afloramientos de Gossan para obtener Plata (con Oro) y de forma continua se pasó a explotar las Zonas de Cementación con altos contenidos en Cobre, Plata y Oro, generándose abundantes escorias que se concentraron en áreas como Tharsis, Riotinto y otros. Estas explotaciones fueron muy intensas en época romana, siglos II a.C al II d.C. llegando a generarse en el área de Riotinto acumulaciones de escorias del orden de 6-8 MM de (Rothenberg y García, 1986). Estas escorias, con sus contenidos de metales, distribuidas por la F.P.I, constituyen cronológicamente el primer problema medioambiental ligado a la explotación de estas mineralizaciones.

La siguiente etapa de explotación intensiva tuvo lugar en la 2ª mitad del siglo XIX, y se centró en las altas concentraciones de Cobre de las Zonas de Cementación de las masas de sulfuros. Los minerales con contenidos de Cu de 2-6 % se acumulaban en grandes extensiones, directamente o con calcinación previa (teleras), para su lixiviación y posterior recuperación del Cu. (Pinedo Vara, 1963). Estos materiales, parcialmente lixiviados, produjeron fuertes contaminaciones en la atmósfera durante su calcinación, al tiempo que en los cauces fluviales debieron producir un aumento considerable de los niveles de Fe y metales, así como una fuerte bajada del pH (ríos Tinto y Odiel).

Desde comienzos del siglo XX y hasta los años 70-75, se producen las grandes explotaciones a cielo abierto de las masas de sulfuros (piritas), para obtener S como elemento principal y Cu, Pb, Zn, Au, Ag como aprovechamiento residual (de las piritas calcinadas). De forma aislada, en Riotinto se extraía Cu por flotación a partir de zonas de stockwork con contenidos del 1-2% de

Cu (García Palomero, 1990). Todas las explotaciones de este periodo, con grandes escombreras ricas en sulfuros, además de un gran impacto visual, produjeron un aumento de la contaminación de los cauces fluviales a partir de las lixiviaciones de los sulfuros de las escombreras no confinadas.

En el periodo 1970-2000, las explotaciones se han centrado en la recuperación de metales mediante la flotación de sulfuros a partir de las zonas más ricas en Cu (0.6% -3% en stockwork y 3%-7% en sulfuros masivos) o de las zonas más ricas en polimetálicos, Cu + Pb + Zn + Ag + Au (4% - 7 % en sulfuros masivos). Paralelamente y por procesos de lixiviación de masas de Gossan con contenidos de 1-2 ppm de Au y 40-50 ppm de Ag, se vienen recuperando estos metales preciosos. Las explotaciones de esta época generan los mismos problemas medioambientales que las precedentes, pero añaden un nuevo riesgo asociado a la acumulación de los residuos de la flotación en balsas de varios millones de toneladas de lodos con abundantes sulfuros metálicos. El mantenimiento de estas balsas para evitar roturas como la de Aznalcollar y el control de los efluentes procedentes de las escombreras, son tareas prioritarias que ya se han iniciado por parte de todas las administraciones españolas y europeas. Dentro de este panorama conviene citar que en el muy contaminado Río Tinto (con pH 2-2,5 y alta concentración de cationes metálicos), se ha localizado la presencia de abundante vida elemental extremófila (Amils, Lopez-Archilla y Marin, 1997) que sugiere que este río debe conservarse en su estado actual como indicativo para el estudio de las posibles condiciones del origen de la vida en la Tierra y también como modelo para la búsqueda de posible vida presente o preterita en otros planetas (Lopez-Archilla y Amils, 1999).

La contaminación de acuíferos no es un problema importante de esta zona debido a la practica impermeabilidad de las rocas de la FPI; unicamente presentan este problema las explotaciones próximas a las zonas sedimentarias más recientes (miocuaternarios).

La exploración de estos tipos de yacimientos, en tiempos antiguos (prerromano-romano), debió estar guiada por los intensos colores rojos de las abundantes masas de Gossan y en menor medida por las pocas manchas superficiales de colores verdes (Malaquita) de las mineralizaciones de Cobre. Todos los "actuales" yacimientos de Gossan presentan restos de galerías y pozos que pertenecieron a estas épocas. Es de suponer que las primeras explotaciones de Gossan debieron tener un origen alóctono ya que debido el tamaño microscópico del Oro y la Plata es difícil encontrarlos en estado libre, ni en cursos fluviales, ni en las masas de Gossan.

La exploración en el periodo 1860-1960 siguió tomando como guía los indicios de Gossan tanto masivo como diseminado, y sobre estos se desarrollaron los correspondientes trabajos de exploración mediante pozos y galerías.

En los últimos años la exploración ha utilizado como base un buen conocimiento de la posición geológica y la génesis de las mineralizaciones y la utilización de técnicas geofísicas adecuadas basadas en las características físicas de los yacimientos: densidad (métodos gravimétricos) y conductividad (métodos

eléctricos). Las zonas de interés, tanto geológico como geofísico, han sido el objetivo de intensas campañas de reconocimiento mediante sondeos con recuperación de testigo.

ESCORIAS ANTIGUAS (PRERROMANAS—ROMANAS)

A) INTRODUCCIÓN

En todos los trabajos sobre la historia de las explotaciones mineras de la FPI, se suelen citar las acumulaciones de escorias antiguas (prerromanas-romanas) para realzar la importancia de esas explotaciones en aquellas épocas. Es de destacar la zona de Minas de Riotinto en donde se dan cifras del orden de 16 millones de toneladas de estos materiales, localizados preferentemente en las inmediaciones de la explotación conocida como Filón Norte. Estas escorias y hasta 1990, aparecen en gran parte cubiertas por las escombreras de las explotaciones a cielo abierto de los últimos 80 años.

La dificultad de observación y muestreo representativo de las escorias ocultas ha sido la causa de que todas las muestras estudiadas y analizadas (generalmente con criterios metalúrgicos y arqueológicos) solo representen zonas puntuales que han dificultado una visión global de estos materiales.

Entre 1983-1986 y como resultado de una exploración de Oro y Plata en escombreras, también se exploraron las posibilidades de estos metales preciosos en las escorias antiguas. El resultado de esta campaña fue una serie de datos que nos permitieron conocer la distribución de las escorias, sus potencias, sus contenidos medios puntuales y por zonas en varios metales (Cu, S, Pb, Zn, Au, Ag). etc.

Aunque el presente trabajo se centra sobre las mineralizaciones de la FPI, creemos que es interesante la descripción de los trabajos realizados sobre las escorias antiguas, la presentación de los datos obtenidos, y la reflexión sobre sus contenidos metálicos.

B) DATOS DE LA CAMPAÑA DE SONDEOS

En la exploración sistemática de las escorias se han realizado 149 sondeos en malla de 50x50 m. en los que se producía una destrucción total de la roca, y con un sistema de barrido por aire comprimido se recogía en superficie el total de la muestra mediante un captador de polvo, con una contaminación mínima de la muestra (sistema de circulación inversa). Se tomaban muestras de cada dos metros perforados, obteniéndose hasta 60 Kg. de material que una vez estudiado para definir el tipo de material de procedencia, se enviaban a analizar para Cu, S, Pb, Zn, Au, Ag. Se han analizado un total de 424 muestras de escorias.

Del estudio del material y los resultados analíticos de estas 424 muestras de escorias se han obtenido datos que nos permiten plantear las siguientes consideraciones o conclusiones.

1º. El espesor de las escorias es homogéneo con un valor medio de 6 m. Se tienen tres máximos de 22, 20, y 18 m y el resto de los valores está comprendido entre 2-8 m, que nos hacen de las escorias una capa extensa y poco potente siguiendo la topografía original (Figura 6).

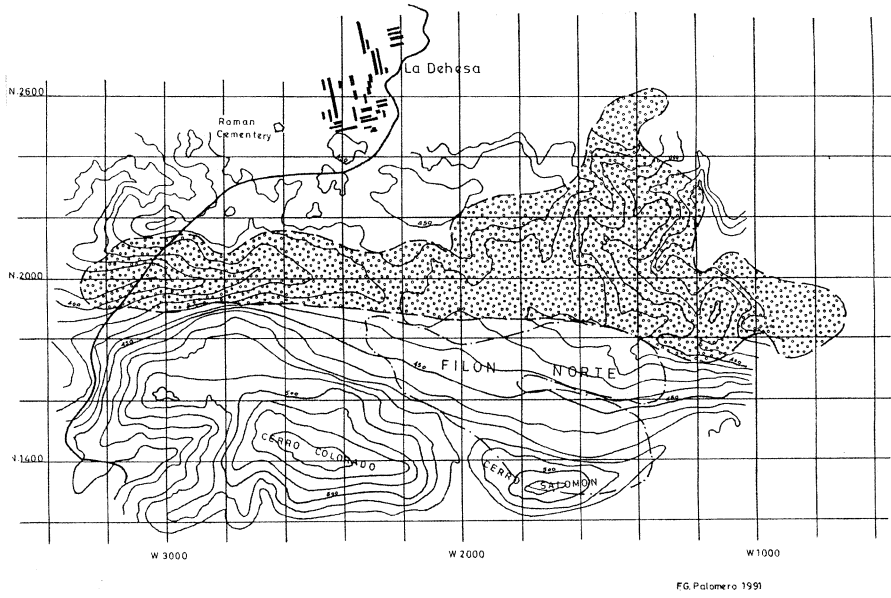


Fig. 6. Topografía original y localización de las escorias

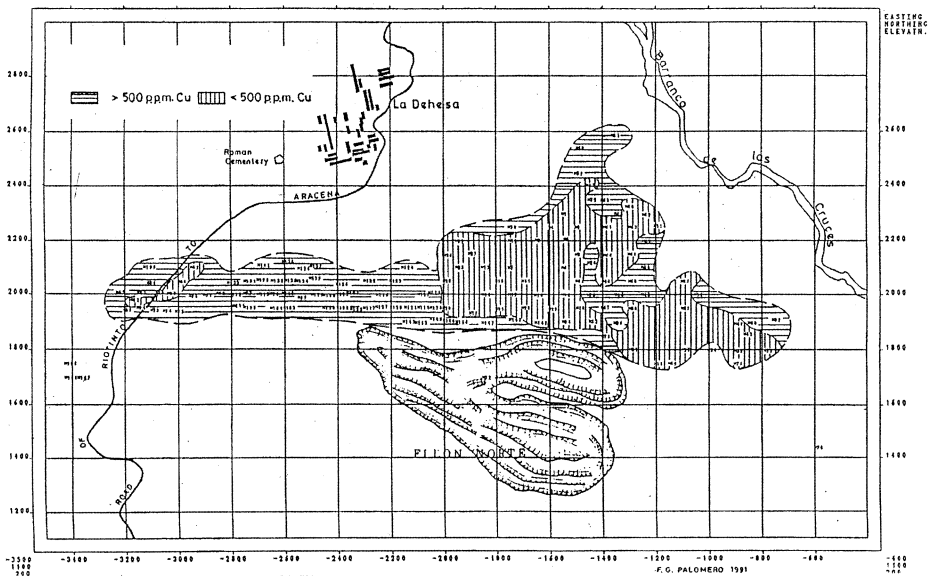


Fig. 7. Grupos de escorias

2º. Los contenidos medios de todas las escorias son: 1323 ppm Cu, 12468 ppm S, 12564 ppm Pb, 384 ppm Zn, 1,13 ppm Au, y 87,89 ppm Ag. Algunos de estos contenidos no se corresponden con los conocidos en el Gossan de Rio Tinto (40-60 ppm Ag y 300-500 ppm Cu), y nos hace pensar en la posibilidad de tratamiento de minerales con altos contenidos en estos elementos

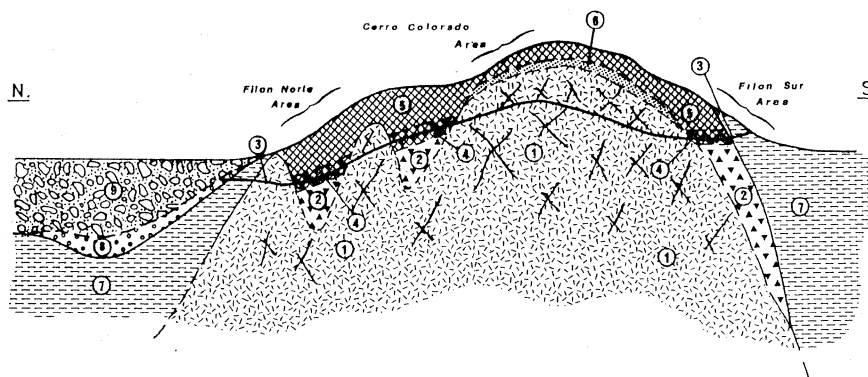
3º. El estudio de las muestras ha permitido dividir las en dos grupos bien diferenciados en función de sus contenidos en Cu. Estos dos grupos de muestras se corresponden con dos zonas de escorias bien diferenciadas en el terreno y que pudieron corresponder a dos épocas de tratamiento junto a dos tipos de materiales tratados (Figura 7).

Escorias tipo (A) con bajo contenido en Cu y con un 60% del total de las muestras. Con contenidos de: 130 ppm Cu, 18700 ppm S, 7700 ppm Pb, 270 ppm Zn, 1,22 ppm Au, y 85,87 ppm Ag.

Escorias tipo (B) con alto contenido en Cu y con un 40% del total de las muestras. Con contenidos de: 2080 ppm Cu, 8400 ppm S, 15600 ppm Pb, 450 ppm Zn, 1,07 ppm Au y 89,64 ppm Ag.

Las escorias tipo (A) solo pueden proceder del Gossan de sulfuros masivos, en su zona basal con alto contenido en Ag, pero en zonas situadas muy por encima de la Zona de Cementación (posibles zonas de las "jarositas"), dado su bajo contenido en Cu. Pueden corresponder al primer periodo de tratamiento.

Las escorias del tipo (B) con altos contenidos en Cu y Ag, solo pueden proceder de zonas topográficamente bajas, en la transición del Gossan a los sulfuros masivos -Zonas de Cementación-. (Figura 8). Del segundo periodo de tratamiento.



- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1. Rocas volcánicas con stockwork | 6. Zona del Gossan rica en Au-Ag y pobre en Cu |
| 2. Sulfuros masivos | 7. Pizarras |
| 3. Limite de la meteorización | 8. Escorias antiguas |
| 4. Zona del Gossan rica en Au-Ag-Cu | 9. Escombreras recientes |
| 5. Gossan e sulfuros masivos | |

F.G. Patomero

Fig. 8. Sección transversal del Cerro Colorado mostrando todos los tipos de minerales

c) CONCLUSIONES

El volumen total de escorias obtenido por la cubicación de los datos de sondeos es de unos seis millones de toneladas, a los que podríamos añadir un máximo de dos millones adicionales extendidos por carreteras y ferrocarriles. Obtendríamos así unos ocho millones de toneladas ,cifra muy inferior a los 16 MMT anteriormente citados.

- Se ha reconstruido la topografía original de la zona de Cerro Colorado con la localización de las escorias (Figura 6).

- Se han definido y localizado dos tipos de escorias (con alto y bajo Cu) que parecen corresponder a dos tipos de materiales tratados en dos diferentes épocas. Se han definido la posible localización de dichos tipos de material dentro del yacimiento (Figuras 7 y 8).

Se ha observado un proceso de lixiviación de escorias con un enriquecimiento del “Bed – Rock” en Cu, Ag, Au.

BIBLIOGRAFIA

- AMILS, R, LOPEZ-ARCHILLA, A. I., MARIN, I. (1997) “Modelos de vida en condiciones limite como base para la exobiología”. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas Fisicas y Naturales. (España)*. 91, 2, pp. 87-99.
- ALMODOVAR, G. R., et al. (1998), “Geology and genesis of the Aznalcóllar massive sulphide deposits, Iberian Pyrite Belt, Spain.” *Mineralium Deposita* 33, pp. 111-133.
- BERNARD, A.J. et SOLER, E. (1974). “Apersu sur la province pyriteuse Sud-Iberique”, *gisements stratiformes et provinces cupriferes. Liege*, pp. 287-315.
- BLANCO, A y ROTHENBERG, B. (1981). *Exploracion Arqueometalurgica de Huelva*. Labor. Barcelona. (p.1 y ss)
- EASTOE, C.J. SOLOMON, M. and GARCÍA PALOMERO, F. (1986) “Sulphur isotope studie of massive and stockwork pyrite deposits at Rio Tinto, SPAIN”. *Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy*, 95. pp. 201-207
- GARCÍA PALOMERO, F. (1980) *Caracteres geologicos y relaciones morfologicas y geneticas de los yacimientos del Anticlinal de Riotinto*, Huelva.
- GARCÍA PALOMERO, F.(1990). “Rio Tinto deposits – geology and geological models for their exploration and ore –reserve evaluation”. *The Institution of Mining and Metallurgy, Sulphide Deposits; their origin and processing*. p.17- 35. London
- GARCÍA PALOMERO, F. y MALAVÉ MORA , J. (1996). “Conocimientos surgidos de los trabajos de Exploracion” *Boletin Geológico y Minero*. 107 nº 5 y 6. pp. 65-70
- GARCÍA PALOMERO, F. et al. (1986). “Nuevas investigaciones y trabajos de evaluacion de reservas de gossan en Minas de Riotinto”. *Boletin Geológico y Minero*. XCVII- V. pp. 82-102
- HALSALL, C.E. (1989). *Intrusive Magmatism, Volcanism, and Massive Sulphide Mineralisation at Rio Tinto, SPAIN*. Thesis of Ph.D. University of London. Nov. 1989. (p.1 y ss)

- KOSAKEVITCH, A. et al. (1993). "Controles climatique et geomorphologique de la cocentration de L'or dans les chapeaus de Fer de Rio Tinto". *C.R. Académie des Sciences*. 316, Serie II pp. 85-90.
- MARTIN, E. (1981), *Mineralogia y Genesis del Cerro Colorado (Rio Tinto)*, Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- MITSUNO Ch (1986), *Geological studies of the I.P.Belt*, Okayama University.
- MUNHA, J. and BARRIGA, F. (1986) "High O18 ore forming fluids in volcanic hosted base metals massive sulphide deposits". *Economic Geology*, 81, pp. 530-552.
- PINEDO VARA, I. (1963). *Piritas de Huelva*. Madrid.
- LECOLLE, M. (1972). *Successions lithologique et stratigraphique dans la Province d'Huelva (Espagne); positions des mineralisations manganeseferes et pyrituses*. C.R. Académie des Sciences, 276, Paris.
- LOPEZ-ARCHILLA, A.I. , AMILS. R. (1999). "A comparative ecological study of two acidic rivers in Southwestern Spain." *Microbial Ecologi*. pp.146-156.
- RAMBAUD, F. (1969). *El sinclinal carbonifero de Rio Tinto (Huelva) y sus mineralizaciones asociadas*, Memorias del Instituto Geológico y Minero de España. Tomo LXXI, (p.1 y ss).
- READ, R. A. (1967). *Deformation and metamorphism of the pyritic San Dionisio ore body Rio Tinto. Spain*, Tesis del Ph. D. Imperial College. Londres.
- RIDLER, R.H. (1973). "Exhalite concept a new tool for exploration" *The Northen Miner*.
- ROTHENBERG, B y GARCÍA PALOMERO, F (1986). "The Rio Tinto Enigma—no more" *Institution of Archaeo Metallurgical Studies*. Newsletter. nº 8. London. (p.1 y ss)
- SCHERMERHORN, L.J.G. (1970). "An outline stratigraphy of the Iberian Pyrite Belt". *Boletin Geológico y Minero*, LXXX, pp.239 ss.
- SCHERMERHORN, L.J. (1970b) "Pyritite emplacement by gravity flow" *Boletin Geológico y Minero*, LXXXII.
- SIERRA, J. (1984 a y b). "Geologia, mineralogia y metalogenia del yacimiento de Aznalcollar.". *Boletin Geológico y Minero*, XCV, pp. 440-568.
- SILVEIRA RIVEIRO DA COSTA, I.M. (1996). *Efeitos Mineralogicos e Geoquimicos da Alteracao em Rochas Vulcanicas Felsicas de Rio Tinto (F.P.I.)*. Tesis de Maestrado. Faculdade de Ciencias da Universidade de Lisboa.
- STRAUS, G.K. (1970). *Sobre la Geologia de la provincia piritifera del Suroeste de la Peninsula Iberica y de sus yacimientos, en especial sobre la mina de pirita de Lousal (Portugal)*. Memoria del Instituto Geológico y Minero de España, 77.
- WILLIAMS, D. (1962). "Faether Reflections on the origin of the Porphyries and Ores of Rio Tinto, SPAIN". *Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy*, 71 pp. 265-266.

GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES DEL CINTURÓN METAMÓRFICO DE ARACENA

JUAN CARLOS FERNÁNDEZ CALLANI

RESUMEN

El Cinturón Metamórfico de Aracena (CMA) es una estrecha banda de rocas metamórficas, marcando el límite entre las zonas Ossa-Morena y Sur-Portuguesa del macizo Ibérico meridional. Es una región geológica, constituida por un dominio oceánico de rocas ortoanfibolíticas, y un dominio continental que caracterizado por zonación metamórfica, con rocas de alto grado (facies granulitas) en el sur, en contacto con el dominio oceánico, y rocas de bajo a medio grado (facies esquistos verdes en transición a facies anfibolitas) en el norte. Estos materiales soportaron una intensa deformación durante la orogenia polifásica Hercínica o Varisca, como resultado de su evolución tectono-metamórfica al final del Paleozoico Superior.

En la zona de bajo-medio grado metamórfico del dominio continental existen numerosas mineralizaciones volcánico-génicas de sulfuros polimetálicos, así como pequeñas mineralizaciones estratoligadas de Pb-Zn-Ag y filones hidrotermales de Cu-Pb-Sb. En cambio, la zona de alto grado metamórfico presenta mayores recursos potenciales de minerales no metálicos, entre los cuales sobresalen unos yacimientos de grafito asociados a gneises y cuarcitas en el entorno de Cortegana y Almonaster la Real, y unos depósitos de skarn con wollastonita que se localizan en las proximidades de Aroche. De otro lado, los principales recursos de rocas industriales del CMA son mármoles y calizas que actualmente se extraen en canteras con fines ornamentales.

PALABRAS CLAVE

Aracena, Cinturón Metamórfico, Geología, Recursos Minerales

ABSTRACT

The Aracena Metamorphic Belt (AMB) is a narrow band of high-grade rocks located at the contact between the Ossa-Morena and the Sud-Portuguese zones of the southern Iberian massif. The AMB is made up of an oceanic domain with amphibolites derived from metamorphism of a former oceanic crust, and a continental domain characterized by a metamorphic zonation, with high-grade rocks (granulite facies) in the southern part, at the immediate contact with the oceanic domain, and low to medium-grade rocks (transition between the greenschists and the amphibolite facies) in the northern part. These rocks underwent the deformational effects of the Hercynian or Variscan orogeny during the Upper Paleozoic.

In the low to medium-grade zone of the continental domain there are a number of volcanic-hosted polymetallic sulphide mineralizations, stratabound Pb-Zn-Ag deposits and Cu-Pb-Sb hydrothermal veins that were mined over the past century. On the other hand, in the high-grade zone have been recognized sizable resources of industrial rocks and minerals, such as graphite mineralizations associated to gneises and quartzites in the Cortegana-Almonaster area, wollastonite skarn deposits near Aroche, as well as dimension stones and crushed carbonate rocks aggregates for construction purposes.

KEY WORDS

Aracena, Metamorphic Belt, Geology, Mineral Resources.

INTRODUCCIÓN

El Cinturón Metamórfico de Aracena (CMA) es una estrecha banda de rocas metamórficas, con varias decenas de kilómetros de anchura y más de 200 km de longitud, cuyos afloramientos se extienden por la Sierra de Aracena, desde Almadén de la Plata (Sevilla) hasta las proximidades de Beja, en territorio portugués.

Se trata de una región muy compleja desde el punto de vista geológico, no sólo por la gran diversidad litológica de los materiales sino también por la intensa deformación y metamorfismo que han soportado durante la orogenia Hercínica o Varisca. A pesar de esta complejidad petrológica y estructural, en la actualidad se tiene un conocimiento bastante exhaustivo de los principales procesos tectónicos, ígneos y metamórficos que han determinado la evolución geológica de esta región, gracias a las investigaciones que se han desarrollado en la zona desde el trabajo pionero de Bard (1969).

Por otra parte, a lo largo de su historia geológica, en estos terrenos metamórficos han concurrido distintos procesos, ambientes y condiciones mineralogénicas favorables para la formación de una cierta variedad de yacimientos minerales metálicos, que fueron objeto de alguna explotación minera en el pasado, así como minerales y rocas industriales que se benefician en la actualidad con rendimiento económico, o albergan perspectivas de futuro.

En este capítulo se presenta una síntesis del estado actual de los conocimientos geológicos del CMA y de sus recursos minerales, con la finalidad de ofrecer una visión global e integradora de la geodiversidad del medio físico que configura la mayor parte del Parque Natural de la Sierra de Aracena y Picos de Aroche, en el norte de la provincia de Huelva.

MARCO GEOLÓGICO Y SUBDIVISIÓN

Desde el punto de vista geológico regional, el CMA se localiza en el límite entre las zonas Ossa-Morena y Sur-Portuguesa del macizo Ibérico o Hespérico (Julivert et al. 1974), el cual constituye la parte más suroccidental de la cadena hercínica europea (Fig. 1). Precisamente, esta posición limítrofe entre dos importantes zonas geotectónicas determina que el CMA sea un área geológica muy interesante para establecer la evolución tectono-metamórfica del macizo Ibérico en su extremo meridional.

El límite septentrional del CMA está marcado por un importante accidente tectónico (la falla de Beja-Valdelarco), que lo separa del resto de las unidades estructurales de la zona Ossa-Morena, mientras que el límite meridional es un contacto geológico de primer orden en el macizo Ibérico, determinado por la zona de cizalla suribérica (Crespo-Blanc y Orozco, 1988, 1991).

Se han publicado varias propuestas de subdivisión del CMA en zonas o dominios, atendiendo principalmente a criterios stratigráficos, petrológicos, geoquímicos y estructurales (Bard, 1969; Florido y Quesada, 1983; Apalategui et al. 1983, 1984; Crespo-Blanc, 1987; Castro et al. 1996a). De acuerdo con la propuesta más reciente de Castro et al. (op. cit.), el CMA se subdivide en un dominio oceánico y un dominio continental.

El dominio oceánico está representado por una estrecha banda de metabasitas que cabalغان a los materiales terrígenos más septentrionales de la zona Sur-Portuguesa, y se encuentran afectadas parcialmente por la zona de cizalla suribérica. Estos materiales tienen un gran significado petrológico y geotectónico pues se interpretan como el vestigio de una antigua corteza oceánica (Bard y Moine, 1979; Quesada et al. 1994; Castro et al. 1996a).

El dominio continental es mucho más heterogéneo litológicamente. Las rocas que afloran en la parte meridional del dominio han soportado un metamorfismo regional de alto grado (facies granulitas), mientras que en el norte predominan las metapelitas de grado bajo a medio, lo que implica un fuerte gradiente metamórfico (Bard, 1969). Además, en este dominio se han emplazado numerosas intrusiones ígneas de distinta extensión y naturaleza, que han superpuesto efectos metamórficos y metasomáticos en las rocas encajantes.

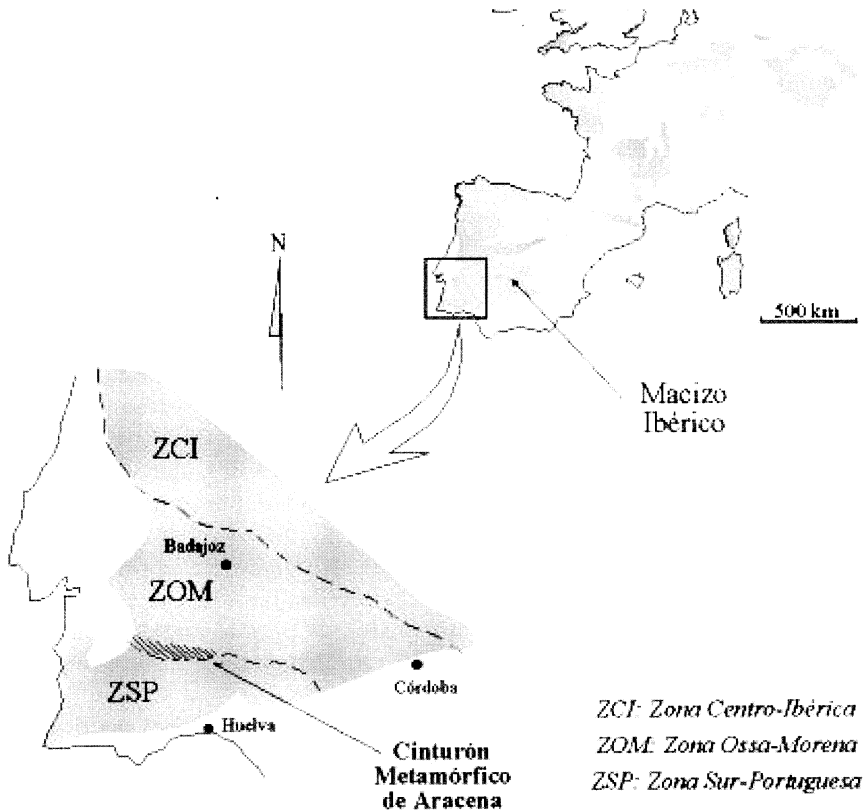


Figura 1. Localización geológica regional del Cinturón Metamórfico de Aracena en el límite de las zonas geotectónicas más meridionales del Macizo Ibérico o Hespérico de la Cadena Hercínica Europea.

LITOLOGÍA Y EDAD DE LAS ROCAS

A continuación se describen sucintamente las relaciones estratigráficas y los rasgos petrográficos más relevantes de los materiales mejor representados cartográficamente en cada dominio del CMA (Fig. 2).

A) DOMINIO OCEÁNICO

Las metabasitas del dominio oceánico constituyen una potente formación anfibolítica bandeada, que se conoce en la literatura geológica como Anfibolitas de Acebuches (Bard, 1969). La unidad litológica predominante comprende anfibolitas y localmente cuarzoanfibolitas, compuestas esencialmente por hornblenda y plagioclasa, si bien en determinadas zonas afectadas por bandas de cizalla se encuentran transformadas en esquistos verdes (Castro et al. 1996a). En general, los materiales anfibolíticos son bastante homogéneos composicionalmente, sin embargo presentan notables variaciones granulométricas, de modo que las anfibolitas de grano grueso son más abundantes hacia el techo de la formación.

B) DOMINIO CONTINENTAL

La secuencia estratigráfica de la zona de bajo-medio grado metamórfico está constituida por dos tramos discordantes bien diferenciados (Fig. 3).

El tramo basal, o Serie de la Umbría (Bard, 1969), consiste en una formación monótona de pizarras biotíticas, localmente grafitosas, con algunas intercalaciones de cuarcitas y metavulcanitas. Estos materiales afloran en el núcleo del anticlinal de Fuenteheridos, y se atribuyen al Precámbrico superior por correlación litoestratigráfica regional (Bard, 1969; Florido y Quesada, 1983).

El tramo suprayacente es un complejo volcánico-sedimentario formado por metatobas y metacineritas, de carácter predominantemente ácido en el muro y básico en el techo, con abundantes intercalaciones de rocas carbonatadas. Sobre este conjunto volcánico-sedimentario, atribuido al Cámbrico superior-Ordovícico medio (Bard, 1969), se encuentra la Serie de El Cubito (Bard, 1969), una sucesión metapelítica compuesta fundamentalmente por esquistos sericíticos y cloríticos de edad incierta.

Las relaciones estratigráficas de la zona de alto grado metamórfico son más difíciles de establecer debido a la intensa recristalización que presentan las rocas. Atendiendo a criterios composicionales, es posible establecer una serie aluminica (equivalente a la Serie Fuente del Oro definida por Bard, 1969) y una serie calcosilicatada suprayacente.

La serie aluminica está compuesta principalmente por gneises pelíticos, con intercalaciones de cuarcitas grafitosas. Localmente, también comprende diferentes tipos de migmatitas así como granitos anatécnicos, originados por la fusión parcial que soportaron estas rocas durante el climax metamórfico (El-Biad, 2000; Díaz-Azpiroz et al. 2002). La serie calcosilicatada incluye una variada tipología de rocas entre las que predominan gneises y granulitas calcosilicatadas, gneises cuarzo-feldespáticos, anfibolitas y mármoles de alta temperatura (Fernández-Caliani et al. 2001). Tradicionalmente, la serie aluminica se ha considerado el equivalen-

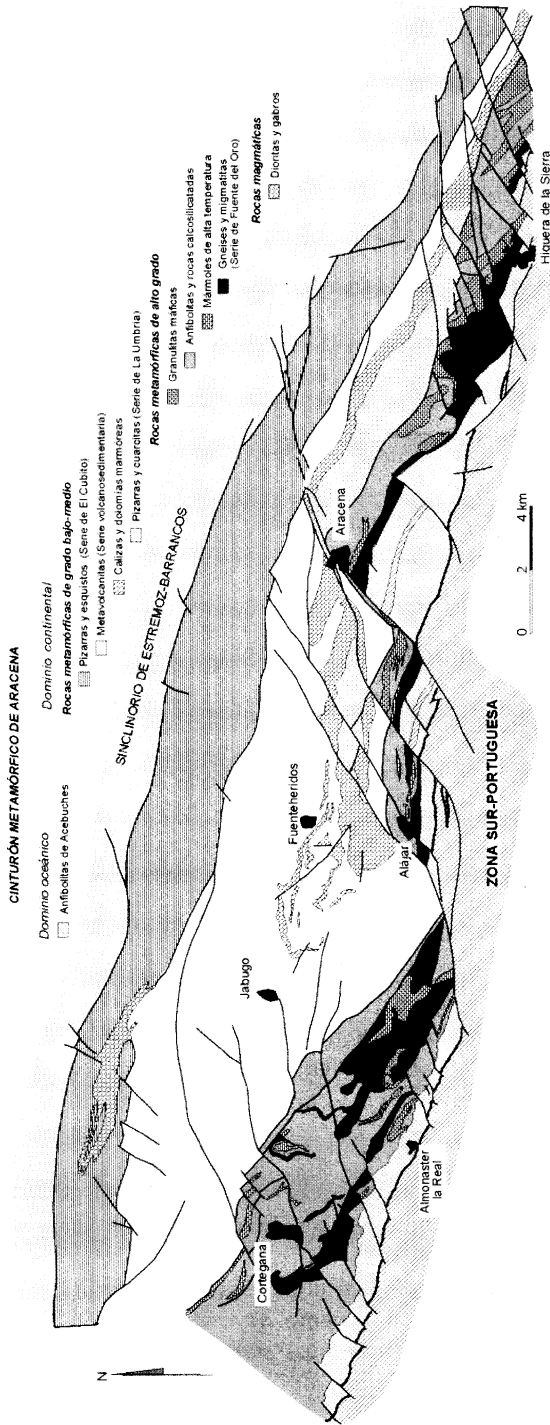


Figura 2. Mapa geológico de un sector del CMA comprendido entre Higuera de la Sierra y Cortegana (síntesis realizada a partir de Castro et al. 1999, Rodas et al. 2000 y Díaz Azpiroz, 2001).

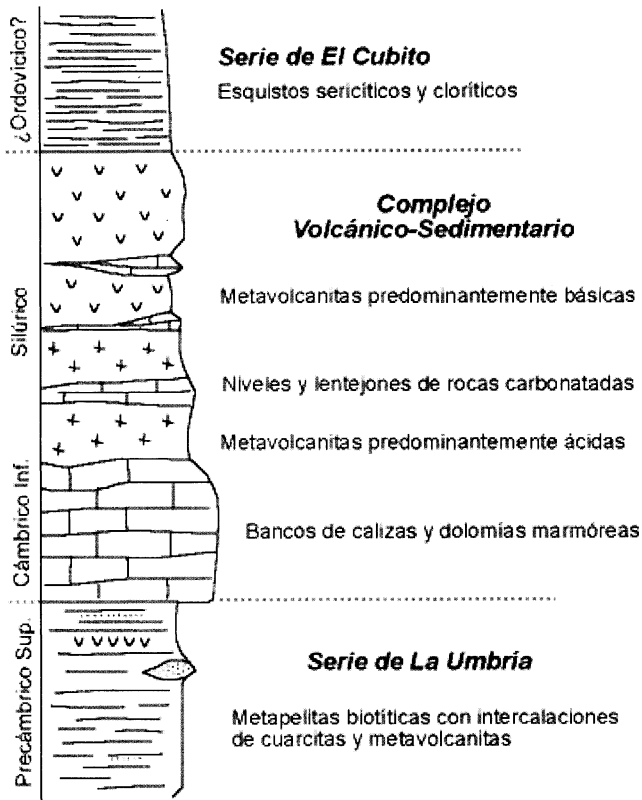


Figura 3. Columna litoestratigráfica del subdominio de bajo grado metamórfico (modificado de Bard, 1969).

te de alto grado metamórfico de la serie de La Umbría, y por analogía la serie calcosilicatada suprayacente habría derivado del conjunto volcanosedimentario (Bard, 1969; Apalategui et al. 1983, 1984; Crespo-Blanc, 1989).

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

El CMA fue estructurado por la orogenia polifásica Hercínica o Varisca al final del Paleozoico. La principales estructuras hercínicas muestran una orientación Este-Oeste a Noroeste-Sureste y buzan preferentemente al Norte. No obstante, la configuración estructural y la evolución tectónica del CMA es diferente según los dominios considerados.

A) DOMINO OCEÁNICO

En las metabasitas del dominio oceánico se han distinguido tres fases de deformación principales (Castro et al. 1996a):

Fase 1. Está asociada al metamorfismo regional de alto grado y afectó a toda la formación anfibolítica, si bien existe un incremento de la deformación hacia el techo. La deformación se manifiesta en las rocas por una foliación muy penetrativa, definida por la orientación preferente de los cristales de anfíboles y plagioclasas (Díaz-Azpiroz y Fernández, 2003).

Fase 2. Corresponde a la actividad deformacional de la zona de cizalla suribérica, y afectó principalmente a la base de la formación anfibolítica. Se manifiesta por una foliación milonítica cuya orientación es similar a la foliación de la primera fase, y por una lineación marcada por cristales estirados de plagioclasas y anfíboles.

Fase 3. Se relaciona con otra zona de cizalla de menor entidad (zona de cizalla de Calabazares) que afectó a la parte superior de la formación anfibolítica y a los materiales suprayacentes del dominio continental, dando origen a una nueva foliación milonítica y lineación de estiramiento.

B) DOMINIO CONTINENTAL

Según Díaz-Azpiroz (2001), en este dominio se reconocen hasta cuatro fases principales de deformación dúctil, que dieron lugar a un complejo modelo de plegamiento superpuesto (Fig. 4):

Fase 1. Las estructuras resultantes de esta fase fueron pliegues recumbentes de escala kilométrica, vergentes al sur, con una foliación de plano axial asociada de la que sólo se preservan algunos rasgos microestructurales, dado que fue prácticamente obliterada por las fases de deformación posteriores.

Fase 2. Es contemporánea con el pico térmico del metamorfismo regional y se reconoce en las rocas por una fábrica planar bien desarrollada, con unas características microestructurales compatibles con un régimen tectónico extensional.

Fase 3. Esta fase generó pliegues simétricos, de gran escala, cuya interferencia con los pliegues de la primera fase dio lugar a una compleja sucesión de

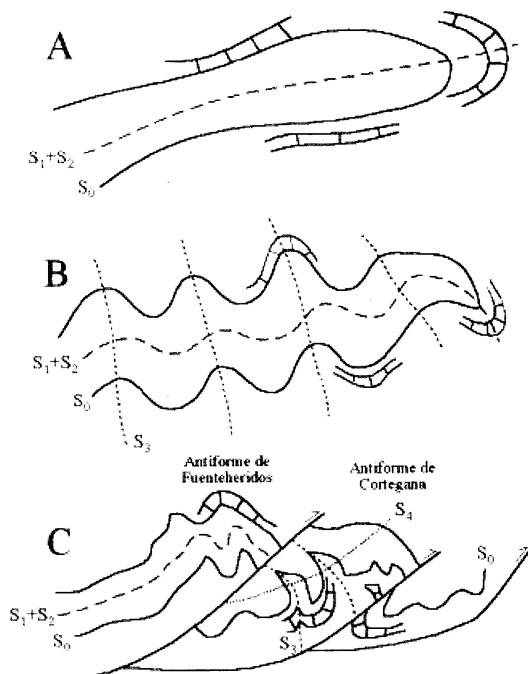


Figura 4. Evolución de los efectos estructurales producidos por las principales fases de la deformación hercínica, según Díaz Azpiroz (2001). Explicación en el texto. Leyenda: S_0 : estratificación; S_1 , S_2 , S_3 y S_4 , esquistosidades asociadas la primera, segunda, tercera y cuarta fase de deformación, respectivamente.

anticlinales y sinclinales. La foliación asociada a esta fase es poco penetrativa y sólo se reconoce en algunos mármoles.

Fase 4. La última fase es el resultado de un acortamiento cortical que originó las grandes estructuras (antiformes de Fuenteheridos y de Cortegana) determinantes de la configuración final del CMA. Así mismo, es responsable de la formación de importantes zonas de cizalla dúctil.

METAMORFISMO

El CMA es un cinturón metamórfico, hercínico, caracterizado por un régimen de alta temperatura y baja presión, como está establecido desde hace varias décadas (Bard, 1969). No obstante, las rocas presentan facies metamórficas diferentes, incluso dentro de un mismo dominio, que varían desde el grado bajo (facies esquistos verdes) hasta el grado alto (facies granulitas), como resultado de su compleja evolución tectono-térmica.

A) DOMINIO OCEÁNICO

Las metabasitas del dominio oceánico son rocas ortoderivadas, resultantes del metamorfismo regional de basaltos de fondo oceánico (Bard y Moine, 1979; Castro et al. 1996a). Se caracterizan por presentar un gradiente metamórfico invertido, con esquistos verdes en el muro y anfibolitas en el techo, como consecuencia del retrometamorfismo asociado a la zona de cizalla suribérica que afectó a la base de la secuencia anfibolítica. El pico térmico del metamorfismo alcanzó hasta 800° C según Díaz-Azpiroz et al. (1997), y fue contemporáneo con la primera fase de deformación. La edad absoluta del metamorfismo ha sido estimada por métodos radiométricos entre 328 y 342 millones de años (Castro et al. 1999), según el sector que se considere del dominio.

B) DOMINIO CONTINENTAL

Este dominio presenta una zonación metamórfica asimétrica muy patente, con rocas que soportaron condiciones de alto grado en el sur, en contacto con el dominio oceánico, y rocas de bajo a medio grado metamórfico en el norte. Por consiguiente, el dominio puede dividirse en dos subdominios metamórficos diferentes (Fig. 5).

B1) Subdominio de alto grado metamórfico

Representa la zona que registra las condiciones metamórficas extremas. Atendiendo a consideraciones de equilibrio mineral, Bard (1969) estimó que se alcanzaron temperaturas del orden de 900° C, y presiones relativamente bajas (<4 kb) como sugiere la ausencia de distena en las rocas de la serie aluminica. Estas condiciones metamórficas fueron confirmadas en estudios petrológicos posteriores mediante la aplicación de diversos geotermómetros (El-Biad, 2000). Localmente, el pico térmico pudo llegar hasta 1000° C (Patiño-Douce et al. 1997) causando fusión parcial de las metapelitas. La edad radiométrica que registran las migmatitas y nebulitas generadas por el proceso anatéctico varía entre 323 y 351 millones de años (Dallmeyer et al. 1993; Castro et al. 1999).

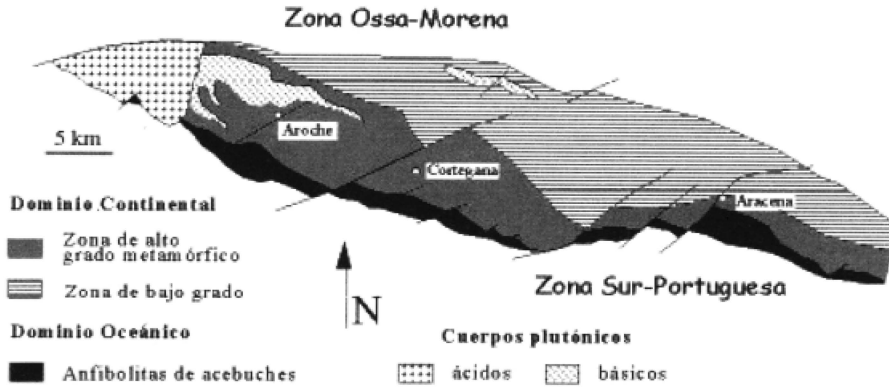


Figura 5. Diferenciación del dominio continental en subdominios o zonas según el grado metamórfico (modificado de Bard, 1969).

B2) Subdominio de bajo a medio grado metamórfico

Por el contrario, los materiales de este subdominio presentan paragénesis metamórficas de bajo a medio grado, con predominio de rocas metapelíticas de facies esquistos verdes en transición a la facies anfibolitas. Estas condiciones corresponden a un metamorfismo epizonal que alcanzó la isograda de la biotita, tal como registran las pizarras y esquistos de la serie precámbrica de La Umbría, si bien la presencia de grafito de elevada cristalinidad sugiere que estas rocas han sufrido efectos térmicos más intensos en relación con un metamorfismo prehercínico (Crespo et al. en prensa).

MAGMATISMO

El magmatismo está representado por intrusiones máficas sintectónicas y una cierta diversidad de cuerpos magmáticos ácidos y básicos, que se emplazaron durante las etapas finales de la orogenia Hercínica, especialmente en el dominio continental.

Las intrusiones máficas sintectónicas presentan diferentes facies magmáticas resultantes de un proceso de cristalización fraccionada de piroxenos y plagioclasas, y posterior diferenciación gravitatoria (El-Hmidi, 2000). Las rocas son de composición norítica y muestran afinidades geoquímicas con las boninitas o rocas andesíticas que se originan en zonas de subducción atípicas (Castro et al. 1996b), si bien durante el metamorfismo regional fueron transformadas en granulitas máficas.

Las intrusiones tardihercínicas son postmetamórficas y, si acaso, sólo fueron afectadas por las fases más tardías de la deformación. Las intrusiones de carácter ácido corresponden a diversos plutones de reducidas dimensiones, compuestos por granitos, granodioritas y adamellititas, así como numerosos sistemas de diques aplíticos, de pegmatoides graníticos y diabasas. Las intrusiones básicas o intermedias afloran más extensamente, sobre todo en el sector de Aroche, y consisten principalmente en cuerpos gabro-dioríticos.

Estos cuerpos intrusivos han interactuado en múltiples etapas con las rocas encajantes, superponiendo efectos metamórficos y desarrollando importantes frentes de reacción metasomática en las aureolas de contacto (Fernández-Caliani et al. 2001).

EVOLUCIÓN TECTONO-METAMÓRFICA

La evolución estructural y metamórfica del CMA ha sido estudiada por varios autores (Bard, 1969; Crespo-Blanc, 1989; Abalos et al. 1991; Giese et al. 1994; Quesada et al. 1994; Castro et al. 1996a,b), tomando como base los datos petrológicos y estructurales más relevantes que se han sintetizado en este capítulo. A continuación se resume de forma simplificada el modelo de evolución (Fig. 6) propuesto por Castro et al. (1996a,b) y ligeramente modificado por Díaz-Azpiroz (2001).

1º) Durante el Paleozoico inferior (Cámbrico-Silúrico) tuvo lugar un proceso de rifting mediante el cual se generaron coladas de basaltos toleíticos a partir de una dorsal oceánica. Estos basaltos de fondo oceánico son las rocas parentales de las metabasitas (anfibolitas de Acebuches) que actualmente constituyen el dominio oceánico.

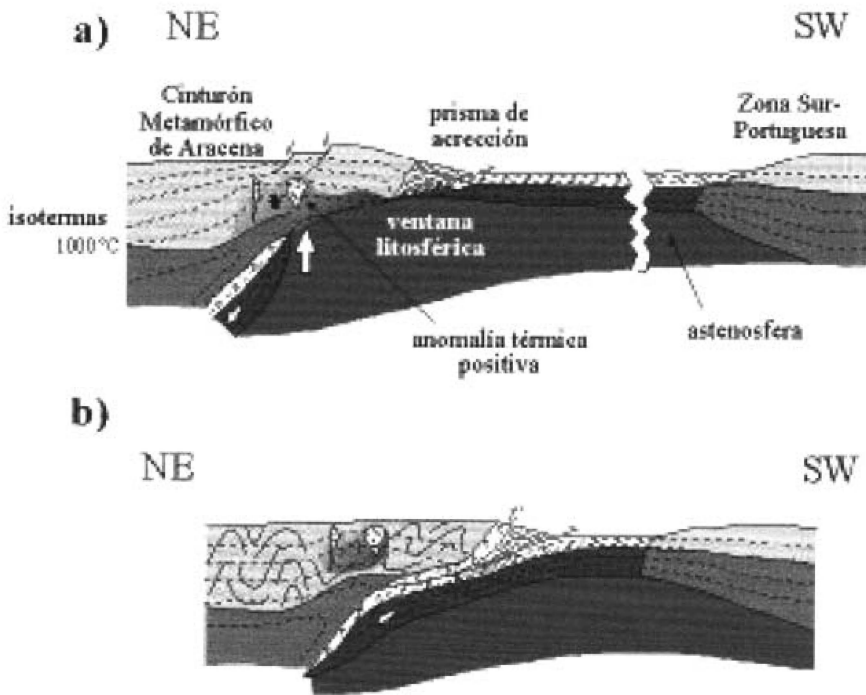


Figura 6. Modelo hipotético de la evolución tectonometamórfica del CMA durante la orogenia Hercínica, según Castro et al. (1996a, b) y Díaz Azpiroz, (2001). a) Subducción de la dorsal oceánica y apertura de una ventana litosférica; b) Metamorfismo de alta temperatura y baja presión y formación de zonas de cizalla.

2º) Durante el Paleozoico superior (probablemente en el Devónico), la corteza oceánica emigró hacia el noreste de la dorsal generando un proceso de subducción por debajo de un margen continental activo, que actualmente representa el dominio continental.

3º) Al final del Paleozoico superior (Carbonífero inferior), una vez que la corteza oceánica fue consumida, se produjo la interacción de la dorsal oceánica con la zona de subducción, lo que provocó una importante anomalía térmica como consecuencia del ascenso de la astenosfera a través de una ventana litosférica. Esta anomalía térmica en niveles relativamente superficiales de la corteza continental fue responsable de la fusión parcial del manto litosférico (magmatismo sintectónico) y del régimen metamórfico de alta temperatura y baja presión que caracteriza al CMA.

4º) Por último, durante el Carbonífero superior, se produjo una colisión continental entre la placa autóctona (es decir, la placa Ibérica incluyendo la actual Zona Ossa-Morena) y la placa alóctona (esto es, la actual Zona Sur-Portuguesa), dando lugar a los pliegues de escala kilométrica y zonas de cizalla relacionadas con las últimas fases de deformación dúctil. La sutura de la colisión continental está marcada actualmente por las metabasitas del dominio oceánico.

RECURSOS MINERALES METÁLICOS

En el CMA se conocen numerosos indicios de minerales metálicos, sobre todo en la zona de bajo-medio grado metamórfico del dominio continental. Sin embargo, actualmente no existen explotaciones mineras activas, y en el pasado reciente sólo hubo un centro minero de importancia (mina María Luisa). Las razones que justifican el escaso interés de estos recursos son las reducidas reservas y leyes de las mineralizaciones, el declive de la minería metálica en general, y el severo impacto ambiental que producen las actividades mineras en el Parque Natural de la Sierra de Aracena.

Desde el punto de vista metalogénico se pueden establecer tres tipos principales de mineralizaciones: a) mineralizaciones volcanogénicas de sulfuros polimetálicos; b) mineralizaciones estratoligadas de Pb-Zn-Ag; y c) mineralizaciones hidrotermales de Cu-Pb-Sb.

A) Mineralizaciones volcanogénicas de sulfuros polimetálicos

Consisten en mineralizaciones singenéticas de sulfuros masivos polimetálicos (Cu-Pb-Zn), relacionadas genéticamente con procesos exhalativo-sedimentarios. Las rocas encajantes de las mineralizaciones son las metavolcanitas de la secuencia volcanosedimentaria. Las menas principales son pirita, pirrotina, y localmente calcopirita, esfalerita, galena y arsenopirita. Sobre esta mineralización primaria a menudo se superpone otra mineralización epigenética, con una asociación mineralógica similar. La mina María Luisa (Fig. 7), en las proximidades de La Nava, es un ejemplo de mineralización superpuesta, donde los procesos hidrotermales y/o metasomáticos asociados a una intrusión diorítica, así como las removilizaciones de menas producidas por la actividad tectónica, enrique-



Figura 7. Aspecto actual de la corta abandonada de la mina María Luisa (La Nava).

cieron el contenido metálico de la mineralización primaria (Vázquez-Guzmán, 1972). Según las estimaciones de INGEMISA (1980) a la vista de labores y sondeos, en este yacimiento aún existen del orden de 250.000 toneladas de minerales ricos en Cu y Zn sin extraer.

B) Mineralizaciones estratoligadas de Pb-Zn-Ag

Estas mineralizaciones también se encuentran dentro del complejo volcanosedimentario del dominio continental, pero en este caso están ligadas a los bancos y lentejones de las rocas carbonatadas que aparecen intercalados entre las metavulcanitas ácidas. Su origen se considera exhalativo-sedimentario, relacionado distalmente con las mineralizaciones de sulfuros volcanogénicos antes descritas (Fernández-Caliani et al. 1989). Las mineralizaciones más importantes (minas San José, Felipe II, La Catalana, etc.) se localizan en el anticlinal de Fuenteheridos, concretamente en el sector comprendido entre Los Marines y Castaño del Robledo. Los depósitos son estratiformes, de potencia métrica, y están constituidos por diseminaciones de pirita, galena, esfalerita y cantidades más subordinadas de freibergita. La alteración supergénica de los sulfuros primarios ha desarrollado un suelo pardo, profundo, con contenidos de plata explotables con rendimiento económico (80-100 g/t). Sin embargo, la explotación minera de estos recursos es incompatible con el desarrollo sostenible de la comarca, de acuerdo con el dictamen medioambiental de las autoridades autonómicas (Fernández-Caliani, 1995).

C) MINERALIZACIONES HIDROTERMALES DE CU-Pb-Sb

Se trata de pequeñas mineralizaciones epigenéticas de origen hidrotermal, asociadas a filones de cuarzo y/o calcita. Los registros mineros más interesantes (minas Eureka y Las Lanchuelas) se localizan en el término de La Nava. Según Vázquez-Guzmán (1974), la mena principal de estas mineralizaciones es calcopirita, junto con sulfosales de Cu, Pb y Sb (tetraedrita, boulangerita, bournonita y jamesonita).

RECURSOS MINERALES NO METÁLICOS

Los recursos minerales no metálicos con mayor potencial del CMA son los yacimientos de grafito y wollastonita que aparecen en el subdominio o zona de alto grado metamórfico del dominio continental. Además, existen algunos indicios de barita, asbestos, vermiculita y zeolitas sin importancia económica (Fernández-Caliani y Requena, 1992).

A) MINERALIZACIONES DE GRAFITO

Se concentran en una banda de afloramientos discontinuos que se extiende desde Santa Ana la Real hasta Aroche, si bien las mineralizaciones más importantes, que fueron objeto de alguna explotación a principios del siglo XX (Fig. 8), se localizan en los términos de Almonaster la Real (minas San Carlos y Las



Figura 8. Socavón de la antigua mina de grafito de San Carlos (Almonaster la Real).

Hormigas) y Cortegana (mina La Niña). En función de las relaciones genéticas del grafito con sus rocas encajantes, se reconocen dos tipos de depósitos (Rodas et al. 2000): singenéticos y epigenéticos.

Los depósitos singenéticos incluyen a mineralizaciones de grafito diseminadas en los gneises pelíticos, y en los granitos anatócticos y sus enclaves restíticos, de la serie alumínica (Serie de Fuente del Oro), así como mineralizaciones estratiformes, localmente masivas, ligadas a los gneises y cuarcitas de la serie calcosilicatada. Las mineralizaciones singenéticas se originaron por metamorfismo regional, a partir de la materia orgánica dispersa en las capas sedimentarias.

Los depósitos epigenéticos son mucho más raros y consisten en pequeñas venas de grafito muy cristalino, que cortan a las granulitas máficas derivadas de las intrusiones norfíticas sintectónicas. El origen de estos depósitos se relaciona con procesos de precipitación de grafito a partir de fluidos que incorporaron especies carbónicas durante las reacciones metamórficas de descarbonatación (Rodas et al. 2000).

B) MINERALIZACIONES DE WOLLASTONITA

A lo largo de la zona de alto grado metamórfico del dominio continental existen numerosos indicios de wollastonita, sin embargo los depósitos de mayor interés minero por el volumen de la mineralización se localizan en las proximidades de Aroche (Fig. 9). En efecto, después de varias campañas de prospección efectuadas por la empresa nacional ADARO en los años ochenta, se tiene constancia de un cuerpo mineralizado con más de 7 millones de toneladas con una ley media de 26%, lo que representa unas reservas seguras de 1,5 millones de toneladas de wollastonita (Griffo y Rincón, 1990).

Los afloramientos de wollastonita masiva se suceden discontinuamente a lo largo de varios kilómetros, siguiendo la dirección regional de las estructuras hercínicas (NE-SO). El mineral se presenta en agregados de cristales prismáticos entrelazados, con aspecto fibroso, y contiene algunas impurezas de diópsido. Estos yacimientos están asociados a diques de cuarzo y pegmatoides graníticos. No obstante, Fernández-Caliani y Moreno-Ventas (2003) han reconocido en el mismo sector otros depósitos de skarn asociados a intrusiones de granitoides, así como skarns con wollastonita y granate asociados a diques ácidos y básicos deformados. Estas mineralizaciones están genéticamente relacionadas con la intensa actividad metasomática que desarrollaron los grandes cuerpos magmáticos del extremo occidental del CMA sobre los mármoles encajantes, durante su emplazamiento tardihercínico.

ROCAS INDUSTRIALES

Los principales recursos de rocas industriales del CMA son los mármoles y calizas o dolomías marmóreas del dominio continental. En función del destino final de la producción, se diferencian canteras de mármol ornamental y canteras de áridos (Fernández-Caliani y Requena, 1992).

La explotación de mármol con fines ornamentales se practica en la zona desde tiempos históricos. Posiblemente, la primera cantera se abrió en las proxi-



Figura 9. Aspecto de campo de las mineralizaciones de wollastonita de Aroche.

midades de Fuenteheridos para extraer calizas marmóreas, de grano fino y color blanco, destinadas a la ornamentación del monasterio de El Escorial (Calderón, 1910). Más tarde, estos materiales se utilizaron para construir la columna conmemorativa del descubrimiento de América, que se alza junto al monasterio de La Rábida. Actualmente, entre Fuenteheridos y Navahermosa existen varias canteras abandonadas o con una actividad intermitente. Por otra parte, Aroche y su entorno también se conoce por la calidad de sus mármoles ornamentales. En la actualidad existe una cantera activa (Fig. 10) de la que se extraen bloques de mármoles y rocas calcosilicatadas, de grano grueso y tonalidades verdosas y acarameladas, que se transportan a una planta de corte y pulido situada en Aroche, para su elaboración como mármol ornamental.

Por último, las canteras de áridos que actualmente permanecen activas se localizan en las proximidades de Aracena y Los Marines (Fig. 11). Estas explotaciones tienen una producción anual variable entre 25.000 y 50.000 metros cúbicos de calizas y dolomías marmóreas, que son trituradas y clasificadas en una planta de tratamiento situada a pie de cantera (Fernández-Caliani y Requena, 1992). Además, existen otras canteras de áridos abandonadas que han sido objeto de restauración ambiental.

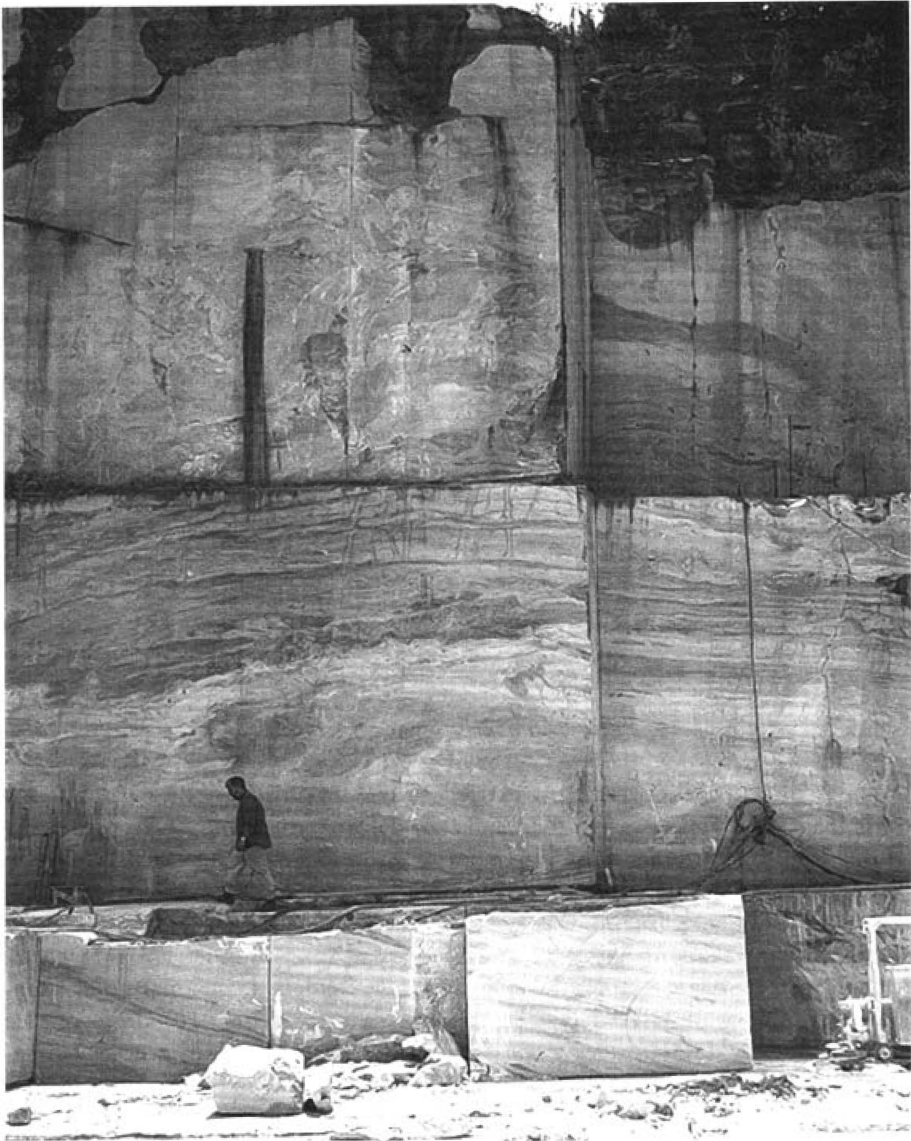


Figura 10. Explotación de mármol ornamental en las proximidades de Aroche.



Figura 11. Cantera de áridos procedentes de la trituración de dolomías marmóreas en las proximidades de Aracena.

BIBLIOGRAFIA

- ABALOS, B.; GIL-IBARGUCHI, I. y EGUILUZ, L. (1991): "Structural and metamorphic evolution of the Almadén de la Plata core (Sevilla, Spain) in relation to syn-metamorphic shear between the Ossa-Morena and South-Portuguese zones of the Iberian Variscan fold belt". *Tectonophysics*, 191.
- APALATEGUI, O.; BARRANCO, E.; CONTRERAS, F. y ROLDÁN, E.J. (1983): *Memoria explicativa del Mapa Geológico nº 916 (Aroche) a escala 1:50.000*. IGME, Madrid
- APALATEGUI, O.; BARRANCO, E.; CONTRERAS, E.; DEIGADO, M. y ROLDÁN, E.J. (1984): *Memoria explicativa del Mapa Geológico nº 917 (Aracena) a escala 1:50.000*. IGME, Madrid
- BARD, J.P. (1969): *Le métamorphisme régional progressif de Sierra de Aracena en Andalousie occidentale (Espagne)*. Thèse d'Etat, Univ. Montpellier, 398 pp
- BARD, J.P. y MOINE, B. (1979): "Acebuches amphibolites in the Aracena Hercynian metamorphic belt (southwest Spain). Geochemical variations and basaltic affinities". *Lithos*, 12.
- CALDERÓN, S. (1910): *Los Minerales de España. Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas*, Madrid, 2 vols.
- CASTRO, A.; FERNÁNDEZ, C.; DE LA ROSA, J.D.; MORENO-VENTAS, I.; EL-HMIDI, H.; EL-BIAD, M. y ROGERS, G. (1996a): "Significance of MORB-derived amphibolites from the Aracena metamorphic belt, southwest Spain". *Journal of Petrology*, 37.

- CASTRO, A.; FERNÁNDEZ, C.; DE LA ROSA, J.D.; MORENO-VENTAS, I.; EL-HMIDI, H.; EL-BIAD, M.; BERGAMÍN, J.F. y SÁNCHEZ, N. (1996b): "Triple-junction migration during Paleozoic convergence: the Aracena metamorphic belt, Hercynian massif, Spain". *Geologische Rundschau*, 85.
- CASTRO, A.; FERNÁNDEZ, C.; EL-HMIDI, H.; EL-BIAD, M.; DÍAZ M.; DE LA ROSA, J.D. y STUART, F. (1999): "Age constraints to the relationships between magmatism, metamorphism and tectonism in the Aracena metamorphic belt, southern Spain". *International Journal of Earth Sciences*, 88.
- CRESPO-BLANC, A. (1987): "El macizo de Aracena (macizo Ibérico meridional). Propuesta de división sobre la base de nuevos datos estructurales y petrográficos". *Boletín Geológico y Minero*, 98.
- CRESPO-BLANC, A. (1989): *Evolución geotectónica del contacto entre la zona Ossa-Morena y la Zona Sur-Portuguesa en las sierras de Aracena y Aroche (macizo Ibérico meridional). Un contacto mayor en la cadena Hercínica europea. Tesis Doctoral*, Univ. Sevilla (edición de la autora)
- CRESPO-BLANC, A. y OROZCO, M. (1988): "The Southern Iberian Shear Zone. A major boundary in the Hercynian folded belt". *Tectonophysics*, 148.
- CRESPO-BLANC, A. y OROZCO, M. (1991): "The boundary between the Ossa-Morena and Sud-Portuguese zones (southern Iberian massif): a major suture in the European Hercynian Chain". *Geologische Rundschau*, 80.
- DALLMEYER, R.; FONSECA, P.E.; QUESADA, C. y RIBEIRO, A. (1993): "⁴⁰Ar/³⁹Ar mineral age constraints for the tectonothermal evolution of a Variscan suture in southwest Iberia". *Tectonophysics*, 222.
- DÍAZ-AZPIROZ, M. (2001): *Evolución tectono-metamórfica del dominio de alto grado de la banda metamórfica de Aracena. Tesis Doctoral*, Univ. Huelva (inédita)
- DÍAZ-AZPIROZ, M. y FERNÁNDEZ, C. (2003): "Characterization of tectono-metamorphic events using crystal size distribution (CSD) diagrams. A case study from the Acebuches metabasites (SW Spain)". *Journal of Structural Geology*, 25.
- DÍAZ-AZPIROZ, M.; FERNÁNDEZ, C. y CASTRO, A. (1997): "Structural and metamorphic characteristics of the Acebuches amphibolites (SW Iberian massif). A model for the preservation of the upper oceanic crust in sutures resulting from triple junction evolution". *Terra Nova*, 9.
- DÍAZ-AZPIROZ, M.; FERNÁNDEZ, C. y CASTRO, A. (2002): "El evento de fusión parcial en el dominio continental de la banda metamórfica de Aracena (macizo Ibérico meridional): condicionantes estructurales, geoquímicos e isotópicos". *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 15.
- EL-BIAD, M. (2002): *Generación de granitoides en ambientes geológicamente contrastados del macizo Ibérico. Limitaciones experimentales entre 2 y 15 kb. Tesis Doctoral*, Univ. Huelva (inédita)
- EL-HMIDI, H. (2002): *Petrología y geoquímica de los sistemas andesíticos ricos en Mg. Estudio petrológico y experimental de las noritas de la banda metamórfica de Aracena (SO de España). Tesis Doctoral*, Univ. Huelva (inédita)

- FERNÁNDEZ-CALIANI, J.C. (1995): "La explotación de los recursos minerales y sus repercusiones medioambientales en el Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche (Huelva)". En: *Actas de las I Jornadas Transfronterizas sobre la Contienda Hispano-Portuguesa. Biblioteca de Estudios Arochenos*, 5.
- FERNÁNDEZ-CALIANI, J.C.; MIRAS, A.; MORENO-VENTAS, I. y REQUENA, A. (2001): "Las rocas calcosilicatadas del extremo occidental de la banda metamórfica de Aracena (Huelva). Interés mineralógico y petrogenético". *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía*, 24A.
- FERNÁNDEZ-CALIANI, J.C. y MORENO-VENTAS, I. (2003): "Patrones de distribución de elementos de tierras raras en los skarns con wollastonita de la banda metamórfica de Aracena (Huelva)". *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía*, 25A.
- FERNÁNDEZ-CALIANI, J.C. y REQUENA, A. (1992): *Minerales y rocas industriales de Huelva*. Serv. Publ. Univ. Sevilla 185 pp
- FERNÁNDEZ-CALIANI, J.C.; REQUENA, A.; SÁEZ, R. y RUIZ de ALMODÓVAR, G. (1989): "Las mineralizaciones de Pb-Zn asociadas a rocas carbonatadas en el sector de Fuenteheridos", Huelva. *Studia Geologica Salmanticensis*, 4.
- FLORIDO, P. y QUESADA, C. (1983): "Estado actual de conocimientos sobre el macizo de Aracena". *Cadernos Laboratorio Xeoloxico de Laxe*, 8.
- Griffo, J.L. y Rincón, A. (1990): "El yacimiento de wollastonita de Aroche (Huelva)". *Canteras y Explotaciones*, 280, 95-108
- INGEMISA (1980): *Exploración minera en las áreas de Jabacas y mina María Luisa (Huelva)*. IGME, Memoria nº 10634, 61 pp
- JULIVERT, M.; FONTBOTÉ, J.M.; RIBEIRO, A. y CONDE, L. (1974): *Memoria explicativa del Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares*. IGME, Madrid, 113 pp
- PATIÑO-DOUCE, A.E.; CASTRO, A.; EL-BIAD, M. (1997): "Thermal evolution and tectonic implications of spinel-cordierite granulites from the Aracena metamorphic belt, Southwest Spain". *GAC/MAC Annual Meeting*, Ottawa, vol. 22, p. A113.
- QUESADA, C.; FONSECA, P.E.; MUNHÁ, J.; OLIVEIRA, J.T. y RIBEIRO, A. (1994): "The Beja-Acebuches ophiolite (Southern Iberia Variscan fold belt). Geological characterization and geodynamic significance". *Boletín Geológico y Minero*, 105.
- RODAS, M.; LUQUE, F.J.; BARRENECHEA, J.F.; FERNÁNDEZ-CALIANI, J.C.; MIRAS, A. y FERNÁNDEZ, C. (2000): "Graphite occurrences in the low-pressure/high-temperature metamorphic belt of the Sierra de Aracena (southern Iberian massif)". *Mineralogical Magazine*, 64.
- VÁZQUEZ-GUZMÁN, F. (1972): *Génesis de la mina María Luisa, La Nava (Huelva, España). Una mineralización zonada*. *Boletín Geológico y Minero*, 83.
- VÁZQUEZ-GUZMÁN, F. (1974): "Contribución al estudio de la metalogena del norte de la provincia de Huelva, España". *Boletín Geológico y Minero*, 85.

OSSA MORENA LA DIVERSIDAD METÁLICA

GOBAIN OVEJERO ZAPPINO

RESUMEN

La Zona Ossa Morena (ZOM) comprende una antigua y compleja secuencia tectono-estratigráfica que abarca una larga historia geológica, desde el Precámbrico superior al Paleozoico. La forman rocas intensamente plegadas, metamorfizadas y dislocadas, de naturaleza sedimentaria y volcánica, y ámbito deposicional esencialmente marino. Al final del Paleozoico se individualizaron pequeñas cuencas carboníferas marino-continuales con volcanismo activo. Todo este conjunto está atravesado por intrusiones magmáticas de edades Cadomiense y, principalmente, Hercinica y por grandes lineamientos regionales (fracturas, fallas, bandas de cizalla y desgarre), orientados NE-SW y WNW-ESE.

Ossa Morena limita al N con la Zona Centro Ibérica (ZCI) y al SW con la Zona Sur-Portuguesa (ZSP). Esta última alberga los colosales yacimientos de sulfuros masivos polimetálicos de la Faja Piritica Ibérica (FPI).

Por el contrario, Ossa Morena no contiene grandes yacimientos, pero sí centenares de depósitos e indicios metálicos de mineralogía, tipología, génesis, dimensiones y edades variadas. Ofrece, también, una amplia gama de metales: hierro, cobre, zinc, plomo, plata y, más raramente, oro y estaño. Estas mineralizaciones se han emplazado en una gran variedad de am-

ABSTRACT

The Ossa Morena Zone (ZOM) consists of an ancient and complex tectono-stratigraphic sequence spanning a long geological history dating from Upper Precambrian to Palaeozoic times. It is formed of strongly folded, metamorphised and faulted sedimentary and volcanic rocks of essentially marine deposition. At the end of the Palaeozoic period, small marine-continental carboniferous basins with active volcanicity formed. All this assembly is crossed by magmatic intrusions from Cadomian and, principally, Hercynian ages and by large regional lineaments (fractures, faults, shear zones and breccia zones), oriented NE-SW and WNW-ESE.

The Ossa Morena Zone borders to the N with the Central Iberian Zone (ZCI) and to the SW with the South-Portuguese Zone (ZSP), the latter hosting the colossal polymetallic massive sulphide deposits of the Iberian Pyrite Belt (FPI).

Contrary to this, the Ossa Morena Zone does not contain large orebodies but instead hundreds of deposits and small metal occurrences of varying mineralogies, types, geneses, sizes and ages. It also presents a wide range of metals (iron, copper, zinc, lead, silver and more rarely gold and tin). The formation of the mineralization took place in a large variety of geological environments, either by

bientes geológicos, bien sea depositándose en antiguos fondos submarinos a partir de exhalaciones mineralizadas relacionadas con volcanismo (depósitos volcánicos) o sin relación aparente con él (depósitos exhalativo-sedimentarios), o bien formándose en el interior de la corteza terrestre, reemplazando o impregnando rocas (skarns; disseminaciones y otros) y rellenando fisuras (filones, stockworks). Las grandes fracturas regionales, con actividad recurrente a lo largo de la historia geológica, pueden haber jugado un control metalogénico de primer orden, permanente aunque intermitente, superpuesto a las condiciones particulares geológicas locales, de segundo orden, de espacio y tiempo.

Más allá de disquisiciones científicas, la cuestión práctica radica en si la variedad y abundancia de mineralizaciones de Ossa Morena, y su presencia a través de casi toda la secuencia geológica, puede avalar el interés de la exploración minera y conducir a yacimientos, por descubrir, de importancia económica.

El reciente descubrimiento de mineralización de níquel-cobre, sobre el que se sustenta el nuevo proyecto minero en ciernes de Aguablanca, respondería ya, en parte, a esta cuestión.

PALABRAS CLAVES

Ossa Morena; España, yacimientos metálicos

depositing on submarine floors from mineralised exhalations either related to volcanicity (volcanogenic deposits) or without any apparent relation to volcanicity (exhalative-sedimentary deposits), or by forming in the interior of the earth's crust, replacing or impregnating rocks (skarns; disseminations and others) and filling fissures (veins or stockworks). The large regional fractures with activity recurring throughout geological history, may have exercised a permanent but intermittent metallogenic control of prime importance, superimposed onto the particular local geological conditions, of secondary importance, of space and time.

Beyond scientific disquisitions, the practical question lies in whether the variety and abundance of Ossa Morena mineralization and its presence throughout virtually the entire geological sequence, is capable of warranting the interest of mining exploration and leading to as yet undiscovered orebodies of economic importance.

The recent discovery of a nickel-copper mineralization, on which the new mining project of Aguablanca, in its infancy, is based, would provide an answer to part of that question.

KEY WORDS

Ossa Morena Zone; Spain, metallic deposits

INTRODUCCIÓN

La Zona Ossa Morena es un término de uso geológico que designa un vasto territorio de más de 20.000 km². Hay múltiples miradas posibles a este territorio. La del geógrafo, que abarcará dos países, dos lenguas y un mismo paisaje antiguo, poco poblado, de sierras y dehesas, de economía fundamentalmente agrícola y ganadera. La mirada de las ciencias de la tierra, que encontrará una compleja esquina geológica del Macizo Ibérico. La mirada minera, interesada en los recursos minerales que encierra. O la mirada del arqueólogo, que reconoce los vestigios de la importancia que sus metales tuvieron para el mundo antiguo.

El objeto de esta nota no es más que el de aportar una mirada sencilla y global, no exenta de posible controversia, hacia la diversidad y potencial metálico de la ZOM, desde la experiencia profesional del autor en el campo de la exploración mineral y de la minería.

En el momento actual, el proyecto minero de Ni-Cu de Aguablanca, con su impacto dinamizador en la economía local, y su efecto positivo en la exploración de nuevas áreas, apuntaría a un momento de revitalización de la minería metálica de Ossa Morena, desde hace más de dos décadas en progresivo declive y desaparición.

UNA COMPLEJA GEOLOGÍA

La Zona Ossa Morena aparece en los mapas geológicos como un complejo conjunto de dominios tectono-estratigráficos, con múltiples unidades, sub-unidades y formaciones, identificadas con nomenclaturas locales, que desafían los intentos de síntesis geológica y de compresión global del conjunto. La geología de Ossa Morena no se lee fácilmente en el paisaje y la lectura de sus mapas geológicos, de complicada marquería, no comporta una imagen fácil e inmediata de la organización stratigráfica y de la correlación entre unidades. Los investigadores portugueses y españoles que han conformado el "Grupo de Trabajo de Ossa-Morena", vienen aportado, a través de pacientes estudios y simposios, un paulatino mejor conocimiento de la ZOM.

No menos complejos son los límites geológicos de la ZOM. Su límite meridional con la Zona Sur Portuguesa se establece por la interposición de un importante accidente tectónico, con intrusiones magmáticas de composición básica y ácida (gabros, doleritas, etc.) y de una franja de terrenos oceánicos, alóctonos, conocida como Grupo Pulo do Lobo. Corresponden a la zona de colisión y subducción oblicua de los terrenos exóticos de la ZSP bajo la ZOM, ocurrida al final de la orogenia Hercínica. Su límite septentrional, con la Zona Centro Ibérica, no es tan claro; para unos, situado en el eje del batolito de Los Pedroches; para otros, en la banda de la sutura-cizalla o corredor blastomilonítico de Badajoz-Córdoba.

Este conjunto tectono-estratigráfico, de orientación estructural general WNW-ESE, está intruido por macizos plutónicos y sesgado por grandes accidentes tectónicos, de importancia regional, subparalelos a las unidades, y de los que el más espectacular es la banda del corredor blastomilonítico de Badajoz-Córdoba, de más de 400 km de longitud y de varias decenas de kilómetros de anchura. Este mega-accidente tectónico representaría una zona de sutura de historia compleja, activa desde los tiempos de la subducción/colisión cadomiense a su juego sinistro de cizalla dúctil intracontinental ligado a la transpresión hercínica (Lefort et Ribeiro, 1980; Abalos y Eguiluz, 1992).

Otros mega-accidentes regionales (algunos más tardíos, pero que pueden representar la reactivación de fracturas antiguas), de dirección NE-SW, de carácter extensivo y compresivo y profundo enraizamiento cortical, como la falla de Plasencia-Messejana, atraviesan y configuran oblicuamente la ZOM.

La ZOM se revela, pues, como un macizo viejo, con terrenos acrecidos en una compleja evolución pre-orogénica, desde la el Precámbrico superior hasta el Carbonífero, y con una intensa historia tectónica marcada por su ubicación geológica entre las márgenes de los paleocontinentes de Laurasia y Gondwana, conformando un territorio propicio a una variada metalogénica. Las grandes

fracturas regionales pueden haber jugado un control de primer orden en el origen de las mineralizaciones, con una actividad recurrente a lo largo de su historia geológica. Los conceptos metalogénicos de “herencia y permanencia”, acuñados por Routhier (1980) y la innovadora aproximación científica a través de las relaciones entre tectónica de placas y metalogenia (Strong, 1976; Sawkins, 1984), ofrecen un amplio campo de análisis aplicado a la investigación científica y a la exploración mineral.

La vecina Zona Sur Portuguesa, con los grandes yacimientos de sulfuros polimetálicos (pirita, cobre, zinc, plomo, plata, oro y estaño) de la Faja Pirítica Ibérica, alberga uno de los mayores distritos metálicos del mundo, con más de 1.700 Mt de sulfuros masivos y stocworks (F Tornos, en prensa). La FPI ha protagonizado, hasta un pasado muy reciente, las grandes operaciones minero-industriales del XIX y XX, y sigue, aún, siendo un referente en las carteras de exploración de las grandes corporaciones mineras internacionales. Acoge también un nuevo proyecto minero-hidrometalúrgico (Las Cruces), sustentado en un yacimiento cuprífero de alta ley (15,8 Mt - 5,94% Cu), oculto bajo la cobertura terciaria, y ubicado en el extremo más oriental de la FPI.

La Zona Centro Ibérica contiene, también, una gran profusión de mineralizaciones, aunque con menor densidad que la ZSP y la ZOM. Dominan en ella los yacimientos filonianos de variada composición metálica (Pb, Ag, Cu, Zn, Ba, Sn, W, Sb) asociados a granitoides hercínicos (batolito de Los Pedroches) y megafracturas, como los del distrito Linares-La Carolina (3 Mt Pb+Zn) (Ovejero, 1984). De morfología y génesis diferente (impreganciones de cinabrio en cuarcitas paleozoicas), destaca el singular y rico yacimiento de mercurio de Almadén (0,26 Mt Hg).

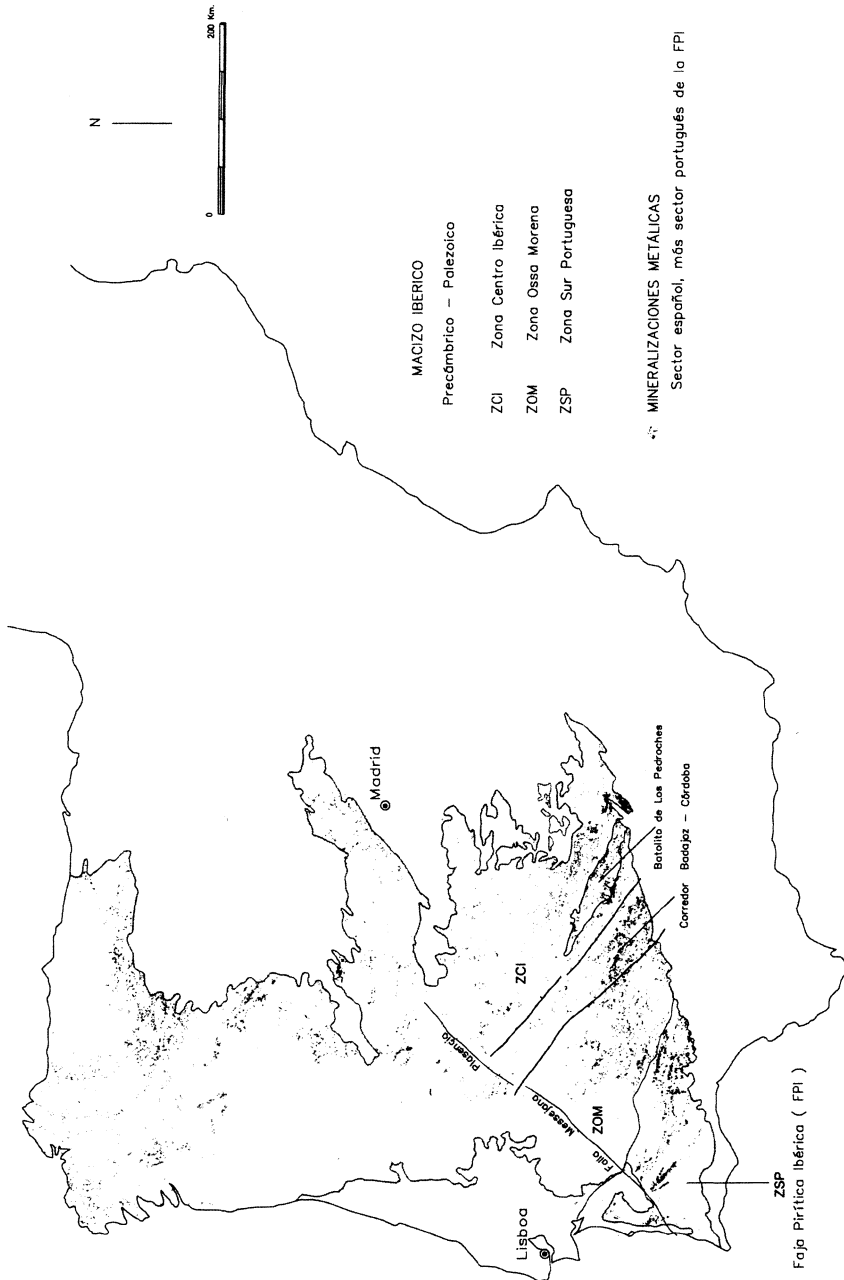
La ZOM ofrece, por el contrario, (hasta la fecha) yacimientos más modestos y de menor envergadura que los de la FPI, pero con una gran diversidad y complejidad metalogénica, reflejo, a su vez, de la propia diversidad y complejidad de su historia geológica, y en consecuencia, un factor positivo para la presencia de yacimientos singulares (quizá aún no imaginados), con atractivo científico y económico.

Miremos el Mapa 1. Su primer examen revela, ante todo, la extraordinaria abundancia y dispersión de las mineralizaciones metálicas del Macizo Ibérico, que hicieron de Iberia el Eldorado de la Antigüedad y, a partir de la Revolución Industrial, uno de los productores mineros mundiales de los últimos 120 años. En el sector SW del Macizo Ibérico se ubica la Zona Ossa Morena. Obsérvese en ella la gran concentración de mineralizaciones¹.

LOS YACIMIENTOS

Hay una numerosa bibliografía de calidad sobre la metalogenia y la geología de la ZOM, esencialmente de estudios de detalle sobre yacimientos particu-

¹ Este mapa adolece del defecto de no representar las mineralizaciones del sector portugués del Macizo Ibérico, con la excepción de las mineralizaciones portuguesas de la FPI.



Mapa 1. Ossa Morena en el Macizo Ibérico. Mapa de mineralizaciones metálicas

lares. Existen, también, abundantes datos públicos de exploración mineral y de minería, generados en los últimos 30 años, principalmente por el Instituto Geológico y Minero de España y el Instituto Geológico e Mineiro de Portugal. Y extensas bases de datos de exploración, no todas publicadas, generadas, en su mayoría, por las compañías mineras privadas.

Para una aproximación (personal) sintética y completa del panorama metalogénico de Ossa Morena propondría los siguientes documentos:

- La “*Base de datos geológico-mineros de Ossa-Morena*”, del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), que, en un cuidado formato digital, ofrece información rigurosa y de calidad sobre centenares de indicios y minas, así como sobre datos geoquímicos de 19.000 puntos de sedimentos de arroyos, del territorio español de Ossa-Morena. Incluye también una excelente síntesis geológica.
- El notable “*Sistema de Información Geológico Minero de Extremadura (SIGEO)*” de la Dirección General de Ordenación Industrial, Energía y Minas de la Junta de Extremadura, que incluye también datos cartográficos, geográficos y geológicos. Cubre el sector suroriental, extremeño, de la ZOM y el sector nororiental de la ZCI.
- Las siete páginas de lectura rápida y comprensiva de síntesis geológica de Octavio Apalategui, titulada “*Una visión actualizada de la geología de la zona Ossa Morena*”, antes de pasar a los numerosos y detallados trabajos del “Grupo de Trabajo de Ossa Morena”.
- El artículo “*Base metal deposits in Spain: a diversity of oretypes*”, Fernando Tornos, IGME, Europe’s Major Base Metal Deposits, Irish Association Economic Geology (en prensa). Facilita un breve y documentado paseo sobre la tipología de los yacimientos españoles de metales base, incluyendo los de la ZOM

La descripción, que sigue a continuación, de los principales tipos de yacimientos pretende sencillamente ofrecer un breve repaso de la metalogenia de la ZOM, que incluye, además de los clásicos yacimientos de tipo filoniano o de tipo skarn, la presencia de metalogenias “más raras”, como la de los yacimientos volcanogénicos y sedex, o la de los posibles y controvertidos pórfidos cupríferos. O, como las recién descubiertas mineralizaciones de níquel-cobre asociadas a intrusivos máficos y ultramáficos, que han incorporado al catálogo metalogénico ibérico un tipo de yacimiento, hasta hace poco, de existencia insospechada en Iberia.

En el Mapa 2 se han representado los yacimientos e indicios inventariados (procedentes de diversas fuentes, principalmente de la base de datos del IGME) de la ZOM española y los principales del sector portugués, identificándose los principales depósitos representativos o provincias metálicas descritas en esta nota. Incluye también todos los yacimientos de la ZCI y de los sectores portugués y español de la FPI. También se resaltan determinados elementos geológicos de potencial significado metalogénico.

I. Existe un grupo de mineralizaciones estrato-ligadas, genéticamente sincrónicas (en apariencia) con determinados períodos de la larga historia geológica del Precámbrico superior y Paleozoico. Se suponen formadas en medio marino

y fundamentalmente ligadas a exhalaciones hidrotermales mineralizadas submarinas, sea en ambientes volcano-sedimentarios (sulfuros masivos volcanogénicos o *VMS*) o sedimentarios (depósitos sedimentario-exhalativos tipo Sedex o/y Mississippi Valley). La atribución, en todo caso, a *VMS*, Sedex o MVT de ciertos depósitos está sujeta a controversia. También es sujeto de controversia la edad de ciertos depósitos, entre el Precámbrico superior y el Cambro-Ordovícico.

Un tipo de estas mineralizaciones la forman depósitos lenticulares estratiformes, caracterizados por la omnipresencia de pirita masiva, semimasiva o diseminada y por su polimetalismo (zinc, cobre, plomo). Se distribuyen en dos períodos diferenciados: en el Precámbrico superior a Cámbrico - Ordovícico) y en el tránsito Devónico superior-Carbonífero inferior. Guardan cierto parentesco (especialmente los segundos), aunque a pequeña escala, con los yacimientos de sulfuros polimetálicos volcanogénicos de la FPI. Desde su descubrimiento por el IGME han atraído a su exploración regional a no pocas empresas mineras conocedoras de la FPI.

Otro tipo, lo forman bolsadas e impregnaciones mineralizadas en las formaciones carbonatadas del Cámbrico inferior, como el cinturón zincífero (Zn-Pb-Fe) o Faixa Magnético-Zincífera de Aracena-Portel o el cinturón ferruginoso (Fe-Mn) de Jerez de los Caballeros.

Examinemos brevemente estas mineralizaciones, diferenciándolas en tres grupos, combinando tipología y edad:

I.1. YACIMIENTOS DE SULFUROS POLIMETÁLICOS VOLCANOGÉNICOS (VMS) Y SEDEX - PRECÁMBRICO SUPERIOR- CÁMBRICO (-ORDOVÍCI)

Volcanogénicos (VMS)

Consisten en depósitos Zn-Cu de sulfuros masivos, interpretados como mineralizaciones tipo Kuroko, asociadas a volcanismo bimodal calco-alcálico, en contexto de arco relacionado con la subducción de la ZOM bajo el Macizo Ibérico autóctono (Tornos, e.p.).

Son representativas de este tipo las mineralizaciones del Precámbrico superior de Puebla de la Reina y Tinoca, situadas en una banda septentrional de la ZOM.

Puebla de la Reina: La mineralización (Zn-Cu-Pb) de Puebla de la Reina presenta un indicio insignificante al afloramiento. Sin embargo la investigación del IGME (1985) puso en evidencia, mediante ocho sondeos, perforados sobre 500 m de extensión longitudinal, un cuerpo estratiforme, masivo, de 7 m de espesor con 11% Zn, 1,6% Cu y 1,2% Pb. Prospecciones posteriores (geofísica, geoquímica) han identificado la extensión de anomalías metálicas, bajo recubrimientos cuaternarios, hasta a 10 km de distancia del indicio aflorante. La mineralización de Puebla de la Reina se encaja en una banda de más de 30 km de longitud y 6 km de anchura insuficientemente prospectada, con anomalías geoquímicas.

Tinoca: Al otro extremo occidental de la zona de Ossa Morena, a más de 90 km de distancia al NW de Puebla de la Reina, se sitúan las

mineralizaciones polimetálicas (pirita, blenda, calcopirita, pirrotina, magnetita) de Tinoca y Azeiteiros, que presentan características metalogénicas y geológicas similares a las de Puebla de la Reina.

Otros dos conocidos yacimientos, Peñaflor y Mina María Luisa, presentan una posición cronológica dudosa.

Peñaflor: Este depósito (460.000 toneladas extraídas, con 2,22% Cu), está formado por una mineralización estratiforme de pirita masiva de cobre con contenidos en oro. La presencia de este oro ha atraído desde finales del siglo XIX, la prospección de las sierras vecinas y tierras rojas de piedemonte (Nogues, 1885). Más recientemente, en la década de los 80, el IGME realizó una extensa prospección regional, sobre las Reservas de Estado Hueznar y Constantina principalmente dirigida a definir el potencial aurífero, poniendo en evidencia pequeños indicios y anomalías.

María Luisa, Enfermarías: La mineralización polimetálica (Zn-Cu) de mina María Luisa, y de otras mineralizaciones similares (El Repilado, Enfermarías), se sitúan en formaciones volcano-sedimentarias en posición litoestratigráfica no siempre totalmente clara, con respecto a la formación carbonatada del Cámbrico inferior, si bien nos inclinamos por ubicarlas en el Cámbrico. Por encuadrarse geográficamente en el Cinturón Zincífero de Aracena-Portel, las describimos, más abajo, en dicho apartado.

Hay, por último, existen frecuentes indicios de mineralizaciones similares, de pequeñas dimensiones al afloramiento, pero de potencial insuficientemente explorado, dispersos en las formaciones volcano-sedimentarias del Precámbrico superior o Cámbrico: Gibla (Cu-Au); Alanís (Cu), La Vicaría (Cu-Pb-Zn), La Trevilla, etc...

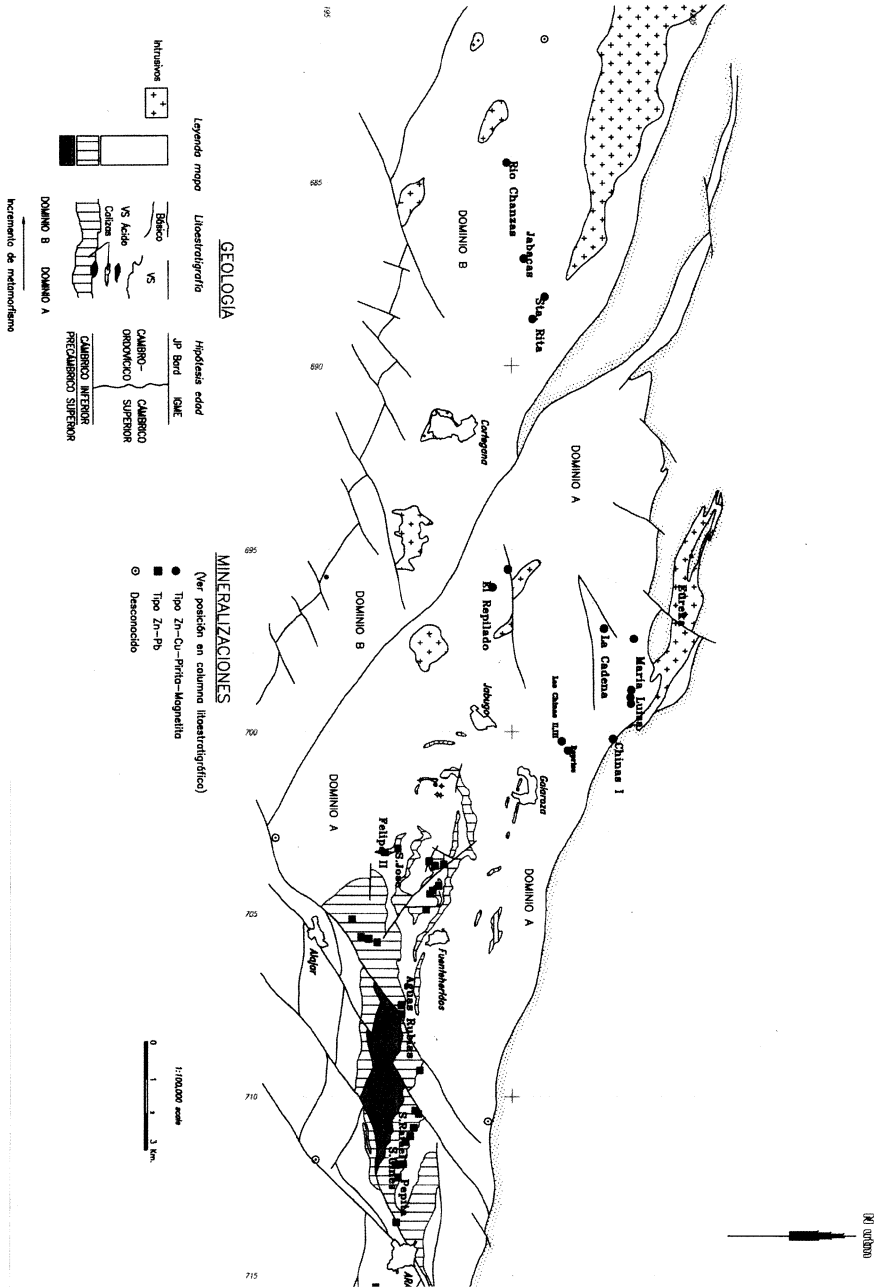
Sedex

La llamada "Serie Negra", con una amplia extensión geográfica, con más de 5.000 m de espesor de pizarras negras, cuarcitas y grauwacas del Precámbrico superior y con la presencia de fracturas regionales y profundas de larga historia tectónica, ofrece conceptualmente potencial para presencia de mineralizaciones tipo Sedex. Ciertas campañas regionales de exploración geológica y geoquímica han identificado anomalías superiores a 500 ppm Zn y afloramientos gossanizados con hasta 5% Zn.

Pequeños indicios piríticos, que podrían corresponder a mineralizaciones tipo Sedex, aparecen en algunas localidades como Bastiana, Los Giles u Oliva de Mérida.

1.2. CINTURÓN ZINCÍFERO (ZN) DE LA BANDA CARBONATADA / VOLCANO-SEDIMENTARIA DEL CÁMBRICO (-ORDOVÍCICO) DE ARACENA-PORTEL (SEDEX – MVT?-VMS)

Los 160 km del Cinturón Zincífero de Aracena-Portel o Faixa Magnético-Zincífera, situado en el borde meridional de la ZOM, presentan numerosos indicios y antiguas minas que han sido objeto, recurrentemente, de investiga-



ciones mineras a ambos lados de la frontera hispano-lusa, motivadas tanto por su relativamente alto contenido en Zn, y en menor proporción en Cu, así como por puntuales enriquecimientos secundarios en Ag (Fuentehéridos). Aparecen asociadas a una secuencia de intercalaciones carbonatadas de plataforma submarina (del Cámbrico inferior) y depósitos terrígenos y volcano-sedimentarios, de edad cambro-ordovícica. El Cambro-Ordovícico está caracterizado (Apalategui, 2001) por un proceso extensivo de gran importancia con manifestaciones plutónicas y volcánicas. La metalogénesis de estos depósitos no está claramente establecida y su edad está sujeta a controversia. Algunas de estas mineralizaciones han sido interpretadas (Arribas et al., 1990) como mineralizaciones exhalativas tipo Sedex, equivalentes laterales de las mineralizaciones VMS del Precámbrico superior, pero podrían tratarse o incluir, también, mineralizaciones epigenéticas de reemplazamiento en calizas, de la tipología Mississippi Valley Type (MVT).

Esta banda metamórfica de Aracena-Portel se extiende en dirección WNW-ESE. En el sector español (Mapa 3) está constituida por dos grandes anticlinorios (Aracena-Fuentehéridos y Cortegana), separados por un sinclinorio de núcleo precámbrico. En el núcleo del anticlinorio de Aracena afloran rocas más antiguas, del Precámbrico superior (formación Umbría).

Las siguientes formaciones litoestratigráficas contienen la mayoría de las mineralizaciones: (a) una formación carbonatada (formación de Aracena), datada como Cámbrico inferior, y (b) las secuencias volcano-sedimentarias, ácida y básica, respectivamente de las formaciones de Jabugo y de la Corte. La edad relativa de estas dos últimas formaciones es importante, ya que afecta directamente a la edad de las mineralizaciones que contienen, y en particular, a una de las más conocidas (mina María Luisa), encajada en la secuencia ácida.

Hay unanimidad en cuanto a la edad del Cámbrico inferior asignada a la banda carbonatada, constituida por calizas, dolomías y calizas dolomitizadas, a veces silicificadas. En varios sectores (Fuentehéridos, Enfermarías, Sto. André) estas rocas carbonatadas están interestratificadas con sedimentos volcano-sedimentarios.

Existe, sin embargo, discrepancia respecto a la edad de las formaciones de Jabugo y la Corte. El mapa geológico del IGME (hoja nº 917) las atribuye al Precámbrico superior. Sin embargo, en los cortes geológicos ambas formaciones se representan a techo de las calizas cámbricas, sin indicación de contacto tectónico, por lo que podría asumirse una edad cámbrica (o posterior). Esta última interpretación coincidiría con la de la tesis de Bard (1969) que asigna una edad cámbrica (-ordovícica) para la formación de Jabugo y silúrica (?) para la formación de la Corte. Asimismo, en las localidades portuguesas que contienen las mineralizaciones de Enfermarías y Sto. André, las formaciones volcánicas ácidas y básicas, equivalentes de las formaciones de Jabugo y la Corte, se sitúan a techo de las calizas del Cámbrico inferior, en contacto gradual con las mismas.

Un equivalente de alto grado metamórfico de las formaciones de Aracena y Jabugo aparecería en la formación de Almonaster y las anfibolitas de Acebuches.

Bard (1969) interpreta estas ortoanfibolitas como toleitas abisales relacionadas con el estadio precoz de formación de un arco volcánico o a rifting intracontinental. Las fracturas tensionales, asociadas a estos mecanismos tectónicos, podrían haber jugado un papel en la génesis y distribución espacial de las mineralizaciones.

En definitiva, en nuestra interpretación la secuencia litostratigráfica y la ubicación de las mineralizaciones en la misma, sería la siguiente:

La formación carbonatada, del Cámbrico inferior (que constituye un nivel de referencia inconfundible), pasa gradualmente a una secuencia volcano-sedimentaria ácida, que contiene lentejones aislados carbonatados, de edad atribuible al Cambro (-Ordovícico). Asimismo, dentro de la formación carbonatada, e incluso a su base, se individualizan algunos niveles volcano-sedimentarios ácidos. Hacia la parte superior de la secuencia ácida se encuentra una formación volcánica básica.

Las mineralizaciones se sitúan encajadas bien en las rocas carbonatadas (tipo Zn-Pb-pirita), bien en la secuencia volcano-sedimentaria (Zn-Pb-Cu-pirita-pirrotina-magnetita)

En este (impreciso) contexto litoestratigráfico podrían, individualizarse, por tanto, dos tipos de depósitos:

· *Tipo Zn (blenda) - Pb (galena) - pirita (en rocas carbonatadas)*

Se presentan en sulfuros diseminados, con espesores de 1 a 10 m, en cuerpos estratiformes y bolsadas, encajados en las calizas y dolomías del Cámbrico inferior. Pueden presentar contenidos elevados en plata (1Kg Ag/ t Zn a 3 Kg/ t Pb).

Forman un rosario de indicios y pequeños yacimientos, tales como Pepita, San Ginés, San Rafael, Aguas Rubias, San José, Felipe II, Fuenteheridos, Preguiça, Vila Ruiva, Ficalho, Balsa, Algares. Las dimensiones de los principales depósitos son las siguientes:

Fuenteheridos, un proyecto de explotación de los años 70 (que no prosperó), centrado en la zona de enriquecimiento superficial de plata (1 Mt con 60 g/t Ag, 2,9% Zn, 0,95% Pb).

Balsa, evaluado por sondeos, estimándose un recurso de sulfuros diseminados en dolomías silicificadas de 4,5 a 6 Mt con 30-35 g/t Ag, 2,35% Zn, 0,7% Pb (Vázquez *et al.* 1980).

Y *Algares*, también investigado por sondeos, definiéndose un pequeño depósito de sulfuros diseminados en dolomías de 5-7 Mt con 11 g/t Ag, 4% Zn, 0,5% Pb. Algares, incluye, también, un depósito de pirita masiva de 6,5 Mt con bajos valores en cobre (0,25% Cu) (Vázquez *et al.* 1980).

· *Tipo Zn (blenda) - Pb (galena) - Cu (calcopirita) pirita - pirrotina - magnetita (en rocas volcano-sedimentarias)*

Se presentan en cuerpos piríticos masivos a semimasivos, estratiformes, con espesores de 10 a 15 m, encajados en las formaciones volcano-sedimentarias, de edad discutida, de Jabugo y la Corte, en el sector español.

El depósito más conocido lo constituye la mina María Luisa, aunque la región presenta frecuente indicios mineralizados (Reprise, Chinas I, Chinas II y III, La Cadena, El Repilado).

En *María Luisa* la mineralización sulfurada está encajada en secuencia de lavas y tobas ácidas cloritizadas. A muro aparece una roca peculiar, con finos niveles de magnetita, formada por bandas de esquistos biotíticos y bandas calcosilicatadas (anfíboles o piroxenos, granates, epidota, carbonatos) de aspecto skarnoide. A lo largo de 20 años de minería discontinua (1952 a 1982) la mina habría producido 0,45 Mt con 2,3% Zn y 0,8% Cu.

El *Repilado* es representativo de los pequeños indicios piríticos polimetálicos dispersos (0,05 Mt con 2,8% Zn, 0,6% Cu, 0,8% Pb).

Enfermarías es un depósito oculto de sulfuros polimetálicos, descubierto por el Serviço de Fomento Mineiro (SFM) en 1988. Se presenta encajado en un complejo volcánico ácido-intermedio con alteraciones hidrotermales, asimilado al Cámbrico, e interestratificado en las calizas dolomíticas del Cámbrico inferior. La mineralización comporta pirita, blenda, calcopirita, magnetita, arsenopirita y galena (Oliveira e Matos, 1992). Litoestratigráficamente por encima de la mineralización de Enfermarías, se sitúa la mineralización oculta (detectada por gravimetría y sondeos por el SFM) de *Sto. André*, encajada en mármoles lenticulares englobados en una secuencia volcano-sedimentaria ácida del Cambro-Ordovícico.

Por último, la formación de Almonaster-Acebuches encierra varios indicios mineralizados, tales como Alto de Tabaca, Sta. Rita, Jabacas, Río Chanza, La Mezquita.

I.3. VMS POLIMETÁLICO Y SEDEX / SN HIDROTHERMAL VOLCANOGÉNICO – DEVÓNICO SUPERIOR-CARBONÍFERO INFERIOR

Tornos (en prensa), resume la presencia de mineralizaciones de sulfuros masivos (Zn-Cu), encajadas en formaciones volcano-sedimentarias del Devónico superior-Carbonífero inferior, depositadas en pequeñas y poco profundas cuencas marinas transtensionales originadas el dominio de “back arc” hercínico durante la orogenia Hercínica. Menciona su penecontemporaneidad y equivalencia con las mineralizaciones de la FPI, aunque de mucho menor tamaño. Las mineralizaciones de La Nava-El Paredón y de Valencia de las Torres-Matachel corresponderían a esta tipología.

Además de estos cuerpos de sulfuros masivos, el IGME descubrió mineralizaciones de estaño, tipo stockwork-fisural, en Oropesa (Fuenteobejuna). Podrían ser interpretadas como mineralizaciones generadas por actividad hidrotermal exhalativa relacionada con de los mismos episodios volcánicos del Devónico superior-Carbonífero inferior, que dieron origen a los yacimientos estratiformes de sulfuros masivos.

La Nava-El Paredón: La mineralización de La Nava-El Paredón presenta un afloramiento discreto, que investigado por el IGME mediante sondeos (finales de la década de los 70) reveló la presencia de un depósito de sulfuros de mineralización polimetálica, que aunque

muy pequeño (50 m de extensión, 2-3 m de espesor; 6,5% Zn, 2,9% Pb, 1% Cu), abrió desde entonces la exploración regional a un nuevo modelo metalogénico, inesperado, y avalado por los ecos de su similitud con las mineralizaciones de la FPI.

Valencia de las Torres: A unos 60 km al NW de La Nava-El Paredón, en el área de Valencia de las Torres-Matachel, se repite la presencia de mineralización similar a la de La Nava. Aparece encajada en una unidad del Carbonífero inferior, que se extiende sobre 40 km de longitud y 3-4 km de ancho. En Valencia de las Torres, los sondeos del IGME localizaron bajo un afloramiento gossanizado (130 m de longitud, 5 m de espesor) y a 65 m de profundidad un nivel de sulfuros masivos (2 m con 6% Zn, 3% Pb, 2,5% Cu) encajado en tobas ácidas. La unidad carbonífera, que presenta varias anomalías geoquímicas, ha sido sólo parcialmente explorada.

Oropesa: En una posición geográfica intermedia entre ambas mineralizaciones de La Nava y Valencia de las Torres aparece una mineralización singular de estaño (Oropesa), localizada por el IGME a raíz de anomalías de geoquímica de arroyos. La estructura de la mineralización corresponde a una banda de fracturación WNW-ESE, de 1.200 m de longitud y 100 m de anchura, en un encajante silicificado de cuarcitas/pizarras carboníferas. La mineralización contiene casiterita y stannita (0,25% Sn), blenda y calcopirita (< 0,5%), junto con pirita, arsenopirita, siderita y ankerita. El recurso evaluado es de 16 Mt con 0,25% Sn.

II. *Una variada tipología de rocas magmáticas* asociadas a las orogénias Cadomiense y, principalmente, Hercínica conforman numerosos macizos intrusivos con mineralizaciones asociadas. Junto a las clásicas mineralizaciones skarníferas de los hierros del Sudoeste (magnetita) asociadas a granitoides hercínicos (Cala, El Pedroso), se han incorporado las mineralizaciones de Ni-Cu asociadas a rocas ultramáficas hercínicas representadas por el sorprendente descubrimiento del yacimiento de Agua Blanca en 1993. Como curiosidad metalogénica (y potencial desconocido) citaremos, también, los posibles "pórfidos cupríferos", asociados a intrusivos cadomienses y hercínicos, y la hipotética presencia de cromita asociada a ciertos complejos intrusivos máficos.

II.1. SKARNS FERRÍFEROS

Las mineralizaciones de skarns de Fe-(Cu)-(Au) encajadas en calizas paleozoicas (cámbricas o carboníferas) en aureolas de contacto con granitoides Hercínicos han dado lugar a explotaciones de hierro (magnetita, oligisto), tales como Minas de Cala, Teuler, San Guillermo y El Pedroso. Skarns ferríferos de menores dimensiones conteniendo además Sn aparecen en la Sierra de Córdoba.

El potencial minero de este distrito ferrífero del Sudoeste fue estimado en 150 Mt con leyes medias del 30-40% Fe (Vázquez *et al.* 1980).

II.2. MINERALIZACIONES Ni-Cu ASOCIADAS A ROCAS ULTRAMÁFICAS

El descubrimiento, en cierto modo casual, de Aguablanca, derivado de una prospección regional de geoquímica multi-elemento orientada al oro, ha introducido en el catálogo metalogénico de la ZOM y del Macizo Ibérico un nuevo tipo de yacimiento. El yacimiento consiste en pirrotina, petlandita y calcopirita en forma de sulfuros masivos, intersticiales o diseminados en acumulados magmáticos o en rocas gabroicas de edad Hercínica. Las reservas geológicas estimadas son de 31 Mt con 0,62% Ni y 0,46% Cu y valores en Pt, Pd y Au (Tornos *et al.*, 2002). Aguablanca apunta como un futuro proyecto de explotación y como punto de partida para una reinvestigación de amplios sectores de la ZOM, con la consiguiente revitalización del panorama minero. La aplicación de herramientas directas de exploración regional, basadas en propiedades inherentes a estas mineralizaciones (señal magnética de la pirrotina acompañante del níquel-cobre), tales como vuelos magnéticos antiguos y recientes (ENUSA, DG Minas/MINER-IGME), puede conducir al descubrimiento de nuevos yacimientos similares.

Indicios de níquel y cobre aparecen, también, en las calizas devónicas en el contacto con los gabros del macizo de Beja-Campo Maior.

II.3. PÓRFIDOS CUPRÍFEROS

Pórfidos cupríferos pre-Hercínicos (?)

Ciertas mineralizaciones de cobre aparecen asociadas a determinados macizos de granitoides y ortogneises deformados, de probable edad precámbrica, relacionados con la orogenia Cadomiense. Las primeras investigaciones del IGME, sobre el macizo de Ahillones, apuntaron a una posible afinidad con mineralizaciones de tipo “pórfido cuprífero”, si bien estudios posteriores habrían invalidado o puesto en duda esta primera hipótesis.

Pórfidos cupríferos de edad Hercínica

Investigaciones sobre indicios de cobre en el Macizo de Beja (Alçaovas-Alvito) sugirieron la posible presencia de mineralizaciones similares a “pórfidos cupríferos”, sin que investigaciones posteriores hayan confirmado la presencia en la ZOM de este tipo de mineralizaciones. El nivel cortical de los intrusivos de Beja habría sido considerado demasiado profundo para contener mineralizaciones tipo “pórfido”.

La exploración por empresas internacionales se ha centrado también en el posible potencial de oro asociado a estos posibles “pórfidos cupríferos” (o posibles “pórfidos auríferos”) en el Macizo portugués de Beja y ciertos macizos españoles.

III. *Las clásicas mineralizaciones filonianas* son omnipresentes en la ZOM y el conocimiento de sus controles estructurales y genéticos ha experimentado un gran avance en estos últimos años al incorporar en sus estudios el análisis tectónico de las zonas de cizalla, de estructuras tensionales y de grandes lineamientos, de extensión regional y enraizamiento cortical, que habrían cana-

lizado el flujo de soluciones hidrotermales mineralizadas. Su geometría fisural, aunque sencilla a primera vista, está condicionada por las relaciones compresivas/tensionales de los accidentes tectónicos y por la variedad de encajantes litológicos. Estas mineralizaciones son consideradas de edad Hercínica y post-Hercínica.

Pueden citarse centenares de yacimientos de este tipo (La Codosera, La Sultana, Arenillas,), de composición metálica variada (Cu principalmente, Fe, Zn, Pb, Sn, Au,...).

IV. *Otros depósitos* cuyo conocimiento y potencial es insuficientemente conocido fragmentario y de clasificación metalogénica compleja abundan en Ossa Morena. Entre ellos cabe citar:

- Mineralizaciones de Hg asociadas a las calizas del Cámbrico inferior – Usagre. ¿Tipo Carlin?
- Mineralizaciones de Cu del cinturón cuprífero silúrico del Alto Alentejo
- Mineralizaciones Fe-Mn en rocas volcano-sedimentarias ordovícicas – Zahínos
- Mineralizaciones Fe-Mn en las calizas cámbricas – Jérez de los Caballeros
- Mineralizaciones Ba-Zn en rocas cámbricas
- Etc.

CONCLUSIÓN

Todo intento de clasificar y de etiquetar los fenómenos naturales geológicos y metalogénicos, conducirá a la identificación de algunas de sus probables causas pero fragmenta el cuadro general y conlleva inevitablemente el riesgo de ignorar otras causas. La formación específica y la experiencia particular de un científico, las modas y escuelas académicas o la abundancia y calidad de la información, influirán ponderadamente en el establecimiento de los modelos metalogénicos de una región o en la forma de aproximarse a la exploración minera.

Más allá de estas disquisiciones científicas, la cuestión práctica radica en si la variedad y abundancia de mineralizaciones de Ossa Morena, y su presencia a través de casi toda la secuencia geológica, puede avalar el interés de la exploración minera y conducir a yacimientos, por descubrir, de importancia económica.

La respuesta debe ser inicialmente positiva y optimista. Para desarrollarla son requerimientos necesarios el razonamiento geológico y las hipótesis metalogénicas así como la generación y procesado de extensas bases de datos de exploración a la búsqueda de anomalías, rarezas geológicas y señales minerales directas o indirectas.

En el campo aplicado de la exploración mineral, el conocimiento metalogénico básico del territorio es importante (siendo cautos con los conceptos preestablecidos), pero debe estar también sustentado en el manejo de grandes bases de datos de prospección regional directa e indirecta, tales como coberturas magnético-radiométrica aerotransportada, gravimetría estructural, geoquímica multi-elemento o interpretaciones estructurales y espectrales de imágenes satéli-

tes. La recopilación y procesado digital de toda la información disponible, hoy día ya posible a través de la llamada “tecnología de la información”, es indispensable. El objetivo de fondo será siempre la identificación y selección de objetivos de calidad sobre los que implantar sondeos exploratorios. La era de los descubrimientos de yacimientos aflorantes o próximos a la superficie ha concluido prácticamente y los potenciales yacimientos estarán ocultos, con escasas o nulas señales en superficie. Siempre habrá salvedades, como lo es el yacimiento aflorante de Ni-Cu de Aguablanca o pueden serlo yacimientos superficiales de oro “invisible”. Este proceso de exploración puede durar décadas.

Ossa Morena, cuenta con excelentes recopilaciones de indicios mineralizados, con miles de kilómetros cuadrados de coberturas geoquímicas (sedimentos de arroyos y/o suelos) solapadas, y con, al menos, dos coberturas geofísicas aerotransportadas de calidad: un vuelo magnético realizado por ENUSA (1979-1981) cubriendo 80.000 km² del Macizo Ibérico, incluyendo Ossa Morena (sector español) en su totalidad, y otro más reciente, magnético-radiométrico (1996-1997), financiado por la Dirección General de Minas, sobre la parte sur de Ossa Morena y toda la Faja Pirítica española. La gravimetría del conjunto de España, realizada por el IGN y de Portugal ofrece información valiosa de carácter estructural. Estas coberturas proporcionan información indirecta sobre estructuras geológicas no observables por la geología convencional y, en ciertos casos, útiles de detección directa de mineralizaciones. Es el caso de los skarns magnéticos de Cala y Teuler reflejados en los mapas aeromagnéticos de 1km de espaciado de líneas. Otro caso serían las posibles señales magnéticas reflejando la presencia de pirrotina asociada a intrusivos básicos portadores de petlandita (Ni)

La nueva imagen del planeta revelada por las imágenes espaciales ha traído una percepción directa de estructuras y de colores espectrales, antes desapercibidos o sólo intuidos, que en los últimos veinte años ha aportado al campo de la metalogenia y de la exploración mineral aplicada una dimensión nueva. En los últimos simposios internacionales de exploración mineral un concepto reiterativo como guías de prospección es la importancia asignada a “big cracks”, en forma de límites de placas, ring faults, calderas u otras megaestructuras con una larga historia de actividad.

En el caso de Ossa Morena, esa permanencia de metales a lo largo del tiempo geológico, independientemente del medio geológico particular encajante, puede reflejar controles estructurales. La diversidad de mineralizaciones en contextos geológicos varios (“*el ambiente local*”) podría estar primordialmente controlada por grandes accidentes corticales, con una larga historia de actividad tectónica, en forma de suturas, cizallas y otras megaestructuras (“*los conductos*”), junto con actividad magmática aportando y canalizando flujos termales (“*el motor termal*”) a los sistemas mineralizantes.

Esta hipótesis de controles estructurales regionales de las mineralizaciones ha sido ya formulada para la anomalía metalífera regional (10 Mt Pb) en torno al batolito de los Pedroches (banda Linares – Castuera) relacionándola con sistemas de fracturación ligados a lineamientos sinistros N 115 E (Gagny *et al.* 1985) y que podrían constituir réplicas de la megaestructura del Corredor Badajoz-Córdoba.

Finalmente, el fondo práctico de la cuestión es el de combinar la aplicación de criterios conceptuales de exploración, geológicos y metalogénicos, con la generación y procesado de datos regionales de exploración, múltiples y de calidad, con apoyo sistemático de perforación, para localizar y poner en valor nuevos recursos minerales económicos, que contribuyan a la dinamización del sector minero y a la diversificación económica de este territorio.

REFERENCIAS

- ABALOS, B., y EGUÍLUZ, L., (1992): "El Corredor Blastomilonítico de Badajoz-Córdoba: de la subducción-colisión cadomiense a la transpresión hercínica". *Conferencia Internacional sobre el Paleozoico inferior de Ibero-América. VIII reunión del Grupo de Ossa-Morena*
- APALATEGUI, O., (2001): "Una visión actualizada de la geología de Ossa Morena. *Tierra y Tecnología*, nº 23
- ARRIBAS, A., BECHSTADT, T., BONI, M. (1990): "Stratabound ore deposits related to sinsedimentary tectonics. Southwest Sardinia (Italy) and Sierra de Aracena (Spain): a comparison" *Geol. Rundschau*, 79,2, pp. 376-386
- BARD, J.P., (1969): *Le métamorphisme régional progressif des Sierra d'Aracena en Andalousie occidentale (Espagne)*. Thesis U. de Montpellier
- GAGNY, C., GOUANVIC, I., OVEJERO, G., SERVAJEAN, G., et VALVERDE, G. (1985): "Metallogénie-Éléments nouveaux pour la compréhension de la métallogenèse à Pb-Zn-Ag et Hg dans la partie méridionale de la péninsule Ibérique: zones de cisaillement crustal et anomalie régionale profonde et permanente". *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 300, Série II, nº 13
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (IGME): *Base de datos geológico-mineros de Ossa-Morena*,
- JUNTA DE EXTREMADURA DIRECCIÓN GENERAL DE ORDENACIÓN INDUSTRIAL, ENERGÍA Y MINAS: *Sistema de Información Geológico Minero de Extremadura (SIGEO)*
- LEFORT, J.P., et RIBEIRO, A., (1980): "La faille Porto-Badajoz-Cordoue a-t-elle contrôlé l'évolution de l'océan paléozoïque sud-armoricain?" *Bull. Soc. géol. France*, (7), XXII, 3, pp. 455-462
- NOGUÈS, A.F., (1885): "Gisements aurifères de l'Andalousie". *Bulletin de la Société de l'Industrie Minérale*, XIV
- OLIVEIRA, V., e MATOS, J., (1992): "Enquadramento geológico-mineiro da jazida de Enfermarias (Faixa Magnético-Zincífera, sector SW da Zona de Ossa-Morena". *Libros de Resúmenes. Conferencia Internacional sobre el Paleozoico inferior de Ibero-América. VIII reunión del Grupo de Ossa-Morena*
- OVEJERO, G., (1984): "Reflexiones sobre un aspecto de la metalogenia y su incidencia en la prospección: provincia metálica y tonelaje metal. El caso del Pb-Zn". *I Congreso Español de Geología*. Tomo V. pp 217-236.
- ROUTHIER, P., (1980): "Ou sont les métaux pour l'avenir? Les provinces métalliques. Essai de métallogénie globale". *Mémoire du B.R.G.M.* nº 105.
- SAWKINS, F.J. (1984): *Metal Deposits in Relation to Plate Tectonics*. Springer-Verlag

- STRONG, D.F., (Editor) (1976): *Metallogeny and Plate Tectonics*. The Geological Association of Canada.
- TORNOS, F., (en prensa): "Base metal deposits in Spain: a diversity of oretypes", *Europe's Major Base Metal Deposits, Irish Association Economic Geology*
- TORNOS, F., CASQUET, C., GALINDO, C., VELASCO, F., y CANALES, A. (2002): "The Aguablanca Ni-Cu orebody (Ossa Morena Zone, SW Spain): Geologic and geochemical features". *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía*, 25, pp. 39 -55.
- VÁZQUEZ, F.; ARTEAGA, R. y SCHERMERHORN, J. (1980): " Depósitos minerales del suroeste de la Península Ibérica". *Boletín Geológico y Minero*. XCI-II, pp. 293-342

LAS EXPLOTACIONES ANTIGUAS EN LAS MINAS DE CALA

JUAN AURELIO PÉREZ MACÍAS
TIMOTEO RIVERA JIMÉNEZ

RESUMEN

En este trabajo se describen los restos arqueológicos y metalúrgicos de las antiguas explotaciones en Minas de Cala, formada por un yacimiento de tipo skarn con enormes posibilidades para la producción de cobre y hierro. Estos restos metalúrgicos nos indican que la explotación de estas mineralizaciones comenzó a mediados del II milenio a. C., durante la Edad del Bronce, con el tratamiento de carbonatos de cobre, y generó un tipo de poblamiento peculiar, muy relacionado con la exportación de estas producciones hacia el Valle del Guadalquivir. Sin embargo, la industrialización de la minería y la metalurgia no se produjo hasta época romana, a partir de la primera mitad del siglo I d.C., y de ella nos quedan dos extensos poblados y un gran escorial de cobre. El abandono de estas explotaciones hasta el siglo XIX estaría motivado por el agotamiento de los minerales de cobre superficiales y el escaso interés en la producción de hierro a partir de las magnetitas, sólo explotadas de manera marginal en los siglos IV y V d.C. y en tiempos de los Austrias, a partir del siglo XVI.

PALABRAS CLAVE

Minas de Cala, cobre, época antigua, minería, metalurgia.

ABSTRACT

In this work are described the archaeological and metallurgical remains of the ancient mining in Minas de Cala, formed by a deposit of type skarn with enormous possibilities for the copper and iron production.

These metallurgical remains indicate us that the working of these mineralizations began in the middle of the II millenium B.C., during the Bronze Age, with the copper carbonate treatment, and generated a type of peculiar settlement, very related to the export of these productions towards the Guadalquivir Valley.

Nevertheless, the industrialization of the mining and the metallurgy did not take place until Roman time, from first half of I century A.C., and of her we have left two extensive towns and a great copper dump.

The abandonment of these operations until XIX century would be motivated by the exhaustion of superficial copper minerals and the little interest in the iron production from magnetites, only operated of marginal way in IV and V centuries A.C. and in the days of the Austrias, from XVI century.

KEYWORDS

Cala mines, copper, ancient times, mining industry, metallurgy.

INTRODUCCIÓN

A partir de los trabajos de prospección de E. Deligny la minería onubense ha vivido un periodo de esplendor en la segunda mitad del siglo XIX y la primera mitad del XX¹, una época de explotación que extendió los trabajos a todos los vestigios minerales de la provincia de Huelva, por pequeños que fueran. Este tiempo de fiebre minera, en la que Huelva recibió el título de “California del Cobre”, estuvo auspiciado por la competencia del capitalismo europeo, francés y británico principalmente, por hacerse con las fuentes de aprovisionamiento en metales que el crecimiento industrial hacía imprescindibles.

Hasta ese momento la minería española vivía esperanzada en el coto minero de Riotinto, en el Filón Sur, donde a la par de la minería iba creciendo el poblado de Riotinto, hoy desaparecido por la explotación en corta a cielo abierto de esa masa en tiempos de la Riotinto Company Limited, empresa de capital británico que ganaría la partida al capital francés que se interesó por la minería onubense después de los trabajos E. Deligny. Sería esta mina y sus magníficos resultados los que hicieron aumentar los denuncios y los trabajos de prospección en toda la zona minera de Huelva. El estado español, ensangrentado y arruinado después de las guerras carlistas, no pudo hacer realidad el sueño de D. Ramón Rúa Figueroa, que aconsejaba invertir más capital en la industrialización de la minería para hacerla rentable².

Habrá que esperar a la publicación de J. Gonzalo y Tarín para que se conozca detalladamente la geología de la provincia y la dispersión de yacimientos minerales³. Este trabajo fue el fundamento de otra gran obra sobre la minería de Huelva, ya realizada en el siglo XX por I. Pinedo Vara, cuya ilusión no cesa de recomendar una nueva prospección de algunos yacimientos, considerados hasta entonces de escaso interés⁴.

El potencial minero de la provincia era enorme, aunque no todos los yacimientos pudieran permitir una explotación industrial con potente maquinaria o

¹ Es triste la historia de E. Deligny, que, a pesar de ser el gran descubridor, murió arruinado por la mala suerte en la puesta en explotación de la mina de la Sierra de Santo Domingo, hoy Tharsis. El gran socavón que abrió para la extracción de mineral en la zona de Filón Sur, la cañería Sabina, pasó por debajo de la masa de mineral, lo que ocasionó grandes pérdidas. No obstante lograría el inicio de la explotación de muchas minas del grupo Tharsis, La Zarza, Valdelamusa, Cueva de la Mora, etc., *cif.* E. DELIGNY, “Apuntes históricos sobre las minas cobrizas de la Sierra de Tharsis (Tharsis Boetica)”, *Revista Minera*, 15, 1983, pp. 208 ss.

² Sus propuestas serían llevadas a cabo posteriormente por el capital británico, *cif.* R. RUA FIGUEROA, *Ensayo sobre la historia de las minas de Riotinto*, Madrid, 1859. Otros autores, como L. Aldana y F. Elhuyar también dejaron interesantes notas de estas explotaciones. Una recopilación de estos trabajos en J. A. PÉREZ MACÍAS, “Apuntes para una historia de la minería y la metalurgia en el suroeste peninsular”, *Mineração no Baixo Alentejo*, Castro Verde, 1996, pp. 28 ss.

³ J. GONZALO Y TARÍN, *Descripción física, geológica y minera de la provincia de Huelva*, Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España, Madrid, 1886.

⁴ I. PINEDO VARA, *Piritas de Huelva, su historia, su minería y su aprovechamiento*, Madrid, 1963.

explotaciones a cielo abierto. De entre todas sus comarcas se destaca el Andévalo, donde tiene máximo desarrollo el Cinturón Ibérico de Piritas, que se extiende desde la provincia de Sevilla (Aznalcóllar) hasta Portugal (Sierra de Caveira), con mineralizaciones en masa de sulfuros polimetálicos de origen vulcanosedimentario (cobre, plata, cinc, plomo, oro, etc)⁵; en esta zona se encuentran los depósitos más grandes de la provincia, Riotinto, Tharsis, Buitrón, Cueva de La Mora, Sotiel Coronada, y la Zarza. En la comarca de la sierra son muy abundantes los pequeños yacimientos filonianos de sulfuros de cobre y hierro en los términos de Cumbres de San Bartolomé y Encinasola⁶, y los sulfuros de plomo de la Sierra de Aracena. Mención a parte merecen los yacimientos del término municipal de Cala, con magnetita y calcopirita en formaciones de tipo skarn⁷ (figura 1). Mineralizaciones de menor envergadura son los campos filonianos de sulfuros complejos del Río Corumbel⁸ y los filones de sulfuros de cobre de la Sierra de Tejada, todos ellos conocidos y explotados desde época prerromana⁹, y las costras ferruginosas de la campiña, una fuente de minerales de hierro aprovechada en épocas romana y medieval¹⁰.

En el conjunto de todas estas mineralizaciones y de los indicios de explotaciones mineras y producción metalúrgica romanas documentadas en ellas, la investigación arqueometalúrgica siempre ha destacado que todas las minas fueron explotadas ya en época romana, y que de ellas las masas de piritas del Andévalo fueron los grandes centros productores de plata y cobre del suroeste de la Bética¹¹.

⁵ Sobre las características de estas mineralizaciones F. GARCÍA PALOMERO, *Caracteres geológicos y relaciones morfológicas y genéticas de los yacimientos del Anticlinal de Riotinto*, Huelva, 1980; y F. RAMBAUD, *El sinclinal Carbonífero de Riotinto y sus mineralizaciones asociadas*, Memorias del Instituto Geológico y Minero, LXXI, Madrid, 1969.

⁶ E. JUBES y A. CARBONELL, "Estudio geológico industrial de los yacimientos de minerales del término municipal de Encinasola y Contienda de Moura", *Boletín Oficial de Minas y Metalurgia*, 34-39, 1920, pp.31 ss.

⁷ R. PALACIOS y R. PRIETO, "Memoria de los criaderos ricos en cobre y otros del término municipal de Cala", *Boletín Oficial de Minas y Metalurgia*, 47, 1921, pp. 2 ss.; R. PRIETO y B. TENORIO, *Estudio geológico-minero de Minas de Cala*, Distrito Minero de Huelva, Huelva, 1930; P. SUÁREZ INCLÁN, *Estudio de conjunto del Grupo Sultana*, Cobre, Madrid, 1924; y M. FERNÁNDEZ BALBUENA, *Grupo Minero Sultana, San Rafael y California (Cala, Huelva)*, Sevilla, 1922.

⁸ E. VARGAS y R. PRIETO, *Estudio geológico-minero del grupo de minas de plomo del río Corumbel*, Distrito Minero de Huelva, Huelva, 1924.

⁹ J. A. PÉREZ MACÍAS, *Metalurgia extractiva prerromana en Huelva*, Salamanca, 1986.

¹⁰ La explotación de estas menas de hierro está constatada en algunos asentamientos medievales, como Saltés o Cabezo de la Mina, *cif.* A. BAZZANA y N. TRAUHT, "L'Île de Saltés (Huelva): une ville islamique, centre d'une métallurgie de concentration au Moyen Âge", *Académie des Inscriptions et Belles Lettres. Comptes rendus des séances de l'année 1977*, Paris, 1977, pp. 47 ss.; y J. A. PÉREZ MACÍAS, "La herrería califal-taifa del Cabezo de la Mina (Lucerna del Puerto, Huelva)", *Spal*, 11, 2002, pp. 419 ss.

¹¹ Sobre la explotación romana en las minas de Huelva, A. BLANCO y B. ROTHENBERG, *Exploración Arqueometalúrgica de la provincia de Huelva*, Barcelona, 1981; C. DOMERGUE, *Catalogue des mines et des fonderies antiques de la Péninsule Ibérique*, Madrid, 1987; y J. A. PÉREZ MACÍAS, *Las minas de Huelva en la Antigüedad*, Huelva, 1998.

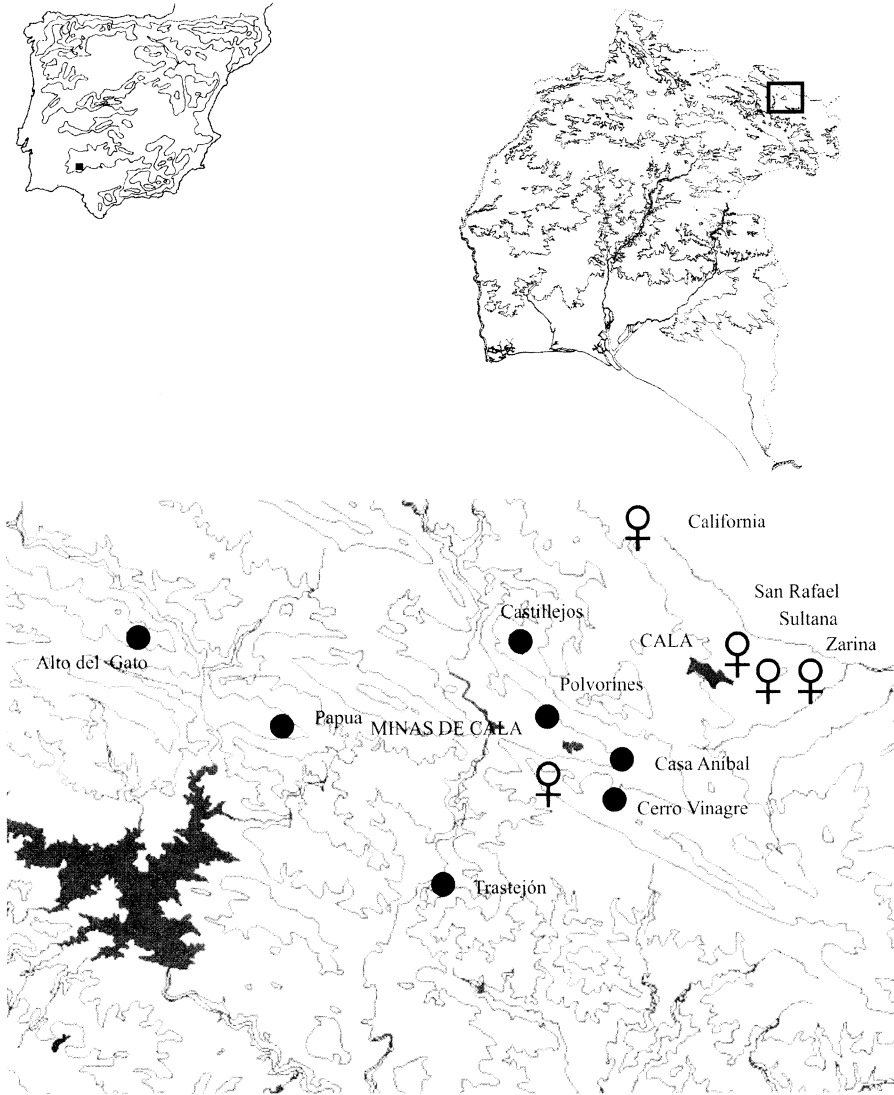


Figura 1. Situación de Minas de Cala y asentamientos del entorno

Se ha exagerado a nuestro entender la producción de metales en época romana en la provincia de Huelva. Un rápido repaso a las anotaciones de J. Gonzalo y Tarín sobre los restos de minería romana presentes en las minas de Huelva, antes de que minería moderna a cielo abierto hiciera desaparecer este tipo de minados, nos lleva a la conclusión de que el minero romano trabajó todas las mineralizaciones conocidas, algunas de las cuales no fueron ni siquie-

ra explotadas en el momento de auge minero de la segunda mitad del siglo XIX. Y los textos latinos, especialmente Polibio, Estrabón y Plinio, con sus alabanzas de las riquezas mineras de las tierras hispanas¹², tampoco ayudan a fijar las cotas de producción. La existencia de labores mineras romanas no es el mejor indicio para suponer una verdadera producción metalúrgica, cuyo reflejo más evidente se encuentra siempre en los escoriales. Expresado de otro modo, la explotación minera romana fue efectivamente extensa y no dejó mineralización con indicios superficiales sin investigar, pero esto no significa que se extrajera metal de todas esas mineralizaciones. Dos ejemplos pueden ser útiles para argumentar esta anotación. Uno de ellos es el de la mina de Cabeza de los Pastos en Puebla de Guzmán, cuya montera de óxidos de hierro estaba completamente salpicada de pozos romanos¹³, y sin embargo apenas se conoce un pequeño montón de escorias de plata¹⁴, tan reducido que no puede ser considerado como un índice de producción metálica, sino como una evidencia de que los minerales buscados eran las argentojarositas, aunque no ofrecieron unas leyes de plata rentables. Esto también puede ejemplificarse en determinados campos filonianos de la Sierra de Huelva, como los de la Contienda de Encinasola, todos con signos de laboreo romano, pero con escoriales de reducidas dimensiones, que de ninguna forma pueden catalogarse como de producción de metal.

Estas reflexiones nos sirven de introducción al estudio de la producción de metales en las Minas de Cala que vamos a desarrollar a continuación. Las características de los yacimientos y restos minero-metalúrgicos de época romana de Cala siempre han sido consideradas de segundo orden en las explotaciones romanas del suroeste peninsular, pero como vamos a explicar no se aleja de la tónica general de otros centros mineros romanos, salvo de los de Riotinto y Tharsis, cuyos volúmenes de escorias sobrepasan a los del resto de las minas. La historia de su minería en época antigua puede ser considerada un modelo de desarrollo de la producción de metales en muchas minas de Huelva, y suscita algunos problemas historiográficos que vamos a intentar explicar en las páginas que siguen.

El término municipal de Cala comprende dos grupos de mineralizaciones de interés, una el sector de San Rafael-Sultana, y otro en el propio de Minas de Cala, en la Sierra del Venero, con dos concesiones importantes de cobre asociados a óxidos de hierro, los Dolores y Dominesa.

La investigación se ha centrado más en la estructura filoniana de San Rafael-Sultana, en las que las expectativas de los hallazgos de oro en los filones

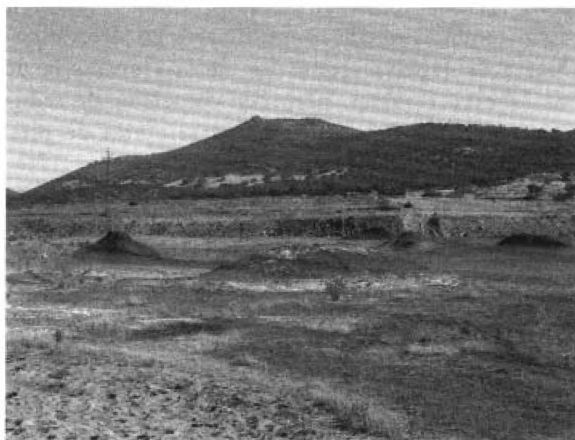
¹² J. M^a BLÁZQUEZ MARTÍNEZ, "Fuentes literarias griegas y romanas referentes a la explotación minera de la Hispania romana", *Minería Hispana e Iberoamericana*, León, 1970, pp. 117 ss.

¹³ Véase el plano de J. Gonzalo y Tarín, con la indicación de estas labores, *cif.* J. GONZALO Y TARÍN, *Descripción Física, geológica y minera.....*

¹⁴ Su composición y cubicaje en J.A PÉREZ MACÍAS, *Las minas de Huelva en la Antigüedad.....*



1. Cerro del Vigangre



2. Sierra de los Castillejos



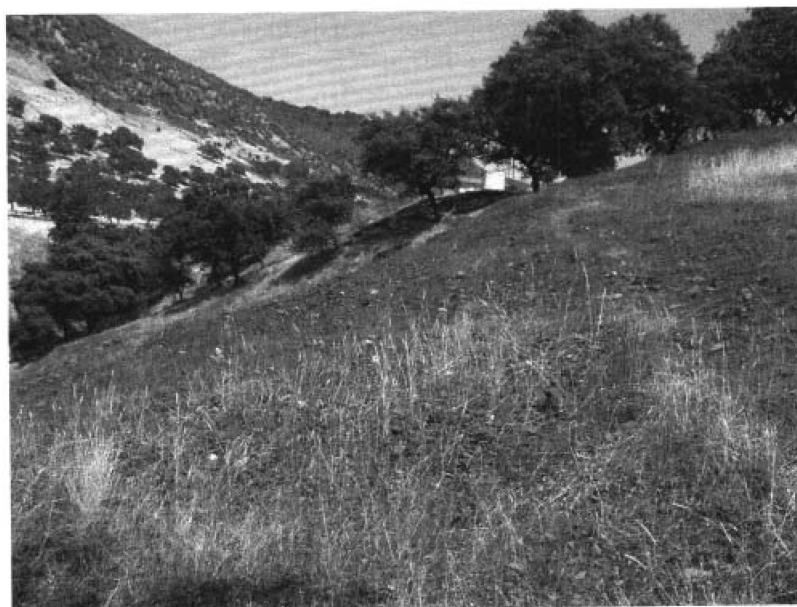
3. Dolmen del Collado de la Liebre



1. Casa Anibal



2. Los Polvorines



3. Escorial de Los Polvorines

cuarcíticos de esta última ha generado un interés que no se corresponde con su registro arqueometalúrgico¹⁵. Este grupo forma un largo filón al que pertenecen las concesiones Zarina, Sultana, San Rafael, Cometa, y California, esta última en término municipal de Monesterio. Las huellas de explotaciones romanas son abundantes en Zarina, San Rafael, Cometa, y California, pero hasta el momento están ausentes en Sultana, sin escoriales ni asentamientos que pueden responderle, aunque no puede descartarse que de esta mina se explotara oro aluvial en la Rivera de Cala, donde los ensayos realizados han tenido éxito¹⁶. En el resto de las concesiones la explotación se inicia en la Edad del Bronce, particularmente en el sector de San Rafael, que es también la más importante por sus escoriales romanos. La minería romana estuvo dedicada al aprovechamiento de los carbonatos y sulfuros secundarios de cobre para la producción de este metal.

Sin duda las mineralizaciones más importantes por la envergadura de los filones y por los restos arqueológicos y metalúrgicos encontrados en ellas son las de las concesiones de Los Dolores y Dominesa en las actuales Minas Cala (figura 2). La geología de la zona la forma un yacimiento de tipo skarn entre caliza y granito. Se han documentado hasta doce pequeños filones cobrizos en una anchura de 150 m y un potente crestón de óxidos de hierro, que a profundidad va concretándose en magnetita y manchas irregulares de pirita y calcopirita. El principal mineral de cobre de estos filones son algunas vetas de caliza con impregnaciones de malaquita y calcopirita. Los filones tienen formas muy irregulares, de gran potencia y longitud, pero de escaso espesor. Algunos de ellos, como los conocidos con los nombres de San Lorenzo y Portugués, eran sólo cobrizos y se explotaron independientemente en época moderna. De ellos el más importante es el Filón San Lorenzo, encajado en el granito, con un afloramiento de cuarzo con pintos de calcopirita; tenía una longitud aproximada de 1 km y 80 cm de anchura. Las leyes en cobre de la concesión Los Dolores alcanzaron medias de 17 por 100 Cu. Las leyes de las magnetitas oscilaban entre el 46 y el 52 por 100 Fe.

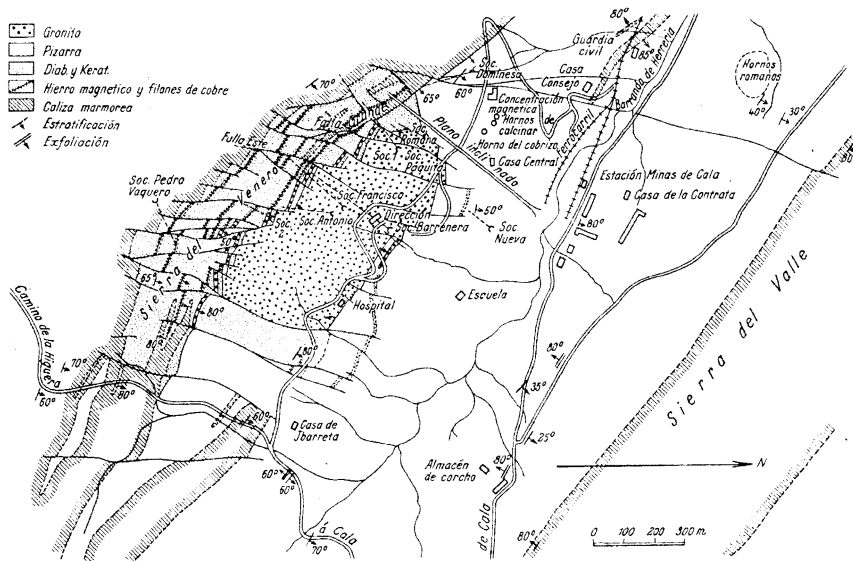
BALANCE DE LA INVESTIGACIÓN EN MINAS DE CALA

Las primeras noticias sobre los restos antiguos en estas minas se deben a J. Gonzalo y Tarín, que conoció la mina antes de los grandes trabajos a cielo abierto del siglo pasado¹⁷. La minería romana en las minas de Cala se había reducido a algunas calicatas dispuestas siguiendo la dirección de los crestones ferruginosos en la parte septentrional de la Sierra del Venero, algunas excavaciones a cielo abierto, y varios pocillos. Uno de estos pozos, excavado

¹⁵ T. RIVERA y E. ROMERO, "Explotaciones mineras de época romana en la Rivera de Cala", *XII Jornadas del Patrimonio de la Comarca de la Sierra*, Huelva, 1999, pp. 311 ss.

¹⁶ Algunos ejemplos de este oro nativo en J. C. FERNÁNDEZ CALIANI, *Minerales y rocas industriales de Huelva*, Sevilla, 1993.

¹⁷ J. GONZALO Y TARIN, *Descripción física, geológica y minera.....*



MINAS DE CALA

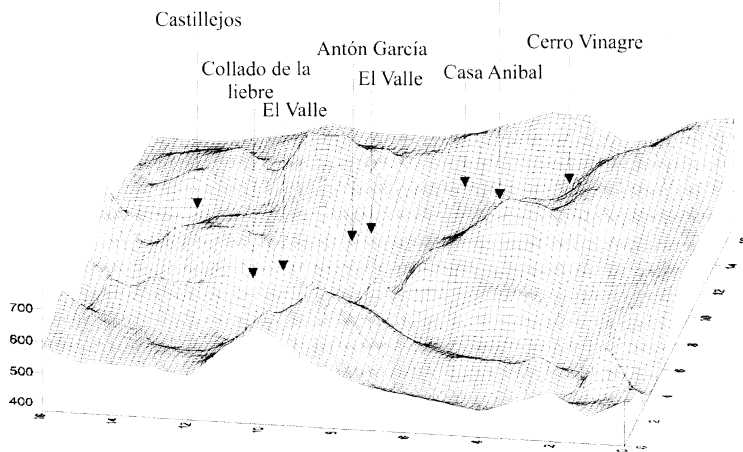


Figura 2. Geología (según H. Quiring) y poblamiento en Minas de Cala.

en la caliza, descendía en forma de escalera de caracol hasta una profundidad de cincuenta metros. En esta época se documentaron también dos socavones romanos, uno llamado Galería Romana, en la concesión Los Dolores, que comunicaba con la Galería de los Esqueletos, llamada así porque en ella se encontraron varios esqueletos de mineros romanos con sus herramientas, muertos porque algún hundimiento les imposibilitó la salida al exterior. Otro socavón romano se encontró en la concesión Dominesa, situado a una cota más baja que el anterior.

Una referencia más completa de estos trabajos romanos se encuentra en la obra de H. Quiring, que presenta los planos de estos anchurones romanos de Galería Romana y Galería Dominesa, y un plano geológico general de las mineralizaciones con la situación de estas labores romanas¹⁸.

En el estudio de Palacios y Prieto sobre el grupo de Sultana-San Rafael se aportan también algunos datos de interés, pues se sitúa un escorial en el caso urbano de Cala¹⁹, que, como tendremos oportunidad de comentar, está relacionado con las explotaciones de Minas de Cala.

Todas estas noticias serían recogidas más tarde por I. Pinedo Vara en su obra sobre la minería onubense²⁰, quien por primera vez hace mención a los escoriales con una interesante noticia sobre su reaprovechamiento en época contemporánea: *“...En la antigua mina la O, muy próxima a la Sultana, había a principios de siglo unas 12.000 toneladas de estas escorias con una ley media de 0,80 por 100 Cu, que fueron beneficiadas en gran proporción, a partir de 1916 por el Sr. Ibarrola. Este ilustre profesional, que con escasos medios económicos previó y ensayó la recuperación parcial del azufre de las piritas por tostación reductora....Inició el Sr. Ibarrola el tratamiento de estas ricas escorias tostándolas en un horno de cuba semejante a los utilizados para la desulfuración de los hierros, inyectando a estos hornos gases calientes cargados de SO₂ y CLH, procedentes de otros hornitos más pequeños en los que tostaba azufrones con cierto grado de sal común; conseguía así que los compuestos insolubles de cobre pesaran a sulfatos y cloruros solubles. Regaba después las escorias tostadas y las leñas salientes por un canaleo de cementación para desalojar el cobre por el hierro de chatarras corroídas...”*.

La concesión de Mina la O no se encuentra, no obstante, en las proximidades de Sultana, sino en las Minas de Cala, en el lugar conocido como Cerro de Antón García²¹, que debe reducirse por su topografía al cerro donde se encuen-

¹⁸ H. QUIRING, “Vorgeschichtliche Studien in Bergwerken Südspanien”, *Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Deutschen Reich*, Berlín, 1935, pp. 492 ss.

¹⁹ R. PALACIOS y R. PRIETO, *Memoria de los criaderos ricos en cobre y otros*

²⁰ I. PINEDO VARA, *Piritas de Huelva.....*

²¹ Este topónimo se recoge en dos mapas de concesiones mineras, Plano de demarcación de la Mina la O, sita en el paraje nombrado Cabezo de Antón García, término de Cala (Instituto Cartográfico de Andalucía, número 2417), y en el plano del Permiso de terreno solicitado para el Escorial del Cabezo de Antón García, en término municipal de Cala (Instituto Cartográfico de Andalucía, número 2359). Véanse las referencias de los mismos en *Catálogo de Cartografía Histórica de Huelva*, Junta de Andalucía, Consejería de Obras Públicas y Transportes, Sevilla, 1995.

tran los polvorines de esta mina, donde está el principal escorial romano de estas concesiones. De los trabajos que desarrolló Ibarrola en este escorial quedan las huellas de una pequeña corta abierta en el mismo escorial y los restos de las construcciones del tiro de la chimenea del horno de cuba. Algunas zonas de este escorial, con escorias poco densas, son el resultado de la tostación de estas escorias para sacarle el cobre con ácido clorídrico y sal y su posterior cementación en chatarra de hierro. A pesar de no estar publicados, estos trabajos ofrecen un primer acercamiento a la producción metalúrgica de época romana en las Minas de Cala, pues se cifra el cubicaje de las escorias tratadas en unas 12.000 toneladas.

La zona minera de Cala también ha sido campo de trabajo arqueológico no relacionado específicamente con la minería, y en este sentido se debe anotar la atención que dedicó J. M^a Luzón a Cala dentro del catálogo de yacimientos romanos de la provincia de Huelva²². Apunta algunos de los trabajos mineros de época romana y nos adentra en uno de los problemas de adscripción de ciudades romanas en la zona, sobre el que intentaremos arrojar alguna luz en este trabajo. Defiende la autenticidad de una inscripción romana de la ermita de la Virgen de Cala, y señala que procede de un poblado romano que se extiende en los alrededores. Esta inscripción formaría parte de un pedestal de estatua del emperador Augusto divinizado, erigido según el epígrafe por *Restituta Iulia*, cognomen de una de las ciudades de la *Baeturia Celtica* enumeradas por C. Plinio (III-10), *Segida Restituta Iulia*, que se situaba en Zafrá (Badajoz) por alguna inscripción funeraria de esa comarca de un individuo de *origo Segedensis*. Esta nueva mención de la ciudad de *Segida* le lleva a proponer que esta *civitas* se encontraba en la zona de Cala.

Sobre esta inscripción se pronunció posteriormente J. González Fernández, que la consideró falsa al detectar la existencia de un falsario en Cala, que sería el responsable además de otra inscripción funeraria sobre tégula de *Viriatus* con los *agnomina* de *Pastore*, *Venatore*, y *Belatore*, depositada en la Colección del Márquez de Monsalud y actualmente perdida²³. Se habría encontrado en un enterramiento romano, que contenía vasos de vidrio, una lucerna de bronce, y un fragmento de sítila de bronce. Si bien es cierto que los cognómenes y el personaje denotan la actividad de este falsario, la fórmula de la inscripción y la propia dedicación a Augusto por una ciudad de la Beturia, beneficiada por Octaviano con algún tipo de privilegio distinto del ascenso a *municipium*²⁴,

²² J. M^a LUZÓN NOGUÉ, "Antigüedades romanas de la provincia de Huelva", *Huelva, Prehistoria y Antigüedad*, Madrid, 1975, pp. 271 ss.

²³ J. GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, *Corpus de Inscripciones Latinas de Andalucía, I. Huelva*. Sevilla, 1989.

²⁴ La municipalización de la Beturia en M. A. MARÍN DÍAZ, *Emigración, colonización y municipalización en la Hispania republicana*, Granada, 1988, y A. STILOW, "El *municipium* Flavium V(-) de Azuaga y la municipalización de la Baeturia Turdulorum", *Studia Historica*, 9, 1991, pp. 11 ss. La presencia de ciudadanos de la tribu Galeria habría que entenderla así en el marco de asignaciones virritanas, *cif.* J.A. PÉREZ, N. VIDAL, y J.M. CAMPOS, "Arucci y Turobriga. El proceso de romanización de los Llanos de Aroche", *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid*, 24, 1997, pp. 189 ss.

como delatan estos cognómenes de sus *civitates* y la adscripción de sus ciudadanos a la tribu *Galeria*, obligan a replantear esta cuestión. La relativa abundancia de dedicatorias a Augusto en la Beturia es el reflejo de la *devotio* de estas ciudades a la familia *Iulia*²⁵. Con esto queremos plantear que no existen indicios firmes para corroborar que esta inscripción sea falsa, aunque tampoco contamos con elementos para corroborar su autenticidad, salvo la fórmula epigráfica y el paralelo de otras inscripciones dedicadas a Augusto en la Beturia. Un análisis detallado de la inscripción por A. M^a Canto le lleva a considerar que por el *ductus* se puede catalogar de época la primera línea (IMP. DIVO AUGUSTO), mientras las siguientes pudieron ser añadidas²⁶. Estas interpretaciones se adaptan a los datos aportados por el registro arqueológico, pues el hábitat romano de mayor desarrollo de la zona de Cala se encuentra en la misma mina y no en el casco urbano, y esta inscripción si es original en la dedicatoria procedería de la mina y no del caso urbano. Por otra parte, aunque se ha situado también *Segida* en término de Gerena²⁷, todos los datos apuntan a que se encontraban en Burguillos del Cerro²⁸, ubicación más acorde con la situación de las ciudades privilegiadas de la Beturia. En definitiva, creemos que hay que descartar la identificación de *Segida* con Cala.

Con relación a la ubicación de ciudades romanas en la zona minera de Cala es interesante la propuesta de A. M^a Canto, para quien en esta zona se encontrarían *Callenses Aeneanici*, que traduce como los Callenses del cobre, en lugar de interpretar *Aeneanici* como cognomen alusivo a la familia *iulia* por su origen troyano²⁹. A pesar de que la mayor parte de los investigadores sitúan esta ciudad al sur del río Guadalquivir³⁰, esta identificación, que retoma una vieja teoría de R. Caro³¹, está ganando adeptos. En este mismo sentido se pronuncia L. Berrocal en varios de sus trabajos³², y propone algunos emplazamientos

²⁵ Este tema ha sido tratado por A. M^a. CANTO, *Epigrafía romana de la Baeturia*, Madrid, 1997. Véanse también A. M^a. CANTO, "Noticias arqueológicas y epigráficas sobre la Beturia Celtica", *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid*, 18, 1991, pp. 275 ss; y A. M^a. CANTO, "La Baeturia Celtica. Introducción a su epigrafía", *Celtas y Turdulos: La Baeturia*, Cuadernos Emeritensis, 9, 1995, pp. 293 ss.

²⁶ A. M^a CANTO, *Epigrafía romana de la Baeturia*.....

²⁷ J. GONZÁLEZ y J. PRIEGO, "Las monedas con leyenda ILSE y el emplazamiento de Segida Restituta Iulia", *Numisma*, 177-179, 1982, pp. 45 ss.

²⁸ A. M^a. CANTO, *Epigrafía romana de la Baeturia*.....

²⁹ A. M^a. CANTO, *Epigrafía romana de la Baeturia*.....

³⁰ M^a L. CORTIJO CEREZO, "Callet y Callenses en Plinio", *I Coloquio de Historia Antigua de Andalucía*, I, Córdoba, 1993, pp. 477 ss.

³¹ R. CARO, *Antigüedades y Principado de la Ilustrísima ciudad de Sevilla y Chorografía de su convento jurídico*, Sevilla, 1634.

³² Entre otros trabajos de L. BERROCAL: *Los pueblos célticos del Suroeste de la Península Ibérica*, Complutum Extra 2, Madrid, 1992; "La Baeturia: definición y caracterización de un territorio prerromano", *Celtas y Turdulos: La Baeturia*, Cuadernos Emeritensis, 9, 1995, pp. 151 ss; *La Baeturia, un territorio prerromano en la Baja Extremadura*, Badajoz, 1998; y "Tentudía, La Romanización de una tierra de frontera", *Actas del I Congreso de la Memoria Colectiva de Tentudía*, Badajoz, 2002, pp. 51 ss

ros posibles en la Sierra de los Castillejos, cercana a las Minas de Cala, y en Cerro Cascajal, pero el primero es un asentamiento de la Edad del Cobre y en el segundo no se encuentran evidencias claras de ocupación³³.

Un índice también ponderado de la ocupación romana en estas minas lo ofrece la circulación monetaria, que ha sido analizada por F. Chaves Tristán a partir de las colecciones particulares de monedas procedentes del poblado romano de Minas de Cala, que muestra una fuerte relación con otros centros de la Bética³⁴.

La potencialidad arqueológica de las Minas de Cala fue resaltada también en los estudios de C. Domergue, para quien esta mina fue un importante centro productor de cobre entre los siglos I y IV d.C.³⁵.

Las únicas analíticas de escorias fueron realizadas por uno de nosotros sobre muestras recogidas en el escorial de Los Polvorines y en laderas del Castillo de Cala, que prueban la producción de cobre en época romana³⁶ y de hierro en momentos bajo-medievales³⁷.

El descubrimiento de un enterramiento en cista junto a los vacies de la mina moderna³⁸, añadía un elemento de interés, y esta ocupación de la mina fue relacionada con el poblado fortificado de El Trastejón (Zufre), sobre la Rivera del Hierro, que nace en estas concesiones mineras. La necrópolis de cistas correspondería a un pequeño campamento minero de carácter estacional³⁹.

Con relación a la explotación de estas mineralizaciones en la Edad del Bronce hay que añadir también las prospecciones de M. Hunt, quien destaca el papel de la mina Sultana por la aparición de martillos de minero con surco central de emnangue junto a una de las galerías de la mina moderna⁴⁰.

Este breve repaso a la investigación sobre las minas de Cala ofrece ya elementos de interés que vamos a intentar ampliar a continuación, es especial la realidad metalúrgica de época romana y de los asentamientos que están asociados a ella, que pueden contribuir a despejar algunas de las incógnitas que la investigación tiene planteadas.

³³ T. RIVERA y E. ROMERO, "Explotaciones mineras de época romana en la Rivera de Cala....."

³⁴ F. CHAVES TRISTÁN, "Aspectos de la circulación monetaria en la provincia de Huelva", *II Jornadas de Patrimonio de la Sierra de Huelva*, Sevilla, 1998, pp. 191 ss.

³⁵ Así aparece recogido en las obras que C. Domergue ha dedicado a la minería hispana de época romana, *Catalogue des mines et des fonderies antiques de la Péninsule Iberique*, Madrid, 1987, y *les mines de la Péninsule Iberique dans l'antiquité romaine*, Paris, 1990.

³⁶ J. A. PÉREZ MACÍAS, *Las minas de Huelva...*

³⁷ J.A. PÉREZ MACÍAS, "Cerro Salomón y la minería hispanomusulmana en Garb al-Andalus", *Arqueología Medieval*, 6, 1999, pp 19 ss

³⁸ J.A. PÉREZ y M.M. RUIZ, "Nuevas necrópolis de cistas en la provincia de Huelva", *Huelva en su Historia*, 1, 1986, pp. 67 ss.

³⁹ V. HURTADO y L. GARCÍA SANJUÁN, "Áreas funcionales en el poblado de la Edad del Bronce de El Trastejón (Zufre)", *Arqueología en el entorno del Bajo Guadiana*, Sevilla, 1994, pp. 239 ss.

⁴⁰ M. HUNT ORTIZ, "Prospección Arqueológica Superficial de la cuenca alta de la Rivera de Cala y Río Corumbel (Huelva)". *Anuario Arqueológico de Andalucía/1990, II*, 1992, pp.84 ss.

LA PRODUCCIÓN METÁLICA EN MINAS DE CALA

Resulta difícil pronunciarse sobre los inicios de las explotaciones mineras en las Minas de Cala, pero resulta evidente que el interés de estas mineralizaciones despertó en la antigüedad siempre estuvo orientado a la producción de cobre. El yacimiento en sí era llamativo, con un gran afloramiento de óxidos de hierro y algunos filoncillos con malaquita y calcopirita.

No es extraño así que el poblamiento en los alrededores de la mina se atestigüe ya desde la Edad del Cobre. A este momento corresponde El Cerro del Vinagre, un pequeño hábitat en los crestones de calizas junto a la concesión Los Dolores, y otro algo más alejado en la Sierra de los Castillejos (figuras 1 y 2). En el primero hemos recogido cerámicas a mano, entre ellas fragmentos de platos de borde almendrado y borde engrosado, y un hacha pulimentada (figura 3), y en el segundo cerámicas atípicas a mano e industria lítica de carácter microlítico característica del III milenio a.C. A este último poblado deben estar asociados dos estructuras dolménicas de los alrededores, el dolmen de El Valle y el dolmen del Collado de la Liebre.

No hemos recogido ningún tipo de registro metalúrgico que pueda relacionar estos asentamientos con la explotación de estas minas, pero esto no es obstáculo para plantear que es en estos momentos cuando se inicia la actividad minera sobre los filones de cobre, con malaquita y calcopirita asociadas a bandeados de caliza y granito. Los métodos de fundición de estos momentos, las vasijas-hornos⁴¹, dejan escasos residuos metalúrgicos y sólo la excavación puede certificarnos la práctica de la metalurgia del cobre.

Aunque planteamos un comienzo de la explotación en estos momentos, del que por ahora no tenemos evidencias directas, si es un factor a tener en consideración la posición de estos asentamientos, en el extrarradio de las mineralizaciones, lo que no deja lugar a dudas de que estas poblaciones no tuvieron una dedicación exclusivamente minera, como otros casos conocidos, entre ellos el Cabezo Juré en Alonso⁴², alejado también de las mineralizaciones de Tharsis. Este alejamiento de las mineralizaciones puede ser interpretado como que la minería era una actividad complementaria, un modelo de economía mucho más diversificada que el de los asentamientos de la Edad del Bronce, que desarrollan sus actividades a pie de mina, como sucede en el poblado de Chinflón en Zalamea la Real⁴³.

⁴¹ P. GÓMEZ, I. MONTERO, Y S. ROVIRA, "la metalurgia prehistórica en la Sierra de Aracena", *XII Jornadas del Patrimonio de la Comarca de la Sierra*, Huelva, 1999, pp. 237 ss. Este tipo de escorias de crisoles-horno se documenta también en el suroeste en Cabezo Juré de Alonso, *cf.* R. SÁEZ, F. NOCETE, J.M. NIETO, M.A. CAPITÁN, S. ROVIRA, A. RUIZ-CONDE, y J. SÁNCHEZ-SOTO, "Metalurgia del Cu en Cabezo Juré (Alonso, Huelva): estudio mineralógico de escorias del 3^{er} milenio a.n.e.", *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía*, 24, 2001, pp. 171 ss.

⁴² Sobre la producción de cobre en Cabezo Juré F. NOCETE, A. ORIHUELA, A. PERAMO, P. ESCALERA, J.A. LINARES, R. LIZCANO, R. OTERO, y J.C. ROMERO, *Cabezo Juré 2500 a. C. Alonso, Huelva*, Huelva.

⁴³ M. PELLICER y V. HURTADO, *El poblado metalúrgico de Chinflón (Zalamea la Real, Huelva)*, Sevilla, 1980.

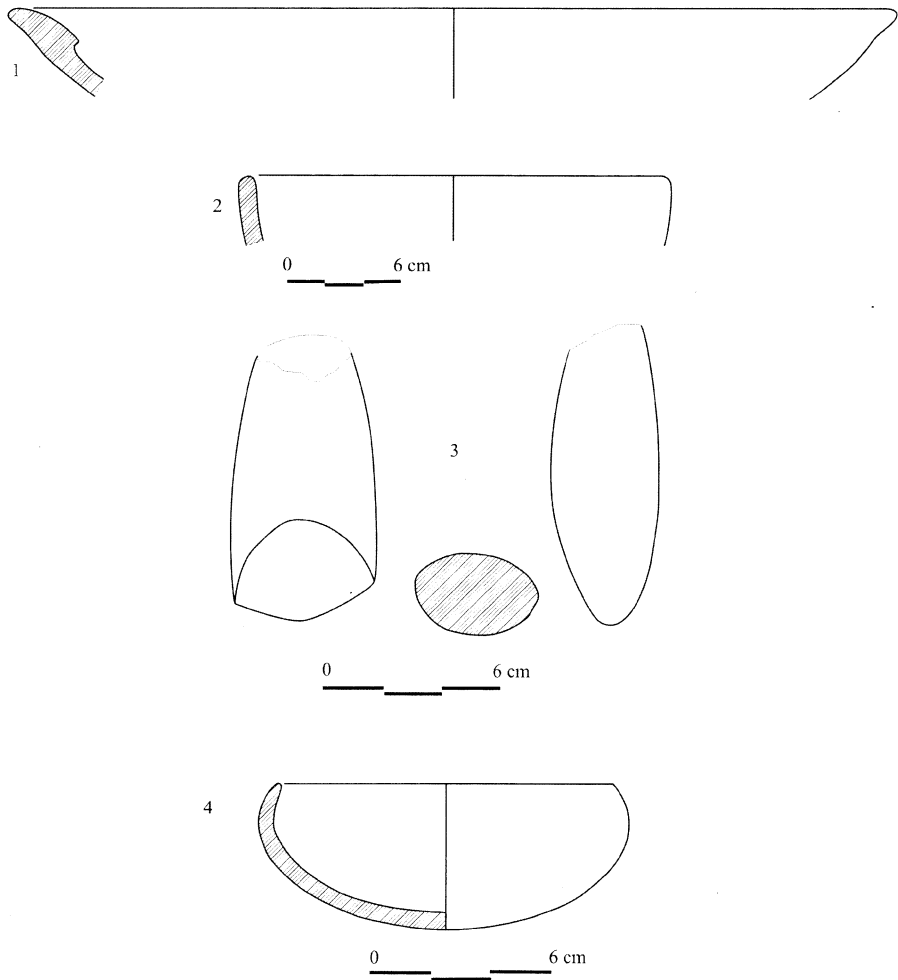


Figura 3. Cerro del Vinagre, 1 a 3. Cista de Minas Cala, 4.

Las mineralizaciones de Minas de Cala, con largas estructuras filonianas de óxidos de hierro (magnetitas) y sulfuros de cobre (calcopiritas), debieron ser llamativas para el minero antiguo, lo mismo que lo fueron para la minería moderna, que dado el gran crestón ferruginoso creyó que debajo existía un gran depósito de pirritas, cuando en realidad la potencia y extensión de la montera no tenía relación alguna con los minerales primarios infrayacentes. Hoy día pueden recogerse en la mina costras de carbonatos de cobre (malaquita) en las calizas de los respaldos, y este tipo de mineralización debería ser abundante en el nivel superficial.

No puede demostrarse, en definitiva, una relación directa entre estos asentamientos y necrópolis dolménicas del III milenio a.C. con la minería del cobre, pero su situación tuvo que ver con las posibilidades que este recurso les ofrecía. La minería a cielo abierto y las grandes escombreras que se formaron en las laderas de la Sierra del Venero con el desmantelamiento de los crestones gossanizados y estériles, ha destruido o soterrado todas las evidencias de minería antigua, pero la aparición de útiles pulimentados en las mineralizaciones, algunos presentados en el trabajo de H. Quiring, pudieran servir también como argumento para defender una primera explotación de los carbonatos superficiales en el III milenio a.C.

A lo largo del II milenio a.C., durante la Edad del Bronce, las pruebas de una minería y metalurgia del cobre en las mineralizaciones de Minas de Cala, cuentan ya con evidencias indirectas. En primer lugar, la existencia de enterramientos en cista en la mina (figura 3) nos está indicando, como ocurre en otros puntos de Andalucía, que la metalurgia del cobre tiene un mayor peso en la economía de estas poblaciones, fomentando en la sociedad de la época una mayor jerarquización social, la fragmentación de los grupos sociales, y la individualización de las jefaturas.

A esta necrópolis de cistas debería corresponder un asentamiento aún no identificado, que pudiera encontrarse en la zona más alta de la Sierra del Venero, pero las posibilidades de prospección de esta zona son nulas debido a está cubierta por las toneladas de las escombreras de los vacíos de la cobertera de óxidos de hierro. Quizás de esta zona de la mina procedan los pulimentados publicados por H. Quiring.

Pero a nuestro juicio, las evidencias más firmes de esta práctica de la minería y metalurgia del cobre en las Minas de Cala, la ofrecen algunos poblados de la Edad del Bronce de los alrededores con metalurgia del cobre, entre ellos el mejor conocido el de El Trastejón, aguas abajo de la Rivera del Hierro. Ante la falta de mineralizaciones próximas a este asentamiento, se ha propuesto que el mineral procedía de las Minas de Cala, donde podía estar situado un pequeño campamento minero de carácter temporal dependiente del mismo. La situación de privilegio que ocupa éste y otros poblados de la Rivera del Hierro y la Rivera de Montemayor, Trastejón, Papua y Alto del Gato⁴⁴ (figura 1), manifiestan el auge de estas poblaciones y las posibilidades de salida de estos minerales a los mismos. Aunque desconozcamos el nivel de relaciones entre ellos, por su relativa proximidad todos forman un conjunto que representa la nuclearización del poblamiento en ese sector, que forma un espacio central, en el que Minas de Cala es la fuente de aprovisionamiento de minerales.

⁴⁴ V. HURTADO y L. GARCÍA, "Prospección de superficie en la Sierra de Huelva. Campaña de 1992", *Anuario Arqueológico de Andalucía* 1992, II, 1995, pp. 237; y L. GARCÍA, M. HUNT, V. HURTADO, y E. ROMERO, "La ocupación humana en la comarca de la Sierra durante la Edad del Bronce", *XII Jornadas del Patrimonio de la Comarca de la Sierra*, Huelva, 1999, pp. 149 ss.

Las evidencias metalúrgicas de las que carecemos en Minas de Cala para la Edad del Bronce, pueden completarse con el testimonio de otras minas de Cala, y puede servir de referente para conocer el sistema de producción de metales de la zona de Cala en estos momentos. La metalurgia en vasijas-hornos deja muy pocos residuos, pero en un poblado fortificado de la Edad del Bronce de la Rivera de Cala, Santa Marta II, hemos encontrado y analizado un fragmento de galbo escorificado de uno de estos crisoles y escorias, que cabe relacionar con la explotación de los minerales de la concesión de San Rafael, sobre esta misma rivera⁴⁵. Estos datos nos llevan a considerar que la explotación del mineral de cobre de la zona minera de Cala se generaliza en la Edad del Bronce, momento de aparición de verdaderos poblados minero-metalúrgicos sobre las mineralizaciones, que explotan estos filones para el abastecimiento de poblados de mayor envergadura, como indican los casos de Minas de Cala y El Trastejón en la Rivera del Hierro y San Rafael y Santa Marta II en la Rivera de Cala. Una parte de esta producción debía procesarse en estos poblados mineros, verdaderos centros de producción metalúrgica, como indica también el caso del asentamiento del Polideportivo de Puerto Moral, un pequeño hábitat dedicado exclusivamente a la producción de cobre por la explotación una pequeña formación filoniana cercana⁴⁶.

El trabajo en estos pequeños filones de sulfuros de cobre generaría así un tipo de poblamiento especializado en la metalurgia del cobre, cuya producción, bien en forma de mineral o metal, encontraba fácil salida a los grandes poblados fortificados, de economía más diversificada y sociedades más segmentadas.

Algunos de adornos de oro del Bronce Final y II Edad del Hierro de la comarca, como los brazaletes de oro de Bodonal de la Sierra⁴⁷ y el tesoro de la Sierra Martela en Segura de León⁴⁸, pueden relacionarse con las explotaciones de oro en el Grupo Sultana-San Rafael, las mineralizaciones con oro nativo más importantes de la zona, pero carecemos de análisis isotópicos que corroboren esta génesis. En el Cerro de los Rehoyos (San Rafael) hemos recogido cerámicas a mano que podrían encuadrarse en esta época, pero a falta de una excavación resulta problemático asignarles una cronología precisa.

Las Minas de Cala no pueden servir de apoyo para defender la existencia de sociedades mineras durante la II Edad del Hierro. Las mineralizaciones de Minas de Cala son ricas en óxidos de hierro de alta ley, como las magnetitas, más abundantes en estas minas que los minerales de cobre, malaquita y calcopirita. A. M. Canto defiende que estas mineralizaciones de Ossa Morena en el norte de

⁴⁵ J.A. PÉREZ, T. RIVERA, y E. ROMERO, "Crisoles-hornos en el Bronce del Suroeste", *XXII Congreso Nacional de Arqueología*, Teruel, 2003, en prensa.

⁴⁶ Este asentamiento en J.A. PÉREZ MACÍAS, *Metalurgia extractiva prerromana en Huelva...*

⁴⁷ M. ALMAGRO GORBEA, *El Bronce Final y el periodo Orientalizante en Extremadura*, Biblioteca Prehistórica hispana, XV, Madrid, 1977.

⁴⁸ L. BERROCAL RARGEL, "Placas áureas de la Edad del Hierro en la Meseta Occidental", *Trabajos de Prehistoria*, 49, 1989, pp. 279 ss.

la provincia de Huelva y sur de la de Badajoz, fue uno de los motivos que originó la migración de gentes de la Meseta a esta zona⁴⁹, incorporada por Roma a su *Provincia Ulterior Baetica* y denominada desde las fases de conquista como *Baeturia*⁵⁰. Sin embargo, hasta el momento no hemos encontrado rastros de poblamiento de este momento, y los asentamientos más cercanos de la II Edad del Hierro, como el Castillo de Santa Olalla de Cala⁵¹, se encuentran alejados de estas y otras mineralizaciones de la zona (Minas Teuler) y no tiene referentes metalúrgicos en su registro arqueológico.

Curiosamente, el momento de mayor esplendor de la minería antigua en las Minas de Cala es el período romano, y en esta etapa fue un centro productor de cobre, a pesar de que los minerales de hierro son más abundantes. Como otros distritos mineros de la Bética con posibilidades de explotación de minerales de cobre y hierro, como sucede en *Munigua* (Villanueva del Río y Minas, Sevilla)⁵², la minería romana se interesó primero en la explotación de las mineralizaciones de cobre, y sólo cuando éstas se consideraron agotadas, se inició con la explotación de los minerales de hierro (oligisto y magnetita) a escala industrial.

Sin embargo, como toda la zona minera del suroeste ibérico fue escasamente trabajada en época republicana, pues las *societates* se limitaron a continuar con las explotaciones bárcidas en el sureste y las mineralizaciones de cobre y plomo de Sierra Morena Oriental⁵³. El cronograma de las explotaciones en las Minas de Cala se adapta al ritmo de producción de las cuencas mineras occidentales de Sierra Morena, especialmente el Cinturón Ibérico de Piritas, (Zona Surportuguesa). En estas minas, salvo Riotinto, cuya minería de época republicana continúa con la actividad de la segunda mitad del siglo III a.C., la puesta en explotación se produce en tiempos augusteos, una vez liquidados los problemas de las Guerras Civiles a lo largo del siglo I a.C., momento poco propicio para que las sociedades mineras invirtieran en la explotación minera⁵⁴.

La explotación romana en Minas de Cala la conocemos bien gracias al trabajo de H. Quiring. Señala en su plano las tres principales galerías romanas

⁴⁹ Lo planteó en su trabajo: “*Noticias arqueológicas y epigráficas sobre la Beturia Celtica...*”, y lo ha defendido en trabajos posteriores.

⁵⁰ L. GARCÍA IGLESIAS, “La Beturia, un problema geográfico de la Hispania Antigua”, *Archivo Español de Arqueología*, 44, 1971, pp. 86 ss.

⁵¹ M. A. VARGAS DURÁN, “El Castillo de Santa Olalla de Cala”, *XII Jornadas de Patrimonio de la Comarca de la Sierra*, Huelva, 1999, pp. 111 ss.

⁵² T. SCHATTNER, J.A. PÉREZ, y G. OVEJERO, “Munigua 2001 (Villanueva del Río y Minas, Sevilla)”, *Anuario Arqueológico de Andalucía/2000*, II, 2003, pp. 76 ss.

⁵³ M^a L. SÁNCHEZ LEÓN, *la economía de la Hispania meridional durante la dinastía de los Antoninos*, Salamanca, 1978. Estas explotaciones republicanas en Córdoba en J. GARCÍA ROMERO, *Minería y metalurgia en la Córdoba romana*, Córdoba, 2002.

⁵⁴ El control de las áreas mineras fue objetivo primordial de los bandos en conflicto. Sobre este asunto C. DOMERGUE, “Un temoignage sur l’industrie minière et metallurgique du plomb dans la region d’Azuaga (Badajoz) pendant la guerre de Sertorio”, *XI Congreso Nacional de Arqueología*, Zaragoza, 1970, pp. 608 ss.; y G. CHIC, “Q. Sertorio procónsul”, *Actas de la Reunión sobre Epigrafía hispánica de época romano-republicana*, Zaragoza, 1986, pp. 171 ss.

(*ternagi*), las denominados Galería Romana, Galería Dominesa, y Galería Paquita en la parte septentrional de la mineralización⁵⁵.

La Galería Romana entra en el filón desde la roca de caja granítica (figura 8), y tenía unas dimensiones de 1,50 por 1,10 m en unos tramos y 1,50 por 1,80 m en otros. Su recorrido, de unos 160 metros, es sinuoso antes de topar con la mineralización, con algunas galerías transversales (cruceiros) de busca de mineral. Al entrar en el filón la galería se hace más rectilínea, en dos direcciones, una hacia el Norte, donde se divide en dos galerías en cruz al topar con el respaldo estéril del filón, con intención de buscar la continuidad de mismo; y otra hacia el Sur, siguiendo la mineralización, donde comienzan a excavar pocillos ovales a trechos para comunicarla con el exterior para facilitar la ventilación y orientación (*spiramina*), pocillos rectangulares para la evacuación del mineral, y algunas galerías transversales para conocer la anchura del filón. La galería acaba cuando llega a la roca de caja en la Sur del filón. La exploración del filón a niveles inferiores se realiza por medio contrapozos inclinados.

El socavón Dominesa tenía menor recorrido (figura 7), pero estaba formado por galerías a distintas alturas, unidas por pozos inclinados. Tenía también cruceiros a las galerías principales para buscar mayores enriquecimientos, y cámaras (anchurones) donde se ha llevado a cabo la extracción. Contragalerías y contrapozos fueron también frecuentes para la exploración y explotación en vertical de la riqueza de los filones, mientras que las galerías transversales lo fueron para explotación horizontal⁵⁶.

Igual disposición presentaba otra galería romana descubierta por el socavón Paquita, aunque estaba formada por dos galerías gemelas unidas por galerías perpendiculares. La principal se comunica con el exterior por medio de pocillos ovales como en los casos anteriores. Sus traviesas terminan cuando encuentran las rocas de caja de mineralización.

H. Quiring dibuja también una de las pequeñas galerías de exploración (*cuniculi*), de 1,40 por 1,20 m, que adjudica por sus menores dimensiones a la Edad del Bronce, momento al que asigna la primera explotación de la mina por los útiles pulimentados encontrados en los alrededores.

El único documento fotográfico de esos minados romanos es un pequeño pozo con huecos en las paredes para facilitar el acceso (lámina 4). La fotografía

⁵⁵ H. QUIRING, "Vorgeschichtliche Studien in Bergwerken Südspanien....."

⁵⁶ Este tipo de técnica minera se documenta también en otras minas romanas: Riotinto, *cif.* J. A. PÉREZ, F. GÓMEZ, G. ÁLVAREZ, y E. FLORES, *Documentación de la minería antigua en las minas de Riotinto*, Huelva, 1991, y J. A. PÉREZ, F. GÓMEZ, G. ÁLVAREZ, y E. FLORES, "La minería antigua en la Faja Pirítica Ibérica", *Vipasca*, 5, 1996, pp. 11 ss.; Sotiel Coronada, *cif.* O. DAVIES, *Roman Mines in Europe*, Oxford, 1934; Tharsis, *cif.* J.A. PÉREZ, F. GÓMEZ, G. ÁLVAREZ, E. ROMÁN, y J.BECK, "Excavaciones en Tharsis (Alosno, Huelva). Estudios sobre la minería y metalurgia antiguas", *Boletín de la Asociación Española de Amigos de la Arqueología*, 28, 1990, pp. 5 ss.; Aljustrel, *cif.* B. CAUJET, C. DOMERGUE y C. DUBOIS, "Mine d'Aljustrel: fouilles archéologiques dans les anciens réseaux miniers des Algarves (Portugal)", *Mineração no Baixo Alentejo, II*, Castro Verde, 2001, pp. 38 ss.; y Valongo, *cif.* R. MERGULHO y otros, "Topografía das Minas Romanas de Valongo", *Trogle*, Mayo 2001, pp. 15 ss.

procede de la colección de la familia Rödiger, antigua propietaria de la Mina Sultana. Fue ya publicada por J.M^a Luzón, pero no indica que se descubrió en Minas de Cala⁵⁷.

Los asentamientos romanos en las Minas de Cala se encuentran en las márgenes del Arroyo de la Herrería. El más importante de ellos se sitúa en Los Polvorines (Cabezo de Antón García), junto al mayor escorial romano (figuras 1 y 2). Esta zona sería denunciada a principios del siglo XX como mina la O para la explotación de las escorias romanas. De este hábitat, parcialmente destruido por la construcción de las casetas para guardar los explosivos de la mina, se ven en superficie algunas alineaciones de muros de un metro de alzado. Estos construidos con mampuestos de pizarra y barro y tienen una anchura uniforme de 0,50 m y 0,70 m. Hace algunos años vecinos de Cala excavaron parcialmente una estructura, cuya planta puede identificarse con una casa romana con patio central y corredor perimetral⁵⁸ (figura 5).

Los materiales cerámicos de superficie acotan su momento de ocupación y producción metalúrgica. Entre ellos hemos seleccionado los siguientes:

- Borde de Sigillata Sudgálica, Drag. 26/27 (figura 4, 1)
- Borde de Sigillata Sudgálica, Drag. 35/36 (figura 4, 2).
- Borde de Sigillata Itálica, Conspectus 14 (figura 4, 3).
- Borde de Sigillata Sudgálica, Drag. 18 (figura 4, 4).
- Fondo de Sigillata Itálica (figura 4, 5).
- Fondo de Sigillata Sudgálica, (figura 4, 6).
- Fondo de Sigillata Sudgálica (figura 4, 7).
- Fondo de Sigillata Itálica (figura 4, 8).
- Fondo de Sigillata Itálica con sello en cartela rectangular de G.C. (figura 4, 9).
- Fondo de Sigillata Itálica (figura 4, 10).
- Fondo de Sigillata Itálica con decoración de ruedecilla al interior (figura 4, 11).
- Fondo de Sigillata Itálica (figura 4, 12).
- Fondo de Sigillata Sudgálica (figura 4, 13).
- Borde de Sigillata Sudgálica, Ritt. 1 (figura 4, 14).
- Borde de Sigillata Sudgálica, Drag. 24/25 (figura 4, 15).
- Borde de Sigillata Sudgálica, Drag. 26/27 (figura 4, 16).
- Borde de Sigillata Sudgálica, Drag. 26/27 (figura 4, 17).
- Borde de Sigillata Sudgálica, Drag. 26/27 (figura 4, 18).
- Borde de Sigillata Sudgálica, Drag. 24/25 (figura 4, 19).
- Borde de Sigillata Sudgálica, Drag. 26/27 (figura 4, 20).

⁵⁷ J. M^a LUZÓN NOGUÉ, "Instrumentos mineros de la España antigua", *La Minería Hispana e Iberoamericana*, León, 1970, pp. 221 ss.

⁵⁸ Este tipo de casa se conoce ya en ambientes mineros de época republicana y sería introducido por las sociedades mineras itálicas, *cf.* J. M. BLÁZQUEZ, C. DOMERGUE y P. SILLIÉRES, *La Loba (Fuenteobejuna, province de Cordoue, Espagne): la mine et le village minier antiques*, Bordeaux, 2002. Se documenta también en municipios relacionados con actividades minero-metalúrgicas, como *Munigua* (Villanueva del Río y Minas), *cf.* K. E. MEYER, K.E. (2001): "Die Häuser 1 und 6", *Mulva IV*, Madrider Beiträge, 27, Mainz, pp. 1 ss.

METALLUM

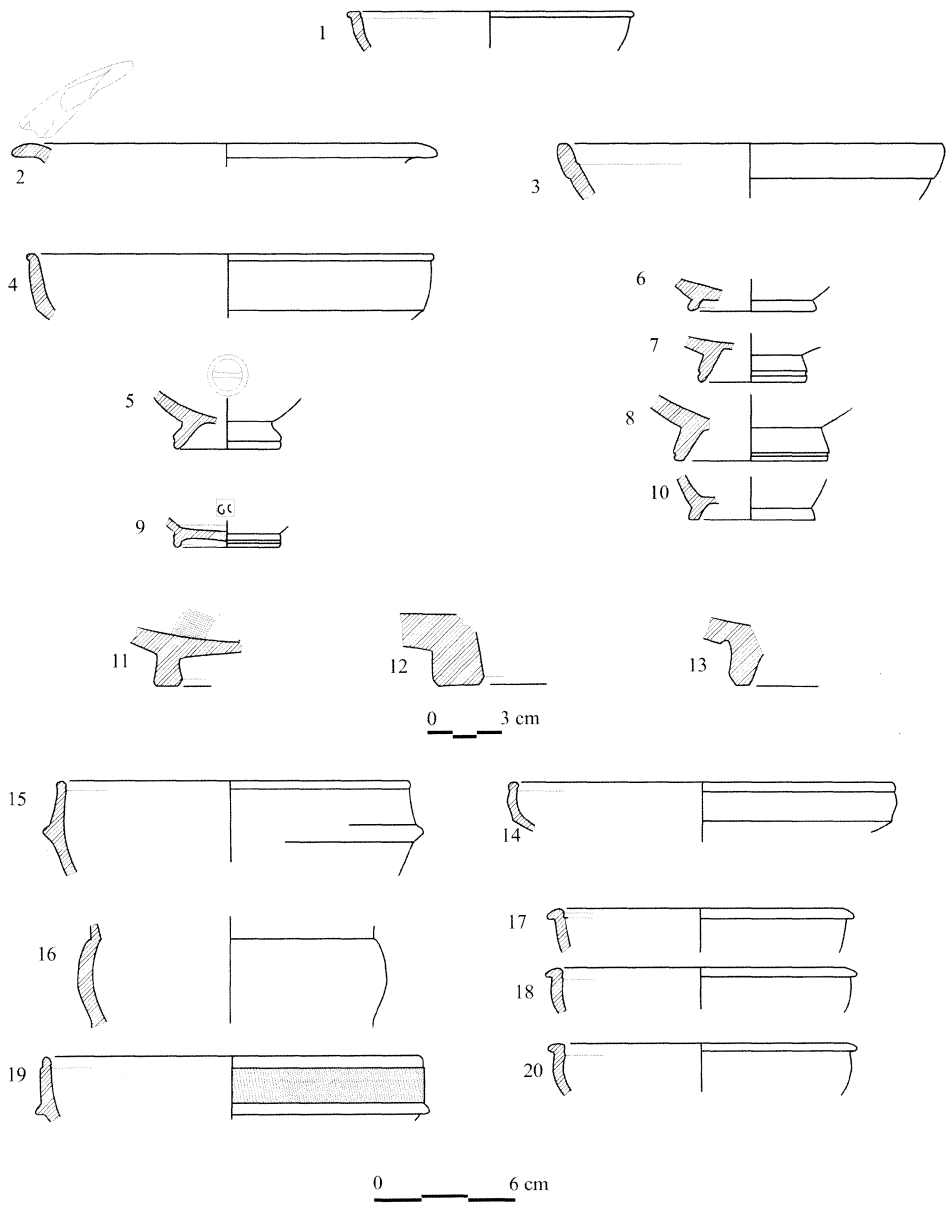


Figura 4. Los Polvorines

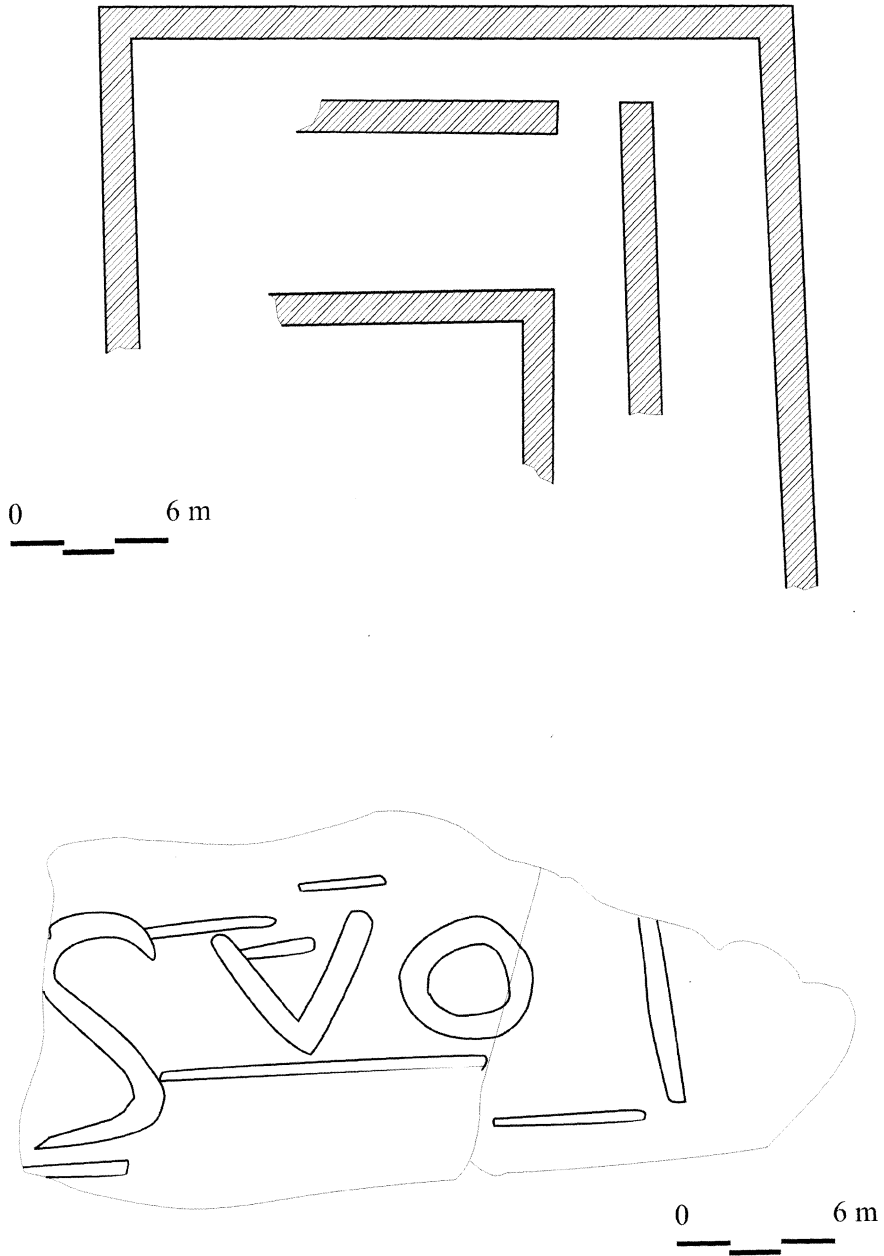


Figura 5. Estructura doméstica de Los Polvorines e inscripción sobre tégula

A pesar del escaso material cerámico, la cronología de este asentamiento puede situarse desde época augustea hasta momentos flavios, desde fines del siglo I a.C. hasta finales del siglo I d.C. Al primer momento corresponden las Sigillatas Itálicas⁵⁹ y a mediados y segunda mitad del siglo I d.C. las Sigillatas Sudgálicas, con predominio de formas de tiempos claudio-neronianos (Drag. 24/25 y Drag. 26/27)⁶⁰, aunque existen algunos tipos de los servicios de época flavia (Drag. 35/36)⁶¹. La ausencia de Sigillatas Africanas, corrientes en los asentamientos béticos a partir de los inicios del siglo II d.C., son un elemento a valorar para determinar el fin del asentamiento.

Esto nos lleva a proponer que el período de explotación romano de las mineralizaciones de cobre de Minas de Cala apenas se extendió un siglo, una cronología paralela a otros centros mineros del suroeste, en especial las minas filonianas de sulfuros de cobre. Sólo en las minas dedicadas a la producción de plata la explotación duraría más, como sucede en Riotinto y Tharsis, en las que el poblamiento se mantuvo al mismo ritmo hasta mediados del siglo II d.C.

Las estructuras del hábitat de Los Polvorines denotan que sería el lugar central de la explotación romana, y aunque su extensión no puede compararse a los grandes poblados mineros del Cinturón Ibérico de Piritas, sigue la tónica general de los poblados mineros romanos de producción cuprífera.

Contemporáneo a él es otro asentamiento romano de Minas de Cala, Casa Aníbal (figura 6), y la disposición de los muros que se observan en superficie, con casas de forma trapezoidal, sin divisiones internas, muros de pizarra mampuesta con aglutinante de barro de 0,50 m., muestran una tipología más sencilla que las estructuras de Los Polvorines. Es un tipo de vivienda con claros paralelos en el noroeste peninsular⁶² y que han sido definidas como casas bloque⁶³, pero sin compartimentaciones interiores. Es un tipo de edificación de unidades aisladas, con espacios libres entre ellas, pero sin formar calles. El tamaño de estas viviendas es uniforme y la prolongación de los muros de superficie nos muestran que las tres unidades siguen una misma modulación en la relación de dimensiones, 7 x 6,5 x 6 x 5,5 m; 6,5 x 6 x 5 x 4,5 m; y 6,5 x 6 x 5,5 x 5 m.

Junto a este tipo de viviendas se destaca un edificio compartimentado en cuarterones, de idéntica técnica edilicia, pero con muros de mayor grosor, 1 m aproximadamente, que quizás pudiera identificarse con una estructura de almacén.

⁵⁹ E. ETTLINGER, P.M. KENRICK, y K. ROTH-RUBI, "Die Formen", *Conspectus Formarum Terra Sigillatae Italico Modo Confectae*, Bonn, 2002.

⁶⁰ F. OSWALD y T.D. PRYCE, *An Introduction of the study of Terra Sigillata*, London, 1920.

⁶¹ A. VERNHET, "Création flavienne de six services de vaisselle á la Graufesenque", *Figlina*, I, 1976, pp. 13 ss.

⁶² Compárense por ejemplo con las viviendas del Castro de Corporales, *cif.* F. J. SÁNCHEZ-PALENCIA y M^a D. FERNÁNDEZ-POSSE, *La corona y el castro de Corporales I, Truchas (León). Campañas de 1978 a 1981*, Excavaciones Arqueológicas en España, 141, Madrid, 1985.

⁶³ P. A. FERNÁNDEZ VEGA, *Arquitectura y urbanismo en la ciudad romana de Iuliobriga*, Santander, 1990.

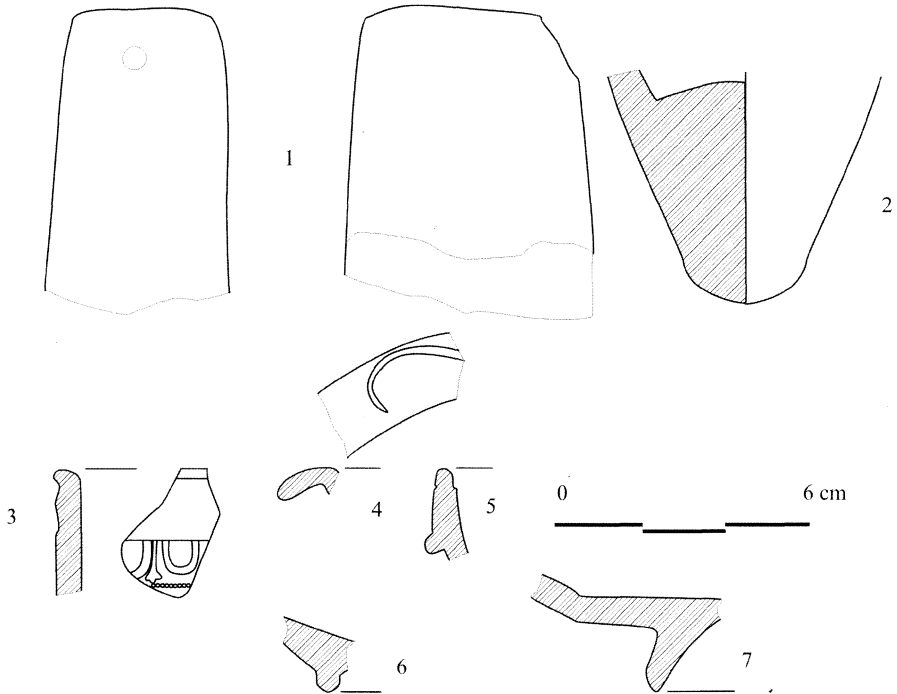
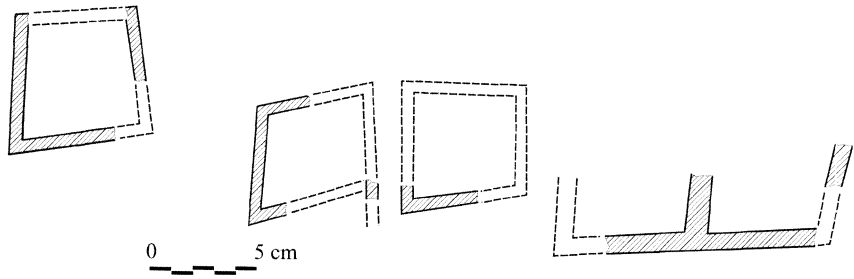


Figura 6. Casa de Aníbal.

Entre sus cerámicas hemos seleccionado las siguientes:

- Pesa de telar (figura 6, 1)
- Pivote de ánfora, Haltern 70 (figura 6, 2).
- Sigillata Sudgálica, Drag. 30 (figura 6, 3).
- Sigillata Sudgálica, Drag. 35/36 (figura 6, 4).
- Sigillata Sudgálica, Drag. 24/25 (figura 6, 5).
- Fondo de Sigillata Sudgálica (figura 6, 6).
- Sigillata Sudgálica, Drag. 15/17 (figura 6, 7).

En un cerro aislado al otro lado del Arroyo de la Herrería existe una pequeña necrópolis con enterramientos de cistas, tipo ya conocido en necrópolis romanas en otros ámbitos de la sierra de Huelva, como La Canaleta (Aracena)⁶⁴, La Puente (Corteconcepción)⁶⁵ y La Belleza (Aroche)⁶⁶.

Estas diferencias en la configuración de uno y otro hábitat nos llevan a considerar a los Polvorines como el asentamiento que ejerce el control de la administración de la mina, y donde se llevan a cabo los procesos de fundición del mineral y producción metalúrgica, mientras que Casa Anibal puede corresponder a un pequeño asentamiento de mineros. Estas diferencias se deben a que mientras en Los Polvorines se encuentran los escoriales romanos, en Casa Anibal no conocemos escoriales, por lo que su relación con la última fase de procesamiento del mineral y producción metalúrgica debe descartarse.

No obstante, en el registro cerámico de Casa Anibal son también corrientes las Sigillata Sudgálicas, por lo que no debe catalogarse como un simple poblado de esclavos mineros, sino como un poblado de asalariados (*mercenarii*) de los arrendatarios de las minas (*conductores*). Esta presencia de asalariados ya ha sido reseñada para las cuencas mineras onubenses, en las que la epigrafía atestigua individuos de origen norteño procedentes de Galicia, Lusitania y Meseta⁶⁷, que pudieron emigrar a esta zona en busca de mejores condiciones laborales en las minas⁶⁸. A pesar de la parcial documentación de las estructuras de Casa Anibal, su parecido con otros poblados mineros del norte peninsular⁶⁹, puede servirnos de apoyo para establecer que una parte de la población minera de la zona de Cala procedería también de esos lugares.

⁶⁴ M. DEL AMO Y DE LA HERA, "Enterramientos en cista en la provincia de Huelva", *Huelva, Prehistoria y Antigüedad*, Madrid, 1975, pp. 109 ss.

⁶⁵ E. ROMERO, T. RIVERA, A. M^a MARTÍN, B. RUIZ, y J.C. PECERO, "La necrópolis romana de la Puente (Corteconcepción, Huelva). Análisis preliminar de su excavación", *XII Jornadas del Patrimonio de la Comarca de la Sierra*, Huelva, 1999, pp. 293 ss.

⁶⁶ J. BEDIA y M^a L. ROMÁN, "Noticias preliminares de las excavaciones de urgencia en la finca La Belleza (Aroche)", *II Jornadas del Patrimonio de la Sierra de Huelva*, Sevilla, 1988, pp. 199 ss.; y J. M^a CUENCA, y M.J. PAZ, "La necrópolis romana de La Belleza (Aroche, Huelva). Estudio de materiales y análisis de su ajuar", *XI Jornadas de Patrimonio de la Sierra de Huelva*, Huelva, 1996, pp. 292 ss.

⁶⁷ A. BLANCO y J.M^a LUZÓN, "Mineros antiguos españoles", *Archivo Español de Arqueología*, XXXIX, 1966, pp. 73 ss.

⁶⁸ M^a P. GARCÍA BELLIDO, "Nuevos documentos sobre la minería y la agricultura romanas en Hispania", *Archivo Español de Arqueología*, LII, 1986, pp.37 ss.

⁶⁹ F. J. SÁNCHEZ-PALENCIA (Edit.), *Las Médulas (León). Un paisaje cultural de la Asturica Augustana*, León, 2000.

No puede contemplarse la existencia de estos dos lugares de habitación como correspondientes a dos concesiones mineras distintas. Aunque la explotación romana se ha centrado en dos zonas, Los Dolores y Dominesa, ambas se encuentran cercanas y más próximas a Los Polvorines.

La producción de cobre en época romana está confirmada por sus escoriales, algunos de ellos ya publicados por H. Quiring. El más importante es el llamado Cabezo de Antón García (figura 5), en las faldas del cerro donde se encuentra el hábitat de Los Polvorines, que tiene una extensión de 15.497 m². Fue parcialmente refundido por los trabajos de Ibarrola. La potencia de este escorial llega en ocasiones a los cuatro metros en la ladera norte y va disminuyendo hacia el Sur. Otro gran escorial, pero de menor potencia, se encuentra en El Valle, detrás del caserío de la mina moderna.

En el escorial de Los Polvorines, socavado por los trabajos de aprovechamiento de las escorias romanas por tostación y cementación, son abundantes los fragmentos de mineral, trozos de roca caliza con costras de malaquita (lámina 3, 1), que sería uno de los minerales de partida de la producción metálica. Este mineral es de difícil extracción por las rocas graníticas y calizas de caja, pero perfectamente identificable por su coloración verde, de estriado sencillo por presentarse en costras, y de fácil manejo metalúrgico por la ausencia de sulfuro.

Las escorias son densas, y forman grandes lupias de sangrado, producto de sucesivas cargas en el horno (lámina 3,2). De los hornos restan fragmentos de arcilla refractaria, escorificados, que formarían parte de sus paredes, aunque ninguno de ellos lo suficientemente completo para hacernos idea de sus dimensiones. Su capacidad sería reducida, lo que obligaba a sangrar la escoria, y no superarían los 40 cm de diámetro. Las escorias conservan todavía muchas irisaciones verdes por la lixiviación de los minerales de cobre que contienen. El tamaño de las lupias es semejante a las tortas de escorias romanas de Riotinto y otras minas del suroeste, lo que nos indica que este tipo de hornos y la tecnología metalúrgica eran comunes en época romana en toda esta zona minera de la Bética.

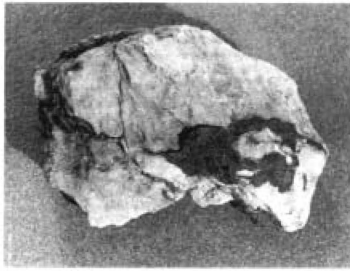
En la zona alledaña del hábitat recogimos algunos fragmentos de magnetita, y se seleccionaron varias muestras de escorias para conocer si también en época romana se había fundido este mineral para la producción de hierro. Los resultados no corroboran el tratamiento de estos minerales y la siderurgia, y es posible que esos minerales procedan de la consolidación del camino a la zona de los polvorines hace algunos años.

La escoria tiene la siguiente composición porcentual general (lámina 3, 3):

Mg	Al	Si	S	K	Ca	Mn	Fe	Cu
0.92	8.60	28.60	2.61	1.83	1.52	0.48	54.90	0.99

Esta composición de la escoria es de una fayalita, ferrosilicato con buena proporción de sílice y hierro, y contenido de cobre retenido característico de las escorias de producción cuprífera. En su espectro microscópico se detectan cristales de ferrosilicatos en distintas proporciones:

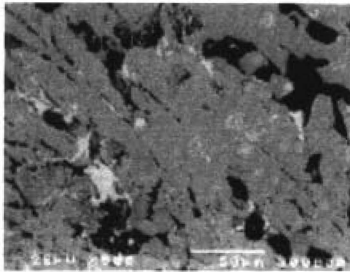
METALLUM



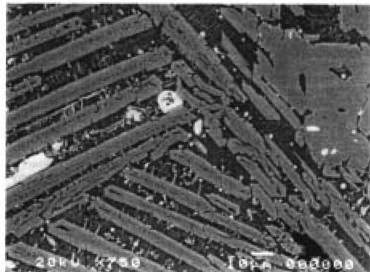
1



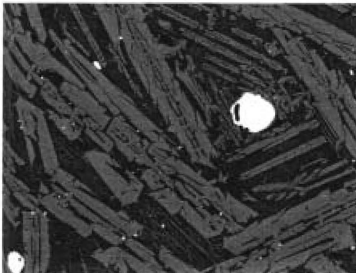
2



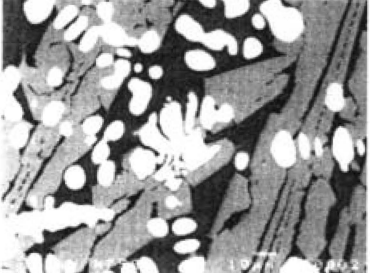
3



4



5



6

Lámina 3. Mineral y escorias de romanas de Minas de Cala.

Mg	Al	Si	S	K	Ca	Mn	Fe	Cu
1.98	0.57	31.85	-	-	0.46	0.89	65.85	-
-	23.44	57.02	-	16.91	-	-	6.21	-
-	34.95	0.78	-	-	-	0.34	60.02	-

Han quedado también en ella algunas partículas de mineral sin procesar, sulfuros de hierro-cobre y sulfuros de cobre:

S	Fe	Cu
35.45	54.11	6.69
23.32	8.52	64.01

Esta escoria es el resultado del tratamiento de sulfuros de hierro-cobre y sulfuros de cobre, estos últimos con alta ley en Cu. El cobre remanente de la escoria tiene un porcentaje similar a las escorias de cobre del suroeste, que nunca baja del 0.5 por ciento⁷⁰.

Una segunda muestra es también fayalita con buenas proporciones de Si y Fe. Su composición general es la que sigue (lámina 3, 4):

Mg	Al	Si	S	K	Ca	Mn	Fe	Cu
-	16.43	48.07	2.36	4.28	3.83	-	28.84	

Las fases fayalíticas están formadas por cristales de silicatos de hierro y ferrosilicatos:

Mg	Al	Si	S	K	Ca	Mn	Fe	Cu
11.99	0.47	34.20	-	-	-	0.72	54.28	-
7.31	-	32.85	-	-	-	0.76	57.99	

Resulta llamativa la escasa representación del cobre, anormal en una escoria de cobre, pues los minerales en la escoria indican que el mineral de partida si era de cobre:

Mg	Al	Si	S	K	Ca	Mn	Fe	Cu
0.79	1.75	4.01	53.22	-	-	-	20.24	54.69
-	-	0.68	47.61	-	-	-	50.03	4.48
2.97	0.92	1.24	50.68	-	-	-	9.26	68.54

Las proporciones de estos minerales corresponden a sulfuros de cobre-hierro, sulfuros de hierro-cobre, y sulfuros de cobre. La baja cantidad de cobre en la composición general de la muestra no tiene explicación satisfactoria, salvo que la escoria hubiera sido tratada para recuperarle el cobre, aunque con estas operaciones de tostación y lixiviación con lejías se hubieran eliminado también los sulfuros. No obstante, la presencia de sulfuros de cobre es indicativa de la finalidad de su fundición, y no creemos que pueda achacarse a la metalurgia del hierro cuando en la mina eran abundantes otros minerales de mayores cualidades siderúrgicas (magnetita). Por otra parte, las escorias de hierro son ricas en wustita⁷¹, que no aparece en esta escoria. Podría tratarse de una partida de mineral con una mayor proporción de sulfuros de hierro-cobre en los que el porcentaje de cobre es bajo para la formación de un régulo de cobre.

⁷⁰ Sobre estas escorias L. SALKIELD., "Ancient slags in the south west of Iberian Peninsula", *La Minería Hispana e Ibero-Americana*, León, 1970, pp. 85 ss. y A. BLANCO y B. ROTHENBERG, *Exploración Arqueometalúrgica de la Provincia de Huelva...* Escorias de similares características son las de Cerro Muriano en Córdoba, *cif.* R. CALABRÉS, A. J. CRIADO, J.A. MARTÍNEZ, y J. J. STORCH, "Metallkundliche Untersuchungen an Kupfer-Metall und Kupfer-Schlacken aus den Römischen Hüttenwerken in Cerro Muriano", *Praktische Metallographie*, 33, 1996, pp. 340 ss.; y R. CALABRÉS, A. J. CRIADO, J.A. MARTÍNEZ, y J. J. STORCH, "Roman-Era copper production at the Cerro Muriano Smelter", *Journal of Materials*, September 1996, pp. 66 ss.

⁷¹ H. G. BACHMANN, *The identification of slags from Archaeological Sites*, London, 1982.

El escorial de El Valle tiene una extensión aproximada de 10.451m² (figura 5), y aunque en superficie se observa la presencia de algún material constructivo romano, no creemos que esté asociado a otro hábitat de las características de Los Polvorines, sino a simples viviendas de los empleados de la fundición. La cercanía de este escorial a Los Polvorines nos indica que la mayor parte de la población que trabajaba en el mismo se desplazaba desde ese asentamiento.

Las escorias son también buenas fayalitas de sangrado, muy densas, y en forma de grandes lupias de acumulación de las sucesivas cargas de los hornos. Una muestra ha arrojado la siguiente composición general (lámina 3, 5):

Mg	Al	Si	S	K	Ca	Mn	Fe	Cu
-	8.98	39.02	0.95	1.45	2.39	0.71	43.56	2.11

Las proporciones de Si y Fe son las correctas de su composición fayalítica, con añadidos de sílice y hierro como fundentes, mientras el cobre tiene altos valores y nos confirma su origen en la metalurgia del cobre. Esta formada en su inmensa mayoría por cristales de silicatos de hierro y ferrosilicatos:

Mg	Al	Si	S	K	Ca	Mn	Fe	Cu
-	16.95	52.66	0.35	4.35	5.38	0.45	19.49	-
-	-	34.98	-	-	0.19	1.12	65.38	-

Entre las fases fayalíticas contiene todavía algunos minerales sin procesar, que han quedado retenidos en ellas, todos con composiciones de sulfuros secundarios de cobre:

S	Cu	Fe
21.09	79.83	1.45
20.71	78.11	1.54

Resulta llamativo que se hayan detectado dos zonas principales de extracción (Los Dolores y Dominesa) y la existencia de dos áreas de fundición (El Valle y Los Polvorines). Esta correlación de datos pueden servir de base para plantear la separación de los lugares de fundición de los minerales procedentes de cada una, o incluso para establecer que el sistema de arrendamiento (*conductio*) de cada zona exigió la ubicación distinta de los lugares de fundición de sus minerales, un signo más que nos informa de la regulación de las actividades mineras y metalúrgicas en las minas romanas, que conocemos bien en sus aspectos generales por las tablas de Aljustrel.

Un tercer asentamiento romano, de menor extensión, se localiza junto al pantano de la mina, en Casa de la Pizarra, donde aparecen en superficie escorias y nódulos de mineral de hierro (magnetita). Las cerámicas predominantes son las Sigillatas Africanas y las monedas encontradas en este lugar corresponden a los siglos IV y V d.C. Las escorias son fragmentos de tortas de sangrado, de composición fayalítica, ricas en wustita y características de las fundiciones siderúrgicas (lámina 3, 6):

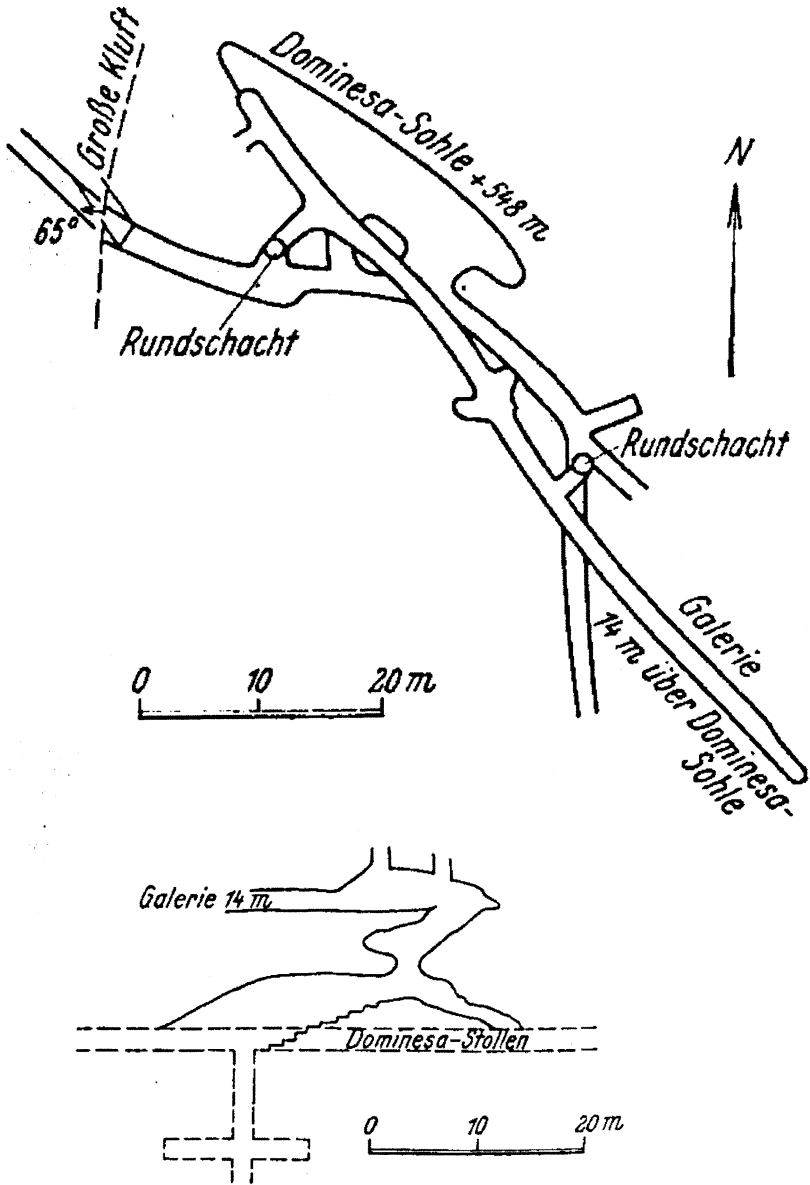


Figura 7. Galería Dominesa (según H. Quiring).

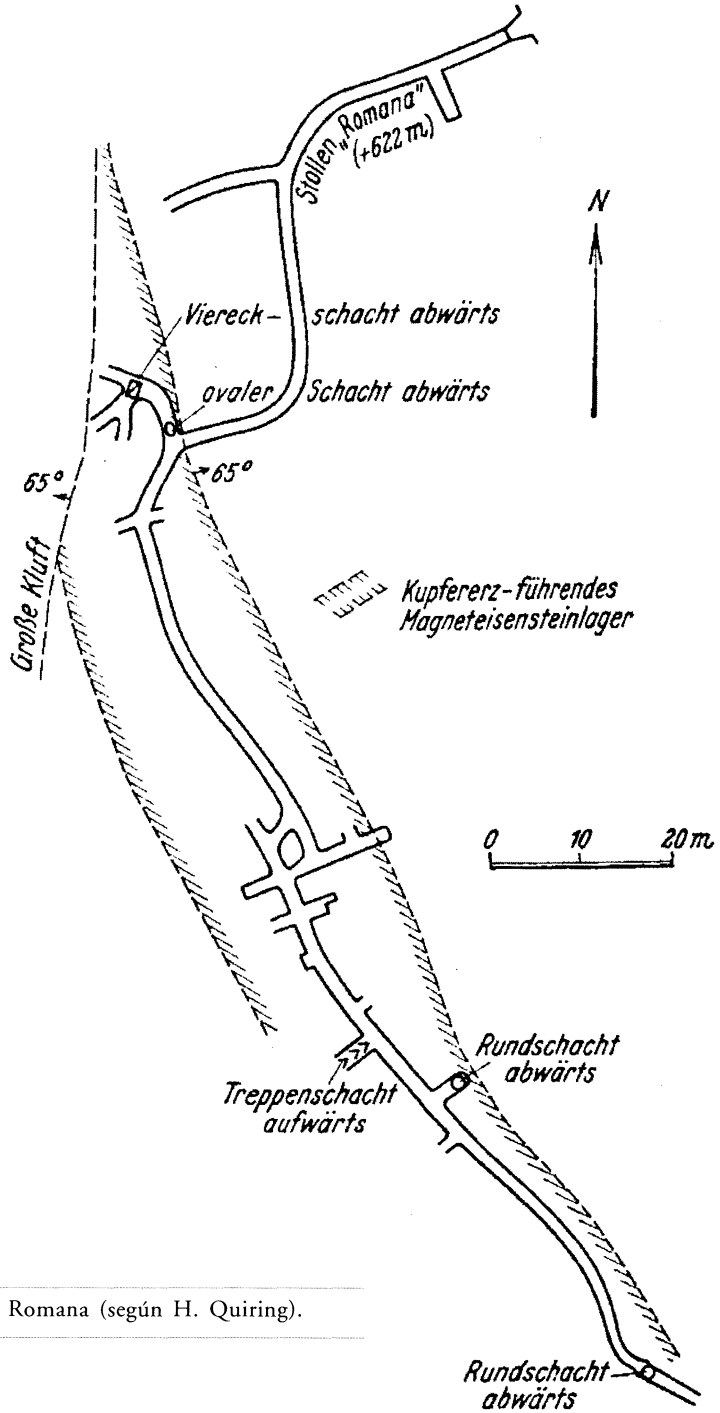


Figura 8. Galería Romana (según H. Quiring).



Lámina 4. Pozo romano y situación de los escoriales de Minas de Cala.

Mg	Al	Si	S	K	Ca	Mn	Fe	Cu
0.68	2.22	13.22	-	1.75	3.39	-	47.43	-
-	4.99	19.00	-	5.72	-	-	21.60	-
0.46	0.61	-	-	-	-	-	85.46	-

Idéntica composición y estructura tienen las escorias del Castillo de Cala y el escorial que se encuentra en los alrededores de la Ermita de la Virgen de Cala, con cerámicas de los siglos XVI y XVII. Esta producción de hierro en épocas bajo-medieval y moderna es un indicio de la continuidad de la minería en Minas de Cala en la línea de la explotación de época bajo-imperial romana, pero sin que supusiera un asentamiento estable en la mina, que pierde interés a favor de la villa de Cala, fundada a lo largo de la segunda mitad del siglo XIII d.C.⁷²

En resumen, Minas de Cala fue un importante centro productor de cobre y su período de esplendor se sitúa en el siglo I. d.C., desde época augústea a la flavia. La mina volvería a producir cierta cantidad de metal en los siglos IV y V d.C., pero agotadas ya las mineralizaciones de cobre en sus niveles superiores, se cambiaría a la producción siderúrgica con el tratamiento de las magnetitas. La producción de hierro continuaría en épocas bajo-medieval y moderna hasta que los trabajos en el siglo XIX recuperan la minería del cobre.

Dentro de los grandes centros productores de cobre de época romana en el suroeste ibérico, las 12.000 toneladas de escorias de Minas de Cala sólo se ven superadas por los escoriales de cobre de Riotinto (Marismilla y Tres Cruces) y de Tharsis (Silillos). Menor tonelaje de escorias de cobre y, por tanto, más bajo nivel de producción representan los escoriales de cobre de otras minas importantes, Buitrón, Cueva de la Mora, Confesionarios, Aguas Teñidas, San Eduardo, Cibeles, Concepción, Lagunazo, Lomero-Poyatos, El Carpio, Chaparrita, y Vuelta Falsa⁷³. En estas últimas el período de la explotación romana se centró también en el siglo I d. C., el momento álgido de la minería del cobre en el suroeste ibérico.

Las 12.000 toneladas de escorias de cobre de Los Polvorines nos pueden servir también para acercarnos a los niveles de producción de cobre en Minas de Cala en época romana. L. Salkield, jefe de los servicios metalúrgicos de Río Tinto Company Limited y experto conocedor de los procesos metalúrgicos por su experiencia en la fundición de Riotinto, calculaba que 1.000 kilos de mineral producían 4.500 kilos de escoria⁷⁴, y según esta proporción las 12.000 toneladas de escorias responderían al tratamiento de 2.666 toneladas de mineral (12.000: 4,5 = 2.666). Calculando una ley media del mineral en cobre obtendríamos la cantidad de cobre en ese mineral; la ley media de cobre puede establecerse en

⁷² M. LÓPEZ FERÁNDEZ, «Aproximación histórica a la comarca de Tentudía en la Ead Media», *Actas del I Congreso de la Memoria Colectiva de Tentudía*, Badajoz, 2001, pp. 257 ss.

⁷³ Sobre estos escoriales J. A. PÉREZ MACÍAS, *Las minas de Huelva en la Antigüedad.....*

⁷⁴ L. SALKIELD, "Ancient slags in the south west of Iberian Peninsula....."

los sulfuros de hierro-cobre y sulfuros de cobre presentes en las escorias, un 39 % Cu (6.69 + 64.01 + 54.69 + 4.48 + 68.54 : 5 = 39). El 39 por ciento de las 2.666 toneladas de mineral suponen 1039.7 toneladas de cobre. A esta cantidad habría que restarle el cobre retenido en la escoria, que tiene una media de 0.8 por ciento, unas 8.3 toneladas (0.8% de 1039.7 = 8.3), con lo que la producción final se acercaría a las 1031.4 toneladas de cobre (1039.7 – 8.3 = 1031.4). Esta cantidad es sin duda alta, pero a pesar de los errores que puedan existir en el cálculo de la ley de cobre del mineral, esta cifra es por sí sola significativa de los enormes beneficios de la minería del cobre⁷⁵. Explica y hace más comprensible la energía de trabajo y dinero invertida en la misma, el interés del emperador en controlarla, la avalancha de sociedades y arrendatarios de origen latino en invertir en ella, las migraciones desde otras comarcas, etc. Para el caso de Minas de Cala hay que considerar que el escorial de El Valle tiene una cantidad de escorias similar, y el resultado final habría que duplicarlo.

Este acercamiento a la realidad productiva de Minas de Cala nos sirve de excusa para reflexionar finalmente sobre la identificación de este centro con los *Callenses Aeneanici*, según las propuestas ya comentadas de A. M^a. Canto y L. Berrocal. Si bien es verdad que la reiteración toponímica de Cala (Cala, Rivera de Cala, Calilla, Santa Olalla del Cala, etc.) en esta zona puede ser una razón de peso para esta identificación, a las razones que esgrime M^a. L. Cortijo para situarla al otro lado del Guadalquivir, pueden añadirse otros argumentos. El mismo texto pliniano (*Naturalis Historia*, III, 13 a 15) define primero a la *Baeturia* como la zona entre el Guadiana y el Guadalquivir, de asentamiento céltico. A continuación enumera los *oppida* célticos de la Bética, en primer lugar los que recibieron algún tipo de beneficio, *Seria (Fama Iulia)*, *Nertobriga (Concordia Iulia)*, *Segida (Restituta Iulia)*, *Ugultania (Contributa Iulia)*, *Lacimurga (Constantia Iulia)*, *Siarenses (Fortunales)* y *Callenses (Aeneanici)*, y después los que no fueron beneficiados, *Arucci*, *Turobriga*, *Acinippo*, *Arunda*, *Lastigi*, *Salpensa*, *Saepone*, y *Serippo*; el criterio ahora no ha sido geográfico, sino el de etnia celta y de estatuto jurídico, y tanto una lista como otra no se refiere exclusivamente a la Beturia, sino a los célticos de la Bética. Así en la primera lista cita a *Nertobriga Concordia Iulia* (Sierra del Coto, Fregenal de la Sierra, Badajoz), situada en la Beturia, y a otra ciudad que no pertenecía a ella, *Siarenses Fortunales* (La Cañada, El Coronil, Sevilla)⁷⁶, y en la segunda a *Arucci* (Aroche, Huelva), de la región de la Beturia, y a *Acinippo* (Ronda la Vieja,

⁷⁵ Calculando sobre las leyes medias extraídas en el siglo XIX, 17 por ciento de cobre, la cifra se reduciría a la mitad, pero sería también alta, unas 449,5 toneladas de cobre. Estas leyes en I. PINEDO VARA, *Piritas de Huelva, su historia, su minería y aprovechamiento*..... El estriado a mano de época romana, sin procesos de concentración, hace verosímil esas leyes superiores al 30 % Cu.

⁷⁶ Sobre esta localización J. GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, “*Res publica Siarensium* y municipios de la Bética”, *Actas del II Congreso Andaluz de Estudios Clásicos*, Málaga, 1987, pp. 205 ss. y J. GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, “*Tabula Siarensis* y municipia ciuium romanorum”, *Zeitschrift für Papyrologie und Epigraphie*, 55, 1984, pp. 55 ss.

Málaga), fuera de los márgenes geográficos de la Beturia. Según esto el texto de Plinio no asegura la pertenencia de los *Callenses* a la Beturia.

Un argumento que impide situar a los *Callenses* en la zona de Cala puede comprenderse mejor si atendemos a los *oppida* privilegiados de la Beturia, cuyos cognómenes tienen una titulación uniforme, que añade al gentilicio de la familia *Iulia* virtudes como la *concordia*, *constancia*, etc. Este privilegio hubo de otorgarse a todas las ciudades en una misma ley y al mismo tiempo, posiblemente por su apoyo al bando cesariano en las guerras civiles, y no se extendió a todas las ciudades de la Beturia, pues *Arucci* quedó fuera de él. Por el contrario, este tipo de *cognomina* no se utilizó para privilegiar a otras ciudades célticas situadas fuera de la Beturia, como es el caso de *Siarum* (*Siarenses*), y esto nos lleva a situar también a los *callenses* (*Callet*) fuera de la Beturia, con lo que su ubicación en Cala es problemática, pues si hubiera habido alguna ciudad privilegiada en la zona de Cala lo sería en la línea de *Nertobriga* y no de *Siarum*. Un segundo argumento que está en contra de esta identificación son razones de índole histórica y económica, la inexistencia de ocupación prerromana en Cala y el que normalmente las zonas mineras quedaran fuera de las promociones a estatutos privilegiados y a la municipalización, reñida con su carácter de territorios de propiedad imperial exceptuados de los repartos, como lo indica el que este tipo de estatuto no exista en las zonas mineras productoras de plata y cobre, que se mantienen bajo el gobierno de los *procuratores metallorum* con la categoría de *vici*⁷⁷. Por todo ello, a nuestro juicio el topónimo Cala puede ser de origen medieval, derivado de *qal'a* (fortaleza)⁷⁸.

⁷⁷ J. A. PÉREZ MACÍAS, "Metalla y territoria en el oeste de la Bética", *Habis*, 33, 2002, pp. 407 ss.

⁷⁸ Esta toponimia castral andalusí en M. J. VIGUERA MOLINS, "Fortificaciones en al-Andalus", *I Congreso Internacional Fortificaciones en al-Andalus*, Cádiz, 1988, pp. 15 ss. Un asentamiento de estas características se conoce en la Rivera de Cala, en la Sierra de Santa María, marcando el límite de las coras de Sevilla y Mérida, *cf.* E. ROMERO y T. RIVERA, "El yacimiento andalusí del Cerro de Sta. María", *XII Jornadas del Patrimonio de la comarca de la Sierra*, Huelva, 1999, pp. 329 ss.

METALURGIA ROMANA DEL COBRE EN EL SUR DE HISPANIA*

JOSÉ GARCÍA ROMERO

RESUMEN

El proceso metalúrgico requiere partir de concentrados metálicos lo más puros posibles, por lo que se emplea abundante agua para separar la mena de la ganga de flotación. La complejidad del proceso metalúrgico en el mundo romano obligó a usar hornos diferentes de tostación, fusión y refino, progresivamente más pequeños. Los cálculos sobre el uso de madera en los procesos metalúrgicos del período romano clásico resultan disparatados. Nosotros consideramos que el empleo del efecto Venturi redujo considerablemente el consumo de energía y con ello hacemos racional la equivalencia entre las escorias resultantes y los recursos vegetales disponibles.

PALABRAS CLAVES

Metalurgia romana, Cobre, escoria.

ABSTRACT

The metallurgical process requires starting off of concentrated the possible purest metalists, reason why abundant water is used to separate the mena of the flotation gangue. The complexity of the metallurgical process in the Roman world forced to use furnaces different from tostación, fusion and refining, progressively smaller. The calculations on the wood use in the metallurgical processes of the classic Roman period are crazy. We considered that the use of the Venturi effect reduced the energy consumption considerably and with it we make rational equivalence between resulting slag and the vegetal resources available.

KEY WORDS

Roman metallurgy, copper, slag.

INTRODUCCIÓN

Los metales, a excepción de los que aparecen en estado nativo, se encuentran en filones, agrupados con otros metales o minerales, en conjuntos llamados minerales, y de ellos se extraen por fusión. Los óxidos son más fáciles de fundir que los sulfuros, pues se funden directamente, mientras que los sulfuros requieren una tostación previa, para ser reducidos a óxidos liberándolos del azufre (Domergue, 1990: 67).

* El presente trabajo se enmarca en la labor realizada por el Grupo de Investigación sobre «Ciudad, territorio y estructuras socioeconómicas en la Bética romana», catalogado en el Plan Andaluz de Investigación con N° 0342HUM.

Se entiende por metalurgia la tecnología básica necesaria para concentrar y extraer los contenidos metalíferos de los minerales, el refinado posterior de los metales y la producción de aleaciones, así como el estudio de las características físicas de los metales y sus aleaciones, para dilucidar sus usos prácticos principales.

Los requisitos previos de cualquier operación metalúrgica son: procesado de los minerales para la fundición; combustible (madera, o carbón); un horno, con tiro natural o, en su caso, artificial, para alcanzar una adecuada temperatura de trabajo; un crisol, o recipiente refractario; y los útiles necesarios para la elaboración de cada una de esas tareas (Healy, 1978: 11 y 141).

Genéricamente, todos los minerales están formados por una doble aglomeración de granos de diferente dimensión: los del mineral que contiene el metal y los de los demás constituyentes llamados ganga. Debemos separarlos para alcanzar una concentración de los granos del mineral pretendido. La operación de concentración se hace en dos fases:

1. Fase de molienda, se muele el mineral hasta una dimensión tal que los granos de mineral se liberen de los granos de ganga.

2. Fase de concentración propiamente dicha. Los antiguos se basaban en el hecho de que los granos de mineral son más pesados que los de la ganga. Es la concentración gravimétrica que se efectúa en dos etapas, la de lavado y la de fusión.

Mediante una corriente de agua se separan unos granos de otros, arrastrando el agua a los más ligeros. El estéril se rechaza y el concentrado se envía al horno de fusión, donde se funde el metal y, al ser más pesado, va al fondo, quedando en superficie la ganga llamada escoria.

La fusión era una operación que costaba cara a causa del combustible que era, en peso, del orden del 20 % del mineral tratado. Y esta cantidad era la misma, fuese el mineral rico o pobre. Si en el horno se situaba un concentrado que era por ejemplo 1/4 de su peso, se disminuían los gastos de fusión en 3/4.

A veces un mineral pobre, que tendría pérdida si se trataba directamente, daba beneficio tras la concentración y fusión del concentrado. Todo el proceso de concentración se puede mejorar multiplicando cada una de las fases, o repitiéndolo empezando con una nueva molienda.

El material que se concentraba procedía tanto del mineral extraído de la mina, como de escorias de épocas anteriores, susceptibles de aprovechamiento dada la evolución de las técnicas metalúrgicas. En Cerro Muriano las escorias prehistóricas contenían 1-2 % de cobre, un porcentaje atractivo para los romanos. Si actualmente no encontramos escorias prerromanas en Cerro Muriano, puede deberse a que fueron explotadas en época romana. Estrabón (IX, 1, 23) indica como en su época se refundían las escorias más antiguas en Laurión (Domergue, 1983: 91-92).

I. MOLIENDA

La molienda es una fase primera y primordial en el proceso de concentración. Según sea su estadio tecnológico será el resultado final. Su grado evolutivo se comprueba fácilmente observando la granulometría de la escombrera. Cuanto más antigua, mayor grosor y mayores pérdidas.

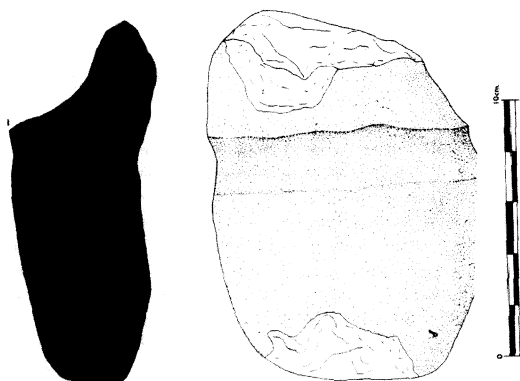


Fig. 1.
Representación gráfica del martillo de escotadura encontrado en el recinto urbano exclusivamente romano de *Mellaria* (Grupo Eneros).

Mellaria (52. Grupo Eneros).

II. CRIBA

En el caso de la plata, granos con menos de 10-12 % de contenido de plata se rechazaban y enviaban para ser procesados y molidos de nuevo. La molienda era seguida de una criba y el fino producto resultante, de tamaño inferior a 1 mm, se lavaba en mesas, ya fuesen del tipo inclinado convencional o de construcción helicoidal (Shepherd, 1993: 45).

Ardailon (1897: 68 ss.) plantea que en Laurión el mineral de tierra de los molinos de reloj se pasaba a través de cribas de piedra de boca rectangular, con los lados interiores declinantes a un agujero longitudinal estrecho y que, insertados en cada lado, tenían un anillo de hierro, con el que la criba podía suspenderse de unos postes. Toda la criba podía así ser oscilada y la vibración permitía que el mineral del tamaño correcto cayera por el agujero. El resto era devuelto al molino para volverlo a moler (Healy, 1978: 143).

La criba hispana, de la que habla Estrabón (III, 2, 10), no se aplicó en Laurión. Puede que se desconociera, o que no se utilizara por su escasa producción (Conophagos, 1989, 101). Esta criba de cajón de inmersión, por ser hidráulica, la consideramos un tipo de lavadero y como tal lo estudiaremos.

III. LAVADO

El lavado constituye la tercera fase de concentración, tras la molienda y la criba. En realidad se trata de un cribado hidráulico, proseguido de sedimentación. Los antiguos se basaban en el hecho de que los granos del mineral son más pesados que los de su ganga. Es la concentración gravimétrica. Mediante una corriente de agua se separan unos de otros, arrastrando el agua a los más ligeros (Conophagos, 1989: 96). Plinio, al mencionar el procesamiento del mineral, hace referencia al lavado: «*quod effossum est, tunditur, lavatur, uritur, molitur in farinam*», (N.H., XXXIII, 21-4).

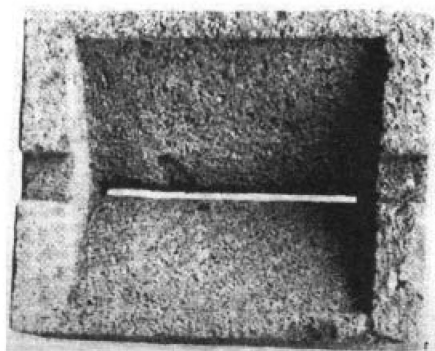


Fig. 2.
Criba griega de Olynthus, del siglo VI a. C.
(Healy, 1978, p. 16, fig. 12).

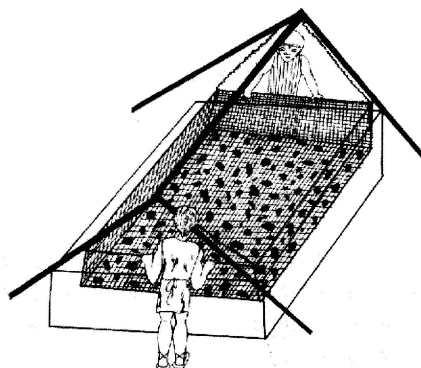


Fig. 3.
Esquema con suposición de forma y uso
de una criba de cajón hispanorromana.

III. A. APROVISIONAMIENTO DE AGUA

El agua, que tanto perjudicaba en el proceso de extracción, era fundamental en la elaboración del concentrado así que, siempre que se encontró disponible, se reutilizó en los lavaderos. Este es el caso del Cerro del Plomo (El Centenillo) donde, en la boca de uno de los socavones de desagüe, se estableció la planta metalúrgica (Domergue, 1971: 274).



Fig. 4.
Légamos finos de lavado de mineral en El
Viñón (Villanueva del Duque).

III. A. 1. Las cisternas mineras de *opus caementicium* de Córdoba.

Se conocen diferentes tipos de cisternas específicamente mineras usadas en época romana como las mesas de lavado (Diod. III 12,1-14,5; Healy, 1978: 144-148; Jones, 1984: 106-122; Kalcyk, 1984: 14-15; Conophagos, 1980: 301-302; 1989: 100-102), los *sluices* o *agogae* (Plin., *N.H.*, XXXIII, 76; Pérez García y Sánchez-Palencia, 1985: 71; Domergue, 1990: 474-477), los lavaderos helicoidales (Conophagos: 1980, fot. 10-30 a 10-37; 1989: 100-101), los escalonados con cazoletas del castro de San Torcuato (Orense) entre Barbantes y Layas (Chamoso, 1954-55, 118-124), o las cisternas interconexas de Coto Fortuna, Mazarrón (Villasante, 1912: 114; 1913: 162-164 y fig. 3; Luzón, 1970: 237; Ramallo y Arana, 1985: 63).

Las cisternas existentes en las plantas metalúrgicas de Córdoba son aparentemente idénticas a las que se han encontrado en otros lugares de la provincia con uso agrícola (Lacort, 1989: 361-404; 1990: 51-82; Ibáñez: 1983: 284-285), y ello es así porque no eran lavaderos propiamente dichos sino almacenes de agua para ser usada por las cribas de cajón de inmersión. La doble función agrícola y metalúrgica es admisible cuando se efectúan en el mismo entorno ambas actividades económicas, pero la mayoría de las que vamos a estudiar se emplazan en parajes donde la agricultura está fuera de lugar.

Estas cisternas están construidas en *opus caementicium*, enfoscadas interiormente con *opus signinum*, reforzadas en sus ángulos con medias cañas hidráulicas, bien aisladas o formando grupos, pero sin interconexión aparente. Estos depósitos de agua son idénticos a las cisternas mineras de Laurión y al igual que en Córdoba se han localizado en plantas metalúrgicas de Jaén como Los Palazuelos, donde hay cuatro (Domergue y Tamain, 1971: 216); o en Salas de Galiarda, donde hay otra (Sandars, 1905: 322).

Las cisternas mineras que conocemos en la provincia de Córdoba son muy abundantes y destacamos los complejos de Arroyo de San Cristóbal-Los Morales (Córdoba), UG417997, en el mapa 1/50.000, nº 923, Las Pitas (Córdoba): UG348944, en el mapa 1/50.000, nº 922, pertenece al término de Córdoba, Majadalaiglesia (El Guijo): UH480672, en el mapa 1/50.000, nº 834, o la ya desaparecida del Cerro del Cobre (Córdoba): UG375971, en el mapa 1/50.000, nº 923, pertenece al término de Córdoba y se encuadra en el ámbito de *Corduba*.

La disposición de la cisterna se efectúa en una colina aterrazada que sirvió de base de un taller minero-metalúrgico, escalonándose al E, mediante bancales. La orientación de su eje mayor es N.-S. Sus dimensiones son las siguientes: longitud total, 17'40 m; anchura total, 9'50 m; anchura de muro, 0'60 m; profundidad, 1 m. Siete contrafuertes de sección semicircular, perpendiculares al lado E., diámetro, 1'80 m; separación entre contrafuertes, 0'90 m. En el interior, en el ángulo SO., escalera de cuatro peldaños; dos muros paralelos, perpendiculares al lado S., cuyas medidas son: longitud, 1'20 m; anchura, 0'40 m; altura, 0'20 m; superficie, 165'3 m²

IV. FUNDICIÓN

La fundición consiste en un nuevo proceso de concentración gravimétrica, en caliente, mediante la cual, en fases sucesivas de tostación, fusión y refinado, se van desprendiendo elementos indeseables del mineral que no pueden separarse en frío, hasta ir consiguiendo un metal más puro.

IV. A. TOSTACIÓN

La tostación o «fundición a mata» es la primera operación metalúrgica a que se somete un sulfuro mineral, mediante la adición de temperatura para la separación de los sulfuros de la ganga (Tylecote, Chaznavi y Boydell, 1977: 305). En la tostación se elimina azufre, ácido carbónico, zinc y otras impurezas que no podrían separarse por el proceso mecánico de lavado (Calabrés *et al.*, 1995: 298-306; Criado *et al.*, 1999: 89-96). Diversos cambios químicos tienen lugar: bien una oxidación (de los sulfuros

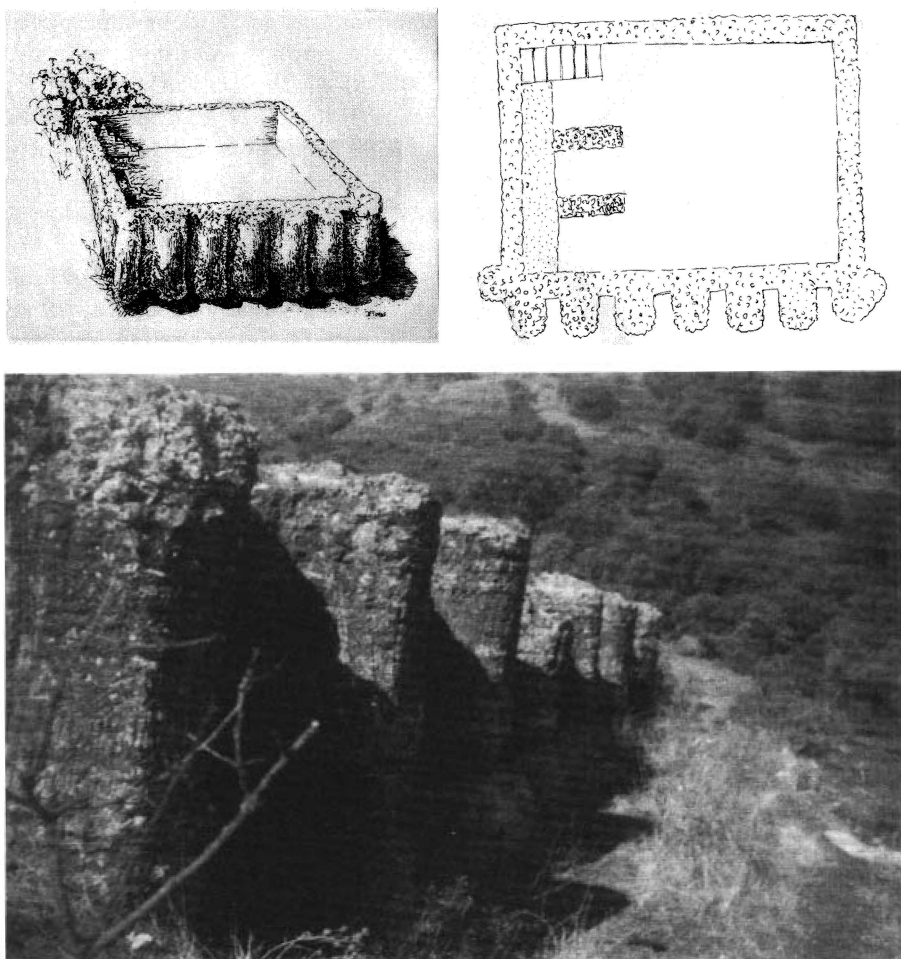


Fig. 5. Planta, alzado y foto de detalle de los contrafuertes de la cisterna del Cerro del Cobre (Córdoba), ya derruida.

o un tostado para apagar, dependiendo del grado de oxidación), o una calcinación (cuando hay una descomposición en carbonatos, sulfatos, arseniatos, etc.). Estos cambios pueden ocasionar aglomeración, en las galenas; volatilización en sulfuros, arseniuros y antimoniuros; concentración, por oxidación parcial del hierro y formación de matas y speiss (Marechal, 1985: 29). Los hornos suelen ser grandes oquedades semiesféricas excavadas, sin estructura externa permanente. El combustible empleado es la madera.

IV. B. FUSIÓN

La fusión supone una licuación, por lo que requiere mayor temperatura. Por ello, el combustible suele ser carbón vegetal, el horno es cerrado, se aplican tiros forzados y se

añaden elementos a la carga para subir la temperatura o para captar a la ganga indeseada o al metal requerido. Resulta un proceso gravimétrico, permaneciendo la ganga o «escoria» en superficie y el metal en el fondo (Healy, 1978: 152).

IV. C. *REFINO*

Es un proceso de fusión de última fase. Pensemos que cada una de éstas se podía repetir tantas veces cuanto fuese necesario. El refinado es una fusión muy vigilada de un concentrado al que se han de quitar escasos y controlados elementos. Las cantidades a tratar son reducidas y se tratan en crisol, abierto o cerrado, para recibir un chorro de aire o no. En esta fase, según que metales, haríamos uso de la copela, la amalgama, etc.

El combustible es muy variado, según el mineral tratado. En el caso de refinados auríferos, Estrabón (III, 2, 8) afirmaba que debía utilizarse paja en lugar de carbón: «*Por ello se derrite mejor el oro con fuego de paja, porque la llama, al ser suave, es proporcionada a una sustancia que cede y se volatiliza fácilmente, y en cambio el carbón, al derretirlo demasiado y evaporarlo con su violencia, consume gran parte del oro.*» (Traducción de Meana y Piñero, 1992).

IV. D. *COMBUSTIBLE*

El combustible empleado dependía de la fase de fundición o del mineral tratado. En términos generales, como hemos indicado anteriormente, la tostación requería madera y la fusión carbón vegetal, fabricado del tronco de pinos, robles o encinas (Cleere, 1976, 240.).

El carbón constituyó la fuente principal de combustible en el período romano. La clase principal de madera utilizada para carbón en el sudoeste de la Península Ibérica fue la encina –*Quercus ilex*–, aunque también se pudieron emplear otras variedades, por ejemplo el alcornoque –*Quercus suber*– y la coscoja –*Quercus coccifera*– (Edmonson, 1987: 75).

Cinco toneladas de madera de encina proporcionaban una tonelada de carbón. Todos los autores que hacen estimaciones sobre la madera empleada en el proceso metalúrgico romano –aunque los cálculos siempre se hacen a la baja, supuesto que sólo contabilizan una fusión, cuando debieron ser múltiples tostaciones, fusiones y refinados– consideran que los datos resultantes parecen disparatadamente voluminosos teniendo en cuenta las posibilidades naturales, el agotamiento de los recursos y la capacidad organizativa que esa tala conlleva. Los cálculos no cuadran (Salkield, 1970: 94-98).

Consideramos que hay un error de base, y que estriba en el consumo de combustible en los hornos. Necesitaron mucho menos del que suele suponerse, pues los romanos hicieron uso del «efecto Venturi», que estudiaremos al tratar el tiro de los hornos.

Fuera como fuese, de lo que no hay duda es de las ingentes cantidades necesarias diariamente tanto de madera, como de carbón, de ahí que ambos se convirtieran en materias primas estratégicas, fácilmente agotables y, por tanto, bajo estricto control oficial.

Supuesto que la madera se presenta como un bien imprescindible y perecedor, el combustible se obtenía progresivamente a una mayor distancia y su factura pudo sobrecargar los costes de producción. Su merma constante, en principio, impone límites al crecimiento y, más tarde, termina por dar al traste con la explotación mine-ro-metalúrgica.

IV. E. HORNOS

Los hornos de tostación eran los *fornacies*, activados con tiro natural. Los hornos de fusión eran los *camini*, activados con tiro artificial, que manipulaban los *flatores* (Binaghi, 1946: 4).

Un horno metalúrgico tiene siempre dos partes esenciales: la caja de fuego u horno, donde se quema el combustible, y el hogar, donde se lleva a cabo la fusión. En los hornos antiguos estas dos partes son realmente una, salvo en los hornos de refino, donde el metal se refunde en un crisol.

1. *Hornos de hogar*. Cuando tanto el combustible como los minerales, etc. están en contacto, hablamos de hornos de hogar y pueden ser de tazón o de pozo.

a. *Hornos de tazón*. El horno de tazón es esencialmente un agujero en la tierra enlucido de arcilla, provisto de una tobera que introduce el aire impulsado por el fuelle y lo sitúa sobre el hogar. En los hornos de tazón la altura del hogar es igual o menor que el diámetro. El tipo más primitivo de horno de fundición parece haber sido el horno de tazón simple, sin embargo, como Coghlan mostró mediante experimentos, no produce temperaturas superiores a 750° C y por tanto, es inservible para fundir el cobre a los 1.085° C de temperatura que requiere. Aunque la simple reducción de minerales cobrizos, como óxidos y carbonatos, requiere temperaturas de 750-800° C, para fundir mineral se usaron crisoles calentados en hogares, u hornos de tazón que trabajaron con la ayuda de fuelle.

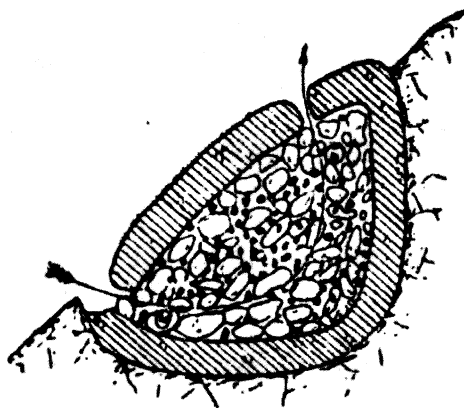
Este horno de tazón se utilizó principalmente para la primera tostación, mientras que la fundición se hizo en una estructura más elaborada. Para conservar el calor, el labio superior del tazón podría curvarse hacia adentro, se perforaban agujeros en la base para colocar el tiro y recoger el metal fundido en el centro (Forbes, 1950: 76-79, 577). Este tipo de hornos, empleados sin fuelles, fueron utilizados ampliamente por los romanos para tostación (Davies, 1935: 42) o reducción de menas sulfurosas (galenas, piritas y calcopiritas) a óxidos. Es probable que sean los *furnaces* que mencionan las fuentes.

En la provincia de Córdoba suelen alcanzar los cuatro metros de diámetro y dos metros de profundidad, como los de la Fuente del Rey (Montoro) o El Sauzón (Villanueva del Duque). Su reconocimiento se efectúa gracias al azufre que impregna el revestimiento de arcilla. Este horno rinde unas cenizas casi totalmente desulfuradas que pasan a procesarse en el horno de fuelles (Madroño, 1988: 77).

b. *Hornos de pozo*. Los hornos de pozo son muy similares a los de tazón, pero en ellos la profundidad es considerablemente mayor que el diámetro.

Fig. 6.

Esquema de horno de pozo en ladera utilizado en minas romanas de Cerdeña (Binaghi, 1946, p. 11, fig. 4). Como este modelo debieron ser los utilizados en la falda de Doña Rama (Belmez), cuyo esquema representamos.



Los hornos de pozo trabajaron con tiro natural y generalmente no alcanzaron temperaturas muy altas, pero pudieron utilizarse para tostar minerales, caleras, etc. Excavados en una ladera, se pueden adaptar a operación continua, alimentándose por la parte superior y retirándose el producto final por el extremo inferior. De esta tipología debieron ser los grandes hornos escalonados de la fundición de Doña Rama (Belmez).

Hornos de reverbero. Los hornos que utilizan los gases de combustión para calentar el mineral se llaman hornos de reverbero. La formación de ciertos compuestos corrosivos durante la interacción del carbón, el mineral y las escorias, y las altas temperaturas reinantes en la zona de reacción son factores importantes en la vida de un horno. Los fundidores antiguos aún no habían entendido esto o fueron incapaces de tratar tales factores y, por tanto, los yacimientos metalúrgicos antiguos muestran abundantes restos de hornos defectuosos.

Gradualmente, la experiencia les mostró cómo revestir las paredes de los hornos con ciertas piedras para combatir la corrosión, o incluso construir el horno completo con tales materiales. Se pueden elegir materiales ácidos, como el sílex, el granito, la arena y arcillas refractarias; materiales refractarios neutros, como el grafito y la cromita; o materiales básicos, como la piedra caliza, dolomía, magnesita y bauxita. La opción depende de la naturaleza de la ganga del mineral. Así, un flujo ácido, provocado por ganga silíceo, requiere un forro básico del horno, que habrá de renovarse de vez en cuando.

Las paredes de piedra de los hornos de tinaja, como las de los de pozo de reverbero, consisten en un aparejo de piedras revestidas con arcilla refractaria, o bien en una obra de albañilería de ladrillo macizo. Por la erección de paredes de piedras alrededor del tazón que convergen en una chimenea, se desarrolló un horno de pozo; el tazón se convirtió en el hogar. El arte de la construcción de hornos de pozo de piedra, enlucidos con arcilla refractaria, vino a Europa del Mediterráneo oriental hacia finales de la Edad de Bronce.

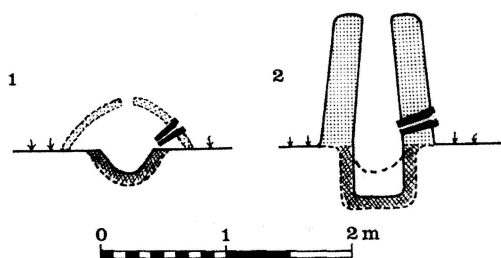


Fig. 7.
Hornos de tinaja (Cleere, 1972: 22, fig. 11) de los que se utilizaron en la Córdoba romana.



Fig. 8.
Horno de fusión de El Viñón (Villanueva del Duque) manteniendo aún las primeras hiladas de la pared de su cúpula.

2. a. *Horno de tinaja*. Los hornos de tazón, como el de pozo, y fuelle desperdiciaban todo el calor que escapa de la zona de combustión y gran parte del metal formado se perdía en la escoria. Como solución a este tipo de inconvenientes, surgió el tipo de horno de tinaja con cúpula probablemente inspirado en los hornos de alfarero o panadero (Forbes, 1950: 76-81, 577).

Podemos asegurar que la mayoría de los hornos de refino de las fundiciones romanas cordobesas eran hornos de tinaja, cubiertos de una techumbre pétreo y revestidos interiormente de arcilla para conservar el calor en los mismos hornos.

El horno de tinaja alcanzaba mayores temperaturas que el de tazón, por lo que fue el empleado para las fusiones. Podía disponer de sangrado de escorias. Las paredes de la cúpula de estos hornos se construyeron con zócalos de mampostería o sin ellos y sus fuegos se potenciaron mediante tiro natural o forzado. Se ve que este tipo de horno representa un avance tecnológico sobre el horno de tazón.

En primer lugar, la carga sobre la zona de reacción frente a la barrena de aire está protegida por una gruesa cúpula, formada por arcilla y piedra o por ladrillos. En segundo lugar, el resultado no está determinado por el volumen de carga original, ya que la naturaleza permanente de la cúpula la hace lo suficientemente rígida como para soportar la bajada progresiva de la carga a medida que avanza la fundición, y se puede añadir mineral y carbón adicional. Como han sido vaciados en época contemporánea para aprovechar sus cargas, aún se ven junto a cada uno de ellos los montoncitos de las piedras que formaron sus paredes, o *in situ* se pueden ver esas

paredes mismas en los hornos de la fundición de La Gargantilla (Pozoblanco). La arcilla de los revestimientos internos y soleras aparece escoriada y fragmentada en las escombreras de todas las fundiciones. En tercer lugar, el fuelle no está a nivel del suelo, por lo que la escoria fluida se puede extraer, continua o intermitentemente. Ello supone que no es necesario apagar y encender el horno cada vez que se carga, sino que una vez fundida la primera carga se va extrayendo la escoria y se va recargando en fases sucesivas, ya que el trabajo del horno no se bloquea con la escoria (Cleere, 1972: 11-15).

Los hornos de tinaja sin agujero de sangrado son los hornos de mata y obligan a la extracción mecánica de la escoria. Los hornos de tinaja con orificio de sangrado son los ancestros de la forja catalana (Forbes, 1950: 80) y en ellos la escoria sale al exterior por sí misma.

Desde el Bronce Final a época romana se emplearon hornos de mampostería revestidos de arcilla (Blanco y Rothenberg, 1981: 106). De acuerdo con Tylecote, podemos suponer que los hornos de fundición romanos alcanzaron a veces una altura superior a 1'5-2 m (Tylecote, 1976: 53 ss.).

La altura del horno, el tamaño y el número de las toberas constituían dos factores que, junto con la temperatura, controlaban el estado de oxidación en los hornos de



Fig. 9.
Gran horno de tostación en las inmediaciones de La Loba (Fuenteobejuna).



Fig. 10.
Pequeño horno de fusión rectangular del campo de hornos del Ventorrillo del Fraile (Villaharta).

tostación y la reducción en los hornos de fusión (Hauptmann y Weisgerber, 1987: 432). Los resultados de los experimentos con réplicas de hornos romanos llevados a cabo por Tylecote y Boydell demostraron que un cobre bueno, es decir, un cobre libre de hierro, sólo se puede producir en hogares de fusión poco profundos (Tylecote y Boydell, 1980: 27 ss.).

En las fundiciones de la época es frecuente que aparezcan hoyos de cuatro a seis metros de diámetro por dos metros de profundidad, que no son sino el resto de otros tantos hornos de tostación.

Este es el tipo de horno generalmente utilizado en la provincia de Córdoba durante la República o el Imperio para la fusión de minerales de cobre o galenas, bien formando campos de hornos, con tiros intercomunicados, como los de Doña Rama (Belmez), el Ventorrillo del Fraile (Pozoblanco), Fuente Vieja (Villaviciosa); o escalonados en laderas, como los grupos imponentes de Doña Rama (Belmez), probablemente con agujero de sangrado de escorias, o los de la Fábrica del Manchego (Villanueva del Duque).

Es verdad que hay pequeños hornos de fusión de planta circular, pero igualmente abundan los hornos de planta rectangular, de unas dimensiones aproximadas de 1'5 m. de longitud, 0'70 m. de anchura y 0'20 m. de profundidad, con paredes de piedra revestidas interiormente de arcilla o de ladrillos.

Con toda seguridad, se realizaba la tostación en los grandes hornos circulares de tazón o tinaja, y la fusión se efectuaba bien en los pequeños hornos circulares de tinaja o en esos pequeños rectangulares. Lo que no sabemos es a qué obedecen esas plantas rectangulares. Son hornos de reverbero y, dado su tamaño reducido, probablemente son hornos de refinado que trabajaron en serie y al unísono en plantas como las mencionadas, donde es frecuente que pasen de cuarenta.

La distinción fundamental entre los diferentes tipos de hornos se basaría no en su morfología general o en su tiro, sino en los sistemas para evacuar la escoria (Cleere, 1972: 8-23).

V. TIRO ARTIFICIAL

Chimeneas.

La chimenea era un canal horizontal o vertical que facilitaba y aceleraba la combustión en los hornos mediante la aireación de la carga. Se pueden ver los canales horizontales trazados en la base de los hornos, como los de Fuente Vieja (Villaviciosa), o los que unen los hornos de la zona llana del escorial de Doña Rama (Belmez).

A veces, hornos pequeños, probablemente de fusión, aparecen intercomunicados por medio de canales de tiro, dando lugar a lo que denominamos campos de hornos.

Los canales verticales se trazaban en el eje interior de los hornos y, en ocasiones, sobresalían más o menos por encima de las bóvedas de los mismos. Cuanto más largo fuera el canal horizontal o cuanto más alta fuera la chimenea vertical, mayor tiro se producía en el interior del horno, más temperatura se alcanzaba y más rápida se efectuaba la combustión. Si el tiro era natural, sólo

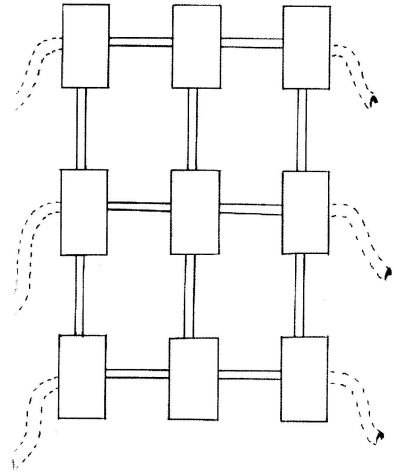


Fig. 11.
Esquema teórico de una planta de un campo de hornos.

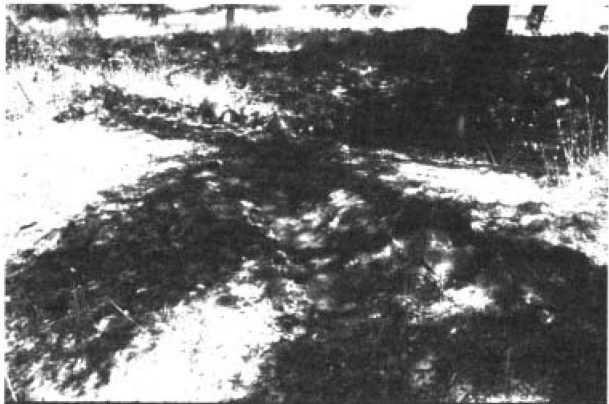


Fig. 12.
Canal de conexión de hornos en el complejo de Fuente Vieja (Villaviciosa).

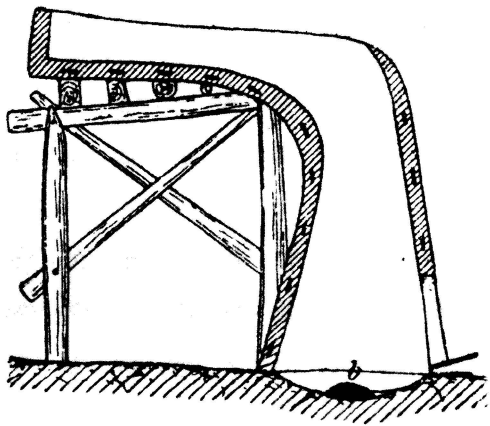


Fig. 13.
Chimenea aplicada a un horno romano de Cerdeña (Binaghi, 1946, 11: fig. 8) que podría ilustrar aquellas altas chimeneas hispanas de que hablaba Estrabón.

mediante los canales mencionados, no requería medios mecánicos y era fundamental la correcta orientación de los hornos, situando las entradas de sus tiros de cara a los vientos dominantes.

El horno romano de tinaja que se encontró junto al arroyo Guijuelo, en Mestanza (Ciudad Real) presentaba en su eje una chimenea vertical de unos veinticinco centímetros de diámetro, hecha de arcilla y, por encima del crisol, el conducto del tiro, hecho a modo de trinchera en el terreno, de treinta centímetros de anchura, iba decreciendo con la distancia. La chimenea de arcilla se construía conforme se iban subiendo las tandas de mineral y de leña. Al desprenderse, por razones del estado interior del horno, quedaba intacto el tiro por el interior de éste (Márquez, 1983: 226-227).

En Laurión, Britania y Galia las chimeneas eran bajas, en Hispania, muy altas, para elevar más los gases sulfurosos e impedir el envenenamiento de los obreros (Boulakia, 1972: 141).

Estrabón (III, 2, 8), refiriéndose a la práctica de la amalgama y la purificación del oro en Hispania, escribe: «*Los hornos del mercurio los construyen elevados para que la fuligine que se desprende de los trozos del mineral se eleve en el aire, pues es pesada y nociva*» (Estrabón, 1992, traducción de Meana y Piñero). Binaghi representa un horno de tazón, activado con una tobera y tiro forzado, mediante una alta chimenea en ángulo recto, sostenida por un andamiaje (Binaghi, 1946: 11, fig. 8).

Cuando hemos hablado anteriormente sobre el combustible, anunciábamos que los cálculos sobre consumo de madera y carbón, aunque realizados a la baja, ya eran considerados por los estudiosos que los elaboraron como «fantásticos». Los estudios sobre arqueometalurgia de Huelva efectuados por un equipo dirigido por los profesores Blanco y Rothenberg vislumbran que hay algún dato que se escapa, que debió existir algún sistema de utilización racional de la energía: «Dado que toda la fundición romana se hacía a base de carbón de leña, los muchos millones de toneladas de escoria esparcidos por toda Huelva hubiesen requerido una increíble cantidad de carbón, es decir, hubiesen ocasionado la deforestación total de vastas zonas de la Península. Parece lógico, por tanto, contar con la posibilidad de que una gran parte de la energía utilizada en las fundiciones procediese de las piritas mismas, en virtud de algún proceso de fundición pirítica» (Blanco y Rothenberg, 1981: 175).

Estos investigadores aportaron un dato precioso para la correcta calibración del combustible empleado, «la fundición pirítica»; pero no indican cómo se llevaría a cabo. Es en este punto donde esta obra pretende aportar un paso más en el esclarecimiento del enigma de las «proporciones disparatadas», pero fundamentadas, sobre el uso del combustible en la metalurgia de minerales sulfurosos.

Nosotros estimamos que el medio fundamental sería la chimenea y una serie de artilugios de control del tiro que progresivamente, permítasenos la comparación, convertirían el horno de una supuesta «olla vulgar» en una «olla exprés». Es decir, se trataba de ir reteniendo los vapores de la combustión dentro del horno hasta que, alcanzada una cierta presión, los gases sulfúricos de la combustión terminaban por

incendiarse en el interior del horno y elevaban la reducción, acelerando el proceso sin necesidad de consumir las elevadísimas cantidades de combustible vegetal supuestas. Esta técnica contribuía a aumentar la compresión de la atmósfera de gas, es decir, el efecto de reducción que se provoca por el contenido de oxígeno o la razón de monóxido y dióxido de carbono (CO/CO_2) durante el calentamiento (Hauptmann y Weisgerber, 1987: 432). Es el fenómeno conocido en el mundo de la Física como «efecto Venturi», según el cual, al disminuir la presión de un fluido por estrechamiento del conducto por donde circula -en este caso, el aire que entra por la chimenea del horno-, se produce un efecto de vacío -en lo que referimos, dentro del horno-, aumentando la admisión de aire, con lo que se aviva la reacción interior del horno, no por mayor consumo de combustible (carbón), sino de comburente (oxígeno).

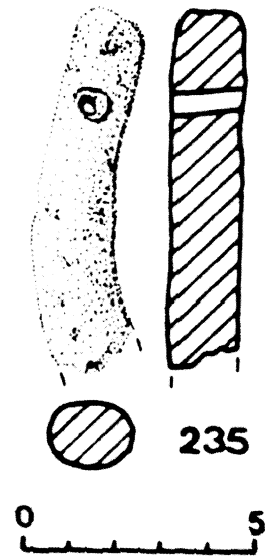


Fig. 14. Cuernecillo cerámico calcolítico de La Longuera (Murillo et alii, 1991: fig. 26, nº 235), distante unos escasos doscientos metros de la mina La Almagrera (El Viso).

Binaghi comenta que en el Jura, en Corintia, en Laurión y en Etruria había hornos que tenían chimeneas con anillos concéntricos de hierro, que podían ajustarse gradualmente para regular el tiro (Binaghi, 1946: 10). Davies señala que un oinocoe de Vulci del siglo VI a. C. muestra un horno de herrería con varios anillos concéntricos en la chimenea, que probablemente se podían ir adjuntando para cerrar la apertura.

Unas terracotas con forma de media luna halladas en el yacimiento de metalurgia inicial de Almizaraque (Almería), pudieron haberse utilizado igualmente para ir regulando progresivamente el tiro del horno (Davies, 1935: 50). Esos famosos elementos cerámicos, conocidos como «cuernecillos», que constituyen uno de los elementos más definitorios del Calcolítico andaluz y portugués (Arribas y Molina, 1978, 115; Arribas *et*

al., 1979, fig. 12; Martín de la Cruz, 1985; Ruiz Mata, 1983: fig. 15; Tavares y Soarea, 1977: 261), aún no han sido descifrados respecto a su uso, y la interpretación de Davies tampoco ha recibido réplica.

Nosotros, habiéndolo documentado en yacimientos romanos de los alrededores de El Viso, como Setecientas, El Pizarro, Chabarcón y Las Costeras, cercanos en un radio de cinco kilómetros al yacimiento de El Cañamal, donde proponemos la ubicación de *Baedro*, presentamos un tipo de útil, de muy diferentes tamaños, siempre en forma de media luna o corteza esférica, fabricado en gneis granítico-migmatita, sumamente refractario por el elevado número de cristales de mica que entran en su composición, que acoplado a la salida de humos de un horno pudo actuar como elemento de control de la presión de los gases sulfúricos de la combustión, aumentándola progresivamente.

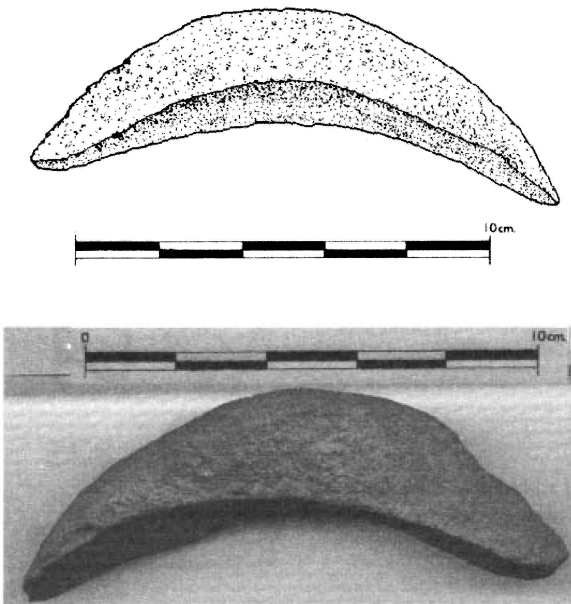


Fig. 15.
Representación gráfica de una de las cortezas esféricas supuestamente empleadas en el control de la presión interna de los hornos metalúrgicos romanos.

En un tiro horizontal de chimenea habría una ranura vertical que se iría cerrando, añadiendo una tras otra estas piezas en forma de cortezas esféricas, hasta cerrarlo por completo, provocando que los gases terminaran por incendiarse en el interior del horno, aumentando la temperatura, sin necesidad de consumir una gran cantidad de leña. Es el «efecto Venturi». ¿Por qué no se bloqueaba de una vez el tiro?. Porque si se hubiese hecho así, la combustión se habría paralizado por falta de oxígeno. Era necesario controlar el tiro hasta alcanzar el nivel de combustión que la operación requería.

Está claro que nuestros estudios sintonizan con la hipótesis enunciada por los directores del Proyecto Arqueometalúrgico de Huelva, pero carecen de las necesarias calibraciones de laboratorio. Desafortunadamente, estas piezas las hemos encontrado en grandes cantidades en los yacimientos mencionados, descontextualizadas, supuesto que debieron ser lugares donde se tallaron, pero no donde se usaron, y aún no las hemos visto en ningún yacimiento metalúrgico

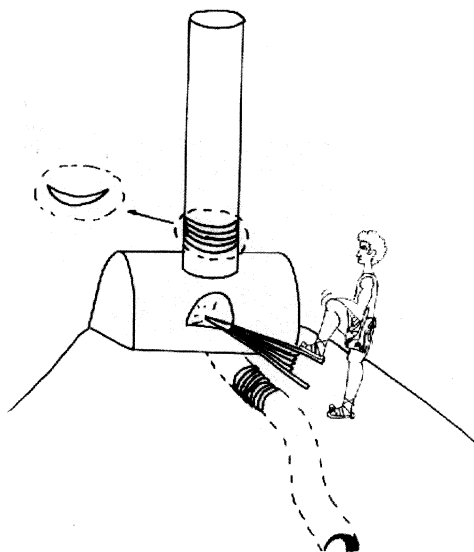


Fig. 16.

Esquemas de probable uso de las cortezas esféricas en la obstrucción de los tiros de chimenea horizontal o vertical para aumentar la presión interna del horno.

de ninguna época. Dado el paralelismo que proponemos de estas cortezas esféricas pétreas romanas con los «cuernecillos» cerámicos calcolíticos, intuimos que el control del tiro fue una técnica que se aplicó en metalurgia desde época muy temprana.

Healy nos muestra dos hornos metalúrgicos griegos representados uno de ellos en un *oinochoe* ático de figuras negras (510-500 a. C.), conservado en el British Museum, en el que se observa la salida superior de dicho horno cerrada con varios elementos circulares concéntricos.

El otro, cerrado en su parte superior de igual manera, lo reflejó el Pintor de la Fundición (490-480 a. C.) en un *kylix* ático de figuras rojas, conservado en el Staatliche Museen Preussischer Kulturbesitz Antikemuseum de Berlín.

En hornos de cerámica sigillata de La Graufesenque (Vernhet, 1981: 25-43) se ha constatado igualmente la aplicación del “efecto Venturi”, por lo que contamos con evidencias si no del conocimiento de dicho principio en época romana, sí de la aplicación del mismo.

CONCLUSIÓN

Con los presentes argumentos se hacen admisibles los cálculos de leña disponible en el entorno de las fundiciones y las cantidades de escoria resultantes, introduciendo racionalidad en las equivalencias entre el carbón de encina y las escorias de la provincia de Huelva realizados por Salkield y que él mismo reconocía como descabellados. Es probable, por tanto, que en época romana la deforestación como resultado de la actividad metalúrgica, siendo un fenómeno real, deba ser rebajada cuantitativamente, no alcanzando las cotas de gravedad que se han supuesto.

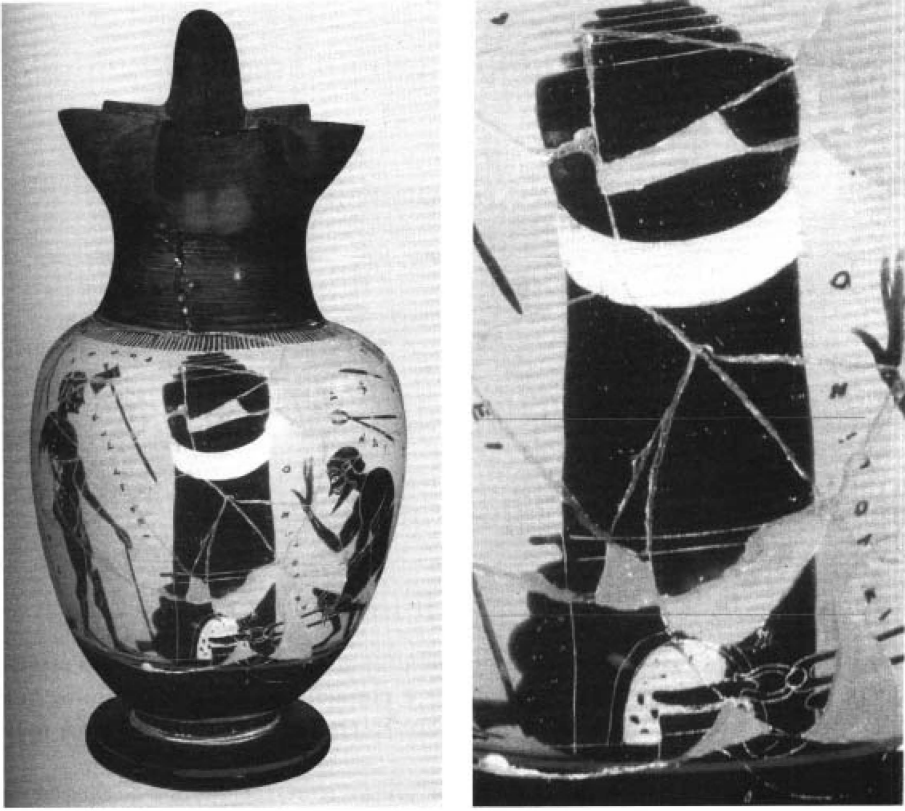


Fig. 17. Oinochoe ático de figuras negras, según Healy, 1993: 147, Láms. 61 y 62.

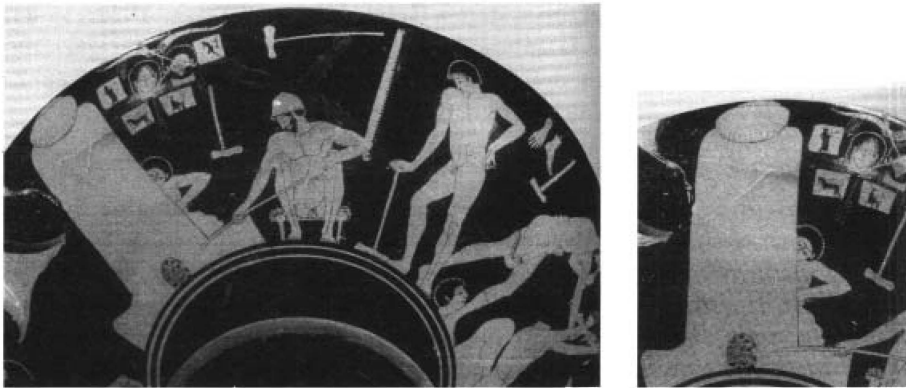


Fig. 18. Kylix ático de figuras rojas, según Healy, 1993, 140, Láms. 48 y 49.

BIBLIOGRAFÍA

- ARDAILLON, E. (1897), *Les mines du Laurium dans l'antiquité*, Paris, reedición en 1987.
- ARRIBAS, A. y MOLINA, F. (1978), *El poblado de Los Castillejos en las Peñas de los Gitanos (Montefrío, Granada). Campañas de 1971. El Corte N° 1*, Granada.
- ARRIBAS, A. *et al.* (1979), "Excavaciones en Los Millares (Santa Fe, Almería)", *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada*, 4, pp. 61 ss.
- BINAGHI, R. (1946), *La metallurgia ai tempi dell'impero romano*, Roma.
- BLANCO, A. y ROTHENBERG, B. (1981), *Exploración arqueometalúrgica de Huelva*, Barcelona.
- BOULAKIA, J. (1972), "Lead in the Roman world", *American Journal of Archaeology*, 76, pp. 139 ss.
- CALABRÉS, R. *et al.* (1995), "Estudio metalográfico de la calidad del cobre producido en las fundiciones de Cerro Muriano (Córdoba) durante el período romano altoimperial", *Revista de Metalurgia*, 31, pp. 298 ss.
- CLEERE, H. (1972), "The clasification of early iron smelting furnaces", *Antiquaries Journal*, LII, pp. 8 ss.
- (1976), "Some operating parameters for Roman ironworks", *Bulletin of the Institute of Archaeology, University of London*, 13, pp. 233 ss.
- CONOPHAGOS, C. (1980), *Le Laurium Antique. La technique grecque de la production de l'argent*, Athènes.
- (1989), "Quelques considerations generales sur les procedes de concentration pendant l'Antiquite et sur leur evolution", *Coloquio de Minería y Metalurgia en las antiguas civilizaciones mediterráneas y europeas*, vol. II, Madrid, 1985, pp. 96 ss.
- CRIADO PORTAL, A. J. *et al.*, (1999), "Estudio metalográfico sobre la calidad del cobre producido en las fundiciones de Cerro Muriano (Córdoba) durante la etapa romana", *Antiquitas*, 10, pp. 89 ss.
- CHAMOSO, M. (1954-55), "Excavaciones en la ciudad minera de época romana de Barbantes (Orense)", *Noticario Arqueológico Hispánico*, 3-4, pp. 118 ss.
- DAVIES, O. (1935), *Roman mines in Europe. Ancient economic history*, Oxford, reedición en 1979.
- DOMERGUE, C. (1971), "El Cerro del Plomo, mina El Centinillo (Jaén)", *Noticario Arqueológico Hispánico*, 16, pp. 265 ss.
- (1983), "La mine antique d'Aljustrel (Portugal) et les tables de bronze de Vipasca", *Conimbriga*, XXII, pp. 5 ss.
- (1990), *Mines de la Péninsule Ibérique dans l'antiquité romaine*, Paris.
- DOMERGUE, C. y TAMAIN, G. (1971), "Note sur le district minier de Linares-La Carolina (Jaén-Espagne) dans l'Antiquité", *Melanges de prehistoire, archéocivilisation et ethnologie offerts à V. Varagnac*, Paris, pp.199 ss.
- EDMONSON, J. C., (1987), *Two industries in Roman Lusitania: mining and garum production*, BAR International Series 362, Oxford.
- ESTRABÓN, (1992), *Geografía. Libros III-IV*, Traducción de M^a. José Meana y Felix Piñero, Gredos, Madrid.

- FORBES, R. J., (1950), *Metallurgy in Antiquity*, Leiden.
- HAUPTMANN, A. y WEISGERBER, G. (1987), "Archaeometallurgical and mining-archeological investigations in the area of Feinan Wadi 'Arabh (Jordan)", *Annual of the Department of Antiquities of Jordan*, 31, pp. 219 ss.
- HEALY, J. F. (1978), *Mining and Metallurgy in the Greek and Roman World*, London.
- IBÁÑEZ, A. (1983), *Córdoba hispano-romana*, Córdoba.
- JONES, J. E. (1984-85), "Laurion Agrileza, 1977-1983. Excavations at a Silver-Mine Site". *Archaeological Report London*, 31, pp. 106 ss.
- KALCYK, H. J., (1984), "Water in Ancient Mining", *Symposium Historical Water Development Projects in the Eastern Mediterranean*, Jerusalem, 1983, Braunschweig, pp. 1 ss.
- LACORT, P. (1989), "Obras hidráulicas e implantación rural romana en la campiña de Córdoba", *I Coloquio de Historia y Medio Físico*, Almería, pp. 361 ss.
- (1990), "Infraestructura hidráulica de época romana en la campiña de Córdoba", *Memorias de Historia Antigua*, IX, pp. 51 ss.
- LUZÓN, J. M^a. (1970), "Instrumentos mineros de la España antigua", *Minería hispana e iberoamericana. Contribución a su investigación histórica*, vol. I, pp. 221 ss.
- MADROÑERO, A. (1988), "Metodología para el estudio hidromecánico de un lavadero de almagra y su relación con la metalurgia y la cerámica de la Edad del Bronce Final", *Caesaraugusta*, 65, pp. 77 ss.
- MARECHAL, J. R. (1985), "Methods of ore roasting and the furnaces used", *Furnaces and Smelting Technology in Antiquity*, *British Museum, Occasional Papers*. 48, pp. 29 ss.
- MÁRQUEZ TRIGUERO, E. (1983), "Fundiciones romanas de Sierra Morena", *Boletín de la Real Academia de Córdoba*, 105, pp. 223 ss.
- MARTÍN DE LA CRUZ, J. C. (1985), "Papa Uvas I. Aljaraque, Huelva. Campañas de 1976 a 1979", *Excavaciones Arqueológicas en España*, 136, Madrid.
- PÉREZ GARCÍA, L. C. y SÁNCHEZ-PALENCIA, F. J. (1985), "Yacimientos auríferos ibéricos en la antigüedad", *Investigación y Ciencia*, 104, pp. 64 ss.
- RAMALLO, S. F. y ARANA, R. (1983), "El horno romano de fundición de la Loma de Herrerías (Mazarrón, Murcia)", *XVI Congreso Nacional de Arqueología*, Murcia-Cartagena, 1982, Zaragoza, pp. 925 ss.
- RUIZ MATA, D. (1983), "El yacimiento de la Edad del Bronce de Valencina de la Concepción", *Actas del I Congreso de Historia de Andalucía, Prehistoria y Arqueología*, Córdoba, 1976, pp. 183 ss.
- SALKIELD, L. V., (1970), "Ancient slags in the south west of the Iberian Peninsula", *La minería hispana e iberoamericana. Contribución a su investigación histórica*, Vol. I, León, pp. 85 ss.
- SANDARS, H. (1905), "The Linares Bas-Relief and Roman Mining operations in Baetica", *Archaeologia*, LIX, pp. 311 ss.
- SHEPHERD, R. (1980), *Prehistoric Mining and Allied Industries*, London.

- TAVARES, C. y SOARES, J. (1977), "Contribuição para o conhecimento dos povoados calcólicos do Baixo Alentejo e Algarve", *Setubal Arqueologica*, II-III, pp. 179 ss.
- TYLECOTE, R. F. (1976), *A History of Metallurgy*, London.
- TYLECOTE, R. F. y BOYDELL, J. P. (1978), "Experiments on copper smelting based on early furnaces found at Timna", en Rothenberg, G. B., Tylecote, R. F. y Boydell, J. P., *Chalcolitic copper smelting. Excavations and Experiments*, London.
- TYLECOTE, R. F., CHAZNAVI, H. A. y BOYDELL, J. P. (1977), "Partitioning of trace elements between ores, fluxes, slags and metal during the smelting of copper", *Journal of Archaeological Science*, 4, pp. 305 ss.
- VERNHET, A. (1981), "Un four de La Graufesenque (Aveyron): la cuisson des vases sigillés", *Gallia*, 39, pp. 25 ss.
- VILLASANTE, F. B. (1912), *Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España. Provincia de Murcia*, Madrid.
- (1913), *Criaderos de hierro de España, I, Provincia de Murcia*, Madrid.

MINA BUITRÓN, OCUPACIÓN EN EL DESPEGUE DE LA MINERÍA ROMANA EN LA PROVINCIA DE HUELVA

ELENA AGUILERA COLLADO

RESUMEN

El laboreo de las minas onubenses y el aprovechamiento metalúrgico derivado ha constituido desde la prehistoria uno de los orígenes, de tipo económico, que han determinado la implantación de distintos poblamientos a lo largo de la secuencia histórica.

El área geográfica sobre la que nos centramos en este trabajo se encuentra encuadrada en el corazón de la actual provincia de Huelva, dentro de la comarca del Andévalo, en el término municipal de Zalamea la Real, perteneciente a la formación geológica de la Faja Pirítica.

La presencia de restos de ocupación minera en el área del Cerro Castillo Buitrón indica la explotación de estas minas en distintos momentos históricos.

Una de las etapas más significativas de estas explotaciones, a juzgar por los restos materiales, parece haber sido la época romana. La presencia de indicios pertenecientes a caseríos romanos asociados a restos de producción metalúrgica y las huellas de laboreo minero alteradas por los trabajos contemporáneos de explotación, son vestigios que denotan el interés económico que suscitó esta área en época romana.

PALABRAS CLAVE

Minas de Buitrón, asentamientos, escorias, épocas romana y medieval.

ABSTRACT

The work done in mines in Huelva and the metallurgical development from them, since prehistoric times, has always been one of the economic incentives which has determined the site for the growth of different working populations. The general area, which we have centred our work around, is situated in the heart of the province of Huelva, the area of Andévalo, the district of Zalamea, pertaining to the geological regions of Faja Pirítica.

The presence of the remains of the mining population in the area of Castillo Buitrón indicates their exploitation throughout different historical periods. One of the most significant periods of the open cast mining operations, judging from the remains found, is the Roman epoch. Items from Roman households show evidence of metallurgical production and mining skill. The presence of these is evidence of the economical interest invested in this area at least from Augustus' reign.

The study of these remains forms a paradigm to explain and define a specific model of organization and occupation of the mining district in the Roman epoch.

KEY WORDS

Buitrón Mines, settlements, slags, roman and medieval times.

EL discernimiento del proceso de ocupación romana de las zonas mineralizadas peninsulares y en concreto del suroeste, caso que nos ocupa al tratar aquí el patrón del área minero-metalúrgica Castillo Buitrón, es fragmentario y parcial.

El desigual estudio de las zonas mineras y la falta de conexión de los planteamientos científicos que cohesionen modelos o ejemplos de ocupación de estas zonas origina que en la actualidad se carezca en la mayor parte de patrón o patrones explicativos de ocupación de estos territorios destinados al aprovechamiento de los recursos mineros. Esta realidad cognoscitiva contrasta con la profusa presencia de pequeñas explotaciones con sus respectivos asentamientos que poco a poco van siendo localizados a través de la ejecución de prospecciones territoriales en la provincia de Huelva (Blanco y Rothenberg, 1981; Domergue, 1986; Pérez 1987, 1998; Aguilera 1997; Pérez et al. 1990; Romero 1995 y 1998).

Teniendo presente que la ocupación estratégica territorial por parte de las comunidades mineras ha estado fuertemente condicionada por la localización de los filones mineros como fuentes para la captación y explotación de las materias primas predominantes, siendo un factor común y dominante en la estrategia de ocupación territorial, se deberían encaminar algunas técnicas de estudio a definir modelos de asentamientos mineros en relación a modelos semejantes de explotación que respondan a un mismo modo de producción.

La Mina del Castillo Buitrón se localiza en una de esas zonas geográficas de la provincia de Huelva bastante desconocidas en la investigación arqueológica, al menos, para la época romana, como es el *Andévalo*. El paisaje andevalense, en las estribaciones de Sierra Morena, entre la Sierra de Aracena y Sierra Pelada por el norte y la Tierra Llana por el sur, se caracteriza por un gran predominio de suelos pizarrosos de escaso aprovechamiento agrícola. Los cerros que lo conforman son genéricamente de escasa altitud formando valles superficiales entre arroyos estacionales. Formando parte de esta unidad geomorfológica se encuentra Castillo Buitrón que se inscribe en la actualidad dentro del límite administrativo de Zalamea la Real, en la cuenca vertiente del río Odiel, delimitando al norte y oeste con la Rivera del Villar, el Arroyo de los Coladeros al este y la Sierra de los Bueyes al sur.

La mineralización de Castillo Buitrón forma parte del vulcanismo general de la Franja Pirítica del suroeste, *el Cinturón Ibérico de Piritas*, situándose en el flanco Norte del Anticlinal de Valverde. Este Cinturón se extiende desde Aznalcollar, en Sevilla, atravesando esta provincia, la provincia de Huelva y llegando a Portugal hasta las minas de Santo Domingo. Las mineralizaciones de la Faja Pirítica formadas en la Era Primaria por vulcanismo submarino son masas constituidas fundamentalmente de distintos tipos de minerales de los que se obtiene esencialmente cobre y plata.

Castillo Buitrón está formado por rocas volcánicas -aglomerados, brechas, tobos- y niveles sedimentarios, correspondiéndose en su mayor parte con diferentes tipos de pizarra del Carbonífero Superior. Su morfología se compone de dos masas lenticulares aplanadas, interestratificadas y separadas unos trescientos



Figura 1.
Vista general del
cerro Castillo de
Buitrón

tos metros entre sí. Existe una influencia tectónica notoria en la situación posterior de las masas, con mineral cataclástico y señales de deslizamiento de los hastiales sobre la masa, pero sin grandes fallas que afecten a la mineralización.

El *entorno geológico* se define como un lentejón de cineritas y polvo volcánico contenido en un tramo de pizarras arcillosas, cuyo corte estratigráfico se delimita entre el Devónico y el Carbonífero. Se diferencian por su quimismo dos tipos de mineral, en la *Masa de Levante* compuesta principalmente de pirita masiva y mineral cobrizo, mientras que en la *Masa de Poniente* predomina el mineral del complejo pirítico, cuya estratificación indica una sedimentación rítmica de sulfuros metálicos con aportes de diferentes composiciones mineralógicas.

La morfología del paisaje del territorio minero coincide con las características del Andévalo onubense, cerros de altitud media, de los que destaca la Mina de Buitrón, entre arroyos estacionales –Los Aldeanos, Barranco los Bueyes, Los Coladeros- que discurren por valles poco profundos. El suelo, de color



Figura 2.
Bancales en la
explotación moderna
de Buitrón

pardo rojizo y aspecto quebrado, es pobre en materia orgánica y en recursos hidrológicos, siendo el terreno más apto para la ganadería y, por supuesto, la actividad minera.

La gran alteración paisajística provocada por el hombre durante siglos, acelerada especialmente en las últimas décadas, ha determinado que la vegetación originaria, el bosque mediterráneo, haya desaparecido. La vegetación original ha degenerado en grandes extensiones de matorral acidófilo en las que dominan los jarales (*cistus ladanifer* y *cistus monpelienensis*) y los brezales (*Erica australis* y *Erica umbellata*). Las formaciones vegetales alóctonas conforman el paisaje, la casi totalidad del territorio abarcado ha sido sometido en la década precedente a repoblaciones de eucaliptos, *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus camaldulensis*, con un sotobosque de matorrales tipo *Lavándula stoechas* o *cistus salvifolius* entre otros. Tan sólo los espacios próximos a los regatos aseguran una cierta diversidad botánica al área con formaciones muy austeras como los adelfares.

Sin embargo este paisaje de repoblación de eucaliptos está siendo sometido a una fuerte transformación. Asistimos ahora al desmonte de grandes extensiones para la reforestación con alcornoque y encina, lo que está suponiendo y ha supuesto una intensa remoción del subsuelo y la alteración del estado de conservación de la mayor parte de los sitios arqueológicos que fueron constatados en 1993 por nuestras prospecciones arqueológicas (Aguilera, 1997).

El estado del Cerro del Castillo o de la denominada Mina Castillo Buitrón es el que sigue: la masa de Levante se encuentra perforada por una corta a cielo abierto de factura moderna, la masa de Poniente fue convertida desde el siglo XIX en una explotación similar, produciendo piritas con buenas leyes de cobre y azufre. En los años 90 la corta de Levante se modificó practicándose bancales desde la cota 300 a la 270 con la explotación a cielo abierto del hueco entonces existente, sin llegar a desmontar la parte alta de la cara sur. Los estériles se depositaron en el hueco de la Corta de Poniente.

La morfología original del Cerro con una cota máxima que alcanza los trescientos cincuenta y siete metros de altitud, se encuentra alterada, además de por estos trabajos mineros, por la antigua repoblación de eucaliptos que han aterrizado la cima y ladera norte del cerro. La ladera sur, muy escarpada, conserva la vegetación endémica: jarales, (*Cistus ladanifer* y *Cistus monspeliensis*) y brezales (*Erica australis* y *Erica umbellata*).

UN ACERCAMIENTO AL PROCESO DE OCUPACIÓN POBLACIONAL DEL VALLE DE CASTILLO BUITRÓN

Un primer análisis de las evidencias arqueológicas nos permite definir una ocupación discontinua en el territorio adyacente al área mineralizada de Castillo Buitrón. La ocupación más antigua se corresponde con la presencia de diversas comunidades prehistóricas atestiguadas por la existencia de productos manufacturados sobre sílex y por la inserción en el territorio de construcciones megalíticas.



Figura 3.
Estériles sobre la
corta

Las poblaciones prehistóricas que han ocupado el entorno territorial de la mina de Buitrón están constatadas por un reducido muestrario de útiles sobre materias primas que se encuentran elaborados mediante determinadas manufacturas talladas y que son exógenas al medio geológico más inmediato.

El registro arqueológico localizado es bastante parco pero es posible su asociación a un poblamiento prehistórico vinculado a lo que tradicionalmente venimos denominando Paleolítico Medio y Paleolítico Superior. Se trata de dos útiles líticos tallados en sílex localizados junto al arroyo de los Aldeanos, en el valle situado al sur del Cerro del Buitrón, muy próximo al escorial que denominamos I y al pantano minero que allí se ubica.

Son productos líticos que arqueográficamente se corresponden con:

Una lasca con amplio retoque levallois con muesca, tallada sobre un sílex verde pálido cuya manufactura es posible relacionarla con utillaje adscrito genéricamente al Paleolítico Medio.

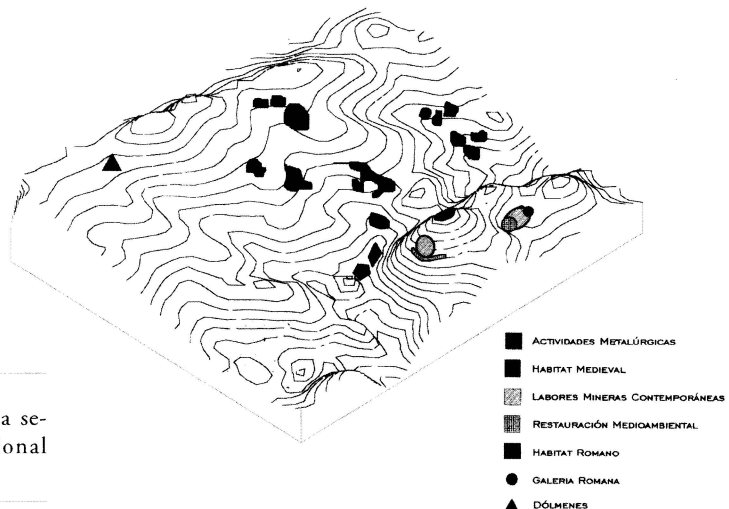


Figura 4.
Distribución de la se-
cuencia ocupacional
del territorio

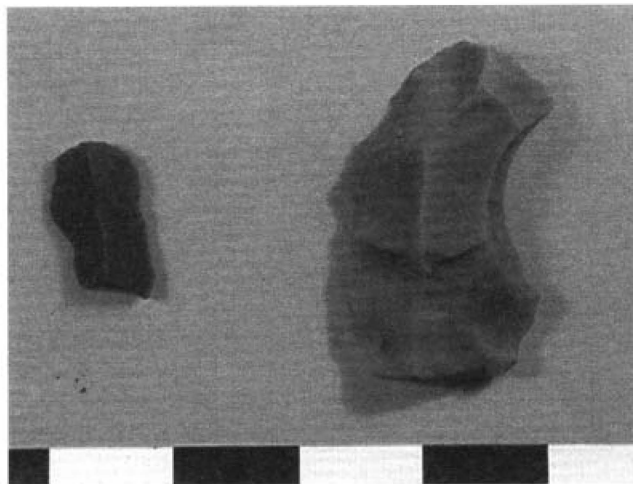


Figura 5.
Productos líticos

Un raspador sobre lámina que presenta el extremo distal retocado formando un frente en forma de arco de círculo, sobre un soporte lítico de sílex de buena calidad de color verde oliváceo, es el otro producto manufacturado hallado y que parece encuadrarse tipológicamente con el arquetipo de evidencias materiales confeccionadas por comunidades pertenecientes al Paleolítico Superior.

Lo que es evidente es que no estamos ante una localización arqueológica concreta de hábitat, aunque el escaso rodamiento que presentan los soportes líticos hace pensar en la utilización de este enclave territorial, de fondo de valle y más rico productivamente, tal vez de manera estacional, por parte de estas sociedades cazadoras-recolectoras. Los testimonios arqueológicos sobre la presencia de estas poblaciones prehistóricas en el Andévalo, han venido siendo defendidos por actuales investigaciones en este territorio, en concreto se han documentado en la franja amesetada que recorre la CN-421, El Villar-Zalamea la Real y los rebordes de la misma y se han interpretado espacialmente como indicios de una marcada territorialidad (Orihuela et al. 1999: 91 y ss.).

Otro muestreo apuntado se localiza en las tierras del entorno de Sotiel Coronada-Calañas, Odiel-Oraque, en Calañas (Nocete et al. 1995), y comunidades detectadas en el muestreo del Cerro del Andévalo-Valdelamusa (Orihuela et al., 1999) que parecen coincidir con una localización de estas poblaciones en amplias zonas amesetadas, tanto las posibles zonas de hábitat como las frecuentaciones estacionales, tipo de utilización del espacio que parece corresponderse con el significado de las evidencias materiales de Castillo Buitrón.

Según estos autores la mayor parte de los sitios arqueológicos constatados en el Andévalo presentan unos ítems materiales recurrentes y uniformes, en los que predominan los raspadores, perforadores, las raederas, buriles, sobre soportes o núcleos para extracción de lascas y desechos de talla. Apuntándose la posibilidad de que las localizaciones sean áreas de consumo, al no estar vinculadas directamente con los afloramientos de dichas materias primas, abriéndose interrogantes sobre la vinculación que tienen estos sitios con los lugares

donde se ubican las fuentes de suministro. Por otro lado, estas naturalezas arqueológicas exógenas al proceso del que han formado parte como cadena productiva, donde en ocasiones no están presentes los afloramientos de recursos líticos, contradice la tesis sobre la exclusiva presencia de talleres líticos en el territorio (Orihuela et al., 1999: 81).

En orden secuencial diacrónico y con un *hiatus* cronológico amplio el valle de Buitrón se puebla con sociedades más complejas atestiguadas por contenedores funerarios –dólmenes– que se insertan dominando el valle denominado de las Sepulturas.

Desde una posición de dominio visual de este valle apto para la producción y con presencia de cursos de agua potable, estas tumbas estaban localizadas en promontorios como Las Cabezuelas y Cumbre Zandala. Del conjunto megalítico formado por un número representativo de contenedores se conserva, tras las labores recientes subsoladotas de desmonte que han afectado a las restantes estructuras megalíticas, el Dolmen de Las Cabezuelas.

Con una posición dominante, este dolmen se encuentra ubicado en el paraje denominado Valle de las Sepulturas, al margen derecho del actual carril que lleva a la mina Buitrón, sobre una suave loma de 330 metros de altitud en la extremidad septentrional de la Cumbre Zandala, cercano al arroyo de los Aldeanos.

El estado de conservación es bastante precario debido a la acción clandestina de los expoliadores y a la remoción de tierras consecuencia de la repoblación forestal de eucaliptos.



Figura 6.
Dólmen de las Cabezuelas

Se trata de un sepulcro de galería simple trapezoidal que ha sido despojado de su cubierta. Su longitud máxima es de 3,50 metros con orientación noroeste desde la entrada de unos 0,50 metros que se ensancha hasta los 1,50 metros en la cabecera. Las paredes aparecen desplomadas internamente, presentando el último ortostato ubicado en el lateral noreste un grabado geométrico con sección en U. La altura máxima de los ortostatos en la cabecera es de 1,35 metros. Conserva el túmulo semioval de unas dimensiones de 12 por 11 metros en los ejes este-oeste y norte-sur construido con rocas de mediano y gran tamaño. Así mismo este túmulo se delimita con un anillo perimetral de rocas de las inmediaciones. Al norte se detectan lugares de extracción y laboreo de piedras similares con las que fue construida esta tumba (Linares, 2001).

La presencia de estas evidencias materiales pertenecientes a sociedades complejas del III Milenio es muy recurrente en los distintos territorios del Andévalo investigados (Nocete, et al., 1993 y 1995; Orihuela et al., 1999) En concreto el dolmen de Las Cabezuelas se ajusta a los parámetros tipológicos estudiados pertenecientes a sociedades complejas que pueblan este territorio en el III Milenio. Se ha enfatizado el reflejo del significado de estos contenedores que se convierten en indicadores de *“una organización social nueva cimentada sobre el desajuste de las fuerzas productivas y la emergencia de nuevas relaciones sociales de producción, de la que la construcción de estos sepulcros no es más que una prueba de la desigualdad manifiesta en términos económicos [...] e ideológicos[...]”* (Orihuela et al., 1999 : 84)

Dados los restos de estos vestigios visualizados no podemos inferir mediante ellos si estas poblaciones estaban dedicadas o aprovechaban los recursos minerales de la mina Castillo Buitrón. La ausencia de asentamientos relacionados con los vestigios funerarios del III Milenio constatados en el área prospectada impide determinar si estas sociedades estaban vinculadas a la producción minero-metalúrgica. No obstante en el Andévalo se ha constatado una concentración de poblamiento en nuevos centros productivos dedicados a la explotación minera, que quedan inscritos en redes de prestigio que trasfiere el análisis micro para llegar a un análisis macroterritorial que extrapola a nuevas concepciones políticas de organización territorial y social (Orihuela et al., 1999 : 85) lo que da pie a no descartar –tampoco a afirmar– que estas gentes del Castillo Buitrón hubiesen estado regidos por un nuevo tipo de producción.

Además debemos partir de que la conservación de evidencias de trabajos mineros de explotación prehistórica son en general escasas y a menudo faltas de contrastación empírica. Las referencias documentales a labores antiguas son muy parcas y poco explicativas y parecen estar más en relación con las explotaciones romanas. Como mas adelante indicamos en este trabajo, algunas referencias indican la existencia de trabajos antiguos de explotación en la mina de Buitrón con adscripción genérica romana.

La gran transformación del sitio minero y la pérdida de información arqueológica dificultan el discernimiento del momento prístino de su explotación. Cabe preguntar si la explotación de los recursos mineros de Castillo Buitrón comenzó en momentos anteriores a los trabajos de época romana.

A tenor de los vestigios materiales prehistóricos localizados, son insuficientes las reseñas para inferir con certeza si se efectuó la explotación minera del Castillo Buitrón por sociedades prehistóricas. Desde la naturaleza del registro arqueológico observamos pozos de tipología irregular y una apertura del cerro en forma de trinchera a los pies de la ladera sur del Castillo Buitrón, labores mineras ya detectadas por Blanco y Rothenberg (1981 : 129), que por su aspecto parecen corresponderse con labores antiguas.

A través de nuestra actividad arqueológica de prospección detectamos al menos cuatro pozos ubicados en la ladera sur del Cerro del Castillo bajo el carril de acceso a la mina y cercanos al valle que recorre el Arroyo de los Aldeanos. Junto a las escombreras modernas al lado del escorial II localizamos un pozo que parecía ser de planta cuadrangular y excavado en la pizarra de dimensiones cercanas a 1 x 1,50 metros y tres pequeños pozos que pudieran ser de morfología circular de alrededor de 1 metro de diámetro, aunque al no poder adentrarnos en el terreno dada la maleza existente que impedía su visualización y su acceso a ellos hace que estos datos no pudieran ser verificados con exactitud.

En las proximidades de estas labores mineras, junto a un pequeño barranco, en la parte este, se localizaba un socavón que perfora transversalmente los afloramientos de pizarra al menos unos 30 metros de longitud.

El tipo de labor en trinchera podría relacionarse con trabajos mineros prehistóricos, sin embargo la abundante vegetación impide una comprobación rigurosa, pudiéndose tratar también de una galería minera o de desagüe, sin descartar que este tipo de labores sean de momentos romanos o más modernos.

Destacamos, a su vez, la localización de dos piedras de cazoletas sobre cantos de río en el camino que conduce desde la zona de precipitación de la mina moderna a los edificios mineros conservados de esta explotación moderna y de varios martillos y mazos mineros en piedra cercanos a las antiguas balsas de precipitación de cobre tallados sobre diabasas, caracterizados por



Figura 7.
Recinto fortificado
del asentamiento
islámico Castillo
Buitrón

tener una factura tosca. Son mazos casi ovales utilizados en sus dos frentes, un cincel y un martillo-cuña. Este instrumental se asocia con martillos mineros utilizados para la captación de recursos pétreos, bien rocas mineralizadas bien otro tipo de afloramientos, por ejemplo las canteras de cuarcitas.

Tras un amplio *hiatus* asistimos a una ocupación del territorio por parte de sociedades medievales islámicas. La estrategia de ocupación del territorio varía con respecto a los momentos anteriores registrados. Encontramos la presencia de poblaciones que ejercen un fuerte control del territorio, no sólo del área mineralizada como parece corresponder en algún caso de épocas precedentes, sino con una alta escala de dominio visual que implica un vasto territorio y con una clara orientación a la defensa atestiguada por una línea de fortificación.

Las características del hábitat ubicado en la máxima altitud, sobre un cerro mineralizado, sin recursos hídricos fácilmente accesibles, nos hacen pensar en ocupaciones estacionales frente a una ocupación continuada que está por definir y que debe responder a la investigación sistemática de un territorio más amplio centrada en la reconstrucción del proceso histórico que abarque la secuencia ocupacional medieval.

Es el hábitat medieval islámico Castillo de Buitrón. Su posición estratégica indica una función eminentemente de control estratégico y de defensa del territorio ejercida gracias a su altitud, extremo dominio visual y a la construcción de un recinto fortificado. El yacimiento se encuentra altamente alterado por aterrazamientos practicados por la repoblación forestal con eucaliptos y por múltiples hoyos indicio de la acción indiscriminada de clandestinos.

En la ladera norte y este conserva gran parte de la cerca con algunos tramos parcialmente destruidos o desaparecidos. En la ladera sur los restos constructivos son más escasos. Las evidencias materiales en el interior del recinto son muy abundantes, especialmente tejas decoradas con digitaciones, y con digitaciones e incisiones, y restos de estructuras de habitación en su mayor parte devastadas.

La cerca construida a base de hiladas de roca pizarrosa presenta un espesor medio de un metro. En la parte oriental del cerro, por encima de la Corta, se manifiesta uno de los tramos mejor conservado con seis metros de longitud y una altura máxima de 1,90 metros. Próximas a este área existen evidencias constructivas que parecen haber sido puestas al descubierto intencionadamente y que dejan vislumbrar perfectamente una estructura de habitación ortogonal con un ancho de 1,40 metros y una longitud cercana a los 2,50 metros. Presenta apertura lateral en la parte oeste de 0,60 metros formando con el paramento un ángulo de 90 grados. El espesor de los muros, construidos en roca pizarrosa escuadrada, es de medio metro y vislumbramos en algunos tramos una altura de 0,35 metros. Junto a esta estructura observamos restos de otras construcciones similares algunos de los cuales no parecen muy dañadas.

La falta de vestigios minero-metalúrgicos que relacionen estas sociedades con la actividad productiva metalúrgica *a priori* parece evidente en el asentamiento del Castillo Buitrón, sin embargo la aparición en el escorial II de cerámicas medievales similares a las recogidas en este yacimiento nos hacen re-

Figura 8.
Detalle de la cerca en la ladera sur del cerro del Castillo.



flexionar sobre el papel jugado por estas sociedades medievales en relación a la explotación y producción metalúrgica.

La presencia humana no vuelve a constatarse hasta época moderna en este área respondiendo a una actividad económica basada en la explotación minera, siendo el área mineralizada de Buitrón una de las primeras minas abiertas a mediados del s.XIX en la provincia de Huelva, concretamente en 1855 y según Gonzalo y Tarín «sobre las antiguas labores que dejaron los romanos (Gonzalo y Tarín, 1888), alternándose los períodos de actividad con los períodos inactivos hasta que en 1941 se produce su cierre durante un largo período de tiempo. De estos momentos contemporáneos se conservan diferentes restos relacionados con las actividades de extracción (galerías, pozos, líneas ferroviarias para la carga de mineral...), de transformación (balsas y canales de cementación, morrongos, escombreras...), de actividades comerciales (restos de vías ferroviarias para el transporte minero), así como ruinas de diversos edificios y casas mineras.

Como último eslabón en la cadena del proceso histórico de esta explotación, la presencia de actividad por parte de poblaciones contemporáneas se detecta en las masas mineralizadas por el tipo de labores extractivas de explotación a cielo abierto.

UN ACERCAMIENTO A LA HISTORIA DE LA EXPLOTACIÓN MINERA MODERNA

A tenor de los informes y documentación publicada relacionada con las explotaciones onubenses se desprende la presencia de trabajos mineros antiguos, apertura de pozos y galerías, relacionados con trabajos romanos, que facilitaron las investigaciones a los ingenieros de la época en distintas explotaciones. Estas circunstancias fueron también aprovechadas en la Mina de Buitrón, así la explotación moderna comienza con la denuncia y reconocimiento de la mina en 1853 por parte de don Manuel Ardois del Castillo. Dos años después, en 1855, Don Manuel Ortigosa emprende la restauración de la Mina

de Buitrón *“sobre las antiguas labores que dejaron los explotadores romanos”*. (Gonzalo y Tarín, 1888). Limpia y recupera socavones, galerías y pocillos romanos.

A raíz de la Revolución Industrial con la creciente necesidad de azufre y cobre, las sociedades explotadoras inglesas se sienten atraídas por la explotación de las piritas onubenses. En estos momentos aparece en Huelva la entidad inglesa The South Europe Mining Company Limited. Se constituye esta sociedad arrendataria para la explotación adquiriendo la Mina del Buitrón con sus tres concesiones. “Envidiada” “Numancia” y “Restauración” el 2 de diciembre de 1862 tras cesión de don Manuel Ortigosa y explotándose al menos durante once años.

El territorio minero ahora adquiere un aspecto moderno aplicando una sofisticada tecnología. Esta compañía construye edificios e instala distinta maquinaria. Pronto se moderniza técnicamente hasta el punto de que construye el muelle en San Juan del Puerto, llegando hasta allí el mineral a lomos de burros, para pasar a ser el primer establecimiento minero en poseer, desde 1869-1870, un ferrocarril minero para el transporte de su producción mineral hasta el embarcadero de San Juan, en el río Tinto, en un tramo de unos 35 kilómetros, con “The Buitrón and Huelva Railway and mineral Company Limited”.

El ferrocarril construido acababa a 110 metros de la entrada del socavón general, en la margen izquierda del Arroyo de los Aldeanos finalizándose el año 1870. Entre 1867 y 1870 ya se habían realizado desmontes para las “cortas”. En 1870 la Masa de Poniente en el respaldo norte ya estaba escalonada mediante banales, hasta 1877 año en que la mina se desarrienda a sus entonces propietarios la Cía. The South Europe Mining Company Limited y quedan paralizados los trabajos.

En 1881 de nuevo la Cía The South Europe Mining Company Limited arrienda la mina a la Cía inglesa The Tharsis Sulphur and Copper Company Limited, poseyendo en 1888 esta concesión minera 6 pertenencias, que ocupaba una superficie horizontal de 32 hectáreas. Hasta que en 1889 Hills adquiere la mina de Buitrón al precio de 1000 pesetas pasando oficialmente a sus herederos en 1891.

En septiembre de 1906 la Cía The United Álkali Company Limited compra Buitrón y comienza a funcionar. Pocos meses después, el 16 de mayo de 1907, se crea la filial española denominada Cía Anónima de Buitrón que explotará la mina.

En 1910 se construye un embarcadero flotante frente a La Rábida. Las grúas del embarcadero cogen el mineral de las vagonetas contenido en cajas y los deposita en las bodegas del barco. En este momento se produce un gran tráfico de estas mercancías entre Huelva y Gran Bretaña, sobre todo entre los años 1907 y 1913, son años de intensa producción.

El 31 de julio de 1931 paran los trabajos de extracción del Buitrón, aunque se siguen aprovechando las piritas mediante cementación hasta el año 1935, produciéndose el cierre.

El 21 de octubre de 1944 se vende la Mina Castillo Buitrón a la Sociedad Minera Cueva de La Mora S.A. que cementará las aguas cobrizas de las labores abandonadas y venderán las piritas lavadas que habían quedado en los terrenos.

Grosso modo los trabajos de minería moderna desarrollados consistieron:

En la corta de Levante se explotó el criadero por el sistema de labor subterránea de huecos y pilares, localizándose entre la pirita de hierro venillas de calcopirita y cristalizaciones de cuarzo.

En la corta de Poniente fue abierta en el siglo XIX una explotación a cielo abierto de la que se obtuvieron piritas con buenas leyes para la producción de cobre y azufre. En el siglo XX se prolongó el socavón general de la masa de Levante hasta llegar a la Masa de Poniente, perforándose un pozo de 60 metros para unir esta corta con el nivel del referido socavón

HISTORIOGRAFÍA

La documentación bibliográfica sobre la explotación minera del Castillo de Buitrón indica testimonialmente la ocupación productiva del sitio por parte de las poblaciones romanas.

Con anterioridad a la restauración moderna de la mina, ya en el siglo XVIII, eran visibles los pozos mineros (Domergue, 1987). Otros autores del siglo XIX confirman el aprovechamiento de labores romanas en Buitrón, por ejemplo Deligny (1863: 216), Gonzalo y Tarín (1888 : 26) y Rúa Figueroa, (1859: 13) entre otros.

La consecución bibliográfica producida a raíz del conocimiento de la presencia de testimonios materiales arqueológicos en la Mina del Buitrón por parte de autores especializados comienza con las referencias que ya en 1935 realiza Oliver Davies de *la presencia de líneas de pozos romanos en los valles de Buitrón* y del hallazgo de un vaso de bronce (Davies, 1935). Así mismo Davies hace referencia a la presencia en Buitrón de escorias algunas probablemente derivadas de la licuación siendo común en la provincia de Huelva su obtención desde las galenas (Davies, 1935).

Pinedo Vara cita estas minas en su recopilación y análisis de explotaciones mineras de la provincia de Huelva (Pinedo, 1963: 434-435).

Una nueva reseña referente a la explotación por parte de los mineros romanos se debe a Flores Caballero que indica que fue una de las más espectaculares explotaciones de la provincia junto con otros ejemplos como Rio Tinto, Calañas, Concepción, La Joya, entre otras (Flores, 1981: 68).

Blanco Freijeiro y Beno Rothenberg en 1981 centran su postura en un estudio centralizado en la explicación minero-metalúrgica de la provincia de Huelva siendo los autores que por primera vez dan a conocer distintos sitios arqueológicos en esta área, enclaves como La Venta del Quico, la Mina Buitrón y los escoriales asociados a esta explotación minera, así como la presencia de pozos, hornos metalúrgicos y de un socavón de desagüe (Blanco Y Rothenberg, 1981).

En 1987 Domergue recoge la noticia de la presencia de pozos abiertos por los antiguos, que en esos momentos ya habían desaparecido por la apertura de una corta en la masa de poniente, pero que habían sido visibles a fines del s.XVIII –citando a Tomás López–, con la presencia de numerosos silos en dirección levante. También verifica la abundancia de restos de sigillata en la zona

confirmando las antiguas noticias de la presencia romana en el lugar. Y reseña que en 1871, durante el desarrollo de trabajos de explotación moderna efectuados sobre viejos trabajos antiguos, se produjo un hundimiento que permitió la recuperación entre otros, de útiles y picos de minero de hierro y de una pátera de bronce con el mango adornado por dos cabezas de carnero e inscrita con la inscripción COCCEIORUM impresa doblemente, que se conserva en el British Museum con el número de inventario 2462 (Domergue, 1987: 251).

En 1987 Pérez Macías indica la presencia de un yacimiento medieval en la cima del Cerro del Castillo encuadrándolo en un estudio genérico de los recintos fortificados islámicos del Andévalo. Corroborándose las noticias antiguas de la existencia de restos de edificios en la cumbre del cerro, aunque no se trataba de edificios romanos sino medievales como indica este autor (Pérez, et alii, 1987).

Más adelante Domergue incluye dentro de las minas de cobre hispanas explotadas por los romanos la de Buitrón, caracterizándose por las venas y pozos de calcopirita con ganga de cuarzos y la circunscribe en la clasificación de yacimientos mineros de cobre y accesoriamente de plata, hierro y oro (Domergue, 1990).

Este mismo autor encuadra Castillo Buitrón dentro de un amplio grupo de minas peninsulares –minas de cobre y plomo argentíferas– que poseen montañas de escorias como testimonio que muestra que el tratamiento metalúrgico del mineral se efectuaba en el propio sitio minero, incluyendo de forma probable esta explotación de cobre en los siglos I y II de nuestra era (Domergue, 1990: 201-203).

En 1993 la inminente puesta en marcha de un Proyecto de Explotación y Restauración Medio Ambiental por parte de la Empresa Rio Tinto Minera S.A. en la mina Castillo Buitrón, término de Zalamea la Real, Huelva, motivó la necesidad de efectuar una actividad arqueológica de urgencia consistente en una prospección intensiva del yacimiento minero. A su vez, los análisis mineralógicos que dicha Empresa estaba contrastando para determinar la puesta en marcha o no de un futuro laboreo hizo conveniente la definición arqueológica de esta explotación y de los alrededores de este área mineralizada. El Proyecto contemplaba el ensanchamiento de la explotación minera en la parte norte de la Corta de Levante, y la deposición de estériles en la masa de Poniente alcanzando su cota máxima en 288,2 metros, así como la repoblación de los banales, preparación del camino de acceso a la mina y zona de escombreras.

Las prospecciones arqueológicas llevadas a cabo por la que suscribe estas líneas fueron publicados en el año 1997 y se centraron en la detección de evidencias arqueológicas ubicadas dentro del área minera afectada y del área territorial circundante para comprobar la exactitud de los datos recogidos en el Inventario General de Yacimientos de la Provincia de Huelva y localizar posibles evidencias arqueológicas no detectadas, procediéndose a la catalogación, y delimitación de los yacimientos, de cara a cualquier intervención minera futura (Aguilera, 1997 : 325-331).



Figura 9.
Restos de las estructuras edilicias del asentamiento medieval Castillo del Buitrón

Los resultados de las actuaciones sirvieron para posicionar los sitios arqueológicos recogidos por el Proyecto Arqueometalúrgico de Huelva, para recoger el estado de conservación de los mismos y mostraron la presencia de otros sitios arqueológicos no detectados por el Proyecto. Así mismo se comprobó que el posicionamiento de algunos yacimientos como La Venta del Quico se reflejaba de forma errónea en el Inventario General de Yacimientos de la Provincia de Huelva.

En el año 2000 el trabajo de Tesis Doctoral elaborado por Vidal recoge nuestra valoración de la ocupación poblacional en época augustea en estas minas como delata la presencia del asentamiento romano Venta del Quico (Vidal, 2000: 210). Esta autora incluye esta explotación minera en el modelo de poblamiento que denomina Modelo Andévalo. Este tipo de ocupación presenta marcadas diferencias respecto del modelo Tierra Llana y al modelo Sierra diferenciándose a causa del principal motor que impulsó la ocupación de la zona que fue la explotación minero-metalúrgica de los yacimientos mineros de este sector del Cinturón Ibérico de Piratas.

Este territorio también ha sido objeto de observación científica por parte del equipo de trabajo del Proyecto Odiel, aunque desde una perspectiva de análisis del proceso ocupacional del territorio por parte de las sociedades del III Milenio (Nocete et al. 1993 y 1995).

Otros autores apuntan cómo el empuje de la política de Augusto en Hispania impulsó la minería en Huelva repercutiendo favorablemente en otros sectores económicos, sobre todo en la industria bética salazonera del área gaditana que supuso un fuerte monopolio del abastecimiento alimenticio de los distritos onubenses mineros entre los que se incluyen entre otras Tharsis, Cueva de la Mora, Sotiel, Cala, Aznalcollar y Buitrón (Pérez, Campos y Vidal, 1998).

En este mismo año Pérez Macías publica su tesis doctoral donde recoge Buitrón como una de las explotaciones romanas de la provincia (Pérez, 1998).

COMPARACIÓN DEL REGISTRO ARQUEOLÓGICO VERIFICADO POR LAS DISTINTAS

ACTIVIDADES ARQUEOLÓGICAS EJECUTADAS EN EL COTO MINERO DE BUITRÓN.

Por el momento no existe ningún estudio sistemático ni del coto minero de Buitrón ni de otros conjuntos de la provincia de explotaciones mineras similares a la que aquí tratamos para poder cotejar informaciones que puedan complementarse y avanzar en el conocimiento de los modelos de ocupación romana de este territorio suroccidental minero.

Blanco y Rothenberg (1981) han sido de los autores que más se han acercado a la explotación minera de Buitrón. Su información procede del estado en que se conservaban estos sitios arqueológicos a finales de los años setenta. Las prospecciones superficiales por nosotros realizadas en los años noventa sirven para contrastar esta información, desprendiéndose una serie de contrastes que pasamos a cotejar:

La publicación de Blanco y Rothenberg (1981) engloba con la denominación yacimiento número 42, el área arqueológica prospectada por nosotros bajo el nombre de La Venta del Quico, definiéndolo como un yacimiento de minería y fundición. Estos autores identifican una serie de sitios arqueológicos:

- pozos irregulares y un adit o socavón, describiéndolos llenos de maleza y escombros “La parte superior de los pozos tiene un aspecto burdo; pero por debajo las paredes están cuidadosamente alisadas y recuerdan a los verdaderos pozos de mina romanos”.

A principios de los años noventa nosotros detectamos la presencia de al menos cuatro pozos en la parte inferior de la ladera sur del Cerro del Castillo, en las cercanías del Arroyo del Aldeano, que por su posicionamiento y contrastándolos con el croquis del Proyecto Arqueometalúrgico parecían corresponderse con los arriba indicados. Sin embargo su difícil acceso por la espesa vegetación de jarales, espinos y matorrales y su estado, rellenos al completo de maleza, impedía vislumbrar con claridad su caracterización.

- El yacimiento 42B (Blanco y Rothenberg, 1981 : 129) denominado *Venta del Quico* era definido como un *asentamiento de unos doscientos metros de extensión máxima*. Con restos de edificaciones en las que se comprobó que el muro más largo alcanzaba unos diecinueve metros de longitud. Se informaba de la presencia de materiales arqueológicos atribuidos a *época romana y medieval* sin especificar tipología ni período cronológico, y se asociaba la edificación detectada con parte de la fundición romana contigua, yac. 42A.

Este asentamiento romano abarca una extensión aproximada de 1 hectárea. Se encuentra enmarcado entre dos pequeños arroyos, ubicándose en una suave prolongación del cabezo denominado Corral Alto, conocido también como Venta del Quico, caracterizado por su posición estratégica dominante con respecto al valle de Los Coladeros y de la actual finca Cortijo de los Bueyes. En la cota máxima del cerro afloran crestones de pizarras metamórficas por lo que el lugar de asentamiento, está ubicado en una suave ladera que mira hacia el valle de Los Coladeros iniciándolo.



Figura 10.
Vista general del asentamiento Venta del Quico, al fondo.

En los años noventa el asentamiento de La Venta del Quico se encontraba muy alterado y afectado por las rozas efectuadas para la repoblación forestal del sitio, habiendo sido aterrizado en su total extensión. Las plantas de las estructuras no se conservaban en su totalidad, sin embargo algunos muros se observaban en superficie salpicados por el yacimiento, conservándose tramos dispersos con una longitud media entre 0,50 metros y 1 metro. La generalidad de los materiales arqueológicos recogidos en superficie se encuadraba en época *augustea* y primera mitad del s.I. d.C. Hay que reseñar que, aunque con escasa frecuencia de aparición, se constataron también elementos cerámicos de consumo medievales (Aguilera, 1997).

En la actualidad el poblado se encuentra destruido por labores de desmonte forestal que han despoblado el área de las plantaciones de eucaliptos existentes, removiendo las evidencias arqueológicas y haciendo desaparecer los vestigios materiales estructurales pertenecientes a las unidades de habitación.

A diferencia de Blanco y Rothenberg, que detectaban en el lugar la presencia de un único edificio que relacionaban con los trabajos de procesamiento metalúrgico, los resultados de nuestras prospecciones identificaron un *estacionamiento poblacional o hábitat* donde era posible discernir parte de estructuras pertenecientes a diversas dependencias o distintas unidades mayores de habitación a juzgar por la disposición, distanciamiento espacial y registro material perteneciente a vajillas domésticas, de uso común y de lujo, así como elementos de esas vajillas más suntuosos como fragmentos de vajilla de vidrio, en algún caso tipo *millefiori*. Además era constante la presencia de cerámicas de consumo, de cocina y de almacenaje. Por tanto la caracterización de hábitat de este lugar se debe al tipo de registro arqueológico constatado, a saber:

Evidencias de estructuras pertenecientes a edificios donde se detectaron vestigios materiales relacionados con la vida doméstica como fragmentos cerámicos de *vajillas de consumo*: fragmento de un vaso de imitación de sigillata aretina forma Goud. 40 tipo Peñaflor, fragmento de pátera de sigillata sudgálica forma Drag. 15/17 y el fondo de un vaso de sigillata aretina con *sigillum* muy deteriorado en interior de una cartela rectangular con bordes redondeados

asociable con la forma Ritt. 5. Estas evidencias materiales centran en época de Augusto la ocupación del enclave arqueológico, dilatándose en la primera mitad del s.I hasta al menos época de Claudio.

Así mismo predominaba la *cerámica común de cocina*, numerosos fragmentos de ollas de cerámica gris de cocción reductora de tradición indígena junto con un borde engrosado al interior de cuenco semiesférico ibérico-tardío y un borde de tapadera-plato. Indicio de labores artesanales domésticas es el hallazgo de una pesa de telar rectangular perforada por dos orificios circulares.

El *menaje de consumo y almacenaje* estaba representado por copiosos restos de ánforas en las que predominan las formas béticas. Abundan fragmentos de bordes, galbos, asas con estría central y regatones macizos encuadrables en los tipos 53 y 54 de Vegas pertenecientes a ánforas con reborde engrosado e inclinado hacia afuera y a ánforas con reborde vertical, destacando las Dressel 7/11 y Haltern 70. A su vez hemos constatado la existencia de dolios en menor proporción.

Todo este utillaje doméstico caracteriza al enclave con una funcionalidad de habitación y enmarca cronológicamente su utilización temporal desde época de Augusto extendiéndose a época julio-claudia.

El sitio arqueológico, al igual que con anterioridad señalaron los autores citados, fue relacionado por su proximidad espacial con el escorial adyacente, por nosotros denominado *Venta del Quico II* -que podríamos considerar como el yacimiento 42 A citado por los autores del Proyecto Arqueometalúrgico-. A su vez dicho asentamiento discernimos que está directamente relacionado con el escorial *Venta del Quico I*, que con probabilidad se correspondería con el yacimiento 42 C de Blanco y Rothenberg (1981).

- Blanco y Rothenberg, (1981) documentaron el escorial romano numerado como 42C, como un amontonamiento de escoria donde se observaba la presencia de restos de muros y hornos sin mayor especificación. En él detectaron material romano atribuible a época altoimperial anotando la aparición de un fragmento de vaso de sigillata hispánica de la forma Drag. 24/25 del s.I d.C.

Por la disposición en el croquis del Proyecto de Exploración Arqueometalúrgica consideramos que este escorial se correspondería con el que nosotros hemos denominado *Venta del Quico I*. Se encuentra ubicado al este del escorial Venta del Quico II muy cercano al hábitat romano. Destacaba en él la presencia de piedras de cazoletas o morteros de mineral y pistaderos o machacadores que se asocian con la trituration y preparación de los minerales y/o escorias en el proceso de transformación metalúrgica. Está dividido en dos partes al atravesarlo un carril forestal, por lo que su extensión originaria debió ser menor. Era muy notable la abundancia de régulas, abundando también las piedras de cazoletas o morteros y pistaderos o machacadores de piedra que se han venido asociando a la trituration del mineral y de las escorias dentro del proceso metalúrgico. Este escorial también ha sido objeto de alteración moderna en estos últimos años por las mismas labores de desmonte que han supuesto la destrucción del asentamiento romano y otra nueva alteración de esta área de transformación.



Figura 11.
Detalle del escorial
Venta del Quico 1

- El sitio arqueológico 42A (Blanco y Rothenberg, 1981 : 131) era un gran amontonamiento de escorias con restos de un horno de fundición cuadrado (F1) cuyas dimensiones eran de 1 metro por 1 metro de piedra escuadrada que presentaba un quemadero circular de 40 o 50 centímetros de diámetro con paredes externas de 18 centímetros de espesor escorificadas. En el mismo escorial se detectó un pozo de mina cegado. Los materiales que se constataron en este escorial eran martillos mineros, cerámica romana y cerámica de tradición ibero-púnica que atribuían el sitio arqueológico desde época republicana al s.III d.C. (Blanco y Rothenberg, 1981) Aunque la cerámica documentada gráficamente en la publicación es fechable en el s.I d.C.

Mediante nuestros trabajos de prospección detectamos el escorial junto al asentamiento Venta del Quico denominándolo *Venta del Quico II*. Al igual que Venta del Quico I había perdido su forma original resultando aplanado por los aterrazamientos de reforestación.

En el escorial no se percibían estructuras, tan sólo un gozne de puerta pétreo en un lateral del escorial indicaba la remota presencia de una antigua estructura edilicia. Los fragmentos de tégulas dispersos indicaban también la posibilidad de existencia de estructuras asociadas a la producción metalúrgica dado el enclave arqueológico en el que nos encontrábamos.

Muy próximo al hábitat romano, los restos materiales eran más abundantes y se relacionaban algunos de ellos con las evidencias aparecidas en el área de habitación: presencia de *restos constructivos*, tégulas; de restos propios de *avituallamiento y de distribución de los recursos básicos* productos de la amplia red comercial, ánforas Haltern 70; de cerámica de consumo, sigillata hispánica Drag.24/25, y un borde de sigillata que podría asociarse a la forma Drag.18, así como fragmentos informes de cerámica común.

Estos tipos cerámicos predominaban también en el hábitat romano, a excepción de la producción de sigillata hallada, encuadrando *grosso modo* la utilización de este espacio productivo en un momento coincidente con la ocu-



Figura 12.
Vista del escorial
Venta del Quico II

pación de la Venta del Quico en el s.I, desde época augustea, sobre todo si tenemos en cuenta la abundante proliferación de ánforas Hispánicas I –Haltern 70-Dr.7/11– y a tenor de los restos de vasos de sigillata y del uso de los productos anfóricos, parece haber sido utilizado en un periodo cronológico que se centra sobre todo en época augustea-julio claudia.

Junto a estos elementos materiales romanos destacamos la aparición de un fragmento de fondo plano de vasija a torno, decorado con vedrio interior y acanaladuras exteriores adscribible a época medieval.

Los restos de un horno de fundición metalúrgica aún eran visibles en el área de transformación metalúrgica V.Q.II, ubicado en la parte central del escorial. Conservaba una esquina de la estructura pétreo de la base que era de forma cuadrangular con unas dimensiones que no alcanzaban el metro cuadrado. Estaba construida con piedra escuadrada y junto a ella se encontraban restos de paredes escorificadas. La presencia de este horno y la localización en el croquis de la fundición nos hace relacionar este escorial con el sitio 42A al que se refería la publicación del año 81 (Blanco y Rothenberg, 1981 : 131).

La aparición de *escoria de derretido formando tortas cónicas*, a menudo fragmentadas, y la presencia de *escorias planas* producto de la superposición de varias capas de derretido, ambas entre minuciosas escorias fragmentadas, caracterizan a ambos escoriales V.Q.I y V.Q.II.

- *Los escoriales 42 D-E-G* (Blanco y Rothenberg, 1981 : 131) fueron descritos como montones de escorias de derretido que llegaban a dos metros de altura.

En las laderas por encima de estos amontonamientos se constataban estructuras que señalaban los emplazamientos de las áreas de fundición propiamente dichas, los hornos y lupias que señalaban la posición de hornos. La cerámica adscribía a momentos imperiales y medievales dichos escoriales (Blanco y Rothenberg, 1981). Sin embargo la documentación gráfica aportada parece corresponderse con un cuenco de vidrio de costillas fechable en el s.I d.C:



Figura 13.
Detalle del
escorial V

Un gran amontonamiento señalado por Blanco y Rothenberg como 42G parece corresponderse con el grupo de *escoriales* por nosotros denominados III-IV-V. Es probable que estos fuesen una única zona de transformación y las labores de aterrazado les haya dado el aspecto segmentado que en el momento de las prospecciones exhibían. La presencia de ánforas béticas imperiales se correspondería con el material reseñado gráficamente por el Proyecto Arqueometalúrgico.

Los *escoriales* III-IV-V estaban ubicados entre dos pequeños arroyos que confluyen en el arroyo de Los Coladeros, ascendiendo por la ladera que lleva a la Venta del Quico hasta el actual carril que conduce a la mina Castillo Buitrón se diferencian tres amplios amontonamiento de escorias con vestigios materiales similares, restos de hornos de fundición, piedras de cazoletas, pistaderos y fragmentos de ánforas béticas.

- El *escorial* 42 D formado por tres amontonamientos tal vez se corresponda con nuestro *escorial* VII y el 42 E con el *escorial* VI, pero estas asimilaciones se nos ofrecen más confusas y dudosas que en los demás casos.

“Eran [42 D, E y G] grandes cúmulos, que llegaban a una altura de unos dos metros. En las laderas de encima de estos montones estaban claramente señalados los emplazamientos de las fundiciones, con muchos residuos de horno y grandes lupias de escoria de derretido, señalando la posición exacta de los hornos. La cerámica mezclada con la escoria era de época romana imperial, pero también había algún tiesto medieval.” (Blanco y Rothenberg, 1981: 131).

Al realizar nuestros trabajos de prospección localizamos piedras de cazoletas y moladeras, así como fragmentos informes de sigillata y de ánforas en el *escorial* VI, en el VII cerámica común y fragmentos de régulas (Aguilera, 1997).

Escorial VI: cercano a la Venta del Quico. Amplio *escorial* situado en la ladera noreste al hábitat de La Venta del Quico. Estaba formado por grandes



Figura 14.
Vista general de
los escoriales I y II.

tortas y fragmentos de ellas algunas con precipitado de cobre. Parte de él estaba aterrazado por la repoblación de eucaliptos. Localizamos piedras de cazoletas y molederas, así como fragmentos informes de sigillata y de ánforas.

Escorial VII: Esta zona de transformación y la anterior, el escorial VI, se esparcen por la margen derecha del barranco que desciende desde la Sierra de las Cabezuelas hacia el arroyo de Los Coladeros. Se trata de un amontonamiento de escorias atravesado por un camino forestal en el que abundaban fragmentos de tortas de derretido. En algunas observamos precipitados de cobre. Los restos materiales son escasos presentándose restos de téglulas y algún fragmento de cerámica común de cocina.

- Otra concentración de escorias fue denominada *42 F* (Blanco y Rothenberg, 1981 : 131), se trataba de montones independientes de escorias trituradas junto con grandes tortas de derretido. Entre los montones se evidenciaba la presencia de un socavón o cavidad horizontal. La cerámica detectada en estos sectores pertenecía al s.I. a.C, y época imperial, abundando los restos de ánforas, morteros y martillos de minero.

La gran transformación del territorio sufrida por las repoblaciones forestales previas a las prospecciones arqueológicas efectuadas en el año 1993-94 han desfigurado sobradamente la imagen que los autores de la Exploración Metalúrgica de Huelva nos indicaban del sitio minero de Buitrón. La información plasmada en un croquis sobre la forma y ubicación de los sitios arqueológicos sólo nos deja aproximarnos levemente a hipótesis de contrastación con las evidencias arqueológicas por nosotros constatadas. Así resulta muy arriesgado identificar los sitios arqueológicos detectados por estos investigadores con los nuestros. El *sitio 42F* parece corresponderse por situación, por los materiales descritos y por el tipo de escoria al sitio arqueológico que nosotros hemos denominado *escoriales I y II*.

El escorial I ubicado en la margen derecha del arroyo de los Coladeros conservaba esparcidas varias piedras de cazoleta empleadas en la actividad minero-metalúrgica, machacadores y un pequeño martillo de minero, así como

materiales propios para el consumo: abundancia de restos de ánforas de origen bético, cerámica común de tradición ibérico-púnica, fragmentos de morteros, fragmentos de sigillata y cerámica campaniense destacando un pie de plato campaniense B tardío y un borde de sigillata aretina, vestigios materiales que encuadran el funcionamiento de este área de producción a inicios de época augustea.

En las proximidades se ubica *el escorial II* en la misma margen derecha del arroyo de los Coladeros, junto a una escombrera moderna proporcionó numerosos machacadores y piedras de cazoleta, materiales de construcción como abundantes fragmentos de téglulas y restos de cerámicas de consumo, ánforas, Dr.7/11 y Haltern 70, junto con materiales de cocina y consumo de adscripción medieval.

Ambos escoriales se localizan espacialmente en las proximidades de las labores mineras descritas como pozos y socavón o trinchera de difícil reconocimiento, trabajos mineros localizados en la margen izquierda del arroyo de los Coladeros. Es probable que estas áreas de trabajo especializado estén relacionadas directamente, dada su proximidad espacial, con las labores mineras descritas. Además es significativa la presencia en estos escoriales de materiales romanos que fechan la utilización de los sitios de forma casi contigua en el tiempo con el escorial I centrado a principios de época augustea y el escorial II que podría generalizarse en momentos augusteo-julio-claudios. Dada la cronología de los vestigios de estas zonas podría evaluarse la posibilidad de que dichas áreas fueran los primeros espacios de transformación utilizados por los minero-metalurgistas romanos para obtener el metal buscado, a partir de áreas de extracción minera bastante próximas, como podrían ser los pozos y trincheras detectadas.

Sin embargo comprobamos que *existen más sitios productivos de transformación metalúrgica o escoriales* que no están referenciados en la publicación del año 81. Dado el emplazamiento de los mismos deben ponerse *en relación con la explotación minera de la Mina de los Bueyes* y no con la explotación del Castillo de Buitrón colindante a la Mina de los Bueyes, pero su posición cercana al *asentamiento de la Venta del Quico* desde donde son visualizados *les relaciona espacialmente* con este asentamiento. Son el *conjunto de escoriales del Cortijo de los Bueyes*.

Los escoriales del Cortijo Barranco de los Bueyes están situados en las proximidades de la mina de Los Bueyes, dentro del cortijo del mismo nombre. Ubicados en los márgenes del Barranco de los Bueyes reconocimos la presencia de seis áreas de actividades metalúrgicas de similares características a los del Valle de los Aldeanos, aunque de una menor extensión y concentración. En general estos escoriales han sufrido grandes alteraciones por la acción del arado y por haber sido aprovechados como firme de caminos. Destacamos el nº 3 en el que observamos la presencia de escoriales de una textura porosa y ligera, diferente a las pesadas y metálicas escorias de derretido. En cuanto a evidencias arqueológicas de utillaje, existían escasos testimonios materiales, predominando téglulas, piedras de cazolotas, fragmentos de ánforas béticas y restos de sigillatas informes muy deterioradas.

Otro de los sitios arqueológicos que reconocimos fueron los restos de labores antiguas de la cercana explotación de la Mina de los Bueyes.

Tampoco los contenedores megalíticos del valle de las Sepulturas fueron detectados por este Proyecto, ni los indicios de ocupaciones poblacionales de sociedades cazadoras-recolectoras paleolíticas, así como la presencia de martillos de minero que podrían vincularse con explotaciones mineras por sociedades pre o protohistóricas.

¿QUÉ MODELO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL ROMANO PODEMOS INFERIR A PRIORI A TRAVÉS DE LOS RESTOS MATERIALES QUE HEMOS CONSTATADO SUPERFICIALMENTE EN ESTE TERRITORIO PUNTUAL?

Un estudio arqueológico relativamente reciente aporta hipótesis sobre la forma de ocupación romana del territorio por los emplazamientos de tipo minero en otro sector de la provincia de Huelva, en la sierra onubense (Romero, 1999). Para este autor los asentamientos romanos ubicados en las cadenas montañosas serranas –tanto en laderas como en cumbres– pertenecen a poblaciones mineras, ejemplificando esta evidencia con el muestreo realizado en asentamientos de este tipo en la zona de la Contienda y en el área de transición entre la Sierra y la Franja Pirítica del Andévalo, frente al típico asentamiento romano agropecuario que se emplaza y elige los valles.

Las relaciones espaciales entre asentamientos y yacimientos mineros se explican a través de *modelos de ocupación aleatorios y dispersos*, con tres áreas principales para el territorio estudiado de la riera del Múrtigas, Rivera de Huelva y Cala donde el modelo de asentamiento se corresponde con núcleos de pequeña extensión.

En la zona del *Múrtigas se caracteriza por el agrupamiento de fundi y villae en torno a un núcleo central, San Sixto*, que sería un núcleo minero-metalúrgico controlador de las explotaciones, transformador y distribuidor; se controlan desde aquí las explotaciones agropecuarias y mineras de la Contienda hasta el s.II.

Lo mismo sucede en la *Rivera de Huelva pero sin un centro catalizador*, y en *Cala* donde el *poblamiento se centra en torno a las explotaciones mineras de la Sierra de los Castillejos, la Sultana y Teuler*, coexistiendo con las explotaciones mineras las explotaciones agropecuarias.

En la zona de transición serrana existe otro modelo de ocupación que se explica a través de un *poblamiento lineal de la vertiente sur*, es la *cuenca del Odiel* donde destaca para los asentamientos mineros un *patrón lineal Este-Oeste* perpendicular al cauce, quedando situados en la vertiente sur de la Sierra de Aracena en contacto con la franja pirítica y siguiendo los criaderos de pirita.

Frente a este poblamiento disperso, la ribera del Chanza ofrece una concentración de poblamiento romano con existencia de núcleos urbanos regidos principalmente por una economía agropecuaria.

Extractando el análisis efectuado por este autor, se desprende que el patrón de asentamientos de los poblados mineros romanos *es aleatorio y su disposición depende de la ubicación de los recursos mineros*. Este primer acercamiento

to al estudio de patrones de ocupación del territorio debería desarrollarse o extrapolarse al análisis de modelos de ocupación y organización de las explotaciones y a agrupaciones de modelos similares que puedan llegar a formar un modelo a nivel *macroterritorial*.

Desde otro enfoque la autora Nuria Vidal (2000) generaliza el modelo territorial de implantación de las sociedades mineras Modelo Andévalo en contraste con otros modelos de ocupación el modelo Tierra Llana y del modelo Sierra, caracterizándose aquel porque el motor que impulsó la ocupación poblacional fue la explotación minero-metalúrgica de los yacimientos mineros.

Parece claro que *la implantación de la presencia romana en Castillo de Buitrón* obedece a la existencia de recursos minero-metalúrgicos en esta zona y que a vista de pájaro ampliando el punto de mira a un territorio más amplio vamos a ver como las explotaciones mineras romanas se articulan o ubican en las diversas áreas mineralizadas –como muy bien ha analizado para la sierra onubense el autor antes citado– cuyas características morfológicas, geológicas y paisajísticas han matizado la estrategia territorial y los patrones de los asentamientos romanos en estos lugares.

Pero hay que enfocar esta ocupación del territorio desde el punto de vista en el que no son los recursos mineros, las minas, el mineral, el que determina la ocupación del territorio. *Hay que distinguir por tanto entre ubicación y modelo de ocupación*. Es obvio que la *ubicación* de los asentamientos mineros se darán *en las zonas mineralizadas* y que por tanto el modelo de ocupación del territorio se establecerá por la presencia de estas materias primas y que responderá a determinismos geológicos así como administrativos desde el punto de vista de la organización y administración de la explotación de las minas y de la distribución del producto.

En primer lugar hay que tener en cuenta que la ocupación del territorio va a ser posible porque existe *un desarrollo de las fuerzas productivas y una complejidad de las relaciones sociales de producción* en época romana que *van a permitir y a llevar a esta formación social a asentarse en los territorios mineros* y reproducir tanto su fuerza productiva como sus relaciones sociales de producción.

Existe un interés económico por el mineral. El mineral es una materia prima, no es un producto básico de primera necesidad, un alimento por ejemplo, que sea necesario para reproducir la fuerza de trabajo, un producto subsistencial. Por tanto hay que partir de que existe un claro interés económico en esta materia prima.

El mineral es un elemento que comienza en un proceso más complejo cuyo fin será ser canalizado a través de las relaciones comerciales o financieras, derivar en un territorio exógeno al que se capta y transformarse en un elemento distinto que tendrá un valor impuesto y normalizado fuera de las características propias de la materia en sí, de sí mismo, y que va a depender del valor conferido por el Estado en cada momento histórico específico.

Para obtener este producto explotándose, y algunas veces transformándose, *in situ* se hace necesario que a través de las relaciones comerciales sean pro-

porcionados los productos de primera necesidad (trigo, carne, aceite,...) es decir, productos alimentarios que sustenten a las poblaciones trabajadoras del sector minero. Por lo tanto se establece una relación de dependencia entre los territorios exógenos que proporcionan o canalizan los elementos alimenticios y el territorio minero, relaciones diseñadas en exclusiva para la mejor rentabilización del trabajo de explotación y beneficio del mineral.

La superación de las dificultades que permiten llevar a cabo este tipo de relaciones, junto con el conocimiento de técnicas mineras que proporcionen la explotación de recursos concretos mineros, así como la apreciación por las sociedades de tipos de minerales dándoles un valor tal que esté por encima de las necesidades básicas del hombre, de tal manera que estas ocupen territorios remotos para su obtención, es lo que distingue a las formaciones socioeconómicas que tienen capacidad e interés para implantarse en un territorio minero, haciéndolo cada formación de acuerdo con un modelo o modelos de ocupación del territorio propio-os que genera-an dicha sociedad.

Es decir, se parte de que la sociedad atribuye un valor económico al recurso mineral-metal, este producto apreciado por esta formación social concreta está formando parte de los productos *imprescindibles* en la economía de dicha formación social, además de que ésta formación detenta una fuerzas productivas y unas relaciones de producción que van a permitir llevar a cabo la explotación de las minas.

Se deberá cotejar quién detenta la propiedad de los medios productivos y de los medios de producción, verificar que existen clases trabajadoras, bien esclavos bien asalariados, es decir cualquier modalidad de género dependiente, que permite llevar a cabo la explotación de los recursos, así como esclarecer la existencia de las clases detentadoras que llevan a cabo la *organización de los medios de producción* y se encargan de las relaciones comerciales y del *abastecimiento* tanto de los cotos mineros como de lograr la obtención del mineral/metal codiciado, encargándose de su *distribución* y custodia.

Por tanto si extrapolamos este marco teórico al coto minero de Buitrón contrastándolo con la materialización de las evidencias y enclaves arqueológicos detectados y conservados, podremos inferir un *modelo de ocupación* implantado por la *formación social romana* en esta mina, y cuyo registro material conservado es el indicativo del modelo de ocupación o explotación generado por el propio modo de producción –modo de producción esclavista– y por las relaciones sociales de producción.

Este modelo *se matizará en cada caso por la orografía particular* de cada territorio, por *la formación geológica de la mina* y por el tipo de recursos obtenidos –clases de minerales, volumen de las masas mineralizadas, profundidad de los recursos...– y por tanto por las *técnicas de trabajo* que se necesitan aplicar, siendo fundamental la *clase de propietarios, poseedores o promotores* de la explotación ya que implantaran un tipo concreto de organización –cotos explotados por el estado, por el emperador, por empresas de arrendatarios, por particulares...– y cuya planificación se ajustará a cada tipo puntual de distrito minero.

En el caso de la Mina del Buitrón apreciamos una organización espacial en la ocupación del territorio minero. Existen dos claros hitos dominantes del territorio, el hábitat y los recursos mineros.

1. EL ÁREA HABITACIONAL

Un asentamiento minero –La Venta del Quico– con una posición estratégica del coto minero desde donde es posible visualizar y controlar tanto las áreas de extracción y actividad minera como las áreas de producción-transformación metalúrgica, y dominar las tierras más aptas agrícolamente, lo convierten en un centro de control del coto minero y por tanto deduciblemente un centro de canalización y distribución –administración– de la producción.

El emplazamiento, situado a un kilómetro aproximado de la mina Castillo Buitrón, domina el valle que se extiende a los pies del Cerro del Castillo y de la mina de los Bueyes. Esta ubicación en una suave ladera próxima al área de actividad de extracción minera con un dominio visual destacado le permite controlar los espacios socialmente divididos por la segregación del trabajo, las tierras más aptas para la producción agrícola, las tierras ricas en foresta y en acuíferos imprescindibles en el proceso metalúrgico, y las masas mineralizadas o minas.

Este hábitat se asocia e integra espacialmente áreas de trabajo especializado en la transformación y producción metalúrgica, los escoriales Venta del Quico I y II.

Avanzando en el modelo de ocupación del distrito minero y de la organización de la explotación, que conduce a la aproximación del desarrollo de las vidas humanas en este distrito en época romana los vestigios materiales constatados nos dan interesantes claves de reflexión. Observamos a través de un análisis espacial diferentes áreas que indican una *división espacial del trabajo*, parcelación que nos acerca a modos diferentes de vida de los distintos trabajadores según su especialización, es decir, a una división social.

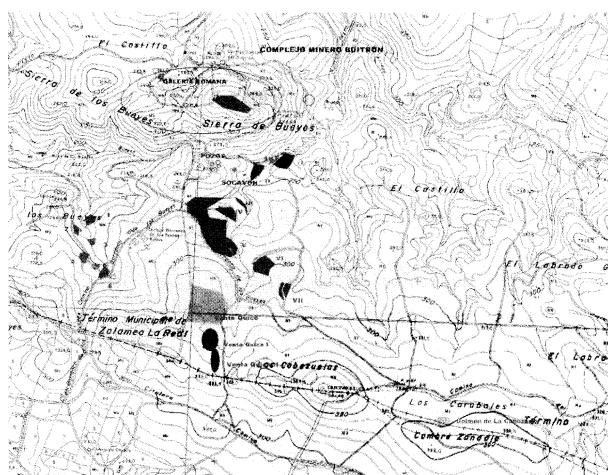


Figura 15.
Distribución espacial de la secuencia ocupacional

2. LAS ÁREAS MINERALIZADAS DE EXPLOTACIÓN DE LOS RECURSOS. LA MINA.

El trabajo de especialización de extracción mineral se va a concentrar en los lugares donde se agrupan las mineralizaciones, los yacimientos mineros. Nosotros inferimos de nuestros trabajos de prospección realizados en este territorio que existieron *distintos lugares de explotación organizados desde un mismo coto minero que hemos denominado Buitrón, distrito minero que estuvo administrado, organizado y controlado desde un mismo lugar común, el enclave Venta del Quico*. Desde este asentamiento se controlaban las áreas de extracción y transformación que hemos inspeccionado con nuestros trabajos.

- Los distintos *lugares de captación se van a concentrar en distintas áreas de extracción de materias primas*. Dadas las referencias de las fuentes antiguas y la presencia de materiales de indudable adscripción romana (véase el apartado historiográfico) parece muy probable que existiesen labores de explotación minera romana *en las masas mineralizadas ubicadas en el Cerro del Castillo de Buitrón*.

LA MINERALIZACIÓN CASTILLO DE BUITRÓN.

El otro hito que marca el territorio es la propia mina Castillo Buitrón. La explotación minera debió ser intensa a juzgar por las evidencias materiales correspondientes a las explotaciones metalúrgicas, ya que los indicios mineros romanos han desaparecido casi en su totalidad a consecuencia del avance de la minería moderna. Esta explotación parece haber sido temprana remitiéndonos a finales de la época republicana y época augustea habiéndose explotado, al menos, durante el período julio-claudio, sin que por ello se descarte una explotación más amplia en el tiempo.

El hallazgo por aficionados de una lucerna “de cabeza de ave” Dressel 4, de época de Augusto, procedente del interior de la Mina Buitrón corrobora la presencia de trabajadores mineros de esta época. La utilización del mismo tipo de lámparas en el interior de las explotaciones ha sido verificada en otras galerías romanas de la época, por ejemplo en las explotaciones de Riotinto (Pérez, 1998).

Otros vestigios materiales mineros constatados que pueden ser asociados con trabajos romanos se encuentran en la cara norte de la corta de Poniente. Se trata de una *pequeña galería* abierta en la roca pizarrosa que conserva su tramo final de 1,5 metros de longitud, y cuyas dimensiones son de 0,40 metros de alto por 0,85 metros de ancho. Por su tipología puede encuadrarse en los tipos documentados en la explotación minera de Riotinto (Álvarez y Gómez, 1998).

Otra de las labores que puede haber quedado como testimonio de estos trabajos es el canal de desagüe ubicado en la mina moderna que se adentra en la falda este del cerro perforándolo en su base. La tradición oral transmite que el socavón que vierte las aguas ácidas al Arroyo de los Aldeanos se corresponde con un socavón de origen romano. Esta tradición podría apoyarse en fuentes documentales aunque de forma bastante insegura, así Deligny recoge “*más tarde (entre 1850-1860) Don Manuel Ortigosa empezaba la restauración de la*

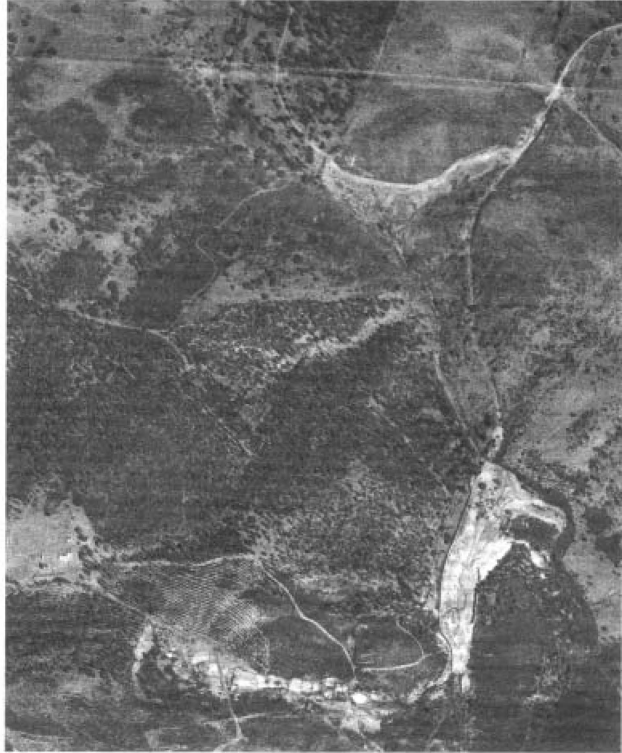


Figura 16.
Vista aérea de la explotación minera de Buitrón

mina Castillo Buitrón, procurando con trabajos de gran dificultad alcanzar la limpia de un socavón romano inútilmente tanteado doce años antes" (Deligny 1863: 216). El comienzo de las explotaciones mineras aprovechando los indicios de minería antigua ha sido un método utilizado con frecuencia como técnica de búsqueda en las minas onubenses (Gonzalo 1888: 26; Rúa, 1859 : 13).

La presencia de pozos romanos referenciados en la documentación de fines del s.XIX y principios del XX se sustenta con la presencia de pozos ubicados en estos cerros y que podemos observar en un análisis visual de la foto aérea de este territorio. También hay que considerar *los pozos y trinchera o socavón* detectados en la ladera sur del cerro del Castillo. E indicios de pozos *mineros que se localizan en la Mina de los Bueyes*.

Tras la explotación y arranque de la materia prima se da lugar al acarreo y traslado de las rocas mineralizadas.

Entre el proceso de extracción y el de transformación debió existir un paso intermedio de labores mineralúrgicas consistentes en la separación, preparación y trituración de los minerales previo a los trabajos propios de transformación. Estas labores suelen dejar localizaciones testimoniales con materias pétreas desechadas o vacíos mineros. Dichos amontonamientos no han sido detectados en nuestros trabajos de prospección, tal vez desaparecidos por las acciones antrópicas de reforestación, o por la gran transformación de la mina

debido a las explotaciones modernas si estas estaban localizadas en la masa mineralizada, aunque la necesidad de acuíferos para algunas labores mineralurgistas pueden indicar que en las inmediaciones de las riberas de los arroyos deberían detectarse indicios que denoten la ubicación espacial donde se desarrolló este tipo de trabajo segregado concreto.

Es obvio que el mineral fue trasladado a lugares cercanos y exógenos a la mina. Indicio de ello son las localizaciones de escoriales que indican que a estos lugares fue trasladado el mineral para su transformación. En el caso de Buitrón los registros superficiales evidencian que estamos ante un sitio minero donde se da paso a otro nivel de trabajo no propiamente minero sino de transformación y conversión de la materia prima en metal. Estas claras evidencias son los escoriales.

3. LAS AREAS DE ACTIVIDADES DE TRANSFORMACIÓN METALÚRGICA.

LAS FUNDICIONES Y ESCORIALES.

Entre ambos hitos que enmarcan el territorio del distrito minero, la Mina Castillo Buitrón y el hábitat de La Venta del Quico, y a los pies de ambos se localizan los espacios productivos de transformación metalúrgica, es decir, los escoriales y sitios de fundición.

La localización de los escoriales coincide con una disposición espacial en zonas próximas a las áreas de extracción –mina– con abundancia de agua, arroyos– y de madera –árboles– elementos necesarios para los trabajos de fundición.

En el valle situado a los pies del asentamiento minero se distingue *un área general de transformación-producción* que ocupa el denominado *Valle de los Coladeros*. Este conjunto de áreas de actividad minero-metalúrgicas se puede asociar por su proximidad espacial al área de extracción minera de la mina Castillo Buitrón. El conjunto metalúrgico del Valle de los Coladeros se extiende a lo largo del valle citado, aprovechando la red hidrográfica existente desde los pies de la mina de Buitrón hasta la Sierra de las Cabezuelas, estando enmarcados por un lado por la Mina de Buitrón y por otro por el hábitat de la Venta del Quico. Este grupo forma un gran área de actividad y transformación minero-metalúrgica que se extiende en una amplitud de alrededor de 1 Kilómetro de longitud, en el que los escoriales van alternándose formando amontonamientos definidos individualmente a pesar de haber sido transformados por los aterrazamientos para la repoblación forestal, lo que ha supuesto su modificación en altitud y longitud quedando algunos de ellos unidos entre sí. A pesar de ello podemos distinguir áreas de máxima concentración y evidencias de hornos de fundición. Todos se caracterizan por componerse de grandes lupias de derretido mezclándose con escorias fragmentadas a diversos tamaños alcanzando en ocasiones proporciones diminutas. De este conjunto destacan los escoriales I y II por su proximidad a la mina y por presentar las evidencias materiales itálicas que vinculan el comienzo de la explotación a época augusta.

Todo este conjunto de escoriales o áreas de transformación minero-metalúrgicas que indican que se han practicado en ellos una serie de trabajos especia-

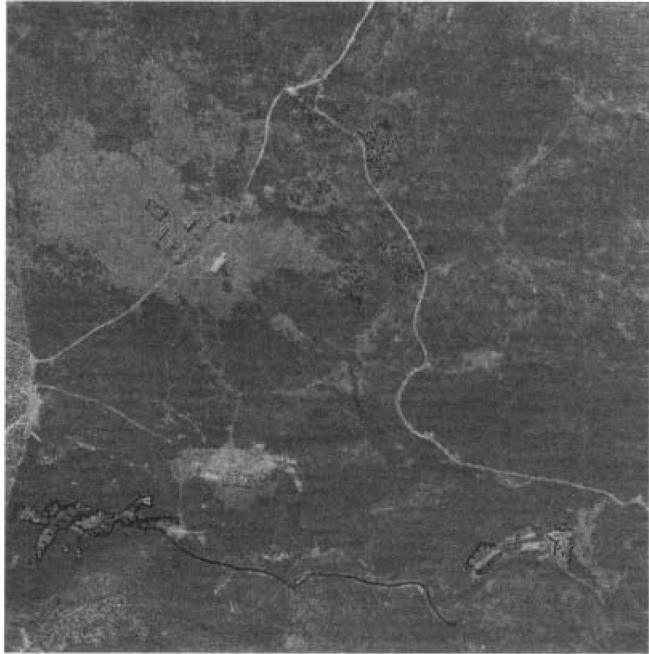


Figura 17.
Vista aérea de las áreas de transformación metalúrgicas asociadas al asentamiento Venta del Quico y a la mina del Castillo.

lizados diferentes a los propios de la extracción minera poseen características comunes, por ejemplo, localización en las proximidades de corrientes de agua, conformación como amontonamientos que aunque han sido alterados en su forma originaria algunos dejan vislumbrar el aspecto circular de su factura. Las dimensiones de los mismos son variables pero en general coinciden bastante en el tamaño, aparte de aprovechar los lugares cercanos al agua, los escoriales se adaptan a la conformación orográfica de este valle que ocupan. Además las evidencias materiales son recurrentes, martillos y machacadores, morteros mineros con cazoletas, abundante fragmentos de ollas de cocina y de ánforas béticas y algunos fragmentos de vajilla de sigillata.

Otro conjunto de registro arqueológico que denota actividades de transformación es el conjunto de escoriales del Barranco de los Bueyes que se ubica espacialmente en relación con la explotación minera de la Mina de los Bueyes. En general los restos conservados parecen indicar una presencia cuantitativa mucho menor de desechos en comparación con el otro área general de trabajo metalúrgico. La escasa presencia de elementos materiales no permite fecharlos puntualmente, aunque la constatación de restos de ánforas Hispánicas I sugiere una coincidencia temporal de uso con los otros escoriales analizados.

- La especialización en la transformación metalúrgica está señalada con la presencia de hornos, que primero tuvieron que ser construidos por los trabajadores.
- De las labores de transformación-fundición los amontonamientos de escorias son testimonio de los desechos de producción. El sobrante de la producción se desecha en las propias áreas de fundición. De estos traba-

jos se derivan por una parte los sobrantes y por otra el producto semifinal obtenido en por los primeros trabajos de transformación metalúrgica o del producto final –lingotes–

Los vestigios de cobre a pie de horno procedentes del horno del escorial VQ.II recogidos por un aficionado muestran la obtención de un cobre a simple vista bastante depurado resultado de estos trabajos de transformación.

- Si en la mina Buitrón fueron realizadas las operaciones de depuración, fundido y vertido para la obtención de lingotes no nos consta ningún indicio material.
- Una vez obtenido el producto –en bruto o en lingotes– el metal debió ser almacenado previo a su canalización.
- Desde los lugares de su atesoramiento, los productos metálicos se canalizarían por vía terrestre hasta el puerto marítimo de *Onuba* vía Roma.

4. LA DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO.

El producto obtenido se traslada al lugar de almacenaje para su acopio y acumulación hasta el momento de su distribución y canalización fuera del área minera. Dada la naturaleza de la información arqueológica recogida por observación superficial de los vestigios no se puede discernir la ubicación espacial de las áreas de almacenamiento, ni discernir la segregación de los distintos talleres.

Por las inferencias cerámicas sí podemos deducir la utilización concreta de la vía de salida y distribución de los productos metalúrgicos, desde el núcleo minero hasta la costa portuaria de *Onuba*. Así, en el conjunto de las evidencias constatadas comprobamos la recurrencia de los elementos anfóricos del tipo Hispánica I. Estos tipos de contenedores son indicadores de la *actividad de canalización de los productos básicos o subsistenciales hacia el coto minero*. Las necesidades alimenticias han de dejarse cubiertas en una zona donde el recurso a explotar son materias primas. El alimento canalizado va a sustentar la fuerza de trabajo, los mineros y metalúrgicos que transforman la materia inerte en productos comerciales mientras que ellos mismos son sustentados por los productos alimenticios que llegan al coto minero y que permiten reproducir su situación, sus vidas, quedando estas defectiblemente “atadas” o dependientes del mineral/metale que obtiene o producen. Estos contenedores proceden del área gaditana y son transportados desde *Gades* hasta *Onuba* por vía marítima. Desde el puerto onubense vía terrestre atraviesan la tierra Llana para ser distribuidos por los distritos mineros del Andévalo (Pérez, Campos y Vidal, 2001).

La canalización de los productos minero-metalúrgicos debió aprovechar los mismos conductos de distribución pero de forma inversa. Ya que su destino final era Roma, debió existir un engranaje similar que condujera desde el coto minero el producto por el Andévalo y la Tierra Llana utilizando seguramente, dada su proximidad espacial con el coto, la vía romana procedente de Riotinto, conservada desde aquí a tramos y que se encuentra en las proximidades del actual casco urbano de Valverde del Camino, por donde discurre hasta llegar al puerto de *Onuba*, lugar de embarque dirección Roma, haciendo escala probablemente en *Gades* al regirse por una navegación de cabotaje.

Recapitulando vemos como, el modelo de ocupación y explotación del coto minero de Buitrón y la organización de la explotación responde a un modo concreto de producción –en este caso el modelo se define dentro del marco del modo de producción esclavista–. Se produce una centralización habitacional por parte de un sector de la población que detenta el control del territorio de explotación. La explotación se organiza en base a una división técnica y social del trabajo dentro del sector productivo especializado de la minería-metalurgia donde interesa acaparar la mayor producción de recursos no subsistenciales posibles, explicándose la existencia de esta organización puntual al estar sustentada por un marco de política económica estatal que requiere un abordamiento de investigación macroterritorial para poder definir con una mayor aproximación el modelo de explotación de esta mina concreta:

El modelo de organización de la explotación aquí vislumbrado puede convertirse en un paradigma o en un punto de partida para generar otros modelos o modelos contradictorios en los distintos yacimientos mineros que se encuentran dispersados en la actual geografía onubense y que formaban parte de la Bética romana.

Se deriva de este modelo bético que *ambas masas* mineralizadas de Buitrón fueron *explotadas por los mineros romanos* –referencias documentales para la masa de Levante y vestigios arqueológicos de una galería minera en Poniente– La explotación de estos recursos estuvo *encaminada a la extracción y beneficio de dos tipos básicos de metal, la plata* –tesis apoyada por Davies que consideraba que la plata pudo haber sido extraída desde las galenas (Davies, 1935), y por los autores Blanco y Rothenberg que identifican los restos de lupias plano-convexas como testimonio de una metalurgia de la plata adscrita a época augustea (Blanco y Rothenberg, 1981). El beneficio de las galenas para su aprovechamiento argentífero y la extracción de este tipo de mineral por parte de los romanos está atestiguado en numerosos yacimientos, caso por ejemplo



Figura 18.
Tramo de la vía romana *Urium-Onuba* a su paso por la actual Valverde del Camino.

de las Minas de Riotinto o de El Centenillo, entre otras, de lo que se deriva el uso generalizado de este tipo de minería y por tanto un dominio de las técnicas de trabajo necesarias que sin duda fueron aplicadas también en Buitrón.

El otro metal obtenido fue el cobre, a juzgar por el aspecto de las escorias de derretido, por los restos de cobre localizados junto al horno del Escorial Venta del Quico, así como por la analítica publicada por Blanco y Rothenberg (1981 : 133)

La explotación *podría haber comenzado con la apertura de pozos o trincheras que seccionaban los afloramientos y desde donde los mineros penetrarían para extraer al exterior las rocas mineralizadas*. En este sentido los registros de las evidencias de actividades mineras definidos como *pozos y socavón* bien podrían ser una muestra de otras labores semejantes que salpicarían las mineralizaciones y que dejan entrever el tipo de trabajo específico requerido y efectuado en esta mina.

Previo a la apertura de los terrenos debió existir un intenso trabajo de prospección geológica con objeto de determinar los sitios geográficos donde obtener con éxito los recursos mineros. A este respecto la destacada coloración roja del Cerro Castillo Buitrón ha podido suponer un fuerte reclamo para los antiguos exploradores.

Los pozos y socavones debieron sucederse por las masas mineralizadas. —aún se observan en foto aérea— Si la cota alcanzada por las labores mineras superó el nivel de la capa freática se haría preciso evacuar el agua de la mina, para lo cual se requeriría maquinaria de ingeniería hidráulica y/o canales o *galerías de desagüe*. El socavón abierto en la falda del Castillo Buitrón que vierte actualmente sus ácidas aguas al Arroyo de los Aldeanos puede ser indicio —con posterioridad transformado— de este tipo de trabajos que da cuenta de un gran nivel técnico aplicado en las explotaciones.

Una vez transportado el mineral junto a los arroyos de las inmediaciones de la mina, el Arroyo de los Aldeanos para las labores mineras de Castillo Buitrón y el Barranco de los Bueyes para las explotaciones de la Mina de los Bueyes, *se procedió a establecer las áreas de actividades de transformación metalúrgica* para la obtención de los metales.

Estas fundiciones se ubicaron al pie de la mina de Buitrón, en fondo del valle de Las Sepulturas, o en las inmediaciones meridionales del Barranco de los Bueyes, ante la necesidad de agua para las operaciones especializadas que requiere la concentración del mineral y además porque ambos son *amplios valles* con ventilación natural lo que facilitaba el tiro de los hornos y el escape de los humos insanos y probablemente con presencia de árboles cuya madera alimentaría a estos hornos.

Los enclaves de transformación metalúrgicos más cercanos a la Mina de Buitrón son los escoriales I y II. Dado que la cronología de los vestigios materiales identificados en estas zonas son los de mayor antigüedad, centrándose de forma general al final de la tardo-república y en época augustea, podría evaluarse la posibilidad de que dichas áreas de fundición fueran los primeros espacios ocupados por los minero-metalurgistas romanos para obtener el

metal buscado, a partir de áreas de extracción minera bastante próximas y que corresponderían con las primeras explotaciones mineras romanas de Castillo Buitrón.

Si observamos la disposición de *los escoriales del Valle de los Coladeros observamos que estos se ajustan a la topografía del terreno* ascendiendo en altura desde el arroyo hasta la cumbre del valle. La localización de estos sitios parece ir en ascenso si se verificase una sucesión cronológica fehaciente de su utilización que fuese desde los escoriales más antiguos ubicados en el arroyo hasta los del paraje de la Venta del Quico. *Sin embargo las evidencias materiales arqueológicas constatadas no permiten asegurar esta secuencialidad diacrónica a este nivel de detalle temporal.* Bien porque en algunos enclaves no disponemos de vestigios que permitan acotar la fechación, bien porque las evidencias constatadas para otros muestran un arco temporal similar y amplio. *A excepción del Escoriales I, con materiales de cronología más temprana, los demás enclaves ofrecen análogas cronologías o adscripciones genéricas.*

La hipótesis del traslado de las áreas de fundición por agotamiento de la foresta circundante y traslado a otras zonas donde poder talar los árboles, en Buitrón no nos parece que se encuentre justificada ya que las distancias entre unos escoriales y otros son relativamente cortas, cien-doscientos metros de distancia— siendo más fácil el traslado de la madera a los hornos que el cambio de ubicación de los sitios de fundición. A su vez el hecho de que los escoriales se van distanciando en dirección sur de la mina de Buitrón cada vez en un mayor trayecto, con lo cual se requiere invertir un mayor esfuerzo en el acarreo de minerales hasta las zonas de transformación, parece apoyar que no es a causa del agotamiento de la madera por lo que se producen estos cambios espaciales.

Desde nuestro punto de vista la diferenciación espacial de estos enclaves metalúrgicos podría señalar que las distintas localizaciones responden a distintos filones de explotación cuyo aprovechamiento se realiza de forma diferenciada espacialmente —coetáneas o no— como reflejo de una división técnica del trabajo encaminada a un exhaustivo control del trabajo y de la producción. *De ahí que todas las áreas de fundición, tanto las del Valle de los Coladeros como las del Barranco de los Bueyes, se realicen en la cara meridional del Castillo Buitrón, y no en los otros puntos geográficos alrededor del yacimiento minero, es decir, desde donde pueden ser controladas directamente por el centro poblacional de la Venta del Quico, que se convierte así en un centro catalizador de la producción.*

En La Venta del Quico se observa también una organización de las instalaciones, al norte y noroeste las estructuras se correspondían con unidades menores de habitación mientras que las instalaciones industriales se detectaron en los escoriales V.Q.I y V.Q.II, sobre todo en este último con la presencia de un horno y de los restos de la entrada a una estructura que dado su posicionamiento entre las escorias podría indicar una funcionalidad de taller.

Desde este centro de control de la producción y explotación el producto almacenado debió ser trasladado y canalizado como último término hacia Roma

a través de la vía que enlazaba con el puerto de *Onuba*. A través del enlace viario fue posible dotar de recursos subsistenciales a las poblaciones mineras posibilitando el mantenimiento de la población trabajadora, y por tanto la reproducción de la fuerza de trabajo para la obtención de la producción minero-metalúrgica codiciada. Como contrapartida los productos obtenidos en el coto minero tendrían salida vía terrestre-vía marítima hasta Roma, constituyendo una de las explotaciones con más volumen de producción de las explotaciones onubenses y por tanto influyendo en que la región del suroeste llegase a convertirse en la gran zona minera de Hispania por su producción en cobre y plata en el primer siglo del Principado, considerada por Rostovtzeff como la provincia minera más importante del Imperio (Blázquez, 1995 : 404).

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, G y GÓMEZ, F. (1998): "Las Cuevas del Lago. Minería extractiva antigua en Riotinto". *Actas I Congreso Nacional Cuenca Minera de Riotinto (Huelva)*.
- AGUILERA COLLADO, E. (1997): "Prospección Arqueológica de Urgencia en el área minera del Castillo Buitrón (Zalamea la Real, Huelva)". *Anuario Arqueológico de Andalucía/1993. Actividades de Urgencia*, III. Sevilla.
- BLÁZQUEZ, J.M. (1995): "Economía y sociedad durante la dinastía Julio-Claudia y Flavia" *Historia de España Antigua. Tomo II. Hispania Romana*. Madrid.
- BLANCO FREIJEIRO, A. y ROTHENBERG, B. (1981): *Exploración Arqueometalúrgica de Huelva* Barcelona,
- DAVIES, O. (1935): *Roman Mines in Europe*. Oxford.
- DELIGNY, E. (1863): "Apuntes históricos sobre las minas cobrizas de la Sierra de Tharsis" *Revista Minera XIV*. Madrid.
- DOMERGUE, C. (1987): *Catalogue des mines et fonderies antiques de la Peninsule Ibérique*. Madrid.
- FLORES CABALLERO, M. (1981): *Las Antiguas Explotaciones de Río Tinto*. Huelva.
- GONZALO y TARÍN, J. (1988): *Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España*. V, Madrid, 1888.
- LINARES CATELA J.A. (2001): *Expediente de Inscripción Genérica Colectiva en el C.G.P.H.A. de los Monumentos Megalíticos del Andévalo -Huelva-* Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía. Inédito.
- NOCETE CALVO, F. et alii, (1993): "Odiel 3000-1000 a.n.e.: Un modelo de análisis histórico para la para la contrastación del proceso de jerarquización social". *Anuario Arqueológico de Andalucía/1991. Actividades Sistemáticas*. II. Sevilla.
- NOCETE CALVO, F. et alii (1995): "Prospecciones Arqueológicas de Superficie en el marco del Proyecto Odiel en 1992: I Muestreo Valverde del camino II, Huelva". *Anuario Arqueológico de Andalucía/1992. Actividades Sistemáticas*. II. Sevilla.
- ORIHUELA, A, et. alii (1999): "Prospecciones Arqueológicas de Superficie en el marco del Proyecto Odiel en 1994: Muestreo El Villar-Zalamea La Real, Huelva". *Anuario Arqueológico de Andalucía/1994. Actividades Sistemáticas*, II. Sevilla.

- PÉREZ MACÍAS, J.A. et alii. (1987): "Avance al estudio de los recintos fortificados islámicos del Andévalo onubense y su origen africano", *I Congreso Internacional del Estrecho de Gibraltar*. Ceuta.
- PÉREZ MACÍAS, J.A. (1998): *La producción de metales en el Cinturón Ibérico de Piritas en la Prehistoria y Antigüedad*. Salamanca.
- PÉREZ, CAMPOS y VIDAL (2001): "Producción y comercio en el oeste de la Bética según la circulación anfórica" *Actas del Congreso Internacional Ex Baetica anforae*, I, Sevilla.
- PINEDO VARA, I. (1963): *Piritas de Huelva, su historia, su minería y aprovechamiento*. Madrid.
- ROMERO BOMBA, E. (1995): "Romanización en el valle de la ribera de Huelva". *IX Jornadas del Patrimonio de la Sierra de Huelva*. Huelva.
- ROMERO BOMBA, E. (1999): "Análisis Territorial de la Romanización en las Sierras de Aroche y Aracena". *Huelva en su Historia 7*. Huelva.
- Rúa Figueroa, R. (1859): *Ensayo sobre la Historia de las Minas de Rio-Tinto*. Madrid.
- VIDAL TERUEL, N. (2000): "La implantación romana en el extremo occidental de la Baetica. Doctrina y Praxis en la ocupación del territorio onubense" *Tesis Doctoral Universidad de Huelva*. Inédita.

EL ANTIGUO DISTRITO MINERO DE CERRO MURIANO:
RESULTADOS PRELIMINARES DE LAS INTERVENCIONES
ARQUEOLÓGICAS DE URGENCIA LLEVADAS A CABO EN EL
YACIMIENTO DEL CERRO DE LA COJA, CERRO MURIANO (OBEJO)

FERNANDO PENCO VALEÑZUELA
SANTIAGO RODERO PÉREZ

RESUMEN

Las excavaciones realizadas en el Cerro de la Coja entre 1.999 y 2.002, han puesto de manifiesto la importancia que este promontorio reseco debió tener entre los siglos I y II d.C. La documentación, entre otros, de restos de unas *Thermae* probablemente públicas, cuya principal reforma a juzgar por el registro estratigráfico y el estudio de materiales debió llevarse a cabo durante el reinado de Tiberio, evidencia la existencia de un posible distrito minero en esta zona. El complejo termal llegó a tener una extensión de al menos 630 m² y para su construcción se emplearon materiales de la zona y pavimentos musivos. Además, se pudo constatar la actividad extractiva y metalúrgica en el yacimiento durante los comienzos del s. I a.C. hasta el momento en el que se decidieron construir los baños públicos durante el mandato de Augusto.

PALABRAS CLAVES

Cerro Muriano, Arqueología, Distrito Minero, Metalurgia.

ABSTRACT

The archaeological works made in Cerro de la Coja site between 1.999 and 2.002, have revealed the importance of these site had between I and II AC. The documentation, between others, of rest of a *Thermae* probably public, which principal reform, judging by their analysis, must be produced in the reign of Tiberius, evidence the existence of a possible mining district in the zone. The hot baths had about 630m² and for its building were used metamorphic materials from the zone and mosaics. Also, were documented, extractive and metallurgical activities in the archaeological site, during the start of the first century B.C. until the *Thermae* began to build, this happened during August's government.

KEY WORDS

Cerro Muriano, Archaeology, Mining District, Metallurgy

FISIOGRAFÍA Y METALOGENÉTICA

Cerro Muriano posee una altitud media entorno a los 500 m y su fisiografía es consecuencia del sometimiento a un intenso modelado que se aceleró en los últimos tiempos geológicos al conformar aquél la quiebra de la escarpadura que limita al septentrión el Valle Bético (Hernando y Hernando, 1998). Pertenece al territorio de la zona Ossa-Morena, con límites a N.E. por su homónima Centro-Ibérica y al S.O. por la zona Sudportuguesa. Siguiendo la última subdivisión preestablecida en dominios en 1.985, Cerro Muriano forma parte del llamado dominio de Valencia de las Torres-Cerro Muriano (Grupo de Córdoba-Fuenteobejuna).

Este territorio se caracteriza geológicamente por los extensos afloramientos afectados por un alto grado de metamorfismo de la edad precámbrica y, como rasgo más definitorio, la presencia de lutitas estériles de facies Culm que se apoyan directamente sobre las formaciones metamórficas. Los materiales dominantes son: miscasquistos, paraneíses, anfíbolitas y, en menor cantidad, otros de marcado carácter metamórfico.

Desde el punto de vista metalogenético, la red filoniana de Cerro Muriano constituye un caso excepcional en la Península Ibérica, su orientación está comprendida dentro de la amplitud temporal N. 60°-70° O. y su campo filoniano está compuesto por 6 filones Este-Oeste aunque, en su sentido más amplio, hay documentados más de 100 (Hernando y Hernando, 1998). Los principales fueron los que se vieron sometidos a la explotación, de N. a S.: Isabel Norte, Calavera, Lorenzo, Excelsior, San Rafael (también conocido como Cerro Muriano o Central), Isabel Sur y Unión; este último corta transversalmente al Calavera y Lorenzo. Destaca la gran potencia de alguno de estos filones como el de San Rafael (hasta -2,40m; media 1m) y su buzamiento 78° N. con potentes afloramientos, cuyo curso se puede seguir sobre el terreno durante más de 5 Km. y su traza superficial visualizar hasta la provincia de Sevilla.

Los principales minerales explotados en la comarca han sido calcopiritas y, en menos cuantía, algunos cobres abigarrados y óxidos de alta ley -con leyes del 12% de Cu. y anchuras de 1,20 metros, aunque, en realidad, la ley media se debe estimar en el 3,50 % de Cu. (Hernando, 1980)

DATOS HISTORIOGRÁFICOS

En el *Bellum Hispaniense* está escrito que muchos ucubitano, para evitar las posibles represalias de Gneo Pompeyo, se refugiaron en la Beturia. Ello hace suponer que César ya controlaba la Sierra al norte del río y explotaba sus recursos mineros. Según indica Plinio, la explotación del mineral en toda esta región recibía el nombre de *aes Marianum* o *aes Cordubense* (PLINIO, *Naturalis Historia*). Años después, hacia la mitad del siglo uno, el Estado comenzó a gestionar la producción de las explotaciones mineras; la confiscación a Sexto Mario en el 33, marca la nueva política de Roma, hecho que cristaliza con los Antoninos cuando, el *procurator montis Mariani*, un liberto imperial cuya residencia se encontraba en *Hispalis*, controlaba la salida del metal mientras que un *procurator massae Mariana*, con sede en *Ostia*, administraba el comercio

de estos productos procedentes de la Baetica (Rodríguez, 1989). La proximidad de la vía *Corduba-Emerita* con Cerro Muriano, debió facilitar el transporte del metal fabricado en la región.

Ya, en la Edad Media, Edrisi, describe el recorrido de la vía que unía a Córdoba y Badajoz (s.XII). Éste, sólo coincide con la traza romana en el tramo de Córdoba a Dar al-Bacar, posteriormente, se desvía hacia Azuaga (Melchor, 1993).

El nombre de Cerro Muriano, tal y como hoy lo conocemos y, siempre según nuestra investigación, no aparece como tal en textos hasta la historiografía contemporánea. En 1.868, Turbino, en el primer cuaderno de Estudios Prehistóricos, “*relata en su sexto capítulo la exploración geológico-arqueológica del famoso Cerro Muriano*” (Vilanova, 1872). Después, Vilanova, expresa:

“(…)voy á exponer en breves palabras la descripción de Cerro Muriano, siquiera pueda hasta cierto punto referirse, lo allí encontrado, al periodo del bronce.

(…)Abandonadas sus minas de cobre desde tiempo inmemorial, sólo se benefician actualmente las escorias que yacen amontonadas á la superficie, dando esto ocasión á que se haya formado un pequeño centro de actividad industrial, donde no obstante la riqueza y abundancia de aquellas, están limitados los trabajos á reducida escala” (Vilanova, 1872)

Mas adelante, se refiere a la abundancia de martillos de diorita encontrados en la zona y a trozos de fábrica que interpretó como construcciones relacionadas con el laboreo del mineral (Vilanova, 1872).

En los inicios del siglo XX, Hernández Pacheco escribió:

“(…)como queda dicho, las escombreras son abundantísimas por toda la zona de los filones cupríferos, especialmente en Cerro Muriano, Campo Bajo, final de la Cañada de Valdelviento, La Bramona, y Casilla de la Plata hasta Castropicón, (...)

Junto a éstas, se encuentran numerosos restos de edificaciones de épocas remotas para el beneficio del mineral. Por la parte de Cerro Muriano consiste en trozos de fábrica, ya mencionados por el señor Vilanova” (Hernández, 1907).

H. Sandars visitó la localidad trece años mas tarde. Observó restos de fábrica asociados a edificios en el Cerro de la Coja que relacionó con el personal encargado de la administración de las minas:

“(…) restos de un peristilo o columnata, tal vez anejo a un templo u otro edificio público” (Sandars, 1920)

Por último, A. Carbonell fue el primer investigador que, con motivo de la celebración del Milenario del Califato de Córdoba, publicaba un magnífico artículo, en el que se centraba en el laboreo del mineral durante ese período:

(…)Se sabía por El Idrisi, Al Makari, y otros historiadores árabes, que en la época de mayor esplendor del califato cordobés se trabajaban minas en su sierra. Los hallazgos de cerámica vidriada de la mina de

Mirabueno en Villaviciosa, alguno realizado en Cerro Muriano, y otros nos hablan de explotaciones en esta fecha (...) (Carbonell, 1929)

Finalizando este recorrido por la historiografía de Cerro Muriano, no debemos dejar a un lado la labor de otros estudiosos que han aportado un avance significativo en el transcurso de la investigación, entre los que se hace justo mencionar las publicaciones de los inicios de los años sesenta a cargo de Cabanás Córdoba y Cabanás Pareja, las excelentes conclusiones de C. Domergue en los ochenta y las publicaciones de Storch de Gracia, Hernando Luna, Hernando Fernández, R Calabrés y A. Criado, a partir de los noventa.

EL YACIMIENTO DEL CERRO DE LA COJA

El Cerro de la Coja se encuentra en Cerro Muriano (Obejo). Se trata de la cota más alta de la población, elevándose su máxima hasta los 538,5 m.s.n.m. Ubicado en la cabecera del filón metalífero de Siete Cuevas, sus coordenadas en el punto más alto corresponden a 38° 00' 04'' lat. y 04° 45' 50'' long. y, para llegar hasta él, se hace necesario tomar la calle de la Acera del Cuartel Viejo, en cuyo límite se levanta el Cerro (Figura 1)

Expoliado ininterrumpidamente desde 1.870, es propiedad del Ministerio de Defensa y, hace dos años, ha sido solicitada su cesión por el Ayuntamiento de Obejo, con la intención de poder recuperar las Termas excavadas y cuyos resultados preliminares seguidamente damos a conocer.

Aunque las intervenciones arqueológicas de urgencia realizadas en el yacimiento del Cerro de la Coja tienen lugar a partir de mediados de la década de los noventa; sin embargo, como hemos visto en el capítulo de historiografía, Cerro Muriano ya despertó el interés de investigadores y científicos en el último tercio del siglo XIX, momento en el que la Córdoba Copper Company Ltd. comienza la explotación sistemática de los enriquecimientos secundarios de sus filones, básicamente, las piritas y calcopiritas. La sección que los ingenieros británicos realizaron del Pozo de San Rafael, señala "*old working*", en clara alusión a las explotaciones romanas, hasta profundidades por debajo de los 330mts., por lo que los mineros romanos de Cerro Muriano, ya se beneficiaron de las piritas y calcopiritas acumuladas en los enriquecimientos secundarios de algunos de sus filones cupríferos (Penco *et alii*, 1.999)

Este hecho revela la magnitud de las explotaciones en época romana que, a tenor de las excavaciones arqueológicas, debieron de sistematizarse hacia el primer tercio del siglo I d. C., durante el gobierno de Tiberio, aunque la estratigrafía del Cerro de la Coja pone de manifiesto la presencia romana desde, al menos, los inicios del s.I a. C., gracias a la documentación de un fondo de cabaña de planta ovalada excavado en el corte I del sector 1 –vertiente occidental del Cerro– cuyo abandono y amortización debió de producirse durante ese siglo, al verse colmatada dicha estructura por una serie de estratos sucesivos cuyo contenido eran escorias de fundición y que, no en vano, constataban la continuidad de prácticas metalúrgicas en el yacimiento.

Volviendo al primer tercio del siglo I d. C., las intervenciones practicadas entre el 2.000 y 2.002 en la vertiente sur del Cerro, con motivo de la construc-

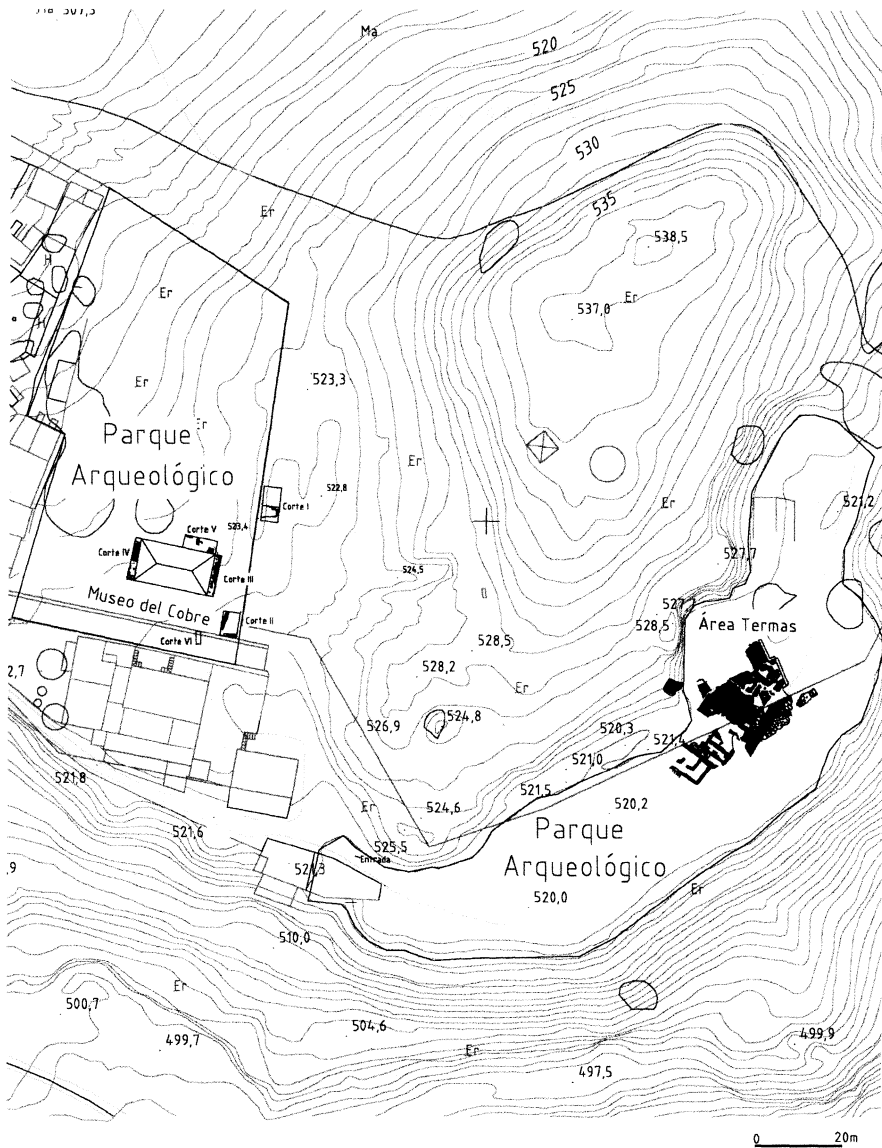


Figura 1.

ción de un Mirador por parte del Ayuntamiento de la localidad, sacaron a la luz restos de un edificio monumental, que nada tenía que ver con la estructura del fondo de cabaña antes comentado y, cuyos elementos mas definitorios, eran unas *piscinae* elaboradas con mosaicos de *signinum*, alguno de ellos con incrustaciones de teselas, que interpretamos como *Thermae* y que, dadas sus dimensiones y características, tuvieron con seguridad una función pública. Su

última reforma, a la que debe la planta arquitectónica conservada, se produjo, a juzgar por los materiales asociados a la misma, durante el reinado de Tiberio (14-37 d.C.)

El carácter probablemente público de las *Thermae* exhumadas en la vertiente sur del yacimiento del Cerro de la Coja (sector 2), la documentación de enterramientos fechados entre los gobiernos de Augusto y Tiberio en el paraje de La Mocha (Penco y Moreno, 2000), la evidencia de que los trabajos de extracción llevados a cabo por los mineros romanos llegaron a cotas de profundidad superiores a los 330 m. y el paso por la localidad de la vía *Corduba-Emerita Augusta*, podrían llevarnos a la firme conclusión de la existencia de un distrito o poblado minero de relevancia en Cerro Muriano, cuyo verdadero momento de esplendor debió dar comienzo en época de Tiberio y, cuyo emplazamiento, estaría no bajo la actual población, sino soterrado bajo el altozano reseco y amesetado del Cerro de la Coja.

INTERVENCIONES ARQUEOLÓGICAS Y METODOLOGÍA DE EXCAVACIÓN

PROSPECCIÓN SUPERFICIAL, 1.995

Bajo la fórmula de I.A.U., se llevó a cabo entre septiembre y octubre de 1.995, con fecha de Resolución de la Dirección General de Bienes Culturales de 18.09.95. Dirigida por el Dr. Storch de Gracia, durante los trabajos de prospección, se recogieron restos en superficie en toda la extensión del yacimiento. Se incluyeron aquellos materiales que afloraron en actividades de expolio. Como resultado más significativo de los trabajos, destaca la recuperación de un total de 14.075, entre fragmentos y piezas arqueológicas (Storch de Gracia, 1997)

INTERVENCIÓN ARQUEOLÓGICA DE URGENCIA, 1.999

Tras denuncia a la Delegación Provincial de la Consejería de Cultura de Córdoba de la destrucción de parte de un muro de *opus quadratum* con motivo de una obra de acometida realizada por el Ayuntamiento de Obejo en la vertiente occidental del Cerro, parcela en la que hoy se ubica el Museo del Cobre, se procedió a la realización de un Proyecto de I.A.U. en el que se aconsejaba una intervención mediante metodología arqueológica con la intención de poder documentar el grado de afección en la estructura comentada y establecer un primer diagnóstico del registro estratigráfico arqueológico hasta cota geológica en este punto de la vertiente occidental del Cerro. La intervención fue dirigida por uno de los autores de este trabajo entre los días 16 de julio y 13 de septiembre de aquel año, bajo autorización que se concedía mediante Resolución con fecha 23.06.99.

Durante los trabajos de excavación se practicaron dos cortes estratigráficos en los que se constataron, entre otros, niveles pertenecientes a cuatro Fases cronológicas del período romano; la más antigua, que se corresponde con los inicios del siglo I a.C., destacando la excavación en el corte I del ya citado fondo de cabaña ovalada –Ue. 49–, un pilar cuadrangular de bloques de tamaño variable unidos en seco relacionado con aquella –Ue.51– (Figura 2) y los vacíos de escorias que colmataban a ambas estructuras, definidos en una serie

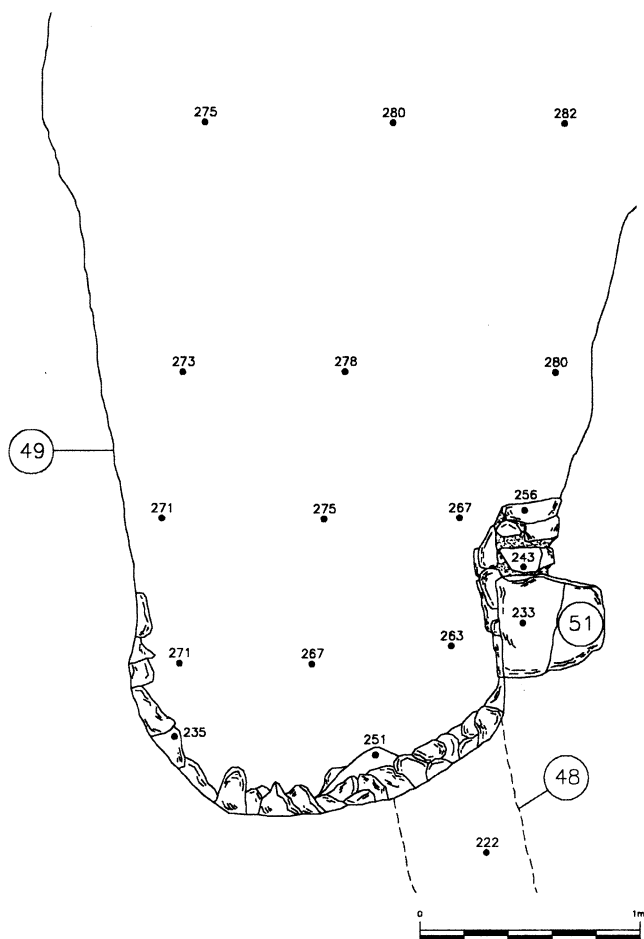


Figura 2.

de estratos sucesivos (Ue 43, 44, 45, 46 y 47), cuya deposición fechamos en momentos posteriores al abandono de la cabaña, y que debió producirse durante el siglo I a.C. (Fase 2). A la tercera, que adscribimos entorno a la primera mitad del s. I d.C., pertenecían los restos de la estructura en opus quadratum – Ue.14– que provocó nuestra denuncia y un horizonte de construcción relacionado a ésta –Ue.27–. Las Ues. 14 y 17 excavadas en el Corte 2, en técnica edilicia, contrastaban ostensiblemente con los elementos más antiguos documentados en el corte 1. Por último y, en referencia a la Fase 4, se documentó una familia estratigráfica, registrada en ambos cortes practicados que suponía el momento final de uso de las estructuras correspondientes a la Fase 3 y que se resumía en claros niveles de derrumbe muy homogéneos compuestos por tapiales, fragmentos de tegulae y ladrillos que indicaban el abandono de los

ambientes fechados en la primera mitad del s. I. d.C. Destacaban la Ue.13 del corte 2 y las Ues.38, 39, 40 y 41 del 1. Este proceso de degradación de las mismas hasta su colmatación definitiva puede fecharse, según la ergología asociada a los depósitos, entorno a los inicios del s.II de nuestra Era.

Desde entonces, la secuencia estratigráfica arqueológica en el Cerro de la Coja está ausente hasta el período contemporáneo. A éste corresponden las Ues. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36 y 37 del corte 1, con presencia en la estratigrafía de materiales que habrían de encuadrarse entre finales del XIX y principios del XX, y que se interpretaron como niveles industriales correspondientes a la fase de explotación sistemática que llevó a cabo la Córdoba Copper Company Ltd. (1.868-1.929), numerosos en la vertiente sur del Cerro, como veremos en su momento.

La exploración visual del Cerro durante nuestros trabajos de excavación, hizo que observáramos en la vertiente sur, zona en la que el ayuntamiento tenía en proyecto inmediato la construcción de un mirador, restos de grandes pavimentos de *opus signinum* delimitados por estructuras murarias en *caementa*. Estas enormes *piscinae* aparecieron profundamente afectadas por la erosión, la vegetación parasitaria y la presencia de rebaños de ovejas que pastaban a diario en la zona. Poniéndonos en contacto con los técnicos de la Delegación Provincial de Cultura de Córdoba, procedimos a la limpieza superficial desbrozando la capa vegetal parasitaria y protegiéndolas debidamente con arenas. Estas labores superficiales, pusieron al descubierto un magnífico pavimento de *signinum* con incrustaciones de teselas en el que destacaba un hermoso delfín para el que se emplearon piezas blancas de arenisca calcárea de grano fino como relleno del cuerpo y teselas de tono gris oscuro de rocas ferromagnéticas rodadas para el contorno de los ojos, ambas de procedencia local (Lámina 1)

El mosaico se fechó en época de Augusto, e interpretó, junto con el resto de las *piscinae* protegidas, como espacios pertenecientes a un gran edificio relacionado quizás a un posible *Ninpheus* o *Thermae* (Penco *et alii*, 1.999)

INTERVENCIÓN ARQUEOLÓGICA DE URGENCIA, 2000.

Se aprobó mediante Resolución de la Dirección General de Bienes Culturales con fecha de 13.07.00 respondiendo al título de “Modificación al Proyecto solicitud de I.A.U. para la construcción de un mirador en el Cerro de la Coja, Cerro Muriano (Obejo)”, dirigida por F. Penco Valenzuela, se centró en las vertientes occidental y sur del yacimiento. Los trabajos de excavación fueron sufragados por el Ayuntamiento de Obejo, el INEM y FAECTA, gracias a la aprobación de un primer Taller de Empleo.

Se actuó básicamente en el sector 1 –vertiente occidental– y se constataron como elementos de interés: una vía secundaria del tipo *glarea strata* de 1.45 m. de ancho y al menos dos fases de uso. La vía apareció en los cortes III y IV del sector 1 y se fechó su momento de construcción hacia el Cambio de Era, estando en uso hasta, al menos, la primera mitad del siglo II d.C. Su traza, en dirección E. hacia el Cerro de la Coja y en sentido O. hacia la N-432, donde



Lámina 1.

según Melchor se ha de situar la vía *Corduba-Emerita Augusta*, hizo que se interpretara como una vía secundaria para el transporte del metal que comunicaba el posible distrito minero con la *Corduba-Emerita Augusta* (Figura 3) Además, en el corte III, se excavaron dos cimentaciones de *opus quadratum* que formaban esquina de una *domus* importante adyacente a la vía encontrada y de compleja interpretación dadas la escasas dimensiones del sondeo (8 m. N-S. por 1,30 m. E-O.) También, a N. de la vía, en el corte V de este mismo sector, se documentaron restos de viviendas levantadas con materiales metamórficos de la zona, cuyo momento de construcción y abandono coincidían con las cimentaciones de *quadratum* arriba citadas.

La aparición de un fragmento de t.s.h. de la Forma 37 a de Mezq., que pudiera irse hacia la primera mitad del s.II d.C. perteneciente a la Ue.6 del corte III ha sido, hasta día de hoy, el único elemento que con el que contamos para datar el abandono de los niveles de hábitat, de la vertiente occidental del Cerro. Ello, sin duda, hace que tomemos este dato con enorme cautela, al ser tan sólo uno, el elemento constatado. Esperemos que futuras intervenciones puedan aportar mas datos que corroboren o no esta fecha.

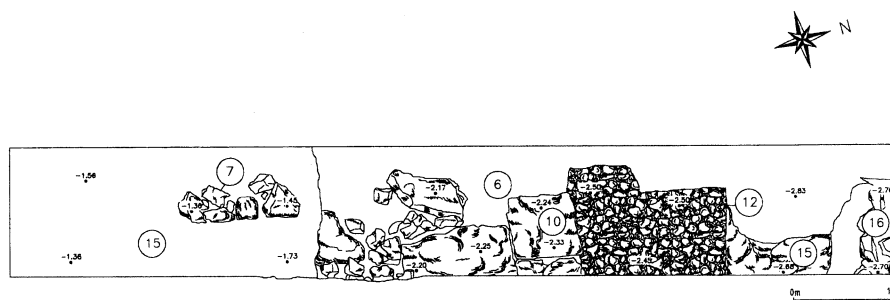


Figura 3. Cambio de Era, observense vía glarea strata y esquina edificación adyacente.

En la vertiente sur –sector 2– se practicó un corte estratigráfico donde se preveía la construcción de las obras de infraestructuras del mirador, los trabajos se centraron en la realización de una cata arqueológica, corte I del sector 2, donde el Ayuntamiento tenía previsto levantar un kiosco.

Los resultados mas relevantes de la excavación se resumen en la documentación de niveles de tapias con abundantes fragmentos de ladrillos y *tegulae*, que indicaban el abandono de estructuras muros-cimiento relacionadas con las *piscinae* descubiertas un año atrás. Entre estos elementos destacaban, además de los muros-cimiento levantados con rocas metamórficas de la zona, un vano de acceso y la cimentación en *quadratum* de una escalera maciza al exterior, adosada a un muro de fachada en sentido NO.-SE, Ues. 13 y 15, respectivamente, lo que nos dio pie a interpretar que estos elementos debieron constituir el acceso al complejo Termal en su flanco O. (Figura 4)

Hacia el interior, el muro de fachada daba a un corredor con idéntico sentido, desde el que se accedía a tres espacios rectangulares, dispuestos en perpendicular con respecto a aquél. Este conjunto documentado se interpretó como posible *apodyterium* de las *Thermae*.

Dada la relevancia de las estructuras excavadas en los dos vertientes del yacimiento arqueológico, la dirección facultativa, en el capítulo de prescripciones técnicas del Informe preliminar de resultados, solicitaba la protección y conservación de los restos, sobre todo los pertenecientes a las *Thermae* excavadas en la vertiente sur, emplazando al Ayuntamiento a que elaborase un nuevo Proyecto arquitectónico en el que cambiase de ubicación las obras de infraestructuras del mirador. Una vez concluida la excavación, se soterraban los cortes estratigráficos con el empleo de arenas para su protección.

Así las cosas y, en Resolución emitida en el mes de septiembre de 2.000, por la Delegada Provincial de la Consejería de Cultura de Córdoba, se resolvía la protección de todos los restos documentados, tanto en el sector 1 (vía secundaria y viviendas) como en el 2 del yacimiento, posibles *Thermae*, por entonces fechada su primera fase constructiva como Augustea.

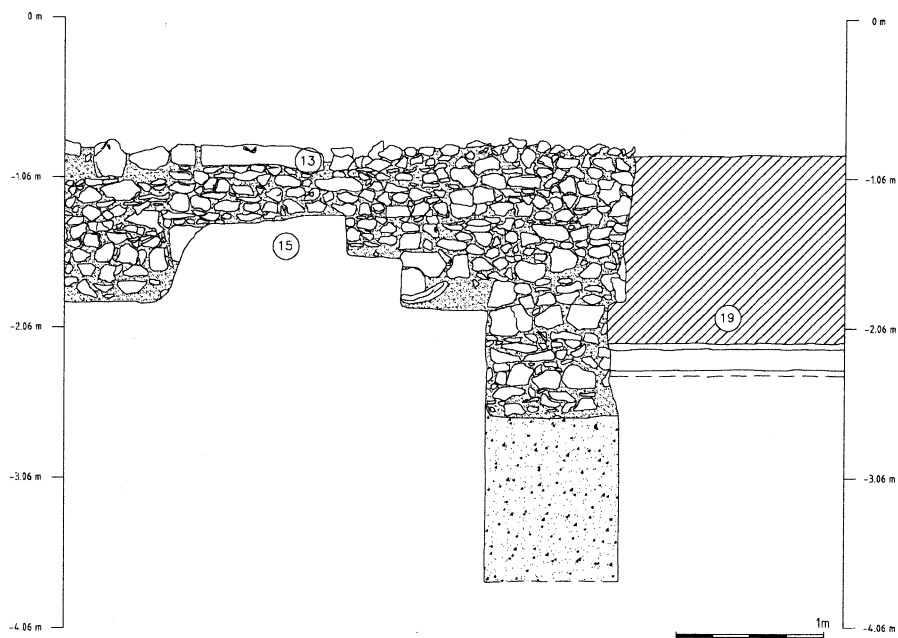


Figura 4.

INTERVENCIÓN ARQUEOLÓGICA DE URGENCIA, 2.001

Siguiendo la cronología de los hechos, el Ayuntamiento de Obejo, propietario de parte de los terrenos dónde se localizan las *Thermae*, presentó un segundo Proyecto arquitectónico donde ubicar las obras de infraestructuras del mirador, lo que provocó la elaboración de un Proyecto de I.A.U. que, con Resolución emitida por la Dirección General de Bienes Culturales con fecha 12-03-01, daba comienzo en el mes de marzo llegando a su conclusión en junio. La dirección arqueológica corrió a cargo de quien estuvo al frente de las dos anteriores.

En esta tercera actuación se realizó un corte contiguo al practicado en la I.A.U. anterior, corte II del sector 2, con unas dimensiones de 16 m (E-O.) por 10 m (N-S.), excavándose un total de 280 m³. Del conjunto termal se documentaron: estructuras murarias en niveles de alzado y cimentación, horizontes de construcción y pinturas murales de los estilos I y II pompeyanos pertenecientes al *apodyterium*, pavimentos de *signinum* relacionados con las *piscinae* y sistemas de desagüe. El grado de importancia y conservación de los restos se consideró muy alto, proponiéndose su protección y conservación (Penco, 2001)

Grosso modo, la actuación permitió, por un lado, la documentación casi al completo de la mitad S. del *apodyterium*, constatar buena parte de la extensión de las *Thermae*, hasta la fecha entorno a los 630 m² y, por otro, poder documentar, al menos, cuatro Fases cronológicas pertenecientes al período romano

en esta vertiente del yacimiento: una primera, la mas antigua, que se correspondería con los trabajos de extracción y fundición del Pozo de Levante, que debieron producirse hacia el s.I a.C. y a los que pertenecerían buena parte de los materiales excavados en los grandes rellenos de aterrazamiento Ues.22/51/52, cuya deposición se produjo en época de Augusto para nivelar la gran superficie en la que se levantarían las *Thermae*. Entre estos materiales se recuperaron escorias de fundición, fragmentos de galbo de imitación de Cerámicas de Barniz Negro y lucernas bicónicas. Esta estratigrafía estaría directamente relacionada con la familia sedimentaria constatada en la vertiente occidental del Cerro durante el año 99 y que se correspondía con el fondo de cabaña ovalado y los depósitos de escorias de fundición que lo colmataban. Obviamente, la explotación del Pozo de Levante hacia el siglo I a.C. impediría el uso de este espacio como *Thermae*. Este hecho viene corroborado por la estratigrafía asociada al conjunto Termal, cuyo momento de construcción, a juzgar por la técnica edilicia y el material asociado, habría que adscribirlo a época de Augusto (Fase 2). En estos momentos, las Termas del Cerro de la Coja eran de dimensiones mas pequeñas y resulta muy compleja su interpretación ya que esta fase primigenia se encuentra enmascarada bajo la gran *refectio* que se llevó a cabo durante el gobierno de Tiberio (14-37 dC.), en la que las *Thermae* adquieren el grado de monumentalidad y a la que debemos la planta arquitectónica que se conserva del edificio (Figura 5) –Fase 3–. De estos momentos, se pudo constatar la documentación de al menos cinco espacios de planta rectangular delimitados por muros-cimientos; cuatro de ellos, en sentido NO-SE., se disponían paralelos al gran muro de fachada excavado en el 2.000 y perpendiculares a las tres habitaciones que le preceden. Además, se documentó un muro con orientación O-E. que dividía las cuatro dependencias anteriores. A todo este conjunto lo hemos considerado como un gran *apodyterium* ya que esta zona occidental de las *Thermae* está ausente de pavimentos de carácter hidráulico y antecede a las *piscinae*; lo que si se hace mas difícil de interpretar es la funcionalidad de cada una de estas habitaciones, al no haberse excavado en extensión, quizás nos encontremos ante un gran vestuario y otros espacios relacionados con tiendas y zonas de almacenamiento. Destaca también la excavación de desagües con salida hacia el sur de la edificación. En cuanto a la Fase 4, estratigrafía asociada a los derrumbes del edificio que colmataban las estructuras levantadas entre el 14 y 37 d.C., la ausencia de elementos diagnosticables sólo nos permite llevarnos la finalización de uso de las *Thermae* a los instantes en los que se debieron abandonar el resto de los edificios del yacimiento; esto es, hacia la primera mitad del s.II d.C., fecha que ha de tomarse con cautela, dada la ausencia de elementos diagnosticables claros.

En cuanto al segundo período de ocupación documentado, éste pertenece a la Córdoba Copper Company Ltd (1.868-1.929), destacando las Ues.57/58, relacionados con un gran vertedero de estéril de mina extraído del Pozo de Levante cuando volvió a ser explotado por los ingleses. Los restos pertenecientes a la época romana excavados en el año 2.001, se protegieron debidamente con el empleo de arenas, solicitándose su conservación (Penco, 2001)

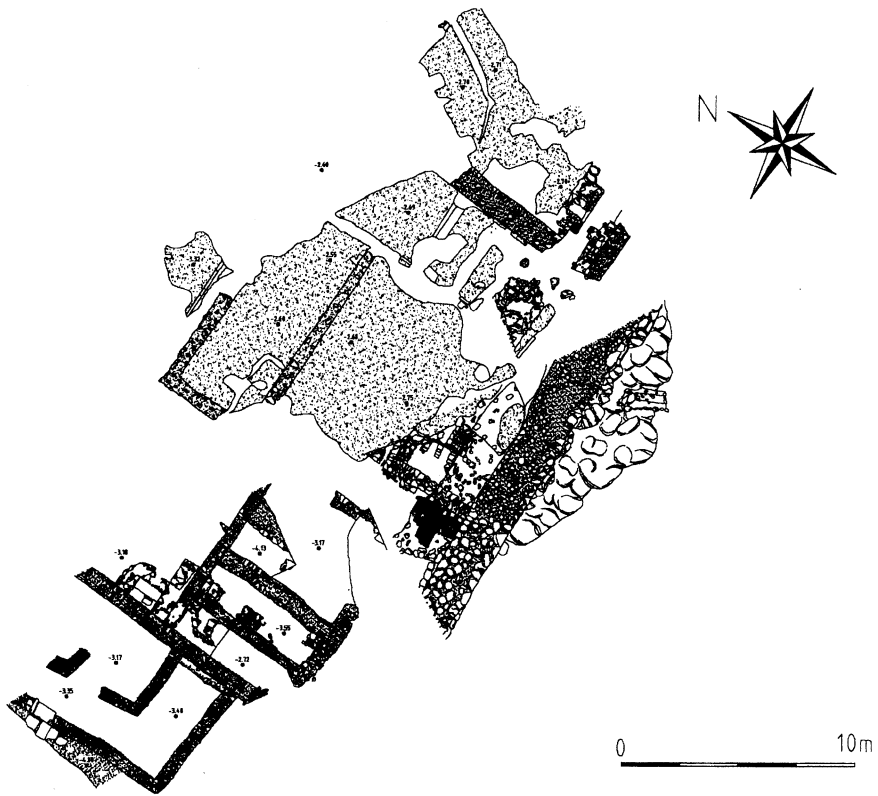


Figura 5.

INTERVENCIÓN ARQUEOLÓGICA DE URGENCIA, 2002

Respondía al Informe-solicitud de I.A.U. correspondiente a la instalación de alumbrado público y riego en la zona del mirador del Cerro de la Coja, y se aprobaba mediante Resolución con fecha 09/05/02, siendo dirigida por Fernando Penco Valenzuela. Se trata de la última excavación practicada en el yacimiento. Los resultados obtenidos han de tomarse de forma preliminar y se resumen en la ejecución de una zanja excavada mediante metodología arqueológica en la que se constató:

Un gran muro-cimiento como cierre del conjunto termal a sur, elaborado con rocas metamórficas y asentado directamente sobre la roca geológica, cuya potencia era de 1.95 m y orientación NO-SE (Ue.89), además de la excavación de *pars* de la *suspensurae* de un *hypocaustum* y horno (Ues.96/97). Estos niveles se corresponderían con la ampliación monumental llevada a cabo en época de Tiberio, momentos en los que las *Thermae* aumentan sus dimensiones hacia esta zona (Penco, 2002)

La técnica de excavación empleada durante las intervenciones comentadas se basó en los principios científicos tipificados por E.C. Harris, por lo que se

atendió de forma muy especial al estudio del proceso de estratificación, siendo considerado como un conjunto de modelos naturales de erosión y depósito entrelazados con alteraciones del paisaje originadas por el factor antrópico, mediante la continuada excavación y actividades de edificación. De esta forma, se individualizó cada sedimento (depósito, interfaces, elemento interfacial) con un número de referencia describiéndose mediante la distinción de criterios directos (color, textura, consistencia, composición, dureza...) e indirectos. En el caso de estratos de potencia considerable se procedió a su excavación y separación de materiales mediante alzadas artificiales de 20 cm de grosor, para facilitar, en su caso, la detección de estratos de formación lenta con aportes sedimentarios homogéneos.

Tanto relieves de estrato como superficies de estratificación quedaron documentados gráficamente (fotografía y dibujo Autocad). En cuanto a las interfaces se numeraron las de excavación, suelos de ocupación y niveles de arrasamiento, siendo estos últimos considerados como elementos interfaciales. Asimismo, se realizó la recogida exhaustiva de todos los restos muebles de cultura material diferenciados por Ues para la obtención de elementos que pudieran facilitar el estudio crono-estratigráfico individualizado, de génesis del terreno, y funcionalidad de espacios concretos. Conjuntamente se elaboraron las correspondientes Matrices de Harris de todos los cortes excavados, para el caso de la estratigrafía asociada a las *Thermae*, se unificó en una sola Matriz, con la intención de expresar gráficamente los distintos períodos y fases de ocupación a los que se ha visto sometido este espacio en concreto.

Como parte fundamental dentro de la documentación exhaustiva de las Ues, se consideró la recogida del material arqueológico como uno de los aspectos más importantes del proceso de la intervención. En este sentido se llevó a cabo una recogida exhaustiva de los restos muebles de cultura material pertenecientes a cada Ue. Así, pues, se asignaron números de lote e individualizados que quedaron reflejados en fichas de recogida de material, realizándose, más tarde, un inventario pormenorizado de todos aquellos elementos recuperados.

LAS TERMAS DEL CERRO DE LA COJA: ESTRATIGRAFÍA, ESTUDIO DE MATERIALES Y CRONOLOGÍA.

Las *Thermae* del Cerro de la Coja, con una superficie de al menos 630 m², no se han excavado en su totalidad y aún está por determinar la planta del edificio en sus límites N. y E. El conjunto, protegido desde septiembre de 2.000, probablemente ha perdido buena parte de su cierre E., debido al arrasamiento que se originó con la explotación sistemática del Pozo de Levante por parte de la Córdoba Copper Company Ltd (1.868-1.929). En cuanto al cierre N., el menos documentado hasta la fecha, la presencia de un muro de *opus caementicium* que limita a la piscina mas septentrional, podría marcarnos el mismo; sin embargo, la excavación de un pavimento de *signinum* y sistema de desagüe, a cota mas baja que la piscina y que discurren paralelos a norte del muro de *caementa* antes citado, de estar relacionados con el complejo termal, como así

estimamos, ampliaría las dimensiones del aquél hacia N. Sólo futuras intervenciones en esta zona, nos sacarán de dudas.

La constatación en la vertiente sur del Cerro de la Coja de tan sólo dos períodos de ocupación sistemática: contemporáneo y romano, hacen que la secuencia arqueológica de las *Thermae*, no sea excesivamente complicada. Su carácter homogéneo y la ausencia de una superposición compleja de estructuras, nos permite llegar a la conclusión de que el edificio, después de su abandono, indicado por potentes niveles de derrumbe originados probablemente hacia los inicios o primera mitad del siglo II d.C., entró en un largo período de letargo hasta la ocupación inglesa en la que, como se comentó, se arrasó con parte del edificio, sobre todo, en su límite E.

El estudio de los materiales, la técnica edilicia y el registro estratigráfico del conjunto, nos ha permitido llegar a las siguientes conclusiones que, dicho sea de paso, no pretendemos se tomen como definitivas, quedando abiertas a posibles y necesarias discusiones.

Según los resultados de las intervenciones llevadas a cabo en el yacimiento, la secuencia estratigráfica se resume en:

Período contemporáneo:

- Fase subactual.

Ues: 0, 1, 23, 24, 79.

Tras los fenómenos acaecidos en la fase de ocupación de los ingleses (1.868-1929), el proceso de deposición de la estratificación arqueológica finaliza a partir de mediados del s. XX. Este hecho viene constatado por la presencia en el yacimiento de estratigrafía relacionada tanto con elementos interfaciales de arrasamiento de roturación, Ues. 0, 23, 79, como con niveles asociados con rellenos pertenecientes a tierras de labor, Ve 1 y 24.

- Fase Córdoba Copper Company Ltd. (1.868-1.929).

Ues: 2, 3, 4, 5, 57, 58, 80, 81, 82, 83, 84.

A partir de 1.872, año en el que la Córdoba Copper Company Ltd. decide la explotación sistemática de los filones de Cerro Muriano; pues desde 1.868 hasta entonces la compañía inglesa sólo realizó trabajos de prospección a pequeña escala, podemos fechar los grandes vacíos de estériles de mina con rellenos procedentes del Pozo de Levante (Ues. 2, 58-57, 80-81) y las estructuras relacionadas con la actividad extractiva de dicho pozo (ver 3-4-5 y 82-84-83) que, sin duda afectaron al Complejo Termal, sobre todo, en sus alzados y cierres S. y E. De esta familia estratigráfica destacaríamos un lavadero de mineral (3-4-5) y la cimentación (82-84-83) relacionada con el castillete extractivo del Pozo de Levante, hoy desaparecido. De ambas, por considerarlas de un valor excepcional para la comprensión la actividad minerometalúrgica en Cerro Muriano, se solicitó su protección y conservación. Concluidos los trabajos de la Córdoba Copper Company Ltd a partir de 1.929, el yacimiento entra en un período plurisecular en el que la estratificación arqueológica está ausente; hasta la aparición de grandes paquetes de derrumbe de tapiales con presencia de *tegulae* y ladrillos, este es el preámbulo de la estratigrafía romana y, supone, el momento de abandono del Complejo Termal.

Período romano:

- Fase 4: niveles de derrumbe y abandono: inicios o primera mitad del s.II d.C. Ues: 25, 44, 56, 85, 87, 95, 97.

Se trata de la fase mas moderna correspondiente a este período. Muy homogénea en todos los puntos excavados, este conjunto sedimentario supuso la colmatación y el final de uso de las *Thermae*. Este proceso de degradación paulatina puede fecharse, según la ergología asociada a los depósitos, hacia la primera mitad del siglo II d.C. y, aunque tuvimos la fortuna de excavar potentes derrumbes de tapial, no tuvimos tanta en la recuperación de materiales diagnosticables asociados a los abandonos (Ues. 44, 56, 87, 97), estratigrafía bajo tapias. El único elemento diagnosticable en el yacimiento apareció en la intervención de 1.999, en la Ue. 6 del corte III del sector 1: una Forma de t.s.h. 37 a de Mezq. que nos lleva hacia los inicios o primera mitad del siglo II, por lo que esta fecha se ha de tomar con prudencia. Lo que si parece quedar fuera de toda duda es que su uso se mantuvo durante el s.I d.C.

- Fase 3: La reforma monumental de Tiberio.

Ues: 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 53, 54, 55, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 86, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 96, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 105.

Sin duda la mas importante de las excavadas, a esta fase monumental pertenece la planta conservada de las *Thermae* que, como comentábamos, sobrepasa los 630 m². Entre los años 14 y 37 d.C., las Termas públicas del Cerro de la Coja se amplían hacia el S. con la construcción de un enorme muro de cierre de 1.95 m de anchura y para el que se emplearon rocas metamórficas –Ue.89– y se levanta un nuevo hypocaustum, situado al suroeste del primigenio –Ue.96–. Por entonces, el acceso al complejo termal, al igual que en su fase primitiva, habría de producirse por el O., gracias a la excavación del muro de cierre en este punto –Ue.13– y a la aparición de un núcleo de escalera de sillares de calcarenita miocénica –Ue.15–; por lo que es de suponer, la presencia de una vía o calle O., que discurriría paralela a Ue.13 y por la que se accedería al edificio público. Además, se pudo documentar buena parte sur de un gran *apodyterium* y sistemas de desagües a los que pertenecen las Ues. restantes.

Esta gran *refectio*, que se resume con la ampliación S. de las *Thermae* y la construcción de un segundo *hypocaustum* a O. del primigenio, la hemos fechado en época de Tiberio, gracias a la excavación de la Ue.88, estrato de nivelación de suelo relacionado con la ampliación a S. del edificio que salvaría los desniveles del Cerro y en el que se recuperaron abundantes fragmentos de t.s.i., entre los que destacamos: 2 Formas de consp.12; 1 de consp.14; 3 de consp. 18 y 2 Formas de Conspectus 22 (Figura 6); de las que la Forma consp. 18 está ya atestiguada en época de Tiberio, por lo que fechamos esta gran *refectio* monumental durante los años 14-37 dC. Aparte, se recuperaron fragmentos con Formas de Cerámica de Tradición Indígena (Figura 7) y Bética de Imitación Tipo Peñaflor con 1 Forma completa del Tipo II b de Martínez y 2

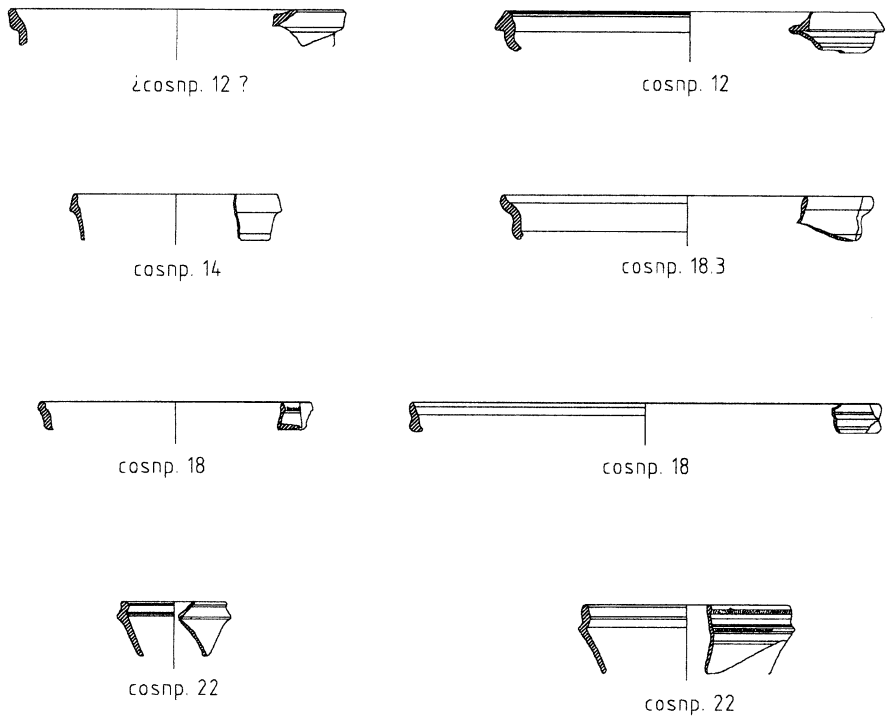


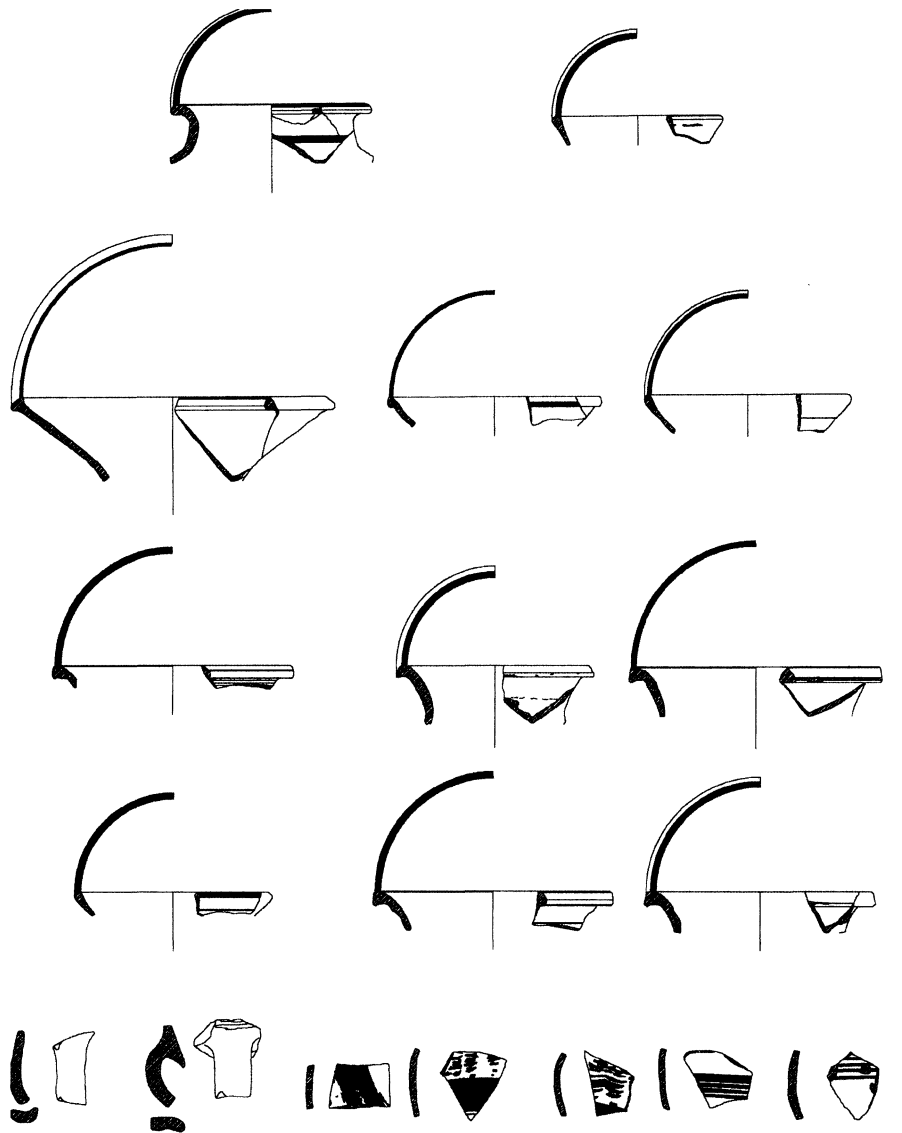
Figura 6.

Cops del Tipo I b de Martínez (Martínez, 1989) que hoy pueden verse expuestas en el Museo del Cobre.

• Fase 2: La construcción del edificio: gobierno de Augusto.

Ues: 22, 51, 52.

A esta Fase se corresponden las Ues. relacionadas con los momentos de construcción de las Termas. De compleja interpretación ya que la planta arquitectónica se encuentra enmascarada bajo la gran remodelación de época de Tiberio y por el hecho de que el registro estratigráfico perteneciente a esta Fase apenas ha sido excavado, tan sólo en casos puntuales. A estos momentos constructivos pertenecen las Ues 22, 51 y 52, grandes depósitos de aterrazamiento en la zona S.O. del complejo, que se realizaron, sin duda, para salvar los desniveles del Cerro en esta zona. Además de los pavimentos de *signinum* visibles bajo las *piscinae* que se levantaron durante la reforma monumental. Fechada en época de Augusto, tan sólo podemos concluir que el edificio tendría unas dimensiones menores, aunque considerables, que el *hypocaustum* quedaría emplazado en la zona oriental del conjunto y que, posiblemente, fue construido por gentes itálicas, quizás de la Campania. Al menos, así se desprende del



UE 53

Figura 7.

hermoso mosaico del delfín ya comentado, que nos hemos inclinado a fechar en época de Augusto por su técnica constructiva (teselas en *signinum*) y cuyos paralelos mas evidentes han de buscarse en el sur de Italia. Por otro lado, también es de todos sabido que, durante estos años, grupos de itálicos emigraron a nuestra península estableciéndose en distritos mineros para ocupar plazas relevantes en la gestión y administración de los pozos. Nos quedan aún enormes dudas por resolver en lo que a estos momentos concierne y, quizás, una de las mayores sería la de confirmar o no el carácter público de las Termas del Cerro de la Coja en estos instantes ya que si bien la planta primigenia sería menor que la de Tiberio, sus dimensiones siguen siendo considerables.

- Fase I: Actividad minerometalúrgica en el Pozo de Levante durante el s.I a.C.

Los materiales más antiguos recuperados en las Ues. 22, 51, 52 (escorias de fundición, fragmentos de galbo de Imitación de Cerámicas de Barniz Negro, lucernas bicónicas) su naturaleza y composición, básicamente arenas silíceas, que sabemos fueron empleadas en Cerro Muriano como fundentes para la fabricación del cobre (Criado *et alii*, 1.996), la excavación de estratigrafía arqueológica perteneciente al s. I a.C. con la documentación de vacies de escorias y un fondo de cabaña y la presencia del Pozo de Levante, a escasos metros del Complejo Termal, son indicios mas que evidentes, para poder concluir que en el Cerro de la Coja ya se explotaba dicho Pozo y se llevaban a cabo tanto actividades extractivas como metalúrgicas en el s.I a.C. Dichos trabajos, evidentemente, no permitirían el uso de este espacio como Complejo Termal, por lo que deducimos, y así nos lo confirma la secuencia estratigráfica arqueológica documentada en la vertiente sur del Cerro, que el Pozo de Levante debió dejarse de explotar en época de Augusto, momento en el que se decide levantar el edificio Termal.

EL POSIBLE CARÁCTER PÚBLICO Y OTROS ASPECTOS.

Las dimensiones de las *Thermae* del Cerro de la Coja parecen indicar su carácter público ya desde época temprana, lo que implicaría una pronta romanización de la zona, debiéndose de buscar los precursores del edificio en Italia y, mas concretamente en el sur, como ya dejamos entrever en capítulos precedentes. Nuestro caso no es el único, otros ejemplos se han constatado en algunos edificios Termales de las provincias occidentales del Imperio, tales como la Baetica, la Narbonensis o la Tarraconensis, cuyas plantas se asemejan a las de la península itálica.

De arquitectura axial, el complejo Augusteo, ya contaba con un gran *apodyterium* y sus respectivas salas entre las que destacaba el *caldarium* del que se pudo limpiar el *hypocaustum* amortizado por rellenos pertenecientes a época de Tiberio. El edificio se construyó con materiales metamórficos de la zona, empleándose *opus incertum* para los muros y mosaicos de teselas incrustadas en *signinum* para algunos de sus pavimentos. En cuanto al *caldarium*, de planta rectangular, se encuentra arrasado en su costado E. por los cimientos del castillete que los ingleses emplearon siglos después para volver a explotar el Pozo de Levante. Es entre el 14 al 37 d.C., como ya hemos venido comentan-

do, cuando se produce una gran reforma en el edificio, *refectio* que se traduce con la construcción de un nuevo caldarium al S.O. del Augusteo y con la ampliación hacia el sur del Complejo.

Además del estudio de materiales recuperados en estratigrafía altamente fiable que indican la temprana construcción y reforma de las *Thermae* de Cerro Muriano, existen otros elementos, sobre todo edilicios, que pueden corroborar esta fecha:

- El uso de materiales del entorno y el empleo generalizado de *opus incertum* para cimentaciones y muros, algo muy frecuente en los baños tempranos de las provincias occidentales junto con la ausencia de *opus testaceum*, que comenzará a generalizarse a partir de la construcción de las Termas de Trajano, en el 107 dC.
- La escasa presencia de elementos decorativos que implicaría una cierta modestia, como también ocurre en otros edificios termales que han sido estudiados y que se caracterizan por su humildad edilicia, al menos fuera de Roma (Nielsen, 1990).
- La presencia de pinturas murales y estuco y el empleo de pavimentos musivos elaborados en *signinum* con incrustación de teselas, constatados en las *Thermae* del Cerro de la Coja en al menos, tres de las *piscinae*.

Estos indicativos podrían ayudarnos, junto con el estudio de materiales que presentamos, a aquilatar las fechas tanto de construcción como de reforma del edificio que hemos venido proponiendo.

En cuanto al abastecimiento de agua, la existencia en la vertiente oriental del Cerro de la Coja de una gran cisterna Augustea, cercana a las *Thermae* y construida en *opus camenticium*, pudo servir para tal fin. La obra, a una cota mas elevada que los baños y construida con bóveda de cañón, pasó inadvertida a los ojos de los investigadores, interpretándose por primera vez como tal no hace mucho (Penco *et alii*, 1.999). Hasta entonces, la estructura, sin duda hidráulica, se consideró como un polvorín empleado por los ingleses para la explotación de los pozos. Su cronología, dimensiones de al menos cinco metros de altura y proximidad al complejo, son los datos en los que nos apoyamos para poder lanzar la hipótesis de que, en su día, sirviese como abastecimiento de agua a los baños. Este dato ha de verificarse. En 1.999, se solicitó su protección recibiendo en septiembre del año siguiente una contestación afirmativa por parte de la Delegación provincial de la Consejería de Cultura.

Volviendo de nuevo a la reforma de nuestro edificio, es de todos conocido que este tipo de obras están de sobra constatadas a lo largo y ancho del Imperio, ya que el empleo frecuente del agua deterioraba su construcción. Para el caso de los baños provinciales, solían ser sufragadas por altos cargos de la administración local y sólo, en casos muy excepcionales, era el propio emperador quién se encargaba de las mismas, como así pasó en los baños de *Narbo*, en los que Antonino Pío, tras una catástrofe natural, restauró la zona del Pórtico (Nielsen, 1990). En nuestro caso, lo mas lógico sería pensar que las *Thermae* del Cerro de la Coja fuesen auspiciadas por algún alto cargo, ¿*procurator metallorum*?, quien pudo llevar a cabo la construcción, remodelación y amplia-

ción de las mismas.

Hacia los años 14-37 d.C., la existencia de un distrito o poblado minero relevante en Cerro Muriano, parece del todo evidente; esto conllevaría a la estancia en la localidad, sino del *procurator*, si de altos cargos relacionados con la administración y gestión de los pozos de cobre que, con seguridad, contribuyeron a la construcción y posterior ampliación de las *Thermae*, a excepción de que fuese la máxima autoridad. Se sabe en Hispania de la existencia del *curator balinei*, cargo relacionado con la construcción y reformas de las termas, como en los ejemplos de las de Burgillos (CIL, II, 5354) y *Baetulo* (CIL, II, 4610). Para el caso excepcional de los distritos mineros, sería el ya mencionado *procurator metallorum* la persona mas apropiada para sufragar este tipo de obras.

Al menos así ocurrió en *Vipasca*, el testimonio mas cercano al nuestro del que hasta el momento podemos constituir por señalar. La Ley *metalli Vipascensi*, redactada por el *procurator metallorum*, nos habla, entre otras cosas, de la figura del *conductor balinei*, arrendatario de los baños que estaba obligado a abrirlos y cerrarlos todos los días desde el amanecer hasta las ocho de la noche, a mantener limpias y engrasadas las bañeras y a garantizar la reserva de leña para el funcionamiento del servicio. También se sabe que las mujeres de *Vipasca* debían de pagar un *as* y los varones un *semio as* y que el acceso era gratuito para los niños, maestros, libertos imperiales, soldados y aquellos que estuviesen al servicio del *procurator*. Pensamos que algo muy similar debió de haber ocurrido en las *Thermae* de Cerro Muriano allá por el siglo I dC.

Hoy, a escasos cuatrocientos metros del recién inaugurado Museo del Cobre, se encuentran soterradas y debidamente protegidas a la espera de una financiación que pueda acometer un proyecto que contemple su correcta puesta en valor e integración para el disfrute de todos.

BIBLIOGRAFÍA

- AA,VV., (1990): *Conspectus Formarum Terra Sigillatae Italico Modo Confectae*, Bonn.
- AA,VV., (1982): *Historia de España, Menéndez Pidal, Vols. I.1 y I.2*, Madrid.
- CARBONELL TRILLO-FIGUEROA, A., (1929): "La minería metalúrgica entre los musulmanes en España", *Boletín de la Real Academia de Ciencias de Cordoba. Año VIII*, 25. pp. 184-206, 1929.
- CRIADO, A.J., CALABRÉS, R., MARTÍNEZ, J.A., STORCH DE GRACIA, J., (1996): "Estudio de los fundentes utilizados en la metalurgia del cobre en Cerro Muriano durante el período Romano Altoimperial", *Revista de Metalurgia*, 32, 3, pp. 293-297.
- DOMERGUE, C., (1987): *Catalogue des mines et des fonderies antiques de la Péninsule Ibérique*, Madrid.
- GARCÍA Y BELLIDO, A., (1945): *La España y los españoles hace dos mil años, según la Geografía de Strabon*, Madrid.
- GARCÍA Y BELLIDO, A., (1947): *La España en el s. I de nuestra Era (según M. Mela y C. Plinio)*, Madrid.

- HARRIS, E.C., (1991): *Principios de estratigrafía arqueológica*, Barcelona.
- HERNANDEZ PACHECO, E., (1907): “Los martillos de piedra y las piedras con cazoletas de las antiguas minas de cobre de la provincia de Córdoba”, *Boletín de la Real Academia de Historia Natural*, 7, pp. 279-292.
- HERNANDO LUNA, R., (1980): “Anotaciones acerca de la antigua minería cordobesa, canteras y metalurgia”, *Boletín de la Real Academia de Córdoba*, 118.
- HERNANDO FERNÁNDEZ, J.L; HERNANDO LUNA, R., (1998): “Yacimientos filonianos de cobre y establecimientos metalúrgicos de Cerro Muriano (Córdoba)”, Comunicación presentada en la Real Academia de Córdoba, 21 de mayo de 1998.
- MARTÍNEZ RODRÍGUEZ, F., (1989): “Las cerámicas Béticas de imitación Tipo Peñaflor: bases para el estudio de un nuevo grupo cerámico de época Altoimperial” *Boletín de la asociación Española de Amigos de la Arqueología*, nº26, pp. 60-68.
- MELCHOR GIL, E., (1993): “Vías romanas y explotación de los recursos mineros de la zona norte del Conventus Cordubensis”, *Anales de Arqueología Cordobesa*, 4, 63-89.
- NIELSEN, I., (1990): *Thermae et Balnea*, Aarchus.
- PENCO VALENZUELA, F, CRIADO PORTAL A.J., (1999): “Una propuesta de proyecto de intervención de urgencia y prospección superficial en el entorno minero de Cerro Muriano (Córdoba)”, *Antiquitas* 10, 195-204.
- PENCO VALENZUELA, F, MORENO Mº J., 2.000: “Dos enterramientos de época Altoimperial excavados en el yacimiento de La Mocha, Cerro Muriano (Córdoba)”, *Anales de Arqueología Cordobesa* 10, pp. 257-263.
- PENCO VALENZUELA, F., (e.p.): “Las Thermae públicas del yacimiento del Cerro de la Coja: resultados preliminares de las I.A.U. llevadas a cabo en este yacimiento de Cerro Muriano (Obejo), A.A.A. '00.
- PENCO VALENZUELA, F., (2001): *Informe preliminar de resultados correspondientes al Proyecto de I.A.U. perteneciente a la Nueva propuesta de ubicación del Mirador en el Cerro de la Coja. Cerro Muriano (Obejo) 2.001*, Delegación Provincial de Cultura de Córdoba, inédito.
- PENCO VALENZUELA, F., (2002): *Informe técnico preliminar de resultados pertenecientes al Informe-solicitud de I.A.U. correspondiente a la instalación de alumbrado público y riego en la zona del Mirador en el Cerro de la Coja, Cerro Muriano (Obejo) 2002*, Delegación Provincial de Cultura de Córdoba, inédito.
- RODRÍGUEZ NEILA, J.F., (1988): *Del amanecer prehistórico al ocaso visigodo*, Córdoba.
- SANDARS H., 1.920: “Estampillas de alfarero procedentes de Cerro Muriano” *Crónica Mensual de la Provincia de Jaén*, VIII, p. 95
- STORCH DE GRACIA Y ASENSIO, J.J., 1.997: “Proyecto de Investigación Arqueometalúrgica en Cerro Muriano”, *Ikalesken* 2, pp. 8-23.
- VILANOVA, J., 1.872: “Lo prehistórico en España”, *Anales de Historia Natural*, pp. 187-228.

ANEXO

Relación y descripción de la estratigrafía arqueológica documentada en las Thermae del Cerro de la Coja

- U.E.0: interfaces de suelo
 -Definición: Interfaces de suelo.
 -Localización: abarca el corte en su total extensión.
 -Interpretación: nivel de suelo.
 -Relaciones contextuales:
 Cubre a: 1.
 Igual a: 23,79.
 -Criterios de datación: naturaleza y composición.
 -Cronología: subactual.
- U.E.1: Estrato de relleno
 -Definición: relleno de tierra arenosa de consistencia muy suelta y coloración pardusca clara.
 -Localización: abarca el corte en su total extensión.
 -Interpretación: nivel de superficie previo a la intervención.
 -Relaciones contextuales:
 Cubre a: 2,6.
 Igual a: 24.
 -Criterios de datación: naturaleza y composición.
 -Cronología: subactual.
- U.E.2: Estrato de relleno
 -Definición: estéril de mina de tonalidad grisácea azulada e igual a las UEs 58 y 80 excavadas en las campañas del 2001/02, respectivamente. Consideramos que pertenece a la 2º fase de ocupación de la Córdoba Copper Company.
 -Localización: O.
 -Interpretación: ocupación C.C.C.
 -Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 1.
 Cubre a: 3,4,5,6.
 Igual a: 58,80.
 -Criterios de datación: naturaleza y composición.
 -Cronología: 1872-1929.
- U.E.3: Estructura
 -Definición: estructura de caja perteneciente a un posible lavadero de mineral que se introduce tanto en perfiles N. como S. y que se prolonga hacia ambos frentes.
 -Localización: mitad O.
 -Interpretación: lavadero de mineral.
 -Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 1.
 Rellena a: 5.
 -Criterios de datación: cultura material y posición estratigráfica.
 -Cronología: 1.876-1.929.
- U.E.4: Estrato de relleno
 -Definición: relleno de tierra suelta color gris oscuro perteneciente al asiento de estructura lavadero U.E.3
 -Localización: O.
 -Interpretación: relleno de zanja para lavadero.
 -Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 1.
 Rellena a: 5.
 -Criterios de datación: naturaleza.
 -Cronología: 1.876-1.929.
- U.E.5: Interfaces zanja
 -Definición: Zanja para colocación de lavadero 3.
 -Localización: O.
 -Interpretación: zanja de lavadero.
 -Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 1.
 Relleno por: 4.
 Corta a: 6,14,15,16,17,18,19,20,21,22.
 -Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
 -Cronología: 1.876-1.929.
- U.E.6: Estrato de relleno
 -Definición: Estrato. Tierra de relleno perteneciente al tapial originado

- durnate el proceso de derrumbe de los alzados romanos pertenecientes al Complejo excavado. Este sedimento homogéneo se excavó en campañas posteriores, identificándolo como las UEs 25, 85 y 95.
- Localización: E.
 - Interpretación: abandono.
 - Relaciones contextuales: Cubierto por: 1,2. Cortado por: 5. Cobre a: 7,10,13,18. Igual a: 25, 85,95.
 - Criterios de datación: naturaleza y cultura material.
 - Cronología: ¿s.IIdC?
- U.E.7: Estructura
- Definición: muro/cimiento opus vitatum con orientación SO-NE elaborado con rocas metamórficas que se introduce en perfil N.
 - Localización: N.
 - Interpretación: hábitats.
 - Relaciones contextuales: Cubierto por: 6, 62. Rellena a: 9.
 - Criterios de datación: posición estratigráfica.
 - Cronología: Tiberio.
- U.E.8: Estrato relleno
- Definición: estrato de relleno de zanja 9.
 - Localización: N.
 - Interpretación: fase de construcción.
 - Relaciones contextuales: Rellena a: 9.
 - Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
 - Cronología: Tiberio.
- U.E.9: Interficies zanja
- Definición: Zanja para colocación de cimiento 7.
 - Localización: N.
 - Interpretación: fase de construcción.
 - Relaciones contextuales: Relleno por: 7,8.
 - Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
 - Cronología: Tiberio.
- U.E.10: Estructura
- Definición: muro/cimiento con orientación SO-NE elaborado con rocas metamórficas locales. Se introduce en perfil E.
 - Localización: mitad N.
 - Interpretación: hábitats.
 - Relaciones contextuales: Cubierto por: 6. Rellena a: 12.
 - Criterios de datación: posición estratigráfica.
 - Cronología: Tiberio.
- U.E.11: Estrato relleno
- Definición: estrato de relleno de zanja 12.
 - Localización: mitad N.
 - Interpretación: fase de construcción.
 - Relaciones contextuales: Rellena a: 12.
 - Criterios de datación: naturaleza.
 - Cronología: Tiberio.
- U.E.12: Interficies zanja
- Definición: Zanja para colocación de cimiento 10.
 - Localización: mitad N.
 - Interpretación: fase de construcción.
 - Relaciones contextuales: Relleno por: 10,11.
 - Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
 - Cronología: Tiberio.
- U.E.13: Estructura
- Definición: muro/cimiento con orientación SO-NE elaborado en vitatum y quadratum para el que se empleó rocas metamórficas locales. Se introduce en perfiles N y S.
 - Localización: central.
 - Interpretación: ¿posible acceso a Termas?
 - Relaciones contextuales: Cubierto por: 6. Rellena a: 15. Se le entregan: 16,17.

- Se le adosa: 18.
 -Criterios de datación: posición estratigráfica.
 -Cronología: Tiberio.
- U.E.14: Estrato relleno.
 -Definición: estrato de relleno de zanja 15.
 -Localización: central.
 -Interpretación: fase de construcción.
 -Relaciones contextuales:
 Rellena a: 15.
 -Criterios de datación: naturaleza.
 -Cronología: Tiberio.
- U.E.15: Interficies zanja.
 -Definición: Zanja para colocación de cimiento 13.
 -Localización: central.
 -Interpretación: fase de construcción.
 -Relaciones contextuales:
 Relleno por:14.
 Corta a: 19.
 -Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
 -Cronología: Tiberio.
- U.E.16: Estrato relleno.
 -Definición: relleno de recubrición de estructura muraria U.E.13 compuesto básicamente de tapial con aportes de cal y arena.
 -Localización: central.
 -Interpretación: nivel de ocupación.
 -Relaciones contextuales:
 Se entrega a: 13.
 Se le adosa: 17.
 -Criterios de datación: posición estratigráfica y naturaleza.
 -Cronología: Tiberio.
- U.E.17: Estrato relleno.
 -Definición: encachado de ladrillo de estructura 13. Actuaría de zócalo del muro.
 -Localización: central.
 -Interpretación: nivel de ocupación.
 -Relaciones contextuales:
 Se entrega a: 13.
 Se adosa a: 16.
- Criterios de datación: naturaleza.
 -Cronología: Tiberio.
- U.E.18: Estructura.
 -Definición: estructura núcleo/cimiento de escalera relacionada con muro 13. Se resuelve con quadratum.
 -Localización: central.
 -Interpretación: hábitats.
 -Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 6.
 Se adosa a: 13.
 -Criterios de datación: posición estratigráfica.
 -Cronología: Tiberio.
- U.E.19: Estrato relleno.
 -Definición: nivelación de suelo de picadura de sillar.
 -Localización: S.
 -Interpretación: fase de construcción.
 -Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 6
 Cortado por: 15.
 -Criterios de datación: naturaleza y composición.
 -Cronología: Tiberio.
- U.E.20: Estrato relleno.
 -Definición: relleno de preparación de suelo 19. Se resuelve con aportes de escombro.
 -Localización: S.
 -Interpretación: fase de construcción.
 -Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 19.
 Cubre a: 21.
 -Criterios de datación: naturaleza.
 -Cronología: Tiberio.
- U.E.21: Estrato relleno.
 -Definición: relleno de horizonte de construcción de picadura de sillar bajo 20.
 -Localización: S.
 -Interpretación: fase de construcción.
 -Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 20.
 Cubre a: 22.
 -Criterios de datación: naturaleza.
 -Cronología: Tiberio.

- U.E.22: Estrato relleno.
 -Definición: nivelación de horizonte 21, excavado hasta cota de -5,76 M.
 -Localización: S.
 -Interpretación: fase de construcción.
 -Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 21
 Igual a: 51,52,88.
 -Criterios de datación: naturaleza y elementos materiales.
 -Cronología: Tiberio.
- U.E.23: interfaces de suelo.
 -Definición: Interfaces de suelo.
 -Localización: abarca el corte en su total extensión.
 -Interpretación: nivel de suelo.
 -Relaciones contextuales:
 Cubre a: 24.
 Igual a: 0,79.
 -Criterios de datación: naturaleza.
 -Cronología: subactual.
- U.E.24: Estrato de relleno.
 -Definición: relleno de tierra arenosa de consistencia suelta.
 -Localización: toda la extensión.
 -Interpretación: tierra de labor.
 -Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 23.
 Cubre a: 25.
 Igual a: 1.
 -Criterios de datación: naturaleza.
 -Cronología: subactual.
- U.E.25: Estrato de relleno.
 -Definición: Sedimento de tapial perteneciente al abandono del Complejo Termal y que se originó por el derrumbe de los alzados de las estructuras relacionadas con las distintas dependencias de acceso al conjunto. Tanto la UE.25 como las 44 y 56 (consideradas como segunda y tercera alzadas de aquélla) se ha documentado en los espacios 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9.
 -Localización: total extensión.
 -Interpretación: Uso-abandono.
 -Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 24.
- Cubre a: 44.
 -Criterios de datación: cultura material y naturaleza.
 -Cronología: s.II d.C. (a falta aún de un estudio más exhaustivo de los materiales)
- U.E.26: Interfaces.
 -Definición: interfaces para colocación de estructura muraria 28.
 -Localización: mitad O.
 -Interpretación: zanja (fase de construcción).
 -Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 27
 Relleno por: 28
 -Criterios de datación: posición estratigráfica y naturaleza.
 -Cronología: Tiberio.
- U.E.27: Estrato de relleno.
 -Definición: relleno de tierra arcillosa de consistencia media perteneciente a zanja 26.
 -Localización: mitad O.
 -Interpretación: relleno de zanja (fase de construcción)
 -Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 25/44;28.
 Rellena a: 26.
 -Criterios de datación: cultura material y naturaleza.
 -Cronología: Tiberio.
- U.E.28: Estructura.
 -Definición: estructura muro/cimiento con orientación N-S. elaborado con rocas metamórficas del entorno. Presenta alzado. Su potencia supera los 4,5 mts de profundidad. Presenta parte del alzado con decoración parietal en una sola tonalidad color beige-amarillento (U.E.59)
 -Localización: mitad O.
 -Interpretación: muro.
 -Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 25/44,59.
 Cubre a: 27.
 Rellena a: 26.
 -Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
 -Cronología: Tiberio.

- U.E.29: Interfaz.
 -Definición: interfaces para colocación de estructura muraria 31.
 -Localización: NE.
 -Interpretación: zanja (fase de construcción).
 -Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 30.
 Relleno por: 31.
 -Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
 -Cronología: Tiberio.
- U.E.30: Estrato de relleno.
 -Definición: relleno de tierra arenosa de consistencia media-baja perteneciente a zanja 29.
 -Localización: NE.
 -Interpretación: relleno de zanja (fase de construcción).
 -Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 25/44;31.
 Rellena a: 29.
 -Criterios de datación: cultura material y naturaleza.
 -Cronología: Tiberio.
- U.E.31: Estructura.
 -Definición: estructura muro/cimiento con orientación E-O. elaborado con rocas metamórficas del entorno. Presenta un sillar en calcarenita, quizás relacionado con vano de acceso a interior del espacio 7 (vid planimetría).
 -Localización: NE.
 -Interpretación: muro.
 -Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 25/44.
 Cubre a: 30.
 Rellena a: 29.
 -Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
 -Cronología: Tiberio.
- U.E.32: Interfaz.
 -Definición: interfaces para colocación de estructura muraria 34.
 -Localización: Central.
 -Interpretación: zanja (fase constructiva).
 -Relaciones contextuales:
 Relleno por: 36,37.
 -Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
 -Cronología: Tiberio.
- U.E.33: Estrato de relleno.
 -Definición: relleno de tierra arenosa de consistencia media-baja perteneciente a zanja 32.
 -Localización: Central
 -Interpretación: relleno de zanja (fase constructiva).
 -Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 25/44;34.
 Rellena a: 32.
 -Criterios de datación: cultura material y naturaleza.
 -Cronología: Tiberio.
- U.E.34: Estructura.
 -Definición: estructura muro/cimiento con orientación N-S. elaborado con rocas metamórficas del entorno, conformaría corredor con U.E.28 y separa los espacios que se corresponden con los números 5 y 6. Presenta alzado.
 -Localización: Central.
 -Interpretación: muro.
 -Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 25/44;63.
 Cubre a: 33.
 Rellena a: 32.
 -Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
 -Cronología: Tiberio.
- U.E.35: Interfaz.
 -Definición: interfaces para colocación de estructura 37.
 -Localización: Central.
 -Interpretación: zanja (fase constructiva).
 -Relaciones contextuales:
 Relleno por: 36,37.
 -Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
 -Cronología: Tiberio.
- U.E.36: Estrato de relleno.
 -Definición: relleno de tierra arcillosa

- de consistencia media perteneciente a zanja 35.
 -Localización: Central
 -Interpretación: relleno de zanja (fase constructiva).
 -Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 25/44;37.
 Rellena a: 35.
 -Criterios de datación: cultura material y naturaleza.
 -Cronología: Tiberio.
- U.E.37: Estructura.
 -Definición: estructura muro/cimiento con orientación E-O que delimitaría a posible tabernae o relacionado con el Apodyterium. Se entrega a los muros 28-34 que conforman el pasillo o corredor (espacio 5). Se elaboró con rocas metamórficas del entorno.
 -Localización: Central, en espacio 5.
 -Interpretación: muro.
 -Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 25/44.
 Cobre a: 36.
 Rellena a: 35.
 -Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
 -Cronología: Tiberio.
- U.E.38: Interfacies.
 -Definición: interfacies para colocación de estructura canalización para desagüe 40.
 -Localización: N.
 -Interpretación: zanja (fase de construcción).
 -Relaciones contextuales:
 Relleno por: 39,40.
 -Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
 -Cronología: Tiberio.
- U.E.39: Estrato de relleno.
 -Definición: relleno de tierra arenosa oscura de consistencia muy suelta perteneciente a zanja 38.
 -Localización: N.
 -Interpretación: relleno de zanja (fase construcción).
- Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 25/44;40.
 Rellena a: 38.
 -Criterios de datación: cultura material y naturaleza.
 -Cronología: Tiberio.
- U.E.40: Estructura.
 -Definición: estructura desagüe de forma rectangular elaborado con rocas metamórficas y con canalización interior en roca geológica con cubierta de calcarenitas irregulares.
 -Localización: N (espacio-7).
 -Interpretación: canalización.
 -Relaciones contextuales:
 Rellena a: 38.
 Cobre a: 39.
 Cubierto por: 34.
 -Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
 -Cronología: Tiberio.
- U.E.41: Interfacies.
 -Definición: interfacies para colocación de estructura desagüe 43.
 -Localización: N.
 -Interpretación: zanja (fase constructiva).
 -Relaciones contextuales:
 Relleno por: 42,43.
 -Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
 -Cronología: Tiberio.
- U.E.42: Estrato de relleno.
 -Definición: relleno de tierra arenosa oscura de consistencia muy suelta perteneciente a zanja 41.
 -Localización: N.
 -Interpretación: relleno de zanja (fase constructiva).
 -Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 43.
 Rellena a: 41.
 -Criterios de datación: cultura material y naturaleza.
 -Cronología: Tiberio.
- U.E.43: Estructura.
 -Definición: estructura desagüe de for-

- ma irregular en espacio 7 relacionada con la canalización (38-39-40) posiblemente perteneciente a salida de aguas de las piscinae del Complejo.
-Localización: N (espacio-7).
-Interpretación: canalización.
-Relaciones contextuales:
Cubierto por: 34
Cubre a: 42.
Rellena a: 41.
-Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
-Cronología: Tiberio.
- U.E.44: Estrato de relleno.
-Definición: Sedimento de tapial perteneciente al abandono del Complejo Termal y que se originó por el derrumbe de los alzados de las estructuras relacionadas con las dependencias de acceso al complejo. 2ª alzada de 25
-Localización: total extensión.
-Interpretación: abandono.
-Relaciones contextuales:
Cubierto por: 25.
Cubre a: 56.
-Criterios de datación: cultura material y naturaleza.
-Cronología: ¿s.II dC?
- U.E.45: Estructura.
-Definición: estructura muro/cimiento con orientación E-O. elaborado con rocas metamórficas del entorno ¿Cierre Sur del complejo?
-Localización: Perfil S. Separa los espacios 4-5.
-Interpretación: muro/cimiento.
-Relaciones contextuales:
Cubierto por: 25/44.
Cubre a: 47
Rellena a: 46
-Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
-Cronología: Tiberio.
- U.E.46: Interfacies.
-Definición: interficies para colocación de estructura muraria 45.
-Localización: Perfil S
- Interpretación: zanja (fase constructiva).
-Relaciones contextuales:
Relleno por: 45,47.
-Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
-Cronología: Tiberio
- U.E.47: Estrato de relleno
-Definición: relleno de tierra arenosa de consistencia media-baja perteneciente a zanja 46.
-Localización: Perfil S
-Interpretación: relleno de zanja (fase constructiva).
-Relaciones contextuales:
Cubierto por: 25/44;45.
Rellena a: 46.
-Criterios de datación: cultura material y naturaleza.
-Cronología: Tiberio.
- U.E.48: Estructura.
-Definición: estructura muro/cimiento con orientación E-O. elaborado con rocas metamórficas del entorno. Se entrega a 28. Esquina con UE.10 (vid informe IAU'00). Delimita a los espacios 2-3 (planimetría).
-Localización: Mitad S.
-Interpretación: muro.
-Relaciones contextuales:
Cubierto por: 25/44.
Cubre a: 50.
Rellena a: 49.
-Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
-Cronología: Tiberio.
- U.E.49: Interfacies.
-Definición: interficies para colocación de estructura muraria 48.
-Localización: Mitad S.
-Interpretación: zanja (fase constructiva).
-Relaciones contextuales:
relleno por: 48,50.
-Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
-Cronología: Tiberio.

- U.E.50: Estrato de relleno.
 -Definición: relleno de tierra arenosa de consistencia media perteneciente a zanja 49.
 -Localización: Mitad S.
 -Interpretación: relleno de zanja (fase constructiva).
 -Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 25/44;48.
 Rellena a: 49.
 -Criterios de datación: cultura material y naturaleza.
 -Cronología: Tiberio.
- U.E.51: Estrato de relleno.
 -Definición: relleno de arenas silíceas de gran potencia documentado en sondeo para detección de altura de cimentación de 28. Se trata de un sedimento antrópico relacionado con la nivelación del Apodyterium y el resto del Complejo Termal. Sedimento de gran importancia por el aporte de cultura material, ya que apareció un buen número de fragmentos de Lucernas tipo Ricci y cerámicas de imitación de barniz negro. En la campaña del 2002, se detectó este mismo estrato en el CORTE III donde se recuperaron fragmentos de tsi *Conspectus 20* (Tiberio)
 -Localización: Fase constructiva.
 -Interpretación: relleno de nivelación.
 -Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 25/44/56.
 Igual a: 52,22,88.
 -Criterios de datación: cultura material y naturaleza.
 -Cronología: Tiberio.
- U.E.52: Estrato de relleno.
 -Definición: relleno de arenas silíceas de color oscuro y gran potencia. Igual a 51 en espacio 5.
 -Localización: Espacio 5.
 -Interpretación: relleno de nivelación (fase constructiva).
 -Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 25/44/56.
 Igual a: 51,22,88.
- Criterios de datación: cultura material y naturaleza.
 -Cronología: Tiberio.
- U.E.53: Interficies = UE.26.
 -Definición: interfaces para colocación de estructura muraria 28.
 -Localización: mitad O.
 -Interpretación: zanja.
 -Relaciones contextuales:
 Igual a: 26.
 -Criterios de datación: posición estratigráfica.
 -Cronología: Tiberio.
- U.E.54: Estructura.
 -Definición: estructura desagüe con cubierta de calcarenita y rocas metamórficas irregulares en espacio 5.
 -Localización: espacio 5.
 -Interpretación: canalización.
 -Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 25/44;69.
 Relleno por: 55.
 -Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
 -Cronología: Tiberio.
- U.E.55: Estrato de relleno.
 -Definición: relleno de tierra arenosa de consistencia suelta a interior de canalización 54.
 -Localización: espacio 5.
 -Interpretación: relleno de canalización (fase de uso).
 -Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 25/44.
 Rellena a: 54.
 Cubierto por:78.
 -Criterios de datación: cultura material y naturaleza.
 -Cronología: Tiberio.
- U.E.56: Estrato de relleno.
 -Definición: relleno de tierra arenosa de consistencia media y tonalidad oscura bajo segunda alzada de tapial 44.
 -Localización: espacio 9.
 -Interpretación: uso.

- Relaciones contextuales:
Cubierto por: 25/44.
 - Cubre a: 78.
 - Criterios de datación: cultura material y naturaleza.
 - Cronología: Abandono, ¿s.IIdC?
- U.E.57: Interficies.
- Definición: interficies vertedero para vacie de estériles asociadas a la explotación de la C.C.C. (1876-1929).
 - Localización: mitad SE.
 - Interpretación: vacie.
 - Relaciones contextuales:
Cubierto por: 1/24.
Relleno por: 28.
 - Criterios de datación: posición estratigráfica.
 - Cronología: 1876-1929.
- U.E.58: Estrato de relleno.
- Definición: relleno de vertedero compuesto de estériles asociadas a la explotación de la C.C.C. (1876-1929).
 - Localización: mitad SE.
 - Interpretación: vertedero.
 - Relaciones contextuales:
Cubierto por: 1/24.
Rellena a: 57.
 - Criterios de datación: posición estratigráfica.
 - Cronología: 1876-1929
- U.E.59: Estuco.
- Definición: pintura parietal de coloración beige-amarillenta perteneciente a estructura U.E.28. Por razones de conservación sólo se pudo ver en un punto, siendo preferible no desmontar la tierra que la protegía. Esto mismo se aplicó para la U.E.62.
 - Localización: UE.28.
 - Interpretación: uso.
 - Relaciones contextuales:
Cubierto por: 25/44.
Cubre a: 28.
 - Criterios de datación: cultura material y naturaleza.
 - Cronología: Tiberio.
- U.E.60: Estructura pilar.
- Definición: estructura cuadrangular que sustentaría a un posible pilar para sostén de elemento horizontal y que conformaría la cubierta a una vertiente del espacio 6 ¿posible pórtico?
 - Localización: espacio 6.
 - Interpretación: elemento sostén (fase constructiva).
 - Relaciones contextuales:
Cubierto por: 25/44.
Se adosa a: 34
 - Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
 - Cronología: Tiberio.
- U.E.61: Estructura pilar.
- Definición: estructura pilar que sustentaría a segunda columna para sostén de elemento horizontal de la cubierta del espacio 6.
 - Localización: espacio 6. A Sur de UE.60.
 - Interpretación: elemento sostén (fase constructiva).
 - Relaciones contextuales:
Cubierto por: 25/44.
Se adosa a: 34.
 - Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
 - Cronología: Tiberio.
- U.E.62: Estuco.
- Definición: pintura parietal de color negro sin motivos ornamentales (Estilo 1-2 Pompeyano). Por razones de conservación sólo se pudo ver en un punto, siendo preferible no desmontar la tierra que la protegía.
 - Localización: UE.7.
 - Interpretación: uso.
 - Relaciones contextuales:
Cubre a: 7.
 - Criterios de datación: naturaleza.
 - Cronología: Tiberio.
- U.E.63: Estuco.
- Definición: pintura parietal de color beige. Por razones de conservación no se descubrió en su totalidad.

- Localización: UE.32.
 - Interpretación: uso.
 - Relaciones contextuales:
 - Cubre a: 34.
 - Criterios de datación: naturaleza.
 - Cronología: Tiberio.
- U.E.64: Estructura.
- Definición: estructura muro/cimiento con orientación N-S. elaborado con rocas metamórficas del entorno. Muy arrasado por interfases contemporánea 57. Se introduce en perfil E. Cierra en este punto el espacio 9.
 - Localización: Perfil E (espacio 9)
 - Interpretación: muro.
 - Relaciones contextuales:
 - Cubierto por: 25/44.
 - Cubre a: 66.
 - Rellena a: 65.
 - Cortado por: 57.
 - Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
 - Cronología: Tiberio.
- U.E.65: Interfases.
- Definición: interfases para colocación de estructura muraria 64.
 - Localización: Perfil E.
 - Interpretación: zanja (fase constructiva).
 - Relaciones contextuales:
 - Relleno por: 64,66.
 - Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
 - Cronología: Tiberio.
- U.E.66: Estrato de relleno.
- Definición: relleno de tierra arenosa de consistencia baja perteneciente a zanja 65.
 - Localización: Perfil E.
 - Interpretación: relleno de zanja (fase constructiva).
 - Relaciones contextuales:
 - Cubierto por: 25/44;64.
 - Rellena a: 65.
 - Criterios de datación: cultura material y naturaleza.
 - Cronología: Tiberio.
- U.E.67: Estrato geológico.
- Definición: roca metamórfica detectada en pequeño sondeo practicado en Espacio 9.
 - Localización: Espacio 9.
 - Interpretación: geológico.
 - Relaciones contextuales:
 - Cubierto por: 22,51,52,88.
 - Igual a:104.
 - Criterios de datación: naturaleza.
 - Cronología: Precámbrico.
- U.E.68: Estructura.
- Definición: estructura muro/cimiento con orientación N-S. elaborado con rocas metamórficas del entorno. Parte del posible pórtico de entrada S. al complejo. Delimita a pavimento de signinum arrasado que se conservaba en un punto (U.E.78) Quizás esta familia estratigráfica (UU.EE 68, 69, 70, 78) formase parte de una fuente o ninfeo porticado de acceso a las picinae del conjunto Termal.
 - Localización: espacio 9. Se introduce en perfil N.
 - Interpretación: muro.
 - Relaciones contextuales:
 - Cubierto por: 25/44.
 - Cubre a: 70.
 - Rellena a: 69.
 - Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
 - Cronología: Tiberio.
- U.E.69: Interfases.
- Definición: interfases para colocación de estructura muraria 68.
 - Localización: Se introduce en perfil N.
 - Interpretación: zanja (fase constructiva).
 - Relaciones contextuales:
 - Relleno por: 68,70.
 - Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
 - Cronología: Tiberio.
- U.E.70: Estrato de relleno.
- Definición: relleno de tierra arenosa de consistencia baja perteneciente a zanja 69.

- Localización: Se introduce en perfil N.
 - Interpretación: relleno de zanja (fase constructiva).
 - Relaciones contextuales:
 - Cubierto por: 25/44;68.
 - Rellena a: 69.
 - Criterios de datación: cultura material y naturaleza.
 - Cronología: Tiberio.
- U.E.71: Estructura
- Definición: estructura muro/cimiento cuya orientación es N-S. levantado con rocas metamórficas del entorno. Forma parte del cierre E. del espacio 6. Se entrega a 74.
 - Localización: espacio 6.
 - Interpretación: muro.
 - Relaciones contextuales:
 - Cubierto por: 25/44.
 - Cubre a: 73.
 - Rellena a: 72.
 - Cortado por: 57.
 - Se entrega a: 74.
 - Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
 - Cronología: Tiberio.
- U.E.72: Interficies.
- Definición: interfaces para colocación de estructura muraria 71.
 - Localización: mitad S.
 - Interpretación: zanja (fase constructiva).
 - Relaciones contextuales:
 - Relleno por: 71,73.
 - Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
 - Cronología: Tiberio.
- U.E.73: Estrato de relleno.
- Definición: relleno de consistencia baja perteneciente a zanja 72.
 - Localización: mitad S.
 - Interpretación: relleno de zanja (fase constructiva).
 - Relaciones contextuales:
 - Cubierto por: 25/44;71.
 - Rellena a: 72.
 - Criterios de datación: cultura material y naturaleza.
- Cronología: Tiberio.
- Cronología: Tiberio.
- U.E.74: Estructura.
- Definición: estructura muro/cimiento con orientación E-O; de menores dimensiones y elaborado con rocas metamórficas del entorno. Conformar el cierre S. del espacio 6.
 - Localización: S (espacio 6).
 - Interpretación: muro.
 - Relaciones contextuales:
 - Cubierto por: 25/44.
 - Cubre a: 76.
 - Rellena a: 75.
 - Cortado por: 57.
 - Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
 - Cronología: Tiberio.
- U.E.75: Interficies.
- Definición: interfaces para colocación de estructura muraria 74.
 - Localización: S.
 - Interpretación: zanja (fase constructiva).
 - Relaciones contextuales:
 - Relleno por: 74,76.
 - Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
 - Cronología: Tiberio.
- U.E.76: Estrato de relleno.
- Definición: relleno de tierra arcillosa de consistencia baja perteneciente a zanja 75.
 - Localización: S.
 - Interpretación: relleno de zanja (fase constructiva).
 - Relaciones contextuales:
 - Cubierto por: 25/44;74.
 - Rellena a: 75.
 - Criterios de datación: cultura material y naturaleza.
 - Cronología: Tiberio.
- U.E.77: Estructura pavimento.
- Definición: pavimento elaborado con testaceum y tegulae que se conserva en ángulo SE del espacio 6. Es uno de los escasos testigos del pavimento original de esta dependencia del

- Apodyterium que ha sobrevivido a nuestros días.
 -Localización: SE del espacio 6.
 -Interpretación: pavimento.
 -Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 25/44.
 Cubierto por: 71;74.
 -Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
 -Cronología: Tiberio
- U.E.78: Estructura signinum.
 -Definición: pavimento elaborado en signinum que se entrega a muro 68 e interpretado como pavimento de un posible ninfeo o estanque porticado que daría acceso a las Termas propiamente dichas por su límite S. Se conservaba en pésimo estado y sólo se detectó en perfil.
 -Localización: espacio 9.
 -Interpretación: pavimento.
 -Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 56;68.
 Cobre a: 55,54.
 -Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
 -Cronología: Tiberio
- U.E.79: estrato de relleno.
 -Definición: tierra de labor.
 -Localización: abarca todo el CORTE III incluyendo las Ampliaciones E. y O.
 -Interpretación: tierra roturada.
 -Relaciones contextuales:
 Cobre a: 80,82.
 -Criterios de datación: naturaleza y elementos materiales asociados.
 -Cronología: subactual.
- U.E.80: Estrato de relleno.
 -Definición: estéril de mina.
 -Localización: preferentemente en zona S. del CORTE III, también se constató en las Amp. practicadas
 -Interpretación: relleno de deposición, probablemente originado durante la segunda fase de ocupación Inglesa (1.872-1.929). Se trata de un enorme relleno compuesto por estéril de mina, piedra pizarrosa de color gris triturada procedente del Pozo de Levante.
 -Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 79
 Igual a: 2,58.
 Rellena a: 81.
 -Criterios de datación: naturaleza y cultura material asociada.
 -Cronología: 1872-1929.
- U.E.81: Interfacies.
 -Definición: vacie de estéril
 -Localización: mitad S.
 -Interpretación: gran vacie de forma irregular practicado en el rellano de la vertiente S. del Cerro de la Coja que tuvo uso de escombrera para los estériles de mina originados por la explotación del Pozo de Levante.
 -Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 79
 Rellena por: 80
 Igual a: 57.
 Corta a: 85.
 -Criterios de datación: naturaleza.
 -Cronología: 1876-1929.
- U.E.82: Estructura industrial.
 -Definición: estructura cimentación del castillete de extracción del pozo de Levante.
 -Localización: Amp./E.
 -Interpretación: estructura ligeramente rectangular relacionada con la base de cimentación del castillete de extracción del Pozo de Levante. Se fabricó con ladrillo, conglomerado de cal, carbonilla y roca metamórfica. Presenta elementos de hierro para sujeción.
 -Relaciones contextuales:
 Cubierto por: 79.
 Cobre a: 84.
 Rellena a: 83.
 -Criterios de datación: naturaleza.
 -Cronología: 1876-1929.
- U.E.83: Interfacies.
 -Definición: zanja cimiento.
 -Localización: Amp./E.

- Interpretación: Interficies correspondiente a la zanja construida para la colocación de U.E.82. (fase constructiva).
- Relaciones contextuales:
Rellena por: 82,84.
- Criterios de datación: naturaleza.
- Cronología: posterior a 1876.
- U.E.84: Estrato de relleno.
- Definición: relleno de zanja.
- Localización: Amp./E.
- Interpretación: Relleno de zanja U.E.83.
Se trata de un estrato irregular compuesto por tierra gris oscura de consistencia media, cascotes y fragmentos de roca metamórfica (fase constructiva).
- Relaciones contextuales:
Cubierto por: 82.
Rellena a: 83.
- Criterios de datación: naturaleza.
- Cronología: a partir de 1876.
- U.E.85: Estrato de relleno
- Definición: nivel de derrumbe.
- Localización: Mitad Sur.
- Interpretación: compuesto por roca metamórfica de la zona y restos de tapial asociados al muro cimiento excavado y que interpretamos como posible cierre S. del Complejo Termal. Seriamente afectado por la interfases U.E.81 en su cara sur, pertenece al momento de abandono del Complejo Augusteo.
- Relaciones contextuales:
Igual a: 2,26/44, 95.
Cubierto por: 79
Cubre a: 87
Cortado por: 81.
- Criterios de datación: posición estratigráfica y documentación en anteriores campañas de excavación.
- Cronología: ¿s.II dC?
- U.E.86: Estructura.
- Definición: mosaico.
- Localización: N.O.
- Interpretación: mosaico de teselas en signinum perteneciente a una de las piscinae de las Termas.
- Relaciones contextuales:
Cubierto por: 79
Cubre a: 101
Se le entregan a: 92,98.
- Criterios de datación: naturaleza, materiales asociados y estudio de materiales.
- Cronología: Tiberio.
- U.E.87: Estrato.
- Definición: estrato de relleno.
- Localización: N.O.
- Interpretación: compuesta por conglomerado de arena, cal y fragmentos de roca metamórfica de tamaño medio que interpretamos como derrumbe
- Relaciones contextuales:
Cubierto por: 85.
Igual a: 97.
- Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
- Cronología: ¿s.II dC?
- U.E.88: Estrato.
- Definición: estrato de relleno.
- Localización: mitad S y en Amp.O.
- Interpretación: posible relleno de nivelación para la construcción del Complejo Termal y que originariamente salvaría los desniveles de la vertiente S. del Cerro de la Coja. Este sedimento ya se excavó en los CORTE I y II del Sector 2, siendo en algunos puntos de una potencia considerable 2/2,5 mts.
- Relaciones contextuales:
Cubierto por: 85/87.
Igual a: 22,50,51.
- Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
- Cronología: Tiberio.
- U.E.89: estructura.
- Definición: muro/cimentación.
- Localización: mitad N.
- Interpretación: gran cimiento muro en sentido E/O. y que consideramos posible cierre a S. del Complejo, elaborado con roca metamórfica de origen precámbrico de la zona, su cara S. está

- perfectamente cuidada. El muro-cimiento abarca la total extensión del CORTE III y se amplió a S.O. para su documentación. Elaborado en opus vitatum.
- Relaciones contextuales:
 - Cubierto por: 85/87.
 - Relleno por: 105.
 - Cortado por: 81.
 - Cubre a: 91.
 - Rellena a: 90.
 - Criterios de datación: naturaleza.
 - Cronología: Tiberio.
- U.E.90: Interficies.
- Definición: zanja.
 - Localización: mitad N.
 - Interpretación: interfaces de zanja para colocación de 89 (fase constructiva).
 - Relaciones contextuales:
 - Relleno por: 89,91.
 - Corta a: 88,104.
 - Corado por: 81.
 - Criterios de datación: naturaleza estratigráfica.
 - Cronología: Tiberio.
- U.E.91: Estrato.
- Definición: estrato de relleno.
 - Localización: mitad N y en Amp.O.
 - Interpretación: relleno de zanja (fase constructiva).
 - Relaciones contextuales:
 - Cubierto por: 89
 - Rellena a: 90
 - Cortado por: 81.
 - Criterios de datación: naturaleza y posición estratigráfica.
 - Cronología: Tiberio.
- U.E.92: estructura.
- Definición: cimentación.
 - Localización: Amp.O.
 - Interpretación: cimiento muro en sentido E/O. en Amp.O paralelo con idéntica orientación y técnica edilicia que U.E.89. Delimitación de horno.
 - Relaciones contextuales:
 - Cubierto por: 85/87
 - Cubre a: 94.
 - Rellena a: 93.
 - Criterios de datación: naturaleza y composición.
 - Cronología: Tiberio.
- U.E.93: Interficies.
- Definición: zanja.
 - Localización: Amp.O.
 - Interpretación: interfaces de zanja para colocación estructura 92 (fase de construcción).
 - Relaciones contextuales:
 - Relleno por: 92,94.
 - Criterios de datación: naturaleza estratigráfica.
 - Cronología: Tiberio.
- U.E.94: Estrato.
- Definición: estrato de relleno.
 - Localización: Amp.O.
 - Interpretación: relleno de zanja 93 (fase constructiva).
 - Relaciones contextuales:
 - Cubierto por: 92.
 - Rellena a: 93.
 - Criterios de datación: posición estratigráfica.
 - Cronología: Tiberio.
- U.E.95: Estrato.
- Definición: estrato de relleno.
 - Localización: Amp.O.
 - Interpretación: abandono sobre pavimento de ladrillo 96. Se trata de una tierra arcilloso-arenosa muy compacta sobre el ladrillo (tapial).
 - Relaciones contextuales:
 - Igual a: 6, 25/44, 85.
 - Cubre a: 97.
 - Criterios de datación: posición estratigráfica.
 - Cronología: ¿s.II dC?
- U.E.96: Estructura.
- Definición: pavimento de ladrillo refractario dispuesto en canto –testaceum-. Posee pilarillos en zonas determinadas. Lo interpretamos como praefurnium de un posible horno para calefacción de piscina-caldarium (oeste)
 - Localización: Amp.O.

- Interpretación: pavimento
- Relaciones contextuales:
 - Cubierto por: 95/97.
 - Cubre a: 103.
 - Se le entrega: 98.
- Criterios de datación: posición estratigráfica.
- Cronología: Tiberio

- U.E.97:Estrato.
 - Definición: estrato de relleno.
 - Localización: Amp.O.
- Interpretación: relleno compuesto por cenizas y arcillas que cubre en algunas zonas al praefurnium.
- Relaciones contextuales:
 - Cubre a: 96.
- Criterios de datación: posición estratigráfica.
- Cronología: ...

- U.E.98:Estructura.
 - Definición: muro delimitación E. pavimento signinum 86. Posee una apertura para entrada del tiro del praefurnium.
 - Localización: Amp.O.
- Interpretación: momentos de construcción
- Relaciones contextuales:
 - Se le entrega: 86
- Cubre a: 99.
- Rellena a:100.
- Criterios de datación: posición estratigráfica.
- Cronología: Tiberio.

- U.E.99:relleno.
 - Definición: relleno de zanja 100.
 - Localización: Amp.O.
- Interpretación: fase de construcción
- Relaciones contextuales:
 - Cubierto por:98.
 - Rellena a: 100.
- Criterios de datación: posición estratigráfica.
- Cronología: Tiberio.

- U.E.100:interfacies.
 - Definición: zanja.
 - Localización: Amp.O.
- Interpretación: fase de construcción
- Relaciones contextuales:
 - Relleno por:98,99.
- Criterios de datación: posición estratigráfica.
- Cronología: Tiberio.

- U.E.101:estructura.
 - Definición: cauniculi.
 - Localización: Amp.O.
- Interpretación: cauniculi de ladrillo refractario bajo pavimento de signinum 86 realizado para salida del tiro del horno 96
- Relaciones contextuales:
 - Cubierto por: 86.
 - Relleno por: 79.
- Criterios de datación: posición estratigráfica.
- Cronología: Tiberio.

- U.E.102:estructura.
 - Definición: canalización.
- Interpretación: canalización de piscina (fase constructiva)
- Relaciones contextuales:
 - Relleno por: 96,103.
- Criterios de datación: posición estratigráfica.
- Cronología: Tiberio.

- U.E.103:relleno.
 - Definición: relleno de canalización.
- Interpretación: canalización de piscina (pav.86)
- Relaciones contextuales:
 - Cubierto por:96.
 - Rellena a: 102.
- Criterios de datación: posición estratigráfica.
- Cronología: Tiberio.

- U.E.104: Estrato geológico.
 - Definición: roca metamórfica detectada en zona sur del corte.
- Interpretación: geológico.
- Relaciones contextuales:
 - Igual a: 67.
- Criterios de datación: naturaleza.
- Cronología: Precámbrico.

U.E.105: Estrato relleno.

-Definición: relleno de tapial que constituiría junto con la roca metamórfica el arranque de alzado de la gran estructura muraria U.E.89. En algunos puntos de la misma constituye el núcleo del cimiento-muro.

-Interpretación: hábitats.

-Relaciones contextuales:

Cubierto por: 85/87.

Cubre a: 89.

-Criterios de datación: composición y naturaleza.

-Cronología: Tiberio.

LA FAJA PIRÍTICA IBÉRICA: ¿CRISIS TERMINAL O RENACIMIENTO DE UN DISTRITO HISTÓRICO?

IVÁN CARRASCO MARTIÁNEZ

RESUMEN

La situación actual en la que está inmersa la Faja Pirítica Ibérica (FPI), provoca opiniones encontradas acerca de si se trata de una crisis cíclica más o si, por el contrario, asistimos al final de la actividad en una región cuya tradición minera se remonta al tercer milenio antes de nuestra era. De lo que no cabe ninguna duda es que se trata de la mayor crisis sufrida en los últimos 150 años.

El propósito de este trabajo es analizar tres de las crisis que vivió la FPI en diferentes etapas históricas y los modos en que las afrontó la industria minera, para finalizar estudiando la situación actual y proponer soluciones a la misma.

PALABRAS CLAVE

Faja Pirítica Ibérica, complejos, cobrizos, crisis de la minería.

ABSTRACT

The present situation of the Iberian Pyrite Belt (IPB) has inducted a hard debate with a wide range of opinions concerning if it is a cyclical crisis or, on the opposite, if we are living the final stage of a classic mining district. But there is no doubt that it is the worst crisis since last 150 years.

This document is an analysis of three historical crises of the IPB and the solutions adopted by mining companies. The paper ends with the analysis of the present situation and proposes solutions to it.

KEYWORDS

Iberian Pyrite Belt, complex ores, copper ores, mining crisis.

INTRODUCCIÓN

La Faja Pirítica (FPI) (figura 1) está situada en el suroeste de la Península Ibérica, entre Sevilla y el sur de Lisboa. En una banda de unos 250 km de longitud y 45 km de anchura media, existen cerca de 500 indicios minerales de diversa tipología que han sido explotados desde hace 5.000 años para la obtención de sustancias como cobre, azufre, oro, plata, zinc, plomo, manganeso, hierro, cobalto, arsénico, antimonio, flúor y bario entre otras.

El atractivo principal de esta región reside en la existencia de unos 80 yacimientos conocidos de sulfuros masivos vulcano – sedimentarios (VMS). Se ha estimado que, en origen, se depositaron más de 1.700 Mt de sulfuros (principalmente pirita)

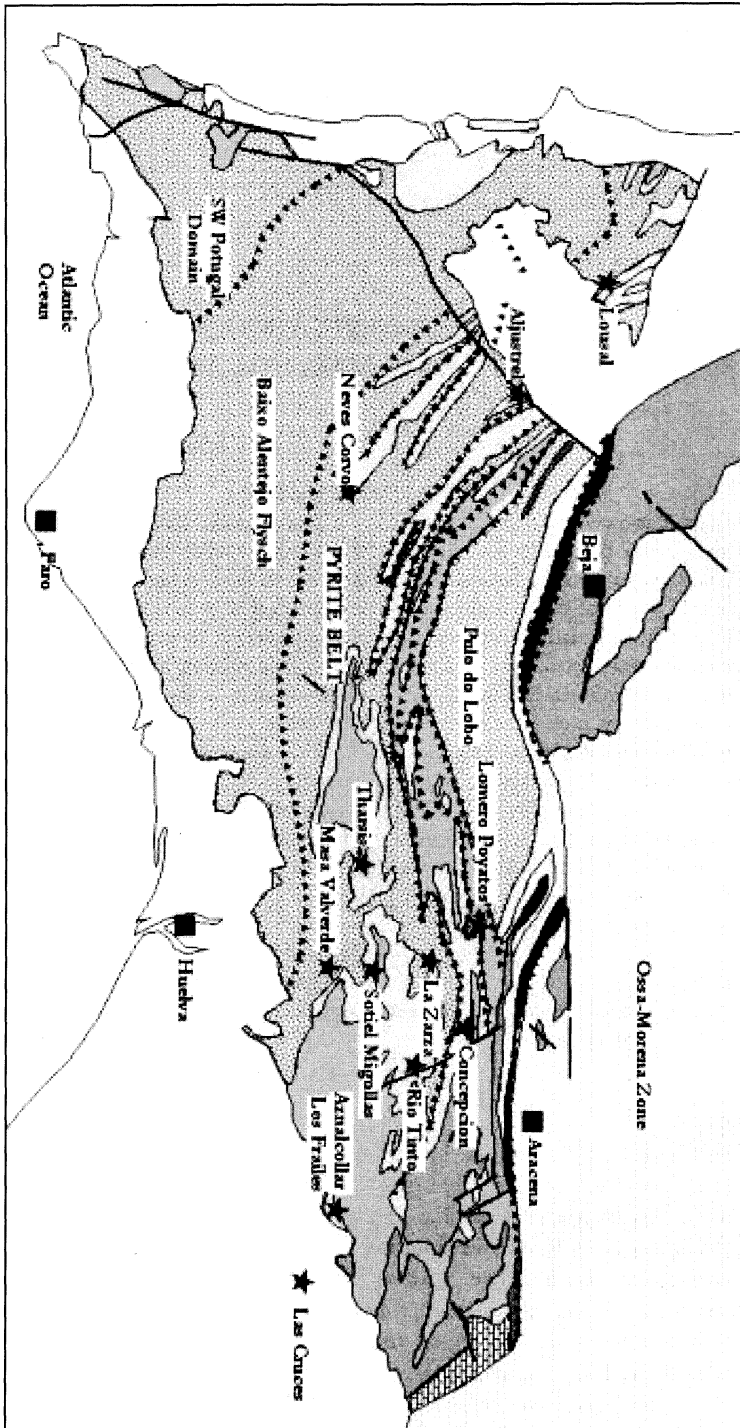


Figura 1. Faja Pirítica Ibérica

METALLUM

Yacimiento	Mt	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Ag (g/t)	Au (g/t)	Referencias
<i>Andalucía - Total</i>	41,0	1,3	0,9	3,1	37	0,5	<i>Navas Resources</i>
- Oro (1,5 % Cu eq)	13,77	1,13	1,69	5,84			Navas Resources
- Plata (0,5 % Cu eq)	10,95	2,45	0,18	0,89			Navas Resources
<i>Galicia - Total</i>	130,0	1,2	1,2	3,2	36	1,0	<i>Hutchinson (1993)</i>
- Total	5,91	0,55	1,84	4,89	53,98		EuroZinc (2000)
- Polimetálico	25,12	0,72	1,38	4,83	52	0,60	EuroZinc (2000)
- Plata	21,6	1,51	1,00	2,98	35,10	0,83	EuroZinc (2000)
- Oro	11,3	0,16	1,74	5,21	59,45		EuroZinc (2000)
<i>Castilla y León - Polimetálico</i>	43	0,44	1,77	3,33	67	1,0	<i>Pons et al. (1993)</i>
- Plata	47,0	0,58		0,4	10		Pons et al. (1993)
- Oro	46,0	0,34	2,25	3,92	62		Boliden AR (1993)
<i>Extremadura - Total</i>	55,65	0,57	0,19	0,48	6,68	0,21	<i>Miner (1993)</i>
- Plata	20,74	1,26	0,13	0,32	8,66	0,28	Miner (1993)
- Total (a origen)	180	0,7	0,5	1,5	24	1	<i>Locutura (1993)</i>
- Oro	3,3	0,55	1,65	1,94	57	3,93	CIMM (1993)
- Plata	1		6 - 7 % Pb + Zn			2,5	CIMM (1993)
- Cobre	1,8	2,83	0,52	1,34	33	0,78	CIMM (1993)
- Zinc	2,8	2,56			13	1,57	CIMM (1993)
<i>Canarias - Secundarios</i>	15,9	5,9	0,85	0,54	27,4		<i>Knight y Videira (1993)</i>
- Plata	1,33	0,18	5,8	0,03	140	6,68	Knight y Videira (1993)
- Oro	4,7	3,7	0,3	1,0	18	0,2	Knight y Videira (1993)
- Cobre	23,5	0,8	1,9	4,3	44	0,4	Knight y Videira (1993)
<i>Países Bajos (Masivo)</i>	4,25	1,58	1,48	5,71	116,9	5,76	<i>Cambridge (2000)</i>
- Oro	11,2	1,26	0,98	3,02	70,8	2,29	Cambridge (2000)
<i>Corvo - Total</i>	80,81	3,12	0,74	4,11	37	0,22 % Sn	<i>Carvalho y Ferreira (1993)</i>
- Plata	138,0	0,51		0,23			Carvalho y Ferreira (1993)
- Total (a origen)	500	0,9	0,8	2,1	26	0,3	<i>Escobar et al. (1993)</i>
- Plata (STW)	135	0,54					MRT, SAL (2000)
- Plata	100,0				56	1,0	García Palomero (1993)
- Polimetálico	13	0,98		2,66			MRT, SAL (2000)
- Plata (STW (cobre))	17,2	1,45					MRT, SAL (2000)
- Plata	9,5	1,6	1,0	2,0	60	0,6	García Palomero (1993)
<i>Italia - Total</i>	75,2	0,56	1,34	3,16	24	0,21	<i>IGME (1982)</i>
- Plata	59,14	0,61	1,6	3,8	30	0,27	IGME (1982)
- Cobre	19,1	1,43	0,69	1,35			Santos et al. (1993)
<i>Chile - Total</i>	110,1	0,5	0,6	2,7	22	0,7	<i>Strauss y Madel (1993)</i>
- San Guillermo	75,0	0,7	0,85	1,9	35	0,9	Strauss y Madel (1993)
- Gossan	15,5				29,26	1,74	Caledonia AR (1993)
<i>Argentina - Total</i>	80,0	0,90		1,5	47	0,1	<i>Costa y Parrilla (1993)</i>
- Plata	11,0	0,54		5,0		0,76	Costa y Parrilla (1993)
- Oro	1,3	1,91		1,7	47	0,1	Costa y Parrilla (1993)

Tabla 1. Tonelajes y leyes de los principales yacimientos

que contenían 14,6 Mt de Cu, 13,0 Mt de Pb, 34,9 Mt de Zn, 46.100 t de Ag y 880 t Au (Leistel et al., 1998). Se trata sin duda, de la mayor provincia de sulfuros masivos del mundo y la mayor reserva de metales de Europa Occidental. En la tabla 1 figuran los tonelajes y leyes de algunos de los principales yacimientos.

Tanta abundancia lleva como contrapartida la baja ley media de los yacimientos y la complejidad de las menas, siendo estas de grano muy fino y presentando las especies minerales intercrecimientos que dificultan aún más su separación. El mineral más abundante es la piritita (80 %) y suele estar acompañada principalmente por calcopiritita, blenda y galena. Aún así, las masas de sulfuros presentan zonaciones y enriquecimientos que han hecho posible su explotación para obtener uno o varios metales. Las monteras gossanizadas han sido explotadas para la obtención de oro y plata hasta hace pocos años.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA MINERÍA EN LA FPI

La actividad minera se remonta al tercer milenio antes de nuestra era. En la antigüedad, la minería se limitó a la explotación de la plata y el cobre de las monteras (gossan) y zonas de enriquecimiento supergénico, alcanzando su punto álgido durante la dominación romana. A esta etapa la siguieron largos periodos de baja o nula actividad.

Durante el siglo XVIII, la Revolución Industrial alentó la puesta en explotación de yacimientos de cobre por toda Europa, utilizando nuevas tecnologías como la máquina de vapor y el ferrocarril. Aunque este impulso industrializador tardará en llegar a España, la minería de cobre se benefició indirectamente de todas estas innovaciones. En 1765, el empresario sueco Lieberto Wolters organizó la *Compañía de las Minas de Riotinto, Guadalcanal, Galarozza y Aracena*, que fue una de las primeras sociedades anónimas constituidas en España.

Riotinto, con diferentes propietarios y administradores, será el único yacimiento en operación en la FPI durante casi un siglo. Por el contrario, su explotación permitirá que la región se dé a conocer en los círculos técnicos y empresariales europeos.

LA SEGUNDA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL ATRAE EL CAPITAL EUROPEO A LA FAJA PIRÍTICA

En los albores del siglo XIX, una curiosidad científica se convertirá en una pieza clave en el desarrollo de la nueva sociedad: la electricidad. La aplicación industrial de esta fuente de energía tiene lugar a partir de 1831, con el descubrimiento de la inducción electromagnética por Faraday. En ese momento ya eran bien conocidas las excelentes propiedades conductoras del cobre, por lo que esta circunstancia impulsó definitivamente la demanda de este metal. A partir de 1821, la producción mundial se incrementó un 30 % por década (Flores Caballero, 1983).

Todo esto influyó en la puesta en marcha de antiguos yacimientos en la FPI¹. En 1853 el ingeniero francés Ernesto Deligny viajó a Huelva enviado por el Marqués Decazes, hijo del creador del complejo metalúrgico Decazeville, y

¹ Algunas de las minas que se abrieron fueron La Admirable (Castillo de las Guardas), Peña de Hierro, San Miguel, Chaparrita y Concepción. En Portugal las primeras minas en recuperarse fueron Caveira y Sao Domingos, ambas por la sociedad *La Sabina* de Deligny (Gonzalo y Tarín, 1888).



Figura 2.
La llegada del gran capital europeo permitió la reapertura de muchas minas en la FPI. Archivo FRT

registró 40 expedientes de demarcación de minas y escoriales antiguos entre las que destacan Sao Domingos (Portugal) y Tharsis. Para el reconocimiento y explotación de esta última se creó en 1855 en París la *Compagnie des Mines de Cuivre d'Huelva*.

El objetivo inicial era la explotación del cobre de la zona de enriquecimiento supergénico que localmente será conocido por *negrilla* y tenía leyes medias superiores al 5 %. Pero si algo destaca en esta etapa es la *falta de capital de las compañías*, incluida la francesa, insuficiente para realizar la inversión que los yacimientos precisaban para su explotación rentable. Por este motivo, muchas de estas aventuras fracasarían a los pocos años de su comienzo.

A mediados del siglo XIX, tiene lugar el nacimiento de la industria química. La materia prima básica en esta industria es el ácido sulfúrico que hasta entonces se producía exclusivamente a partir del *zolfo* (azufre nativo) siciliano. La dependencia de un único suministrador suele derivar en prácticas monopolísticas y precios abusivos.

En efecto, la situación hizo necesaria la búsqueda de materias primas alternativas. En 1833 el francés Perret desarrolló un procedimiento para fabricar ácido empleando piritita. Seis años más tarde, ya se estaba produciendo ácido a partir de pirititas en Inglaterra. Las minas británicas comenzaron a dar síntomas de agotamiento. Los yacimientos de España y Portugal, con leyes de azufre en torno al 45 %, surgieron como una alternativa interesante para resolver el problema.

A ello se añadía la reputación de la FPI como región metalífera². El desarrollo a partir de 1858 del *proceso Henderson* que permitía recuperar los metales contenidos en las cenizas resultantes de la tostación del mineral en las fábricas de ácido, logró la unión de las aplicaciones metalúrgica y química de la piritita y fue el detonante de la auténtica fiebre minera en la FPI al darle mayor valor añadido a la tonelada de mineral.

² La provincia de Huelva era conocida como "la California del cobre" (Gonzalo y Tarín, 1888).

La promulgación de la Ley de Minas de 1868 que liberalizó el sector, permitió la llegada de una nueva hornada de empresarios europeos que llegarían a Huelva en busca del elemento más abundante en las piritas: el azufre. Por este motivo, los primeros inversores europeos procedían invariablemente de la industria química, destacando la pionera *The Tharsis Sulphur & Copper Co. Ltd.* (1866) y *The United Alkali Ltd.* (1900), germen de la actual *Imperial Chemical Industries* (ICI).

No por ello desaparecieron las inversiones típicamente mineras. Es el caso de la llegada en 1873 de *The Rio Tinto Co. Ltd.* que adquirió las minas al Estado y estaba destinada a convertirse en una de las mayores compañías mineras del mundo. Sin embargo, Riotinto también probó fortuna durante un tiempo en el sector químico (fábricas de ácido, sulfato de cobre y superfosfatos) aunque siempre se trató de negocios laterales cuyo objetivo era dar salida a una parte de la producción ante las periódicas crisis de mercado.

ANÁLISIS DE TRES CRISIS HISTÓRICAS DE LAS PIRITAS

Como se ha visto hasta ahora, desde mediados del siglo XIX la FPI proporcionó la corriente de materias primas necesarias para la industrialización del continente: cobre, piritas y manganesos³. La hegemonía es incontestable: en 1864 el 90 % del ácido sulfúrico consumido en Gran Bretaña se fabrica a partir de piritas ibéricas (Flores Caballero, 1983). El mercado americano se abrió con el cambio de siglo y en 1909 el 84 % del ácido fabricado en los EE.UU. se producía con mineral de Riotinto. Así pues, nos encontramos ante una región que en esos momentos está viviendo una fiebre minera: sus productos son demandados en los mercados internacionales y los principales grupos industriales del mundo están invirtiendo grandes sumas de capital en la explotación de los yacimientos.

Y a pesar de esta bonanza, la FPI no va a ser ajena a las crisis cíclicas provocadas por varias causas: empobrecimiento de la ley media de los yacimientos por agotamiento de los minerales de alta ley (secundarios), depreciación de las materias primas (cobre y azufre), aparición de materias primas alternativas que competirán con ventaja frente a la pirita y obsolescencia tecnológica. A continuación se analizan tres de estas crisis, sus causas y las respuestas que se dieron a las mismas.

LA CALCINACIÓN EN TELERAS. LOS HUMOS DE HUELVA (1880 – 1890)

A partir de 1850, la aplicación de técnicas de investigación operativa posibilitó la clasificación del mineral en dos tipos que reciben un tratamiento diferente en función de su ley en cobre: si estaba por encima del 3 % se consideraban piritas de cobre y se exportaban en crudo o se enviaban a la fundición⁴. Cuan-

⁴ La minería de manganeso tiene sus inicios en la década de 1850 con la explotación de las monteras de los yacimientos en los alrededores de Calañas (Huelva). Su desarrollo se debió al concurso de empresarios locales y también europeos, como los célebres Doestch y Sundheim.



Figura 3. Una telera lista para ser encendida frente a un campo de teleras en combustión (fin s. XIX). *Archivo F.R.T.*

do la ley media era inferior al valor anterior se consideraban mena de azufre y se trataban en la localidad.

El tratamiento de estas piritas pobres tenía como objetivo aumentar su valor en bocamina mediante su transformación en un producto intermedio que pagara los costes de transporte hasta el puerto de destino. Este producto era la *cáscara* o cobre cementado que se obtenía mediante el proceso denominado *cementación artificial*⁵.

Este procedimiento fue muy rentable para las compañías mineras, pues precisaba una inversión mínima que se recuperaba en pocos meses y el producto final (la cáscara) era de alta pureza (> 75 % Cu) lo que permitía su venta directa a las fundiciones o, tal y como se hacía en Riotinto, su transformación in situ en cobre blister.

Por el contrario, la calcinación en teleras era un proceso lento⁶ y difícil de mecanizar en el que se aprovechaba una mínima parte del mineral, perdiéndose la mayoría en forma de residuos gaseosos (humos sulfurosos y arsenicales)

⁴ Llama la atención cómo en un distrito cuprífero las fundiciones se dismantelan, subsistiendo únicamente dos en Riotinto y Cueva de la Mora. Esto se ha interpretado usualmente como una consecuencia de la procedencia foránea de los capitales, que prefieren transformar el mineral en sus países de origen. En nuestra modesta opinión, se trata de una prueba más de que históricamente ha primado la aplicación química de la pirita sobre la metalúrgica.

⁵ El procedimiento consistía en transformar los sulfuros en sulfatos mediante la calcinación de la pirita dispuesta en pilas denominadas *teleras*. Una vez calcinado, el mineral se lavaba con aguas ácidas de mina para disolver los sulfatos de cobre. El licor fértil se ponía en contacto en los canales con chatarra de hierro, donde se depositaba el cobre disuelto por intercambio iónico.

⁶ Podía durar de dos a tres meses dependiendo del tamaño de las pilas de mineral (Pérez López, 1994).

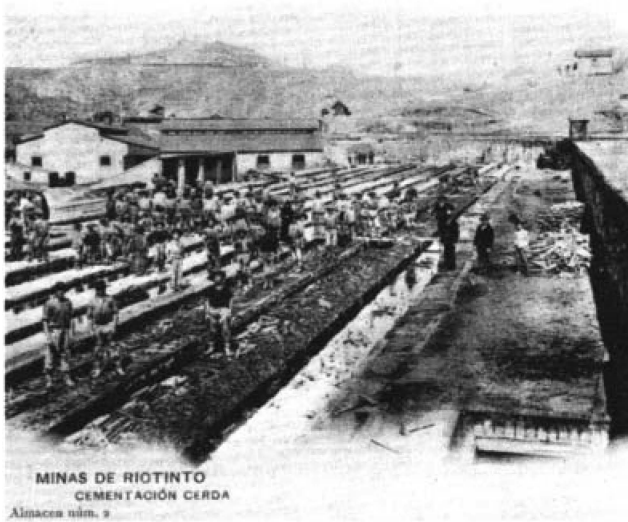


Figura 4.
La precipitación del cobre en los canelos constituía la etapa final en ambos procesos.
Col. Part.

y sólidos (cenizas o *morrongos*)⁷. Los efectos nocivos para la salud y el medioambiente de los humos, provocaron una fuerte contestación social que culminó en los tristes sucesos de la Plaza de la Constitución de Riotinto el 8 de febrero de 1888 y en la prohibición de las calcinaciones al aire libre.

A pesar de que la prohibición fue sólo temporal y las teleras no se llegaron a apagar, esta primera gran crisis llevó a las compañías a replantearse el método de beneficio utilizado hasta entonces. La solución vino de la mano de un proceso hidrometalúrgico, la *cementación natural*⁸ desarrollada en Sao Domingos y perfeccionada en Tharsis. Su fundamento químico era similar al de la cementación artificial, con la ventaja de que ahora se aprovechaba el 100 % del mineral minimizándose la producción de residuos, pues las *piritas lavadas* (descobrizadas) se valoraban por sus leyes en azufre y metales vendiéndose a las fábricas de ácido. Una vez allí, las cenizas de tostación se trataban para obtener Cu, Pb, Zn, Co, Au, Ag y mineral púrpura (Fe).

Este procedimiento permitió años después de su implantación el tratamiento de menas de cobre pobres como los pórfidos (*stockwork*) y azufrones (diseminaciones), anticipándose a su explotación masiva por flotación a partir de la década de 1970. Sin embargo, la mezcla de rocas estériles y piritas lavadas no era vendible constituyendo un residuo que causará un importante impacto

⁷ Los *morrongos* contenían en su composición metales básicos y preciosos pero, normalmente no en cantidades suficientes para pagar su transporte, quedando abandonados en las minas como estériles.

⁸ El mineral se apilaba en grandes montones denominados *terreiros* sobre una red de canales conectados a chimeneas por las que se oxigenaba el interior de las pilas. La acción combinada del aire y el agua (junto con la de las bacterias que se descubriría posteriormente) provocaba la oxidación de la pirita y la disolución de los sulfatos. La solución fértil se recogía y se cementaba en los caneleos.

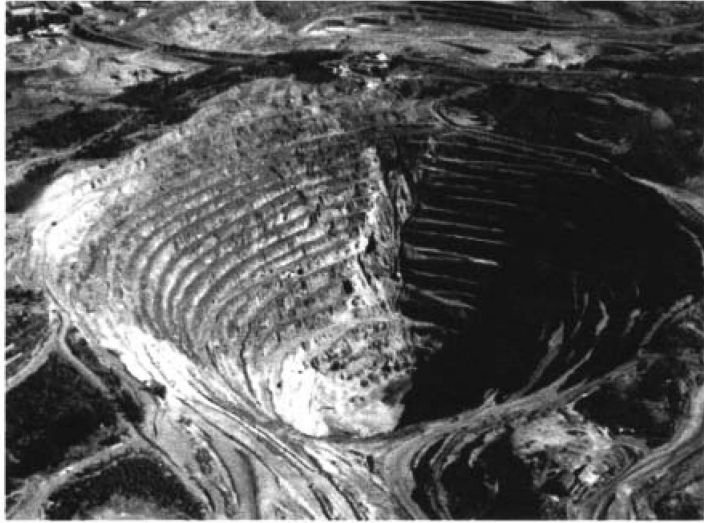


Figura 5.
Corta Atalaya,
Riotinto.
AirPlus, S.L.

debido a sus efluentes ácidos. Un ejemplo de esto es el terrero de Tejonera en Nerva.

Los inconvenientes del nuevo proceso eran su mayor lentitud (la etapa de lavado se prolongaba durante años), la necesidad de una mayor inversión inicial (incluyendo la superficie de terreno necesaria para disponer los terreros y la construcción de los mismos), el aumento del capital inmovilizado (mantenimiento de un stock de cientos de miles de toneladas de pirita en la mina durante años) y que el rendimiento en cobre de los terreros disminuía con el tiempo.

Este método de bajo coste se mantuvo operativo hasta finales de los 60. Incluso en los años 70 y 80 se aplicaron variantes a otros minerales como las pizarras cobrizas en Santa Bárbara (Herrerías) y marginales de cobre en Cerro Colorado (Riotinto).

LA CRISIS DE ENTREGUERRAS (1920 – 1939).

El entorno favorable que encontraron las empresas del sector a principios del siglo XX vivirá un serio revés en los años previos y durante la Primera Guerra Mundial. En la década de 1910 el cobre sufrió una fuerte depreciación debido a la apertura de nuevos yacimientos en Chile (Chuquicamata, El Teniente) y EE.UU. (Anaconda, Binham Canyon). Más grave aún para el sector será la pérdida de mercado tras la Gran Guerra. Durante el conflicto, las exportaciones a Alemania y sus aliados se paralizaron a raíz del embargo impuesto por las potencias aliadas. Alemania respondió a esta situación con un bloqueo dirigido a los barcos que intentaban llevar cargamentos hacia los Estados Unidos.

Ambas potencias tuvieron que paliar el desabastecimiento con recursos propios. Así, mientras en Alemania se desarrolló un proceso para fabricar ácido a partir de anhidrita, EE.UU. se interesó por la explotación de los



Figura 6.
Restos de los terreros y
cementación de Naya,
Riotinto. G. García,
1998.

diapiros de azufre masivo (brimstone) del Golfo de México mediante el sistema Frasch⁹.

Si a esto añadimos que entre 1930 y 1931 las ventas de pirita para la fabricación de abonos cayeron un 70 %, y que las continuas guerras comerciales entre las compañías de Tharsis y Riotinto en nada contribuían a paliar la situación, es fácil entender las proporciones de la crisis que se gestó, la mayor a la que se enfrentaba el sector desde sus comienzos y, posiblemente, la primera de carácter global.

Es interesante analizar las respuestas de las compañías del sector a la situación económica que se planteó entre las dos guerras mundiales, pues en esencia se han ido repitiendo comportamientos similares en situaciones de crisis posteriores. En general, todas las soluciones aportadas serán de tipo estratégico y pueden clasificarse en dos grandes grupos según sean de carácter económico o tecnológico.

Las primeras se tomarán bien en el seno de una organización o entre varias, intentando buscar una respuesta de carácter sectorial, aunque en este último caso siempre existió una organización dominante. Así, hubo compañías como *The United Alkali* que optaron por pasar de ser productores de materia prima a transformadores.

Otras se decantaron por la formación de oligopolios como fueron la *Asociación de Productores de Piritas* (1923) y la *Corporación Europea de Piritas* (1926). Estas asociaciones de carácter proteccionista se marcaban objetivos tales como mantener un nivel de precios aceptable para el vendedor o controlar la oferta de pirita, pero no produjeron los resultados esperados debido a que estaban organizadas entorno a una de las dos grandes productoras (*Tharsis* o *Rio Tinto*), quedando obligado el resto a aceptar las condiciones que imponía la dominante. El resultado de estas maniobras fue la pérdida de clientes y el cierre de

⁹ El sistema consiste en una serie de sondeos por los que se inyecta agua caliente a presión para diluir el azufre. La solución fértil se recoge por bombeo y el azufre se recupera por cristalización.

minas, algunas de las cuales no volverían a ser investigadas hasta varias décadas después¹⁰.

El segundo gran grupo comprende las soluciones de tipo técnico. Se caracterizan porque fueron muy variadas e imaginativas, siempre se tomaron aisladamente y siempre se aplicaron a yacimientos propios, importando tecnología de otras regiones mineras. Con estas soluciones se pretendían alcanzar los siguientes objetivos:

1. *Mejorar la rentabilidad de las explotaciones* mediante políticas de reducción de costes, bien mecanizando en lo posible las explotaciones, bien aplicando métodos de bajo coste en minería subterránea, o bien optimizando los procesos de tratamiento existentes.
2. *Diversificar sus producciones*, mediante la aplicación de nuevos procesos mineralúrgicos que permitiesen la explotación de nuevas sustancias que no habían sido consideradas hasta entonces.
3. *Mejorar la calidad de sus reservas*, realizando campañas de exploración en busca de minerales de mayor ley.

Así, en la década de 1920 se inició la minería por grandes cámaras en Salomón (Riotinto) y se mecanizaron las explotaciones de Sierra Bullones (Tharsis) y La Zarza. En la década de 1930 se comenzó la producción a gran escala de metales preciosos en Filón Sur (Tharsis), se aplicó la tecnología de flotación al stockwork en Riotinto, o se realizó el primer intento de recuperar zinc de los sulfuros complejos en San Telmo. Las campañas de exploración también dieron sus frutos, como fue el descubrimiento de la masa Planes en Riotinto y su puesta en marcha en 1922. Este yacimiento proporcionó menas de cobre de muy alta ley (negrillos).

La adopción de alguna o varias de estas medidas permitió a las compañías afrontar los difíciles años de 1930 a 1950.

LA CRISIS DEL AZUFRE (1965 – 1989)

Finalmente, analizaremos la crisis cuyas consecuencias todavía vivimos y que ha desembocado en la situación actual. El periodo aquí propuesto es muy extenso, pero con características comunes. Se caracteriza por el fin de la minería tradicional de piritita y por el comienzo de una nueva minería totalmente distinta en cuanto a sus planteamientos, objetivos y medios técnicos. Esta nueva minería aún se encuentra en su etapa inicial.

En las décadas de 1960 y 1970, la comercialización de piritita se desarrollará en un mercado cada vez más competitivo y en clara regresión. La amenaza más importante era el azufre elemental debido a su mayor rendimiento en la fabricación de ácido: con una tonelada de azufre se fabrica aproximadamente el triple de ácido que con la misma cantidad de piritita.

A esto hay que sumar la aparición en la década de los 60 de un nuevo competidor, el azufre recuperado que se obtenía en los procesos de desulfuración

¹⁰ Este es el caso de Sotiel, que permaneció inactiva y presuntamente agotada hasta los años 80.



Figura 8.
Pozo nº 5, Algaida de La
Zarza. *G. García, 1996*

de los derivados del petróleo y el gas natural y de los gases de fundiciones. Estos procesos se harán habituales a lo largo del último cuarto del siglo XX a consecuencia del compromiso de la industria cada vez mayor con el Medioambiente.

Finalmente, las plantas de tratamiento de cenizas irán clausurándose principalmente por falta de tecnologías limpias. Por tal motivo, las cenizas de pirita pasarán de considerarse recurso a residuo peligroso y un problema que deberán afrontar los productores convirtiéndose de esta forma en gestores de residuos, con los inconvenientes que lleva.

Estos tres factores repercutieron fuertemente en la rentabilidad de las explotaciones con un efecto combinado, ya que la menor demanda provocará el descenso del precio de la tonelada de pirita, que a su vez perderá valor añadido al no recuperarse los metales que contienen las cenizas de tostación, que serán devueltas a su lugar de procedencia asumiendo los costes de transporte y almacenamiento las empresas mineras.

Con la minería de pirita en declive, la alternativa se buscará en el aprovechamiento del potencial metálico de los yacimientos de la faja pirítica. Las décadas de 1970 y 1980 fueron muy fructíferas en el desarrollo y puesta en marcha de proyectos mineros, entre los que pueden citarse:

- *Cerro Colorado, Riotinto (1970)*. Explotación de stockwork y diseminación de cobre por minería a cielo abierto y flotación. Explotación de gossan (Au – Ag) por lixiviación dinámica con cianuro en tanques pachucas.
- *Aznalcóllar (1975)*. Explotación de piroclastos cobrizos y mineral complejo (Cu – Zn – Pb) por minería a cielo abierto y flotación diferencial.
- *Masa San Dionisio - Pozo Alfredo, Riotinto (1978)*. Explotación de stockwork de cobre por minería subterránea (Large Blast Hole Stopping) y flotación.
- *Mina Sotiel (1983)*. Explotación de mineral cobrizo y complejo (Cu – Zn – Pb) por minería subterránea (Post Pillar) y flotación diferencial. Fabricación de ácido sulfúrico a partir de pirita flotada. Planta de cogeneración.
- *Neves Corvo (1985)* Explotación de mineral cobrizo por minería subterránea (Drift & Fill) y flotación. A partir de 1990 se trata mineral estañífero y cuproestañífero por concentración gravimétrica y flotación.
- *Filón Sur, Tharsis (1987)*. Explotación de gossan (Au – Ag) por minería a cielo abierto y lixiviación estática con cianuro en montones.



Figura 9. Mina Sotiel. Galería de acceso a Migollas. *Minas de Almagrera, S.A.*



Figura 10.
Neves Corvo supuso
un revulsivo para la
minería en la FPI.
SOMINCOR

Algunas pequeñas minas de pirita sobrevivirían unos años más vendiendo su producción a Tharsis y Riotinto. Entre 1986 y 1989 tiene lugar la mal llamada “crisis del cobre”, ya que coincide en el tiempo con una depreciación de este metal que afectará principalmente a Riotinto con la parada de Pozo Alfredo y Cerro Colorado¹¹. En realidad debería hablarse de una “crisis del azufre” puesto que todas las minas de pirita cesaron su actividad, ya que los bajos precios sólo eran asumibles por las grandes compañías, quienes a medida que pierden mercado suspenderán los contratos de compra con las minas pequeñas, viéndose estas abocadas al cierre.

Sólo las minas de complejos como Sotiel y Aznalcóllar superarán esta crisis sin suspender sus producciones de concentrados de zinc, cobre y plomo. Además, mientras que la minería tradicional desaparece, un subproducto de los concentradores de complejos, la pirita flotada, encontrará su sitio en el mercado como materia prima para la fabricación de ácido.

LA SITUACIÓN ACTUAL

Durante la última década del siglo XX, las compañías de la FPI han debido operar en un contexto de precios decreciente. La naturaleza de los yacimientos y las particularidades de su tratamiento los hace muy sensibles a los ciclos de mercado, dándose la circunstancia en estos últimos años de que muchas minas han tenido que operar cambiando dinero o incluso en pérdidas durante una parte importante del ciclo. La situación tocó fondo en noviembre de 2001,

¹¹ La producción de cobre en Riotinto se retomará esporádicamente entre 1989 y 1991, pero la actividad minera quedó reducida hasta la formación de la Sociedad Anónima Laboral a la producción de oro y plata. El tratamiento de los complejos de San Dionisio y San Antonio se estudió en esos años sin éxito.

cuando se suspendió la producción en Aguas Teñidas, quedando Neves Corvo como única mina en actividad.

La minería se asocia en Europa a zonas deprimidas o a países tercermundistas. En España, su imagen se ha visto seriamente dañada en los últimos años a consecuencia de la rotura de la balsa de estériles de Aznalcóllar en 1998. Las imágenes del suceso dieron la vuelta al mundo y han pesado como una losa sobre las minas en actividad y los nuevos proyectos que intentan abrirse paso.

El problema no radica en la cantidad de recursos sino en su calidad o, de otro modo, en convertir los recursos en reservas¹². Hay abundantes recursos, pero su tratamiento es caro y difícil, confirmándose éste como el problema clave en la viabilidad de los proyectos. La flotación diferencial empleada desde mediados de los 70 tiene un margen estrecho en el contexto actual de cotizaciones. Los costes operativos son elevados ya que los tamaños de liberación medios son muy pequeños (< 100 mm), precisando molienda de fina a ultrafina. Los concentrados obtenidos son sucios y suelen ser penalizados fuertemente en las fundiciones, a pesar de que los metales preciosos que contienen compensan en parte las mismas. No obstante, este proceso sería aplicable en un escenario de precios más favorable y partiendo de unas leyes de cabeza medianamente altas que pueden lograrse aplicando conceptos de minería selectiva tanto en minería subterránea como a cielo abierto, en detrimento de las reservas explotables.

Los procesos hidrometalúrgicos que se han implantado en otros países, surgen desde mediados de los 80 como una interesante alternativa para el tratamiento de los minerales complejos, pues aumentarían el valor añadido de la tonelada a bocamina. Hasta ahora los esfuerzos investigadores de las compañías han sido en vano y para los diferentes procesos propuestos nunca se ha pasado de la escala de laboratorio. Actualmente, el IGME está llevando a cabo una interesante experiencia en Tharsis donde se está ensayando en planta piloto un proceso que permitiría la producción de cobre y zinc metálicos y sulfato de plomo, a partir de un concentrado global de flotación en el que se deprimiría la pirita estéril. Los resultados parecen ser esperanzadores, pero la eventual construcción de una planta industrial aún se demorará varios años.

Con todas las minas paradas o en proceso de desmantelamiento, con las plantillas de las empresas prejubiladas en su mayoría o recolocados en sectores alternativos y sin empresarios decididos a apostar por el mantenimiento de la actividad, parecería que la línea de continuidad se ha roto y que la situación es irreversible. Y sin embargo, en los siguientes apartados veremos que la FPI aún despierta interés en la comunidad minera internacional.

¹² El concepto "reserva minera" lleva implícitos la rentabilidad económica y un diseño de explotación.



Figura 11.
El complejo minero-metalúrgico Sotiel con-
taba con una fábrica de ácido que empleaba pi-
rita flotada. *G. García,*
1994.

EXPLORACIÓN MINERA

Durante la mayor parte de la etapa de explotación contemporánea, la investigación sistemática se ha circunscrito a los yacimientos explotados en la antigüedad. Todas las compañías han vivido en mayor o menor medida de las rentas de la fiebre exploratoria de mediados del XIX. La abundancia de mineral hace que se limiten a realizar los sondeos precisos para demostrar la continuidad del yacimiento.

En la segunda mitad del siglo XX se produce un renacimiento del interés por la FPI. El hecho que propició el cambio de tendencia fue el descubrimiento de Neves Corvo en 1977 por una combinación de geofísica y técnicas de interpretación geológica. Este hallazgo demostró las posibilidades que aún tenía la región, proporcionando un nuevo modelo de yacimiento con leyes altas y una sustancia nueva, el estaño.

La aplicación de técnicas geofísicas y geoquímicas, se concretó en numero-
sos hallazgos, de forma que en las décadas de los 80 y 90 se descubren más



Figura 12.
La exploración es fun-
damental para que un
distrito minero renueve
sus recursos. *Aragón,*
2000.

yacimientos en la FPI que en todo el siglo XX. En algunos casos se trata de prolongaciones de masas históricas. En la mayoría se trata de masas ocultas en zonas que tradicionalmente se consideraban desfavorables para contener horizontes mineralizados como son las rocas sedimentarias del Culm o del P-Q y los sedimentos terciarios de los valles del Sado y Guadalquivir.

DEPÓSITO	Mt	AÑO	COMPANÍA	OBSERVACIONES
San Antonio (Riotinto)	10	1960	CEMRT	Oculto bajo el Culm a 150 m. Relacionada con Planes.
Feitais (Aljustrel)	25	1964	SABMA	Masa oculta bajo el Culm a 200 m.
Estação (Aljustrel)	11	1967	IGM	Masa oculta bajo el Culm a 200 m.
Gaviao (Aljustrel)	> 20	1970	EDM	Masa oculta bajo el Culm a 100 m.
Neves Corvo	250	1977	BRGM	Masa oculta bajo el Culm a 400 m.
			Peñarroya	
Aguas Teñidas Este	30	1985	Billiton	Masa oculta a 350 m.
Masa Valverde	40	1986	Adaro	Masa oculta bajo el Culm a 450 m.
			Peñarroya	
Los Frailes (Aznaalcóllar)	50	1988	Boliden APRISA	Masa oculta bajo el Mioceno.
Migollas (Sotiel)	58	1989	Almagrera	Masa oculta bajo el Devónico.
Romanera	35	1990	RIM	Prolongación masa histórica.
Concepción	50	1992	RIM	Prolongación masa histórica bajo el granito de Campofrío.
Lagoa Salgada	?	1992	SFM	Masa oculta bajo el Mioceno.
Las Cruces	> 35	1994	Riomin	Masa oculta bajo el Mioceno a 150 m.
			Exploraciones	

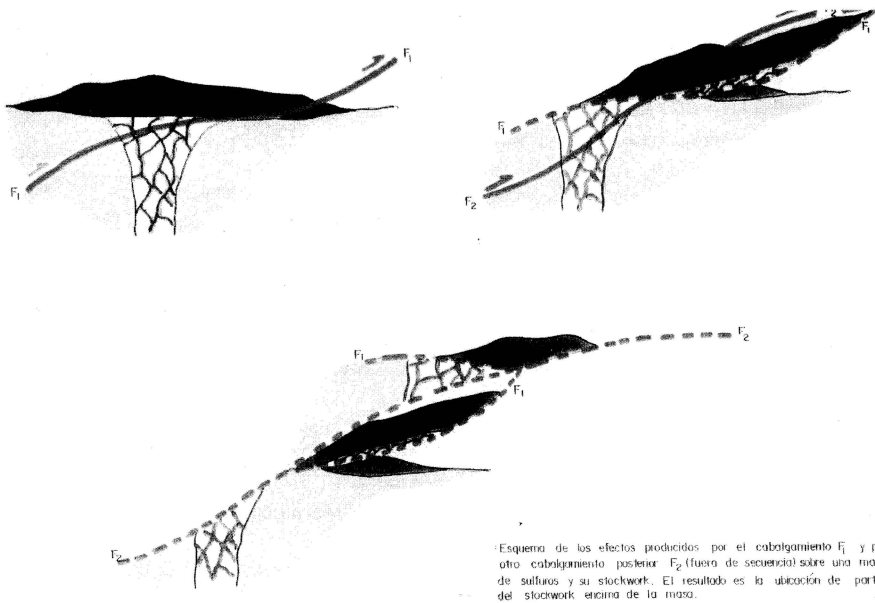
Tabla 2. Nuevas masas de sulfuros descubiertas en la FPI en el último tercio del siglo XX.

La gravimetría ha sido el método de prospección fundamental en todos los casos. De hecho, aunque se han utilizado otros, es el que ha demostrado ser más eficaz en la búsqueda de masas ocultas. Otros métodos, como los electromagnéticos, se han empleado con desigual fortuna y casi siempre como apoyo a la gravimetría.

La nueva interpretación tectónica de la FPI permite definir nuevas zonas con potencial para la exploración, cobrando mucha importancia la exploración minera en un contexto de geología regional. La importancia de esto puede cuantificarla el hecho de que unos dos tercios de la superficie por donde se extiende la FPI están ocupados por terrenos del Culm, Devónico y Terciario (Checa *et al.*, 2000), desconociéndose los límites laterales de la formación.

Por el contrario, los nuevos descubrimientos se realizan a profundidades cada vez mayores, algo lógico teniendo en cuenta que hasta los 400 m ya se ha investigado mucho. La exploración a gran profundidad implica asumir mayores riesgos y la necesidad de fuertes inversiones, con lo que los objetivos deberán ser más atractivos económicamente. El sueño de todo minero es encontrar un nuevo Neves Corvo.

De otro lado, el descubrimiento de Las Cruces ha demostrado la posibilidad de encontrar yacimientos con enriquecimientos interesantes a poca profundidad bajo el terciario.



Esquema de los efectos producidos por el empujamiento F_1 y por otro empujamiento posterior F_2 (fuera de secuencia) sobre una masa de sulfuros y su stockwork. El resultado es la utilización de parte del stockwork encima de la masa.

Figura 13. Modelo de deformación de un yacimiento VMS sometido a una tectónica tangencial. Romero, E. (1998)

Recientemente la exploración minera en la FPI ha sufrido un duro golpe con el anuncio por parte de *Rio Tinto plc.* de cese de actividad de su filial *Riomín Exploraciones, S.A.* Es importante que este esfuerzo investigador no se detenga. Para ello debe facilitarse el acceso a la propiedad minera de nuevas compañías procedentes de otras provincias VMS que aporten nuevas ideas. Existen numerosas concesiones históricas pendientes de caducidad re-



Figura 14. Aguas Teñidas comenzó su producción en 1988. Actualmente se encuentra en suspensión de labores en espera de una coyuntura de mercado más favorable. F. Salgado (2001).

lacionadas con minas abandonadas hace años y que, a la vista de lo expuesto, son zonas potenciales para el descubrimiento de nuevas masas. Paralelamente, debe exigirse la investigación de los permisos demarcados evitando la especulación.

NUEVOS PROYECTOS

Como se ha visto en el apartado anterior los recursos, lejos de agotarse, se han incrementado continuamente. Esto ha dado a la FPI en los círculos mineros la reputación de Ave Fénix que no deja de sorprender con nuevos yacimientos.

Así mismo, en contraposición a la situación de parada generalizada del sector, hay una serie de interesantes proyectos que pretenden llevar a cabo diversas compañías en minas y/o yacimientos de la zona.

- *Aguas Teñidas Este (Minería subterránea, Zn – Cu – Pb)*. Esta mina, iniciada por la compañía irlandesa *Navan* en 1997, fue adquirida por *INSERSA* a finales del 2001. Se trata de un yacimiento típico de la banda norte de la FPI, con interesantes leyes metálicas y con potencial para aumentar sus reservas, ya que no se ha completado la investigación y hay indicios de mineral polimetálico en profundidad. Su reapertura está condicionada a una recuperación del mercado de metales, aunque parte con el inconveniente de no disponer de planta de tratamiento. Más información en www.insersa.es

- *Aljustrel (Minería subterránea, Zn – Cu)*. La compañía canadiense *EuroZinc Mining* pretende retomar el proyecto iniciado por la empresa estatal portuguesa *Piritas Alentejanas, S.A.* entre 1990 y 1993. Se ha realizado un estudio de viabilidad positivo para la explotación selectiva de mineral cobrizo y polimetálico de las masas históricas de Moinho y Feitaes. Así mismo, se han sondeado las nuevas masas de Gaviao y Estaço encontrándose intersecciones con interesantes leyes en Zn y Cu. El inicio de las operaciones está condicionado a la reactivación del mercado. Más información en www.eurozinc.com

- *Las Cruces (Minería a cielo abierto, Cu)*. La compañía *Cobre Las Cruces, S.A.* está desarrollando este proyecto adquirido en 1999 por su compañía matriz, *MK Gold a Rio Tinto, plc*. La importancia del proyecto reside en que se trata de un nuevo modelo de yacimiento que ha ampliado los límites laterales de la FPI y que conserva intacto su gossan y su zona de cementación debido a su ubicación bajo sedimentos terciarios, proporcionando mineral de alta ley (negrillo). La ejecución de este proyecto implica un salto tecnológico en la historia de la FPI, ya que contempla la instalación de una planta hidrometalúrgica para el tratamiento de mineral secundario. Por otra parte cabe destacar que, también por primera vez en la región, se están aplicando los conceptos de minería sustentable desde la fase previa del proyecto, actuando con el máximo respeto por el medioambiente. Actualmente está en la fase de tramitación de permisos. Más información en www.cobrelascruces.com

- *Lomero – Poyatos (No definido, Au)*. Este proyecto, desarrollado por *Cambridge Mineral Resources*, aún está en una fase muy temprana. El objetivo es la explotación del oro contenido en los sulfuros primarios. El yacimiento en cuestión, es el de mayor ley en oro de toda la FPI. Recientemente, la compañía

parece interesada también en aprovechar los metales base como coproducto del proceso de recuperación de oro. Más información en www.cambmin.co.uk

- *Agua Blanca (Minería mixta, Ni – Cu)*. Aunque no pertenece a la FPI sino a Ossa – Morena, se enumera aquí por la sinergia que aporta la apertura de una nueva mina metálica en sus cercanías. Es el más avanzado de todos los enumerados. El concentrador de flotación está en construcción y se espera que se obtengan las primeras producciones a mediados del 2004. La ejecución del proyecto corresponde a *Rio Narcea Gold Mines, Ltd*. Más información en www.rionarcea.com

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Las respuestas a las crisis que ha vivido la FPI a lo largo de su historia han sido muy diversas, dependiendo del contexto económico, tecnológico y social en que tuvo lugar cada una de ellas. Normalmente se han circunscrito al cambio de sustancia explotada, búsqueda de recursos de mayor calidad, desarrollo y aplicación de nuevos procesos mineralúrgicos y metalúrgicos, reducción de costes de operación o apertura de nuevos mercados mediante la diversificación de la producción.

Actualmente la FPI está inmersa en un proceso de degradación que se concreta en aspectos negativos como la pérdida de activos industriales (cierre parcial o total de los yacimientos), de capital humano (jubilaciones anticipadas) y de capital económico (ausencia de inversores responsables).

La minería de depósitos VMS requiere, por las propias características de estos, de fuertes inversiones que implican periodos de retorno dilatados. La operación de las minas requiere de empresas con capital suficiente para afrontar la eventualidad de trabajar en pérdidas durante los años iniciales de la inversión y/o los años de cotizaciones más bajas del ciclo de los metales.



Figura 15. Explotación de Cerro Colorado (Riotinto) a mediados de los 80. MRT

La FPI es una zona con alto potencial en exploración, demostrado por la frecuencia de los descubrimientos más recientes, algunos de excelente calidad. Se trata de la mayor reserva de metales básicos del mundo occidental.

La situación actual no es ni mucho menos terminal. A lo largo de esta ponencia se han expuesto una serie de medidas que contribuirían al mantenimiento y desarrollo de la actividad minera en la región. Estas medidas son:

1. Facilitar la investigación geológica, reordenando la propiedad minera y simplificando los trámites administrativos. Interesa atraer nuevas empresas procedentes de otras provincias VMS para que aporten su visión a la hora de abordar los problemas que plantean este tipo de yacimientos.
2. Revisar el potencial metálico de los yacimientos clásicos. Analizar las zonas ricas en metales en las masas de sulfuros primarios, definiendo zonas cobrizas y polimetálicas. Estudiar la posibilidad de aplicar criterios de minería selectiva.
3. Fomentar la investigación, desarrollo y demostración de nuevos procesos que permitan aumentar el valor de la tonelada de mineral. Los complejos se están explotando en otros países industrializados y su experiencia puede ser útil.
4. Apoyar los proyectos que sean serios y respetuosos con el medioambiente, es decir, aquellos que promuevan una minería sustentable.
5. Fomentar las iniciativas que ayuden a conservar las explotaciones actuales. El turismo minero (profesional y amateur) puede servir para evitar la pérdida de algunos yacimientos.
6. Incentivar políticas de colaboración transfronteriza en investigación minera.

La Faja Pirítica contiene los mayores y algunos de los mejores yacimientos de su clase en el mundo. La situación presente no hace justicia a su pasado ni a su potencial futuro. Aplicando medidas similares a las aquí propuestas, se logrará dar un golpe de timón que cambie la tendencia actual.

BIBLIOGRAFÍA

- CARRASCO, I. (2000): "La minería en la faja pirítica. Notas históricas". *Bocamina*, GMM (ed.), Madrid. 5, 10 – 49.
- CARVALHO, P. FERREIRA, J. (1993): "Geología de Neves Corvo: estado actual de conocimiento". En *Symposium de Sulfuros Polimetálicos de la Faja Pirítica Ibérica*. Evora, 3 – 6 Octubre, 1.11.1 – 1.11.21.
- CHECA, M. MUÑOZ, A. CARRASCO, I. GÓMEZ, B. (2000): "La faja pirítica. Situación actual y perspectivas". *Bocamina*, GMM (ed.), Madrid. 5, 62 – 92.
- Colegio de Ingenieros de Minas del Mediodía (1999). "Faja Pirítica 99. Situación y actuaciones". COIMM, Sevilla. 46 pp.
- COSTA, L.R. PARRILLA, F. (1992): "Structure économique et minière de la bande pyritique ibérique." En *World Mining Congress*. R. Mañana (ed.). Madrid, 25 – 29 Mayo. 2, 617 – 625.

- ESCOBAR, J.M. RUIZ, G. y TOSCANO, M. (1999): "The Rio Tinto district". En Tornos, F. Locutura, J. Y Martins, L. (eds.) *The Iberian Pyrite Belt. Joint SGA IAGOD Field Trip B4*. 28 August – 3 Sept., 1999. ITGE – IGM, 33 - 38.
- FLORES CABALLERO, M. (1983): *La fiebre minera del siglo XIX*. Instituto de Estudios Onubenses "Padre Marchena". Excma. Dip. Prov. Huelva.
- GARCÍA PALOMERO, F. (1980): *Caracteres geológicos y relaciones morfológicas y genéticas de los yacimientos del anticlinal de Riotinto*. Instituto de Estudios Onubenses "Padre Marchena". Excma. Dip. Prov. Huelva. 264 pp.
- HUTCHINSON, R.W. (1990): "Precious metals in massive sulphide deposits". *Geol. Rundsch.* 79 – 2, 241 – 246.
- IGME (1982): *Síntesis Geológica de la faja pirítica del suroeste de España*. Servicio de publicaciones MINER, Madrid. 98, 105 pp.
- KNIGHT, F. VIDEIRA, J.C. (1999): "The Las Cruces Project". En Tornos, F. Locutura, J. Y Martins, L. (eds.) *The Iberian Pyrite Belt. Joint SGA IAGOD Field Trip B4*. 28 August – 3 Sept., 1999. ITGE – IGM, 41 – 43.
- LEISTEL, J.M. MARCOUX, E. Thiéblemont, D. *et al* (1998): "The volcanic – hosted massive sulphide deposits of the Iberian Pyrite Belt. Review and preface to the thematic issue". *Mineralium Deposita*, 33, 2 – 30.
- LOCUTURA, J. (1999): "The La Zarza Mine". En Tornos, F. Locutura, J. Y Martins, L. (eds.) *The Iberian Pyrite Belt. Joint SGA IAGOD Field Trip B4*. 28 August – 3 Sept., 1999. ITGE – IGM, 28 – 31.
- MRT, SAL. (2000): "Declaración de recursos de mineral de cobre". No publicado.
- NAVAN RESOURCES (1996): "Aguas Teñidas Deposit. Faja Pirítica. Cu – Pb – Zn – Ag". En *Simposium de Sulfuros Polimetálicos de la Faja Pirítica Ibérica*. Huelva, 21 – 23 Febrero. 6 pp.
- PÉREZ, J.M. (1994): *Las calcinaciones al aire libre: las teleras. Los conflictos sociales de febrero de 1888. Causas y consecuencias*. F.R.T., 30 pp.
- PONS, J.M. SAEZ, R. ALMODÓVAR, G.R. *et al* (1993): "Geología y estructura de los yacimientos de sulfuros masivos de Aznalcóllar y Los Frailes". En *Simposium de Sulfuros Polimetálicos de la Faja Pirítica Ibérica*. Evora, 3 – 6 Octubre, 1.9.1 – 1.9.16.
- SANTOS, A. *et al* (1993): "Aspectos geológicos del yacimiento Migollas". En *Simposium de Sulfuros Polimetálicos de la Faja Pirítica Ibérica*. Evora, 3 – 6 Octubre, 1.8.1 – 1.8.20.
- STRAUSS, G.K. MADEL, J. (1974): "Geology of massive sulphide deposits in the Spanish – Portuguese pyrite belt". *Geol. Rundsch.* 63, 191 – 211.

LAS CRUCES -
DESCUBRIMIENTO, MINERÍA, HIDROMETALURGIA Y
MEDIO AMBIENTE DE UN NUEVO PROYECTO DE COBRE /
FAJA PIRÍTICA IBÉRICA

GOBAIN OVEJERO ZAPPINO

RESUMEN

El nuevo proyecto minero-hidrometalúrgico Las Cruces (Faja Pirítica Ibérica, Sevilla) se fundamenta en una reserva extraíble de 15,8 millones de toneladas de mineral cuprífero de alta ley (5,94% Cu).

El yacimiento, oculto bajo 150 m de sedimentos terciarios, fue descubierto en 1994 por prospección gravimétrica, habiéndose finalizado la evaluación del recurso mineral y los estudios hidrogeológicos y geotécnicos, sustentados en más de 100.000 metros perforados (377 sondeos), junto con los ensayos metalúrgicos de tratamiento de la mena, y los estudios de viabilidad técnica, medioambiental y económica.

El yacimiento consiste en sulfuros masivos polimetálicos, formados por mineralización primaria (pirita, esfalerita, galena y calcopirita) y un stockwork pirítico-cuprífero, encajado en rocas volcano-sedimentarias paleozoicas. Pero la singularidad del yacimiento radica en un importante enriquecimiento supergénico en sulfuros secundarios de cobre (calcosina, covelina, bornita), que constituye la reserva cuprífera económica.

ABSTRACT

The new mining-hydrometallurgic project of Las Cruces (in the Iberian Pyrite Belt, Seville) is based on a reserve of 15.8 million tonnes of high-grade copper ore (5.94% Cu).

The orebody, hidden under 150 m of Tertiary sediments, was detected in 1994 by gravity surveying. The mineral resource valuation and the hydrogeological and geotechnical studies, based on more than 100,000 metres drilled have been completed, as well as metallurgical studies, including technical, environmental and environmental studies.

The orebody is formed by a polymetallic primary mineralization (pyrite, sphalerite, galena and chalcopirite) and a pyritic-copper bearing stockwork, hosted in Paleozoic volcanic and sedimentary rocks. The singular nature of the mineral deposit lies in the preservation, under the Tertiary cover, of a supergenic enrichment of secondary copper sulfides, such as chalcosite, covellite and bornite, which constitutes the economic copper reserve, and which is covered by a gold and silver bearing gossan.

The project feasibility has been confirmed, based on mining the copper

Se ha confirmado la viabilidad del proyecto, basado en la extracción a cielo abierto de la reserva cuprífera y su tratamiento in situ, por vía hidrometalúrgica, con obtención directa de cátodos de cobre metal.

El proyecto se halla en fase avanzada de tramitación de los permisos administrativos necesarios para su desarrollo.

PALABRAS CLAVES

Las Cruces, Faja Pirítica, Sulfuros masivos, hidrometalurgia.

reserve using open pit methods and on site hydrometallurgical treatment of the ore to obtain copper metal cathodes.

The project is currently undergoing administrative permitting for its development.

KEY WORDS

Las Cruces, Pyrite Belt, Sulfides, hydrometallurgical.

INTRODUCCIÓN

El nuevo proyecto minero-hidrometalúrgico Las Cruces constituye un proyecto singular por la naturaleza geológica del yacimiento, por su plan de beneficio, hidrometalúrgico de la mena de cobre y por su plan de gestión mediomambiental así como, en cierto modo, por el momento histórico de declive generalizado de la minería metálica española, por lo que su desarrollo lo convertiría en el único aprovechamiento minero metálico en el sector español de la Faja Pirítica Ibérica (junto con Neves Corvo, en el sector portugués) y en el conjunto del territorio español.

El yacimiento de Las Cruces se enclava en el extremo oriental de la Faja Pirítica Ibérica (FPI), provincia metálica de sulfuros masivos volcanogénicos paleozoicos, situada entre los grandes distritos mineros históricos de importancia mundial (Figura 1). La característica esencial de esta Faja es la de un conjunto de rocas sedimentarias y volcánicas del Devónico y del Carbonífero Inferior, discontinuamente aflorantes en una banda de 250 km, desde el sur de Lisboa hasta el norte de Sevilla. Contiene aproximadamente 140 yacimientos de piritita y de sulfuros de metales base, evaluados en más de 1.750 millones de toneladas de mineral (Tornos, e.p.)

EXPLORACIÓN Y DESCUBRIMIENTO

En 1990 el Grupo Rio Tinto incluyó la FPI entre sus objetivos de exploración minera a escala mundial. Los criterios básicos para su selección fueron varios: presencia de yacimientos gigantes de metales base, gran extensión regional del área prospectiva potencial (20.000 km²), presencia de áreas insuficientemente o nada exploradas, y disponibilidad de herramientas eficaces de prospección (gravimetría principalmente) para la detección directa de masas de sulfuros.

EXPLORACIÓN REGIONAL

El campo de exploración se aplicó no solo las áreas paleozoicas tradicionalmente prospectivas (formaciones volcano sedimentarias y orlas del Culm suprayacente), sino también a la búsqueda (1) bajo los sedimentos terciarios de

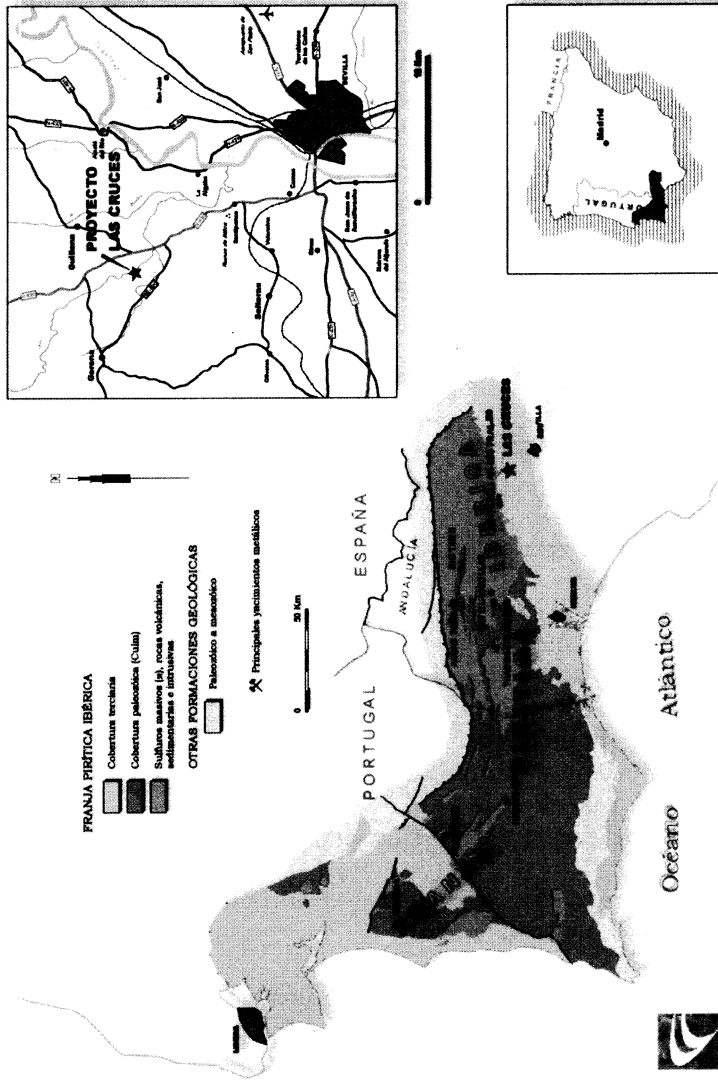


Figura 1. Localización del proyecto minero-hidrometalúrgico Las Cruces. Faja Piritica Ibérica

borde de las cuencas del Guadalquivir y del Sado; (2) en las formaciones supuestamente de muro o/y laterales de las formaciones volcano sedimentarias (facies "P-Q"); y (3) en las grandes extensiones de Culm.

La exploración se basó en el análisis de datos múltiples, facilitado por programas informáticos. En los mapas geológicos, geofísicos y geoquímicos se eliminó la frontera política, visualizándose la FPI como un todo (y no en dos pedazos), posibilitándose de forma tan sencilla una forma nueva de observarla.

Se recopilaron y crearon los siguientes datos regionales principales, geográficamente referenciados sobre base UTM:

- Indicios y yacimientos minerales
- Geología
- Geoquímica de arroyos regional multi-elemento (más de 15.000 km²)
- Aeromagnético / radiométrico sobre FPI portuguesa (vuelo RTZ, 1992, 9.750 km²) y aeromagnético sobre FPI española (adquisición del vuelo Exxon-Hunting de 1981, 6.000km²)
- Aeromagnético / radiométrico sobre el conjunto de la FPI y sur de Ossa-Morena, promovido por las empresas mineras, ejecutado por Sanders Geophysics, apoyado y financiado por la DGM (MINER) y dirigido por el IGME. Los datos fueron proporcionados a las empresas mineras de la FPI en la primavera de 1998
- Geoquímica de suelos (recopilación y homogeneización de coberturas históricas y propias)
- Gravimetría regional sobre FPI española: recopilación de: (1) gravimetría estructural (4 estaciones/km²; 5.000 km²) de la DGM, 1992; (2) datos de campañas gravimétricas de empresas mineras recopiladas por la DGM, 1995 y (3) gravimetría estructural del IGN (1 estación/km²)
- Datos (sondeos profundos y sísmica) de exploración de hidrocarburos (estructura, litologías y profundidades del basamento paleozoico prospectivo oculto bajo el Terciario)
- Datos de sondeos de agua en acuíferos terciarios (profundidades y litologías paleozoicas)
- Teledetección: interpretación estructural y de alteraciones sobre análisis digital de imágenes LANDSAT y radar
- Derechos mineros
- Parques naturales y zonas ambientalmente protegidas

EXPLORACIÓN SUB-REGIONAL — BÚSQUEDA BAJO TERCIARIO DE LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR

En octubre de 1992 se obtuvieron, a través de concurso público, una serie de derechos mineros sobre un área (247 km²) de recubrimiento terciario, apenas o nada explorada, situada al E del distrito minero más oriental conocido de la FPI (Aznalcóllar-Los Frailes). En esta área se localizaría meses después el yacimiento de Las Cruces.

GRAVIMETRÍA Y GEOQUÍMICA

El método básico de exploración se basó en la gravimetría terrestre, adoptando una red de estaciones de lectura irregular y abierta (aprox. 300 x 300 m, 11 estaciones por km²), considerada suficiente para identificar en primera aproximación yacimientos de sulfuros masivos de gran tonelaje. Posteriormente, sobre las anomalías seleccionadas, se procedió al cierre de malla para confirmación y configuración de dichas anomalías.

Sobre las anomalías gravimétricas confirmadas se aplicaron sondeos eléctricos verticales y sondeos electromagnéticos, para estimar el espesor del recubrimiento terciario, los posibles paleo-relieves (fuente de anomalías) y las resistividades del paleozoico oculto, que pudieran indicar zonas conductoras atribuibles a sulfuros masivos.

ANOMALÍA GRAVIMÉTRICA DE LAS CRUCES – MINERALIZACIÓN CONFIRMADA

En diciembre de 1994 se identificó una anomalía especialmente atractiva, que se denominó Las Cruces por su localización en un paraje del mismo nombre (Figura 2). La anomalía de Las Cruces presentaba un alto valor residual (2,8 miligales) y su geometría, oval y con alto gradiente, reflejaba un cuerpo denso, grande y aislado. Podría indicar un posible yacimiento de sulfuros masivos (aunque no necesariamente de valor económico) o un cuerpo intrusivo, o un paleo-relieve positivo acusado. Para resolver la incógnita se realizaron previos sondeos eléctricos verticales cuyos resultados sugirieron la presencia de una posible masa de sulfuros.

En mayo de 1994, el primer sondeo exploratorio confirmó la presencia de mineralización. Tras unos primeros meses de perforación se constató la presencia de calcosina, con altas leyes de cobre, reforzándose el impulso de la investigación.

MÉTODOS Y ENSAYOS COMPLEMENTARIOS SOBRE EL YACIMIENTO DE LAS CRUCES

En paralelo con la perforación se ensayaron y aplicaron sobre el yacimiento Las Cruces varios métodos geofísicos y geofísicos con resultados diversos. El método electromagnético de tiempos (TEM) fue el más útil para guiar los sondeos. Los métodos fueron los siguientes:

- TEM
- Audiomagnetotelúrico de fuente controlada (CSAMT).
- Testificación electromagnética en varios sondeos
- Testificación geofísica de sondeos con sonda múltiple
- Magnetometría terrestre
- Polarización inducida / resistividades
- Puesta a masa en sondeo
- Geoquímica de suelos multi-elemento (31 elementos)
- Geoquímica de gases en suelos

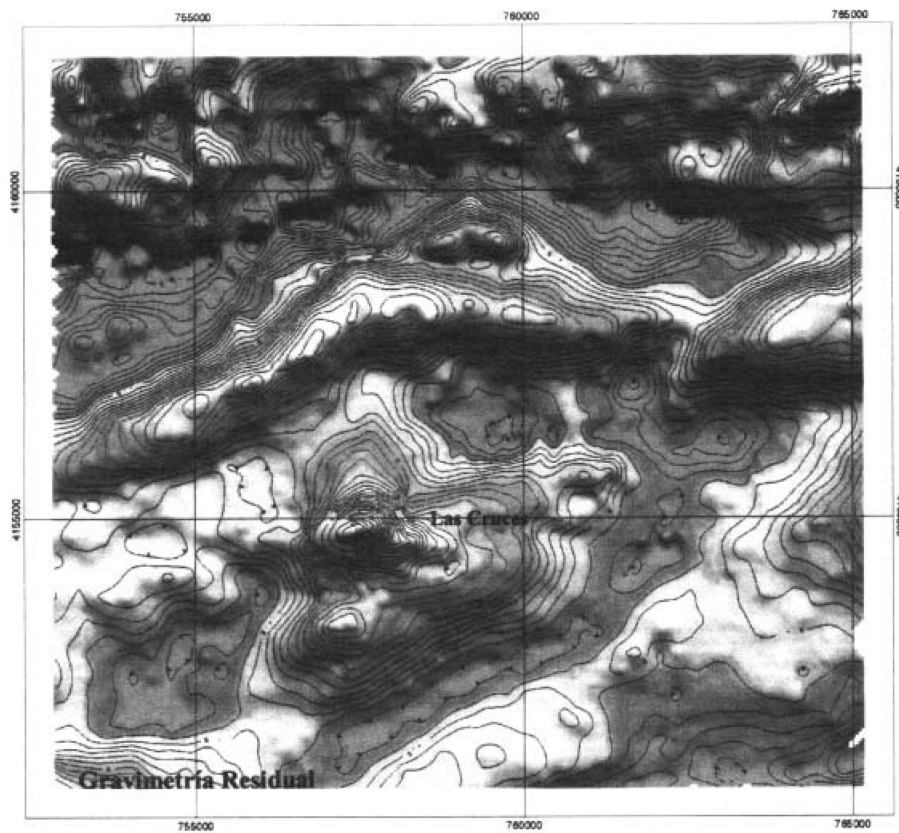


Figura 2. Mapa de anomalías gravimétricas.

GEOLOGÍA

Las Cruces es un yacimiento paleozoico completamente oculto por sedimentos terciarios. Su conocimiento actual se basa en sondeos. La malla cerrada de perforación ha permitido determinar la geometría y distribución de la mineralización. La reconstrucción precisa de la secuencia litológica y estructuras geológicas de detalle está limitada, hoy por hoy, al no poder ser ancladas en la observación directa en tres dimensiones.

ZONACIÓN MINERAL DEL YACIMIENTO

La zonación típica del yacimiento de Las Cruces es la siguiente (Figuras 3 y 4):

- en la parte superior un gossan con zonas auro-argentíferas;
- por debajo, una zona de cementación o de enriquecimiento secundario en sulfuros de cobre (calcosina, principalmente) parcialmente penetrativa sobre la zona de sulfuros primarios. Esta zona de enriquecimiento, dividida en subzonas geológicas (Zonas HCH, HCL y C4), constituye la reserva económica del yacimiento (15,8 Mt con 5,94%Cu)

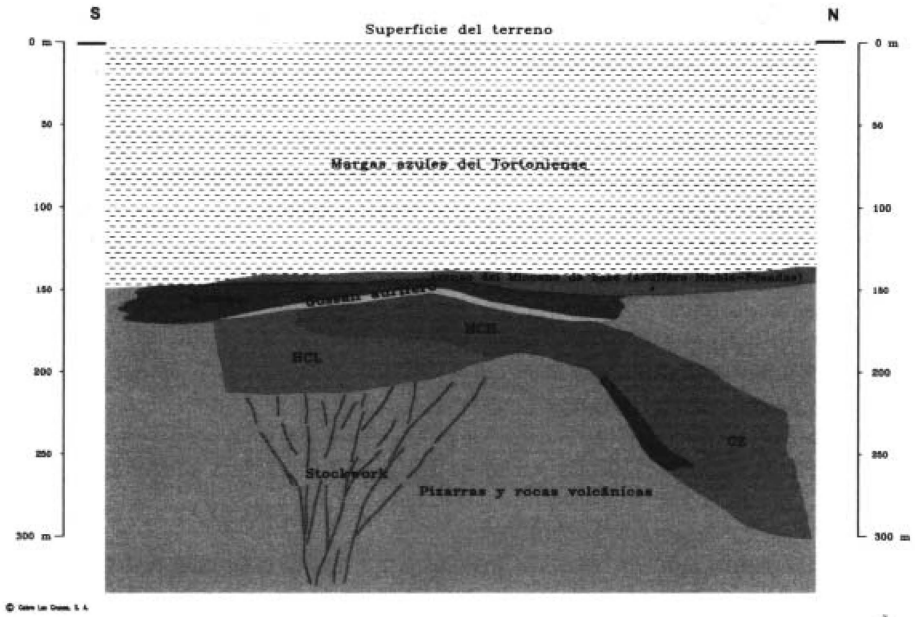


Figura 3. Corte Geológico del yacimiento

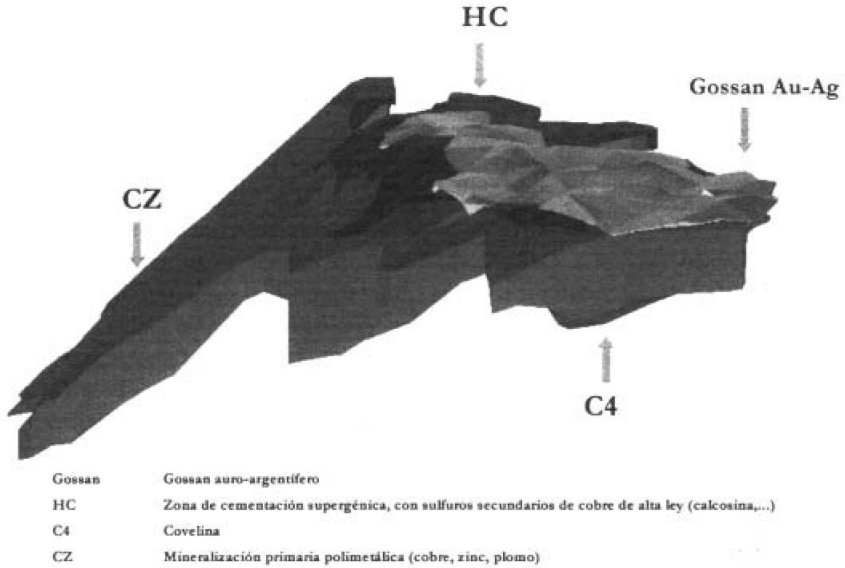


Figura 4. Vista isométrica 3D del yacimiento de sulfuros

- los sulfuros primarios polimetálicos (cobre, zinc, plomo) y
- un stockwork pirítico-cuprífero basal.

SINGULARIDAD DEL YACIMIENTO: LA CALCOSINA

El yacimiento cuprífero de Las Cruces presenta intacta la zona de cementación o enriquecimiento secundario en cobre, típica de muchos de los antiguos yacimientos aflorantes de la FPI.

No es común hoy día la explotación de masas de sulfuros secundarios de cobre. Formados cerca de la superficie, han sido objeto de explotación intensiva en el pasado hasta su agotamiento. Fue el caso de las minas de Rio Tinto: su explotación a finales del XIX de los cobres grises secundarios (el “negrilla”), con leyes medias declaradas en torno al 4% Cu, sustentó la base del desarrollo de la empresa y de la comarca.

La tabla 1 refleja las concentraciones en elementos mayores significativos y la mineralogía calculada de las subzonas HCH, HCL y de la subzona C4.

GÉNESIS Y PRESERVACIÓN DEL YACIMIENTO

El yacimiento sulfuros masivos primarios de Las Cruces se formó en el fondo marino, probablemente durante el Paleozoico superior (hace unos 350 millones de años), por la aportación de soluciones hidrotermales mineralizadas más o menos asociadas espacialmente a un volcanismo regional submarino.

La orogenia Hercínica imprimió al menos dos fases tectónicas sobrepuestas: (i) una, compresiva, generadora de la geometría principal y de la esquistosidad regional (S_1), de orientación N120°E y buzamiento 80° NE, acompañada de metamorfismo de grado bajo (tipo esquistos verdes) y (ii) una fase posterior, generadora de cizalladuras y esquistosidad de crenulación (S_2), de orientación N45°E y buzamiento 80° NW.

En un período geológico indeterminado, entre el Hercínico y el Mioceno, se produjo la erosión de los sedimentos suprayacentes quedando el techo del yacimiento parcialmente aflorante en una paleosuperficie continental, con un paleo-nivel freático oscilante varios metros por debajo de la superficie. Ésto dió lugar a unas condiciones oxidantes en la zona superficial (por encima del nivel freático) y reductoras en profundidad (por debajo del mismo). En la zona superficial se produjo la oxidación de los sulfuros dando lugar a una masa de óxidos de hierro (gossan) con concentraciones locales residuales de oro y plata, así como a la alteración y transformación intensa de las rocas encajantes. Los iones de cobre, lixiviados de la zona superficial, migraron en profundidad disueltos en aguas ácidas a través de fisuras, poros y cavidades para reprecipitar como sulfuros secundarios enriquecidos en cobre (calcosina). La combinación de la alteración meteórica, el descenso del perfil erosivo y las fluctuaciones del paleo-nivel freático dieron lugar al importante desarrollo vertical del gossan y de la zona infrayacente de sulfuros secundarios.

Posteriormente, esta paleosuperficie erosiva antigua, pre-Miocena, quedó sumergida bajo las aguas de la transgresión marina miocena, quedando el yacimiento sepultado bajo sedimentos marinos. La regresión marina subsiguiente

Tipo de Mineral	HCH	HCL	C4
Análisis químicos (%)			
Cu	6.83	5.56	11.17
Fe	34.0	25.2	32.3
S	42.4	31.0	41.4
Pb	1.37	0.35	0.27
Zn	0.33	0.11	0.24
SiO ₂	5.13	32.1	n/a
Mineralogía			
Calcosina (Cu ₂ S)	6.8	6.0	11.2
Calcopirita (CuFeS ₂)	1.7	1.2	4.3
Covelina (CuS)	0.6	0.4	0.2
Pirita (FeS ₂)	73.5	53.0	66.4
Galena (PbS)	1.6	0.4	0.3
Esfalerita (ZnS)	0.5	0.2	0.4
Sílice (SiO ₂) y otros	15.3	38.9	17.3

Tabla 1.

(Plioceno) dejó emergidos los sedimentos miocenos hasta nuestros días, pero no el yacimiento, que se mantuvo oculto, quedando así preservado de su explotación en el pasado. Esta zona corresponde a la actual campiña sevillana, en la rampa geomorfológica Sierra Morena-Valle del Guadalquivir.

LA SECUENCIA LITOLÓGICA LOCAL

El yacimiento de Las Cruces está encajado en una secuencia de tobas volcánicas y pizarras negras interestratificadas, de edad probablemente Devónico superior-Carbonífero inferior. Las pizarras presentan frecuentes deformaciones sinsedimentarias. Las rocas encajantes están fuertemente alteradas.

El recubrimiento subhorizontal de sedimentos terciarios del Tortoniense está formado, de muro a techo, por una formación transgresiva detrítica (“Mioceno de base”) de conglomerados fosilíferos, calcarenitas y arenicas semiconsolidadas, de 5 a 15 m de espesor con tendencia a acuñamiento hacia el S; seguida de una formación de margas (“margas azules del Guadalquivir”) de 100 a 150 m de espesor en el entorno del yacimiento. El “Mioceno de base”, junto con los primeros metros infrayacentes meteorizados del Paleozoico, constituye un acuífero regional confinado (acuífero Niebla-Posadas).

La secuencia local litológica resumida es la siguiente (Tabla2):

EVALUACIÓN DEL YACIMIENTO

SONDEOS DE INVESTIGACIÓN

El conocimiento del yacimiento en cuanto a su morfología, distribución y características mineralógicas y metalúrgicas de la mineralización se ha apoyado básicamente en sondeos, dada la naturaleza oculta del yacimiento.

ERA/PERÍODO		FORMACIÓN	ESPESOR (M)	LITOLOGÍA
Cuaternario		Aluviones, rañas	0-5	Arenas, gravas y limos
Terciario	Tortonense	Margas azules del Guadalquivir	0-140	Margas
	Mioceno transgresivo de base	Acuífero Niebla-Posadas	0-25	Areniscas semiconsolidadas
			0,5-5	Calcarenitas
			0-2,5	Conglomerados/brechas
Hercínico	Rocas ígneas intrusivas	Variable	Granitos-grabos-dioritas (aflorantes al Norte del yacimiento)	
Paleozoico	Carbonífero inferior	Yacimiento mineral Las Cruces	0-100	Sulfuros masivos, gossan
	Devónico Superior	Rocas encajantes volcano-sedimentarias	0-600	Tobas volcánicas ácidas-Pizarras

Tabla 2.

Desde su descubrimiento en 1994 hasta el 2001, período en que se concentran las perforaciones y estudios de viabilidad, se han perforado los siguientes sondeos con los siguientes objetivos:

- 1) Delineación de la masa mineral y evaluación tonelaje-ley (sondeos a testigo continuo de diámetro principalmente PQ: testigo 85 mm; 284 sondeos; 88.814 m)
- 2) Obtención de muestras representativas de gran volumen (140 t) para ensayos metalúrgicos mediante sondeos a testigo continuo de excepcional gran diámetro (231 mm) y sondeos a circulación inversa con recuperación de ripios (22 sondeos; 3.976 m)
- 3) Investigación hidrogeológica, incluyendo sondeos para ensayos individuales y múltiples de bombeo y ensayos de drenaje e inyección a presión en el acuífero Niebla-Posadas, junto con una red de sondeos piezométricos de observación: 14 sondeos hidrogeológicos (2.140 m), 5 sondeos para ensayos de reinyección (840 m) y 35 sondeos piezométricos (7.777 m)
- 4) Investigación geotécnica, incluyendo un sondeo de ensayo para medida de permeabilidad in situ (23 sondeos, 3.084 m)

ANÁLISIS

Se hicieron análisis de Cu para 18.092 muestras correspondientes a sendos intervalos de testigos. Los análisis de Pb, Zn, Ag y Au se hicieron también para la gran mayoría de los intervalos. Los elementos restantes (As, Bi, Cd, Hg, Sb, Sn, Ba, Fe, S) tienen menos análisis (una media de 12.000 por elemento). En total se hicieron 194.570 determinaciones analíticas repartidas entre 277 sondeos.

EVALUACIÓN GEOESTADÍSTICA

Previamente a la evaluación geoestadística se efectuó la verificación de la información consistente principalmente en la validación y estrío de la base de datos de sondeos, la comparación entre recuperación de testigo y la ley en cobre.

La elaboración de la información consistió en :

- Creación de intervalos regularizados (“composites”)
- Establecimiento y codificación de dominios geológicos
- Construcción de variogramas

El variograma direccional de Cu, en el plano horizontal, muestra una distribución anisotrópica del cobre, con un eje mayor N22°E y alcance de 140 m y un eje menor N113°E y alcance de 70 m, que refleja los controles geológicos de la distribución de la mineralización.

MODELO DE BLOQUES INFORMÁTICOS DEL YACIMIENTO

Finalmente se procedió a la elaboración del modelo geoestadístico de bloques del yacimiento. Se utilizó la metodología convencional adoptada para análisis estadístico de las variables de la ley, modelización de la topografía, determinación de límites geológicos, asignación de densidad aparente, interpolación de leyes y tabulación de recursos.

Se calculó la ley de los bloques por krigeage ordinario para Cu, Zn, Pb, Au, Ag, Fe, S, As y Hg y para densidades, indistintamente para cada zona mineralizada (HC, CZ, gossan y otras rocas mineralizadas), utilizándose los intervalos regularizados de 5 m.

ESTIMACIÓN MANUAL

Complementariamente a la estimación geoestadística, y a modo de comprobación, se realizó una estimación manual convencional de los recursos de las zonas HC y C4 para su contraste con los recursos krigeados del modelo informático de bloques. La estimación manual ofrece valores ligeramente inferiores, con 1,9% menos de tonelaje y 4,1% menos de ley media de cobre. Estas diferencias se consideran aceptables dada las variaciones geológica de la mineralización de las zonas HC y C4

ESTUDIO DE VARIABILIDAD METALÚRGICA DEL MINERAL

Se estudió la respuesta metalúrgica y la representatividad de la distribución espacial de las muestras objeto de ensayos metalúrgicos de las zonas a explotar.

RECURSOS Y RESERVAS

El contenido de cobre metal de todo el yacimiento es de 1.272.502 toneladas, teniendo en cuenta todas las zonas mineralizadas, y de 941.100 toneladas considerando solo las subzonas HCH, HCL y C4 de enriquecimiento supergénico en cobre (en ambos casos para una ley de corte de 1% Cu).

La reserva final extraíble a cielo abierto (HCH, HCL y C4) es de 15,875 Mt con una ley media del 5,94% Cu, lo que representa una extracción del 97% del metal de cobre del recurso con dilución.

EL PROYECTO MINERO E HIDROMETALÚRGICO

El esquema general del proyecto de aprovechamiento del mineral de Las Cruces comprende las siguientes actuaciones principales (Figura 5):

- Minería a cielo abierto
- Drenaje preventivo de aguas subterráneas
- Gestión de escombreras de materiales de recubrimiento (margas terciarias) y de rocas paleozoicas estériles de mina (mineralizadas en sulfuros / gossan)
- Tratamiento hidrometalúrgico del mineral de cobre
- Gestión de los estériles (pirita dominante) de tratamiento de la planta hidrometalúrgica
- Suministro de agua

MINERÍA A CIELO ABIERTO

El método de explotación propuesto es el de corta o cielo abierto. Previamente a la extracción del mineral habrá que excavar 140 m de margas de recubrimiento. El arranque se hará con voladura a partir de los 25 m de profundidad. Según la naturaleza del material extraído de la corta, éste se transportará, por camiones mineros, a la planta hidrometalúrgica (mineral de cobre), a escombreras (margas de recubrimiento) o a la instalación de estériles de mina (rocas paleozoicas mineralizadas en sulfuros / gossan). Se extraerá un total de 190 Mt de materiales. El máximo desarrollo de la corta será de 1.600 x 1.000 m en superficie y de 245 m en profundidad (desde la cota 35 m s.n.m. hasta la cota 210 m b.n.m.)

DRENAJE PREVENTIVO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

La operación minera requiere deprimir, en el entorno inmediato de la corta, el nivel del agua subterránea del acuífero Niebla-Posadas, situado sobre el yacimiento, hasta por debajo de la cota más baja de la explotación a cielo abierto.

Para conseguir este objetivo, así como para proteger el agua del acuífero (en calidad y cantidad) y no afectar a los usuarios, se ha diseñado y ensayado in situ un sistema de drenaje preventivo en avance, mediante sondeos exteriores y perimetrales a la corta, que interceptarán el agua subterránea, evitando su contacto con el mineral de la corta. Para evitar una propagación del cono de descenso del nivel piezométrico, fuera del entorno inmediato de la mina, el

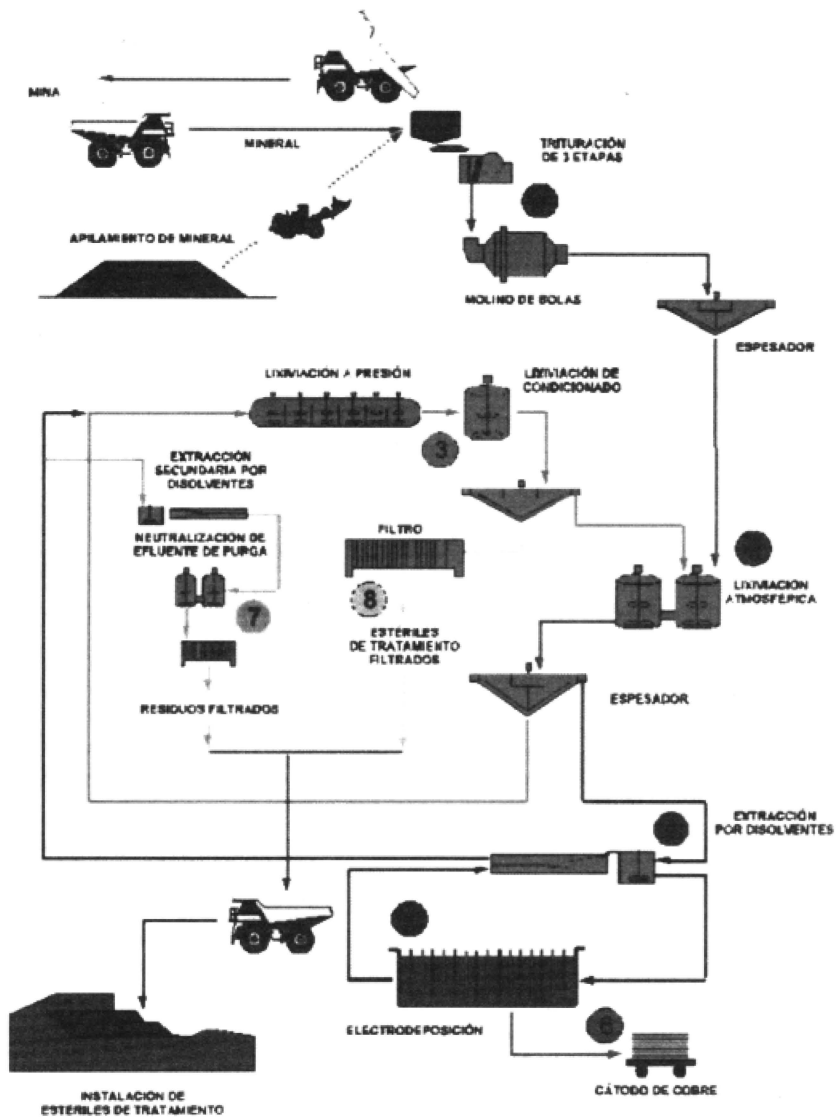


Figura 5. Proyecto Las Cruces. Esquema general del tratamiento mineral

agua bombeada se conducirá por tuberías, y será reinyectada en el acuífero, en sondeos de inyección situados a 2-3 km de la corta. Este sistema funcionará en circuito cerrado y continuo, durante toda la operación minera, de tal forma que el agua extraída por los sondeos de drenaje retornará al acuífero, para evitar afecciones significativas a los usuarios situados fuera del anillo de inyección.

GESTIÓN DE ESCOMBRERAS DE MATERIALES DE RECUBRIMIENTO (MARGAS) Y DE ROCAS PALEOZOICAS ESTÉRILES DE MINA (MINERALIZADAS EN SULFUROS / GOSSAN)

La extracción del mineral de cobre conlleva el desmonte de 140 m de margas de recubrimiento, que se depositarán en escombreras, cuya ubicación y forma se ha diseñado para minimizar el impacto medioambiental: pendientes suaves (14°) y alturas que no excederán generalmente los 40-45 m sobre la superficie original. Para reducir la superficie ocupada por las escombreras de margas, y en función del plan de explotación, se irán transfiriendo margas excavadas de una parte de la corta al sector ya explotado de la misma.

Se requerirá también extraer 30,9 Mt de rocas paleozoicas mineralizadas (estériles de mina), integrados por 19,4 Mt de rocas con pirita, 5,8 de gossan y 5,7 de mineralización polimetálica. Estas rocas se depositarán en una instalación diseñada al efecto, y se irán recubriendo progresivamente por margas, que encapsularán a este estéril mineralizado. El gossan y la mineralización polimetálica se depositarán independientemente, dada su potencial posibilidad de aprovechamiento futuro.

TRATAMIENTO HIDROMETALÚRGICO DEL MINERAL DE COBRE

El tratamiento proyectado para el mineral de Las Cruces difiere del método convencional empleado en la Faja Pirítica, que por flotación produce concentrados de mineral de cobre (20 a 24% de Cu), de los que el cobre metal se extrae por fusión (pirometalurgia). El método a emplear (hidrometalurgia), tratará el mineral mediante lixiviación, extracción por disolventes y electrodeposición (SX-EW). Se utilizará por primera vez en España, y suprime el impacto ambiental adicional que pudiera derivarse de la extracción del cobre a partir de concentrados.

Este tratamiento producirá directamente cobre metal de alta pureza (LME Grado "A": 99,9935% Cu) en forma de cátodos (planchas de cobre).

La planta de tratamiento se ha diseñado para tratar 3.500 t/día de mineral con 5,9% de cobre, a través de una secuencia (Figura 5), que incluye la trituración y molienda del mineral, con obtención de una pulpa que pasa al proceso de lixiviación, donde se disuelve más del 90% del cobre del mineral. Este proceso utiliza una combinación de oxígeno puro, agua y ácido sulfúrico, en un recipiente a presión con agitación (autoclave) y tanques para la disolución del cobre.

La solución líquida cargada en cobre (separada de la parte sólida por filtrado) se concentra y purifica mediante extracción del cobre por disolventes orgánicos. La solución obtenida se bombea a una nave de celdas de electrodeposición. En ellas el cobre disuelto se deposita sobre cátodos de acero inoxidable, formando láminas de cobre metal puro (cátodos de cobre).

GESTIÓN DE LOS ESTÉRILES DE TRATAMIENTO DE LA PLANTA HIDROMETALÚRGICA

Tradicionalmente el depósito de estériles de tratamiento, en las operaciones mineras de la Faja Pirítica, se ha realizado en forma de lodos contenidos en presas o balsas bajo una lámina de agua (sub-acuoso). Una alternativa técnica-

mente viable la constituye el depósito en seco de los estériles (sub-aéreo), filtrándolos previamente para separar la parte líquida (solución cargada en cobre disuelto) de la parte sólida (ganga pirítica dominante).

El proyecto ha optado por el depósito en seco, descartando la tradicional balsa de lodos. La instalación de estériles de tratamiento se ha diseñado para el aislamiento y encapsulamiento progresivo del estéril con margas, hasta su encapsulado final en margas (Figura 6).

El depósito en seco de los estériles, frente al depósito en balsa bajo agua, proporcionará las siguientes ventajas:

- se posibilita el recubrimiento progresivo del estéril, a medida que se va generando, minimizando así la superficie de estéril expuesta al aire,
- se recupera y recicla el agua, por filtrado de la pulpa, lo que permite reducir su consumo,
- se requiere menor superficie de depósito,
- se consigue mayor resistencia a la cizalladura y menor conductividad hidráulica de los estériles compactados,
- se reducen prácticamente a cero las filtraciones, evitando cualquier posible riesgo de impacto en las aguas subterráneas y superficiales,
- se eliminan los riesgos de deformaciones en la cobertura (inducidos por el asentamiento de los estériles), al estar construida sobre estériles compactados, y
- se evita la licuefacción y fluencia de los estériles, al estar secos, ya sea en condiciones estáticas o dinámicas (sismicidad), y se garantiza la estabilidad del depósito de estériles, minimizando las consecuencias de un accidente potencial (la masa de estériles secos se desplazaría mínimamente en comparación con estériles subacuáticos).

En el caso de Las Cruces, el tratamiento del mineral genera dos tipos de residuos mineros sólidos: estériles de tratamiento, consistente fundamentalmente en pirita molida (15 Mt), obtenido por el proceso de filtrado a presión para separar el líquido (solución cargada en cobre) del sólido (pirita dominante), y un producto formado por magnetita, yeso y cantidades mínimas de hidróxidos metálicos (1,5 Mt).

El filtrado del estéril de tratamiento produce, en definitiva, un material sólido con consistencia de arena húmeda, que se depositará en la instalación de estériles de tratamiento, en forma sólida y seca (con menos del 10% de humedad).

El diseño de esta instalación de estériles, ha estado precedido de estudios geotécnicos e hidrogeológicos, tanto del substrato margoso como de los propios estériles. El fondo de la instalación lo constituirá una barrera impermeable de geomembrana, superpuesta sobre una capa de margas compactadas. Sobre esta barrera se irán depositando los estériles, que se cubrirán progresivamente con margas (compactadas en su base); de esta manera los estériles irán quedando aislados hasta su encapsulamiento final, de forma que sólo una pequeña parte de los mismos va quedando expuesta durante la vida de la mina. Las margas de cobertera se restaurarán según avanza la instalación. La instalación

queda así aislada de las aguas superficiales y subterráneas (acuífero Niebla-Posadas). Además, la instalación está aislada del acuífero por una barrera geológica natural, de más de 100 m de espesor de margas impermeables.

SUMINISTRO DE AGUA

El proyecto utilizará como fuente principal aguas residuales depuradas (2,25 Hm³/año de promedio). En conformidad con el Plan Hidrológico del Guadalquivir su captación se realizará durante siete meses del período invernal (15 Septiembre a 15 Abril). El agua se bombeará y conducirá por tubería enterrada (18 km recorrido) desde la EDAR San Jerónimo -que vierte al Guadalquivir- hasta una balsa de abastecimiento (1,3 Hm³ de capacidad) que se construirá en el área del proyecto, para garantizar el suministro ininterrumpido durante todo el año.

MEDIO AMBIENTE

Desde la fase temprana de las perforaciones, en 1995, y con el fin de introducir actuaciones ambientales preventivas, se realizaron estudios preliminares específicos de campo, de caracterización ambiental del área del proyecto. Posteriormente, en 1997, se realizó un extenso estudio global -Estudio Ambiental de Base- sobre un área de 80 km² circundante a la zona del Proyecto. El estudio de base cubrió una amplia gama de aspectos, desde salud veterinaria de la cabaña animal, la productividad de suelos y cultivos, hasta inventarios de aves esteparias, vegetación riparia o el hábitat de una especie protegida (*Mauremys leprosa*).

Posteriormente, en 2000 e inicios de 2001 se realizó el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) elaborado por FRASA Ingenieros Consultores. El EIA ha evaluado todos los posibles impactos y propuesto las medidas ambientales preventivas a integrar en la ingeniería del proyecto. El EIA ha cubierto los siguientes aspectos:

- Legislación ambiental (normativa existente y Directivas europeas en elaboración), para su integración en los diseños técnicos y en el Estudio de Impacto Ambiental.
- Análisis del proyecto, comprendiendo el método de minería seleccionado, geometría y desarrollo de la corta, proceso de producción del cobre, generación de estériles y escombreras, gestión del agua y de los residuos generados, consumo eléctrico y de reactivos, e infraestructuras prevista. Se destacan los aspectos del proyecto con posible repercusión ambiental.
- Descripción de las Alternativas al Proyecto, analizando las posibles alternativas de la mina, proceso de tratamiento del mineral, y estériles de tratamiento. Se plantean los requisitos de suelo a ocupar, necesidades de agua y otros recursos a utilizar, y se presenta un análisis comparativo de las diferentes alternativas técnicamente viables, y las razones de las elecciones finales.
- Inventario ambiental (Estudio Ambiental de Base), donde se describe el actual activo ambiental de una amplia área, antes del inicio del proyecto.

Se abordan los ambientes: abiótico (clima, atmósfera, sosiego, suelo, agua), biótico (fauna, flora, ecosistemas acuáticos y terrestres, y especies con algún grado de protección), visual (paisaje) y humano (población, empleo, patrimonio cultural). Se destacan los recursos más sensitivos frente a las acciones del proyecto.

- Identificación, evaluación, prevención y mitigación de impactos, donde se pone el énfasis en identificar los impactos potenciales del Proyecto, en relación con: paisaje y percepción visual, vibraciones y proyecciones, ruido, polvo, gases, olores, aguas, tierra, ecología, arqueología, infraestructuras y socio-economía. Todos los posibles impactos son analizados en las fases de construcción, producción, clausura y post-clausura, y todo ello sin y con medidas de mitigación y reducción de impactos. Se incluyen las correspondientes matrices de efectos ambientales, y una evaluación de los diferentes impactos ambientales. A fin de hacer más comprensible el análisis de los impactos, se optó por una presentación estructurada temáticamente, para todos y cada uno de los elementos ambientales (agua, suelos, ecología, etc.) del proyecto. A su vez el impacto, para cada elemento ambiental, es analizado progresivamente, desde la identificación hasta su mitigación.
- Plan de Restauración, se ha diseñado integrando las consideraciones ambientales y de ordenación del territorio. El Plan detalla y valora todas las actuaciones previstas, orientadas a suprimir o atenuar los efectos ambientales negativos de las actuaciones del proyecto, en cada una de sus fases. Igualmente incluye las medidas compensatorias propuestas. Se acompaña de un estudio económico, con sus costes de ejecución y mantenimiento.
- Programa de Vigilancia y Control Ambiental, fundamentado en las recomendaciones de todos los especialistas que han intervenido en el estudio. Su objetivo es asegurar la eficacia de las medidas de restauración propuestas para mitigar los efectos ambientales desfavorables del proyecto.

CONCLUSIONES

El nuevo proyecto minero-hidrometalúrgico de Las Cruces representa un hito en la minería metálica de la Faja Pirítica por la propia característica de la alta ley en cobre del yacimiento, por el beneficio del mineral por vía hidrometalúrgica y por las tecnologías de ingeniería y medidas ambientales del proyecto.

La ingeniería del proyecto Las Cruces está diseñada sobre la base de la aplicación, siempre que posible, de las mejores tecnologías disponibles, particularmente en los ámbitos del tratamiento del mineral, en la gestión de las aguas subterráneas, en la restauración progresiva del espacio afectado en paralelo con la explotación y en la gestión de los residuos mineros, mediante su encapsulamiento progresivo y en seco, evitándose la utilización de balsas de lodos.

DESARROLLO DEL PROYECTO MINERO DE AGUA BLANCA

ALBERTO LAVANDEIRA

RESUMEN

La puesta en marcha del proyecto minero de Agua Blanca, en el sur de Badajoz, supone sin duda un hito histórico en la minería española.

Por un lado es el primer proyecto minero de envergadura que se lleva a cabo en el siglo XXI en España, y por otro lado supone una reactivación de la minería metálica en el suroeste peninsular, tras las inversiones llevadas a cabo en los años setenta y ochenta.

Agua Blanca es además un yacimiento de Níquel, Cobre y Platinoides encajado en rocas ultrabásicas, lo que contrasta con los sulfuros complejos de la "Faja Pirítica", por lo que su explotación abre un nuevo campo para el descubrimiento de nuevos yacimientos de este tipo.

En la exposición se mostrará la evolución de las fases del proyecto desde su descubrimiento hasta su puesta en marcha, describiendo los problemas encontrados y las soluciones planteadas, con especial énfasis en las medidas de control medioambiental del proyecto hasta hacerlo realidad.

PALABRAS CLAVES

Agua Blanca, Badajoz, Faja Pirítica, Níquel

ABSTRACT

The beginning of the mining Agua Blanca project, in the south of Badajoz, supposes without a doubt an historical landmark in the Spanish mining.

By a side it is the first mining project of spread that is carried out in century XXI in Spain, and on the other hand supposes a reactivation of the metallic mining in the peninsular southwest, after the carried out investments in the Seventies and eighty.

Agua Blanca is in addition a deposit to Nickel, Copper and Platinoides fitted on ultrabasic rocks, which contrasts with complex sulphides of the "Pyrite Belt", reason why its operation opens a new field for the discovery of new deposits of this type.

In the exhibition one will be to the evolution of the phases of the project from his discovery to his beginning, describing the found problems and the solutions raised, with special emphasis in the measures of environmental control of the project to making it reality.

KEY WORDS

Agua Blanca, Badajoz, Pyrite Belt, Nickel

INTRODUCCIÓN

Río Narcea Gold Mines es una empresa distinta a lo habitual en la minería española. Río Narcea es una empresa fundamentalmente española, ya que todos sus empleados son españoles, con todas sus minas en España y con todas sus actividades de explotación en España.

Sin embargo Río Narcea es una empresa que cotiza en bolsa, concretamente en Toronto, aunque también en Berlín, y sus principales accionistas están formados por fondos de inversión fundamentalmente canadienses, americanos y noreuropeos.

Actualmente la empresa explota una mina de oro en El Valle, situada en Belmonte de Miranda, Asturias y otra pequeña explotación situada a 10 km al norte de la anterior denominada Carlés. Asimismo se encuentra en fase de desarrollo un nuevo proyecto de oro en la provincia de Coruña, denominado Corcoesto y llevan a cabo diversas actividades de exploración de oro fundamentalmente en las comunidades autónomas asturiana y gallega.

Asimismo las actividades de exploración de la empresa tienen un fuerte foco en los minerales de níquel y cobre en la región de Ossa Morena controlando permisos de investigación situados en los alrededores del yacimiento de Agua Blanca y en el sur de la provincia de Badajoz. También tiene derechos mineros en el sureste de Portugal.

Una característica de esta empresa joven, que se creó en 1994, es que ha seguido los más altos estándares de calidad, tanto técnica como medioambiental



Figura 1.: Instalaciones

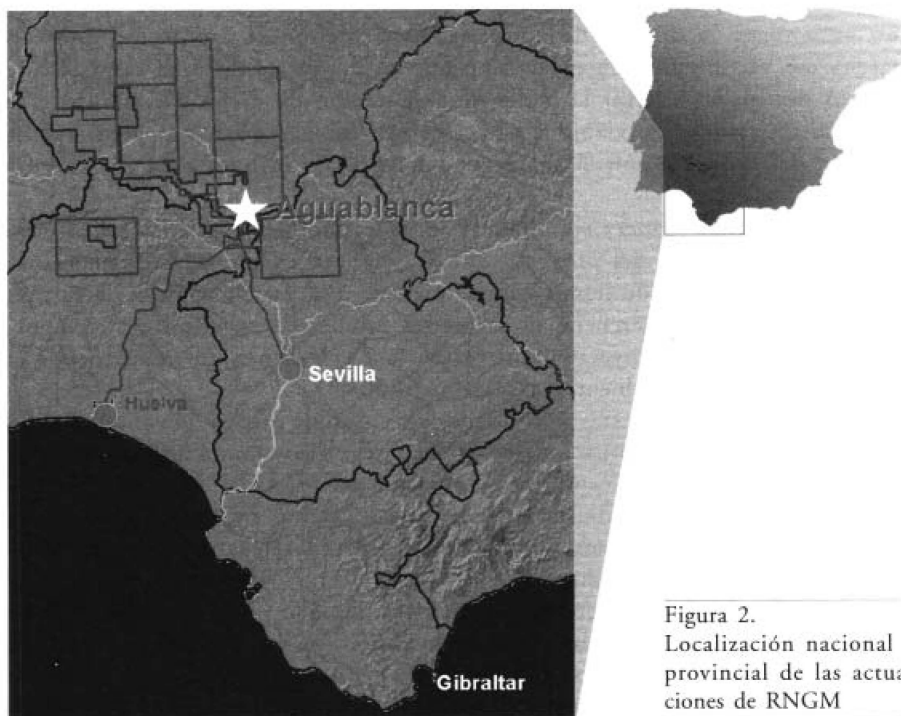


Figura 2.
Localización nacional y provincial de las actuaciones de RNGM

en el desarrollo de sus proyectos de Asturias, y está aplicando esta experiencia en la puesta en marcha del Proyecto de Agua Blanca.

El proyecto de Agua Blanca está situado al Sur de Badajoz aproximadamente en la confluencia con Huelva y Sevilla, a unos 70 Kms al Norte de Sevilla, bien comunicado con la “Ruta de la Plata” que transcurre inmediatamente al Oeste del yacimiento.

ANTECEDENTES DEL PROYECTO

El yacimiento de Agua Blanca fue descubierto en 1993 durante una campaña de exploración mineral de oro explorando gossans que podrían ser similares a un yacimiento que en ese momento explotaba Río Tinto Minera en Huelva denominado Cerro Colorado.

El yacimiento se encuentra enclavado en una reserva del Estado. Siguiendo uno de los procedimientos para explotación y exploración de este tipo de permiso minero, la explotación de dicha reserva fue adjudicada a un consorcio formado por Río Tinto Minera y el Estado Español, participando ambos en un 50%. El Estado Español estaba representado por PRESUR.

El Consorcio explora el yacimiento hasta 1997 y evalúa distintas alternativas para la puesta en marcha. En ese periodo se sondea el yacimiento y se llevan a cabo pruebas piloto para el tratamiento del mineral.

Río Narcea Gold Mines durante el año 2001 continúa analizando proyectos de exploración de oro y níquel en la zona al Norte de Agua Blanca y llega a un acuerdo con Atlantic Copper y el Estado Español a mediados del mismo año para tener la opción de adquirir los derechos de ambos y poner en marcha ese yacimiento. En ese mismo año se llevan a cabo una campaña de sondeos destinada a cerrar la malla de exploración de dicho yacimiento y se completa un estudio de viabilidad para definir los parámetros técnicos y económicos del Proyecto con el fin de poder financiar la puesta en marcha del mismo.

Asimismo, y de manera simultánea, en el mismo año comienza un estudio de impacto ambiental del proyecto que se presenta en noviembre del mismo año y tras casi un año de tramitación se procede a la presentación de la versión final que recoge las sugerencias de las partes implicadas en el mismo en Agosto del año 2002. El proyecto final recibe la Declaración de Impacto por el Ministerio de Medio Ambiente en Mayo del 2003.

Simultáneamente a estas actividades la empresa estuvo llevando a cabo gestiones con bancos internacionales para conseguir los fondos necesarios para la puesta en marcha. Se alcanzan acuerdos para un préstamo don dos bancos y seguidamente llevando a cabo una ampliación de capital en Agosto de 2003, lo que proporciona los suficientes fondos para cubrir los más de 60 millones de Euros previstos para la construcción.

Con el fin de paliar el pequeño retraso acumulado en la obtención de los permisos, y de forma simultánea a la financiación la empresa contrata con una firma de Ingeniería de conocido prestigio y experiencia el diseño y el proyecto de las instalaciones. De esa manera, en el momento que se obtienen los permisos,

Los de obra puede dar comienzo de inmediato la construcción de las instalaciones, que está prevista desde Octubre de 2003 a Junio de 2004. Los datos más significativos del Proyecto son que la vida de la explotación a cielo abierto está prevista en aproximadamente 11 años, explotando unos 16 millones de Toneladas y dando empleo a unas 165 personas de forma directa.

Además de dichos empleos la minería será contratada a una empresa especializada y es de esperar que la extensión del mineral en profundidad permita poner en marcha una explotación subterránea adicional al cielo abierto.

Si observamos en la siguiente figura una sección del yacimiento se puede comprobar que la mineralización asciende hasta la superficie de forma que aflora en el Cerro de Agua Blanca. La explotación a cielo abierto extraería el mineral hasta una profundidad de unos 250 metros momento en el cual la explotación a cielo abierto dejaría de ser económica.



Figura 3. Detalle proyecto explotación Aguas Blancas

Como puede observarse en dicha figura la mineralización continúa por debajo de la corta y alguna de las mejores leyes con valores más altos de níquel se encuentra situada inmediatamente debajo de la corta planificada. Esto daría lugar a una posible expansión de la utilización de minería subterránea. La empresa tiene previsto dar comienzo a una campaña de exploración subterránea de esta zona profunda.

La explotación a cielo abierto tiene una planta circular con una superficie de 28,6 hectáreas y aprovechará un yacimiento que está encajado en gabros con algunas rocas metamórficas, fundamentalmente compuestas por mármoles

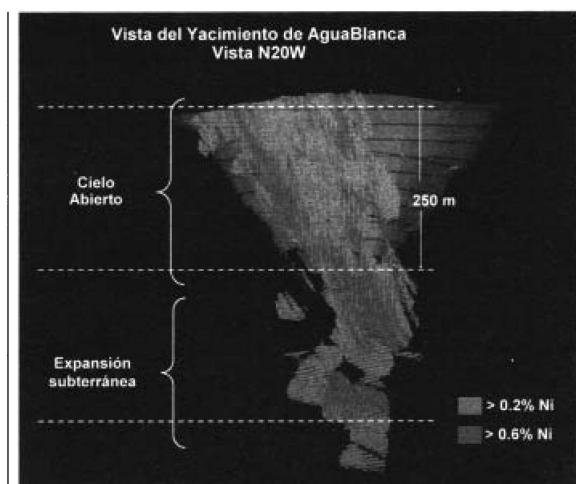


Figura 4. Vista del yacimiento Agua Blanca. Vista N20W

y skarns situadas al Norte, y una brecha magmática que es de la que contiene sulfuros y metales valiosos.

Desde el punto de vista medioambiental la situación de la corta entre cerros hace que su cuenca visual sea bastante baja. Los productos extraídos susceptibles de producir impacto dentro del Proyecto Minero son dos tipos de materiales: estéril y mineral. El estéril estaría compuesto por minerales con un contenido en níquel por debajo del 0.2%, que prácticamente no contiene sulfuros y que está formado por mármoles y gabros. Este tipo de material denominado estéril será almacenado en las escombreras y no puede ser susceptible de producir aguas ácidas dadas su composición.

La parte aprovechable del yacimiento, denominada mineral, en general tiene un contenido de níquel superior al 0,2% y se enviaría a la Planta de Tratamiento.

El mineral contiene sulfuros diseminados de níquel, cobre y de hierro denominados pentlandita, calcopirita y pirrotina. El contenido total de sulfuros es de 5 a 10 %. Los sulfuros serán recuperados en la Planta y formarán parte del concentrado de níquel y cobre.

Con referencia a lo anterior el tipo de mineral de Agua Blanca no contiene elementos potencialmente tóxicos, tales como arsénico, mercurio, cadmio, plomo u otros elementos que pudieran producir toxicidad. Los sulfuros diseminados de Agua Blanca son de origen magmático y no tienen ninguna similitud con los yacimientos conocidos de piritas complejas de la faja pirítica.

Las escombreras en sí almacenarían aproximadamente 48 millones de toneladas de estéril ocupando una superficie aproximada de 118 hectáreas.

En el diseño de las escombreras se ha previsto una capacidad potencial de las mismas de 33 millones de m³. Una forma de disminuir el tamaño e impacto visual de las mismas es la comercialización de los materiales que contienen. Es probable y de hecho se intentará que estos materiales tengan salida en el mercado de áridos disminuyendo así el espacio ocupado. Se ha calculado que por cada millón de m³ vendido se puede reducir la superficie ocupada en más de 3 hectáreas.

Uno de los puntos claves para evitar el impacto visual de las escombreras es la adecuada construcción de las mismas. Llevando a cabo un sistema de construcción de ascendente se consigue integrar las escombreras en el entorno de manera que la orografía del terreno no se vea alterada en gran medida. Realizando el vertido ascendente se puede conseguir una restauración progresiva que evita suciedad de aguas superficiales y un menor impacto sobre el paisaje.

En cuanto a las medidas para evitar el impacto visual se puede observar la política llevada en las escombreras del yacimiento de El Valle con un terreno complicado desde todos los puntos de vista y especialmente desde el punto de vista topográfico.

En la siguiente figura por ejemplo se observa que en la Escombrera Norte en menos de un año se ha conseguido la integración paisajista y morfológica de la escombrera, que dista mucho de las realizadas en otras épocas y en yacimientos similares de nuestro país.

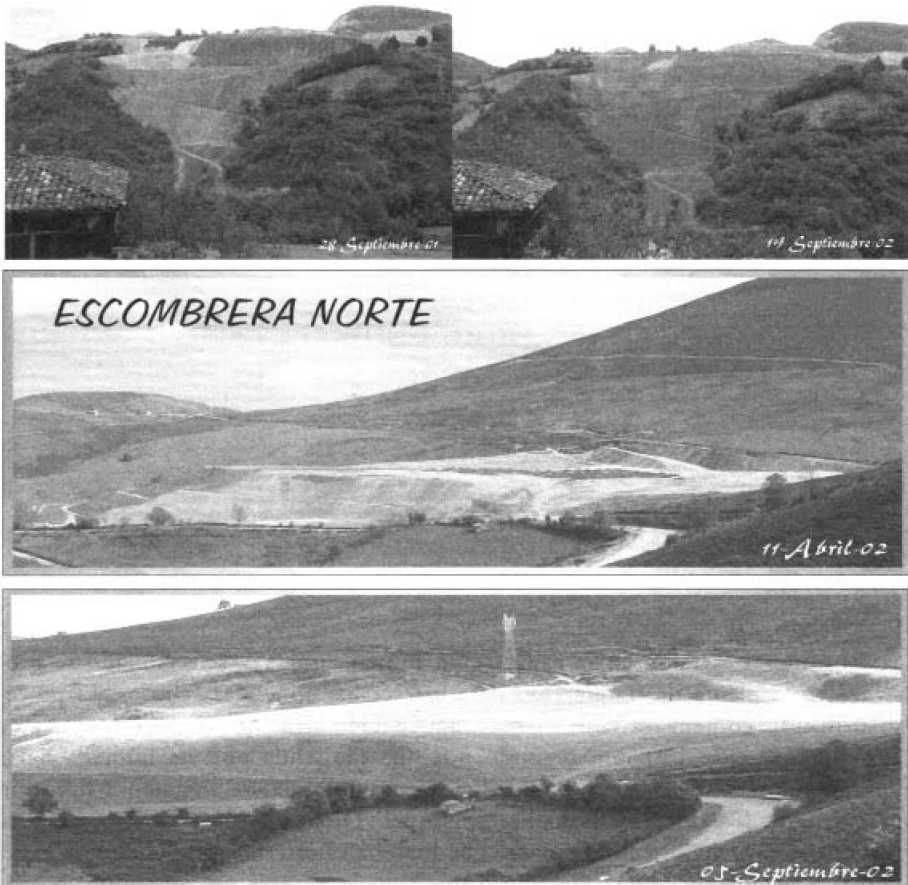


Figura 5.: Detalle de restauración

Además del sistema de construcción de escombreras los impactos de éstas están relacionados con las aguas superficiales. Las escombreras estarán dotadas de canales de recogida de agua en bordes pies y bermas. Esta agua será enviada a balsas de decantación impermeabilizadas para su utilización en el proceso. Con los niveles de precipitación previstos en la zona se puede garantizar el vertido cero de las mismas.

Como se ha mencionado el impacto visual es lo más llamativo de las escombreras de explotaciones a cielo abierto. Conscientes de esto Río Narcea ha analizado en detalle la disposición de las escombreras para evaluar las cuencas visuales desde distintos puntos de observación. Por ello se utilizan sistemas de Información Geográfica (GIS) en tres dimensiones que permiten simular las zonas visibles desde distintos puntos de observación. En las figuras adjuntas se ve por ejemplo una secuencia de cuencas visuales en distintos puntos de la carretera de acceso al Real de la Jara. Asimismo se observa en la izquierda de las figuras el trazado de la “Ruta de la Plata” con los puntos analizados. Este sistema de análisis permite simular con antelación los impactos visuales permitiendo crear con antelación barreras visuales en puntos estratégicos.

Como se observa en las figuras adjuntas tanto las escombreras como el depósito de lodos de la planta de tratamiento se encuentran relativamente ocultos de las vías públicas debido a los cerros que rodean la explotación, y entre los que se sitúan las escombreras.

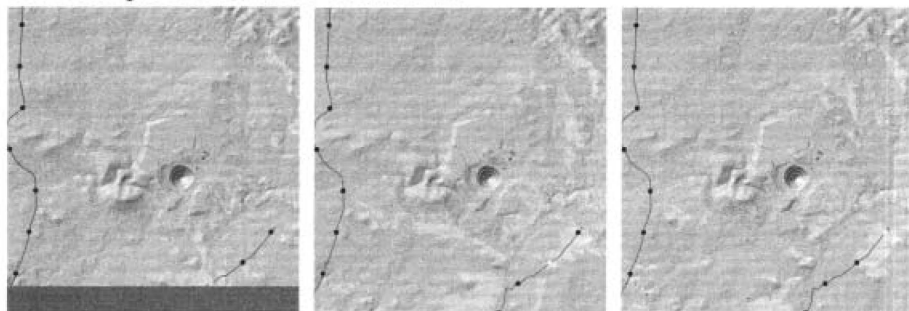


Figura 6. Proyecto Agua Blanca

PLANTA DE TRATAMIENTO

El mineral extraído en la explotación minera, una vez seleccionado se procesará en la planta de tratamiento para extraer los minerales valiosos. El proceso utilizado comenzará con un machaqueo primario, que reduce las rocas a aproximadamente 150 mm segundo por una molienda por vía húmeda hasta una granulometría de 0,1 milímetros. Las rocas molidas se someten a flotación para separar los sulfuros de Cobre y Níquel. Dichos sulfuros se espesan y se filtran para su envío a fundiciones. Los materiales estériles producidos se espesan para recuperar el agua que contienen hasta conseguir un contenido de más del 75% de sólidos. Los lodos espesados son almacenados pues con una mínima agua sobrenadante que es reutilizada.

En la figura adjunta se observa un esquema simplificado del proceso a utilizar.

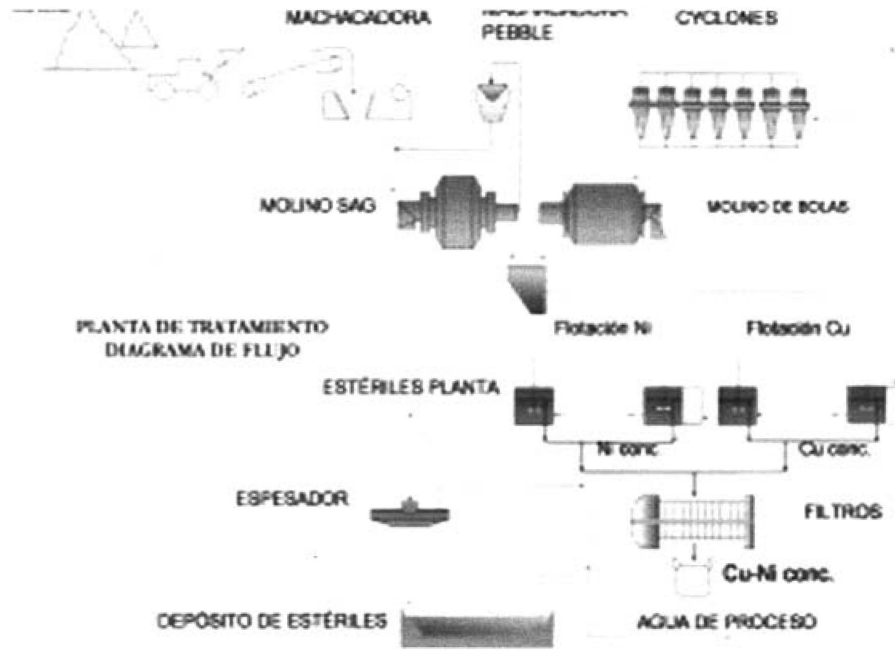


Figura 7. Proceso

Desde el punto de vista ambiental en el proceso de se puede destacar que la flotación se realiza sin utilizar medios químicos, y que toda el agua utilizada se reutiliza en el proceso para garantizar el vertido cero. Desde el punto de vista de seguridad y para evitar vertidos por rupturas de algunos de los equipos o tuberías de la planta esta dispone de una piscina de seguridad perimetral con una capacidad de más de 1.000m³ para evitar dichos vertidos accidentales.

EL ALMACENAMIENTO DE LOS ESTÉRILES DE TRATAMIENTO

Los productos estériles producidos durante el tratamiento están compuestos por partículas, en general de tamaño inferior a 75 micras y que han sido espesadas como se ha mencionado hasta una concentración de sólidos de más del 75% en peso. Dicho espesado permite una alta densidad de almacenamiento, de 2,14 t/m³, y hace que se produzca una imposibilidad física de segregación entre las partículas.

Como parte del estudio de almacenamiento se analizaron las distintas posibilidades de espesado de estos lodos consiguiéndose resultados francamente espectaculares como el que se observa en la figura adjunta (Fig.12) en la que se puede ver una prueba de hundimiento similar a la que se llevó a cabo en las pruebas de bombeo de hormigón. Se puede observar que los lodos tienen una alta plasticidad y pueden ser almacenados con cierta cohesión.

Desde el punto de vista de la caracterización química de estos lodos de tratamiento es de destacar que están compuestas por minerales no reactivos con mínimo contenido de sulfuros y también contienen restos de reactivos residuales de flotación, en muy bajas concentraciones, en todo caso biodegradables. Los lodos a almacenar están considerados como de muy baja toxicidad, con una total ausencia de metales pesados y de tal manera que sería necesario que un animal ingiriese varias decenas de veces su peso en lodos para alcanzar una dosis potencialmente letal.

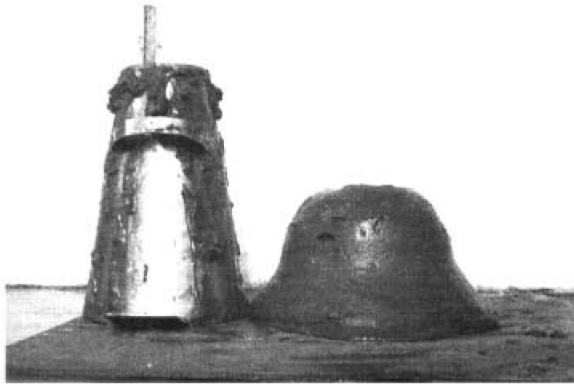


Figura 8.

Sin ninguna duda el elemento del proyecto que ha recibido más atención de todas las fases de diseño y de selección de alternativas ha sido el almacenamiento de los lodos del tratamiento. Para ello se han analizado las distintas alternativas conocidas a nivel mundial y sin duda se han seleccionado las que están consideradas como mejores técnicas disponibles para este tipo de materiales.

El sistema seleccionado es el de almacenamiento de lodos tras un alto grado de espesado en planta en una zona de terreno con forma de depósito natural y dotando a la misma de un sistema de drenaje interior y de la adecuada impermeabilización de las estructuras de almacenamiento. Con independencia de lo anterior también se ha propuesto la utilización de sistemas de codisposición, es decir almacenamiento de lodos de tratamiento junto con estériles gruesos de mina, tal como se describirá a continuación.

Las características del depósito de lodos espesados son que ocupa una superficie aproximada de 95 hectáreas y que estará situado en la cabecera de un pequeño valle, lo que evitará el aporte de aguas exteriores debido a la relativa extensión de su cuenca. Para evitar aun más la entrada de agua exterior que se mezcle con los lodos ya espesados se construirán canales perimetrales para la recogida de las aguas limpias de lluvia.

El almacenamiento se ha situado sobre unos terrenos cuyas características de impermeabilidad son excelentes alcanzándose valores de permeabilidad menores de $K \times 10^{-9}$. Para complementar aún más las dificultades de infiltración de agua en el terreno se construirá un sistema de tuberías de drenaje interior a lo largo de todo el vaso. Este sistema de tuberías de drenaje centraliza las

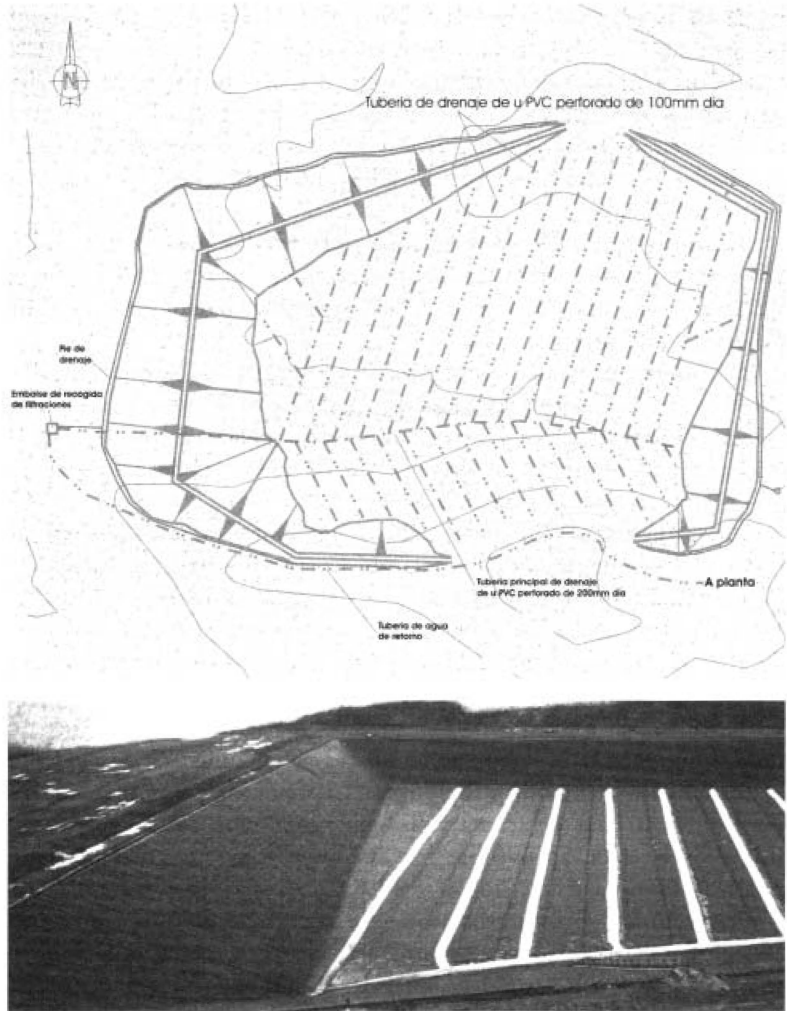


Figura 9. Detalle de balsas de lodos.

filtraciones de los lodos espesados atravesando el dique de contención hasta una balsa de decantación desde la cual se bombea el agua limpia a la planta de tratamiento para ser reutilizada en el proceso. Este pequeño recipiente de las aguas de filtración estará impermeabilizado con plástico para evitar cualquier infiltración al terreno. Asimismo el dique de seguridad de retención de los lodos espesados también será impermeabilizado para evitar filtraciones incontroladas a través del mismo. En todo caso el objetivo final de estas actuaciones es el obtener el vertido cero del Proyecto reutilizando todas las aguas del mismo, ya que el balance de agua general del proceso es negativo.

Como modelo y ejemplo de lo que consiste este sistema de tuberías de drenaje se puede observar en la siguiente figura el sistema de drenaje del

fondo de la balsa de lodos del El Valle que fue construida encima de un terreno de cuarcitas, que ha habido que rellenar y dar forma con materiales compactados y arcilla hasta construir un vaso impermeable que es drenado con un sistema de tuberías rodeadas de gravilla y geotextil. Es de destacar que en este depósito se almacenan lodos menos espesados que en Agua Blanca con contenidos residuales de cianuro y con un clima húmedo que hace más complicado el vertido cero obtenido.

En la siguiente figura se pueden observar los pequeños detalles constructivos de las distintas fases de ampliación y de almacenamiento de lodos espesados previstos para Agua Blanca, así como los sistemas de las recogidas de las tuberías de drenaje.

El sistema de almacenamiento de lodos espesados está considerado la mejor técnica disponible actualmente con respecto a los sistemas de almacenamiento líquidos convencionales, incluso superior a los almacenamientos por vía seca que tienen el inconveniente de creación de polvo en climas secos, como sería el caso de Agua Blanca.

Las principales ventajas del almacenamiento como lodos espesados son que la lámina líquida es mínima, estando la evaporación y consumo de agua y que permite una restauración progresiva del terreno ya que se puede circular por encima de las playas formadas al poco tiempo de la deposición. Desde el punto de vista de riesgo de infiltración de aguas al terreno la inexistencia de presiones estáticas libres debido a la red de drenaje, que cala zonas de circulación preferente de aguas, hace que la transmisión de agua al terreno sea prácticamente nula y que mejore el factor de seguridad geomecánica de los lodos almacenados.

En cuanto a la codisposición es el sistema más completo en teoría porque permite almacenar de forma simultánea los lodos de tratamiento con los de la mina. Se basa en aprovechar los huecos colados por el esponjamiento de las rocas de la mina, entre un 30 y 40% de espacio libre, para almacenar lodos.

Las ventajas son que disminuye la superficie conjunta de escombreras-balsa, consiguiéndose una gran densidad final que aumenta la estabilidad geotécnica y la cohesión. La humedad residual del conjunto es menor del 5%. Sin embargo los inconvenientes son que requiere una operación más complicada utilizando celdas de almacenamiento especialmente diseñadas y que necesita pruebas a escala industrial.

Dichas pruebas se llevarán a cabo durante los dos primeros años de producción simultáneos con el sistema de lodos espesados. La ventaja del sistema es que permite aprovechar las zonas con lodos espesados para las pruebas iniciales de codisposición, que continuarán si tienen éxito.

SISTEMA DE GESTIÓN DE AGUAS

Un punto fundamental del proyecto es el sistema de gestión de aguas ya que una de las claves de Agua Blanca es que está situada en la cabecera de cuencas de pantanos que alimentan de agua potable a Sevilla. Desde el principio del Proyecto estaba claro que debía considerarse éste con vertido cero. Para ello se han diseñado drenajes tanto en las balsas de lodos, como captación

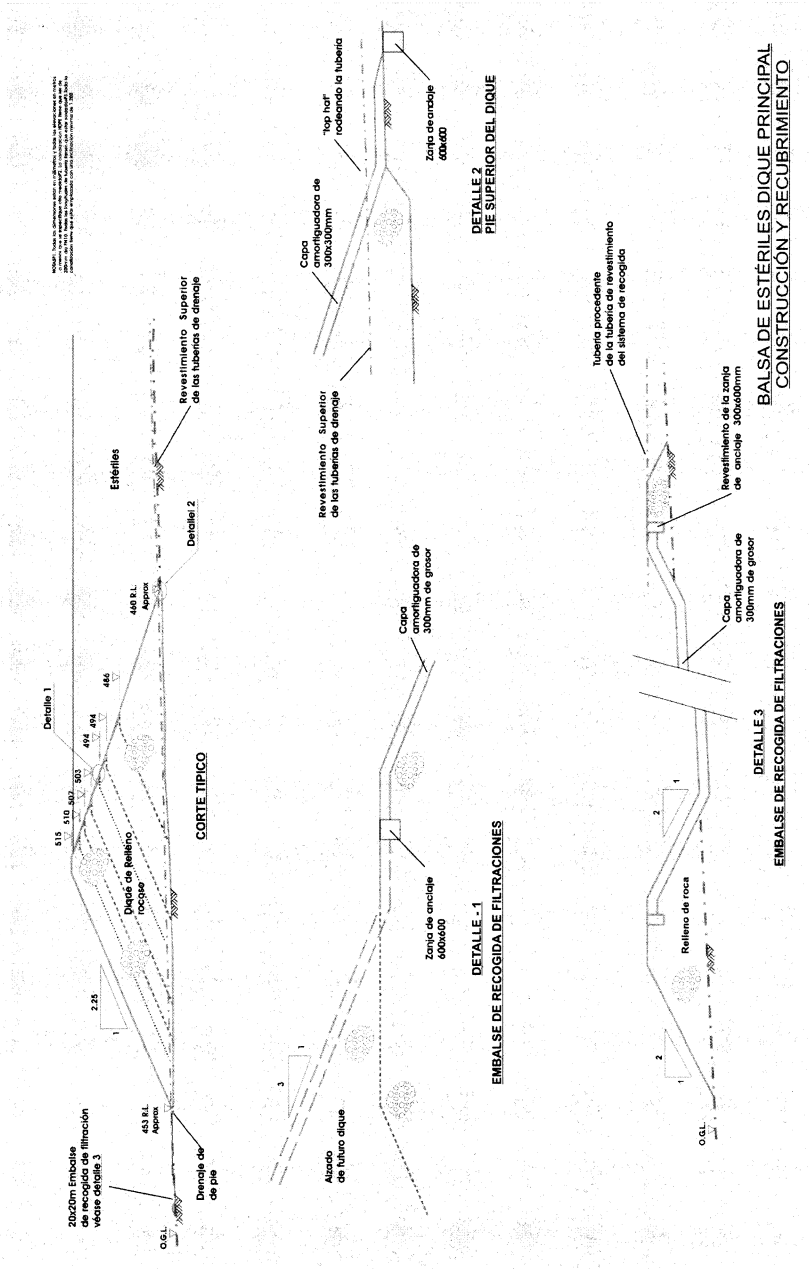


Figura 10. Balsa de estériles. Dique principal. Construcción y recubrimiento

de todas las correntías de diques y escombreras de forma que tras una decantación puedan ser reutilizadas estas aguas en el proceso. Todas las instalaciones del Proyecto están provistas de canales perimetrales, que lo que hacen que el agua de lluvia que no se mezcla en ningún momento con el proceso pueda ser utilizada como aporte de agua fresca y evitando las mezclas de aguas con aguas del proceso. A su vez las aguas fecales serán recogidas en fosas sépticas y sus lodos serán gestionados por una empresa autorizada según marca la legislación vigente.

Un esquema muy sencillo del sistema de gestión de aguas se muestra en la figura anexa.

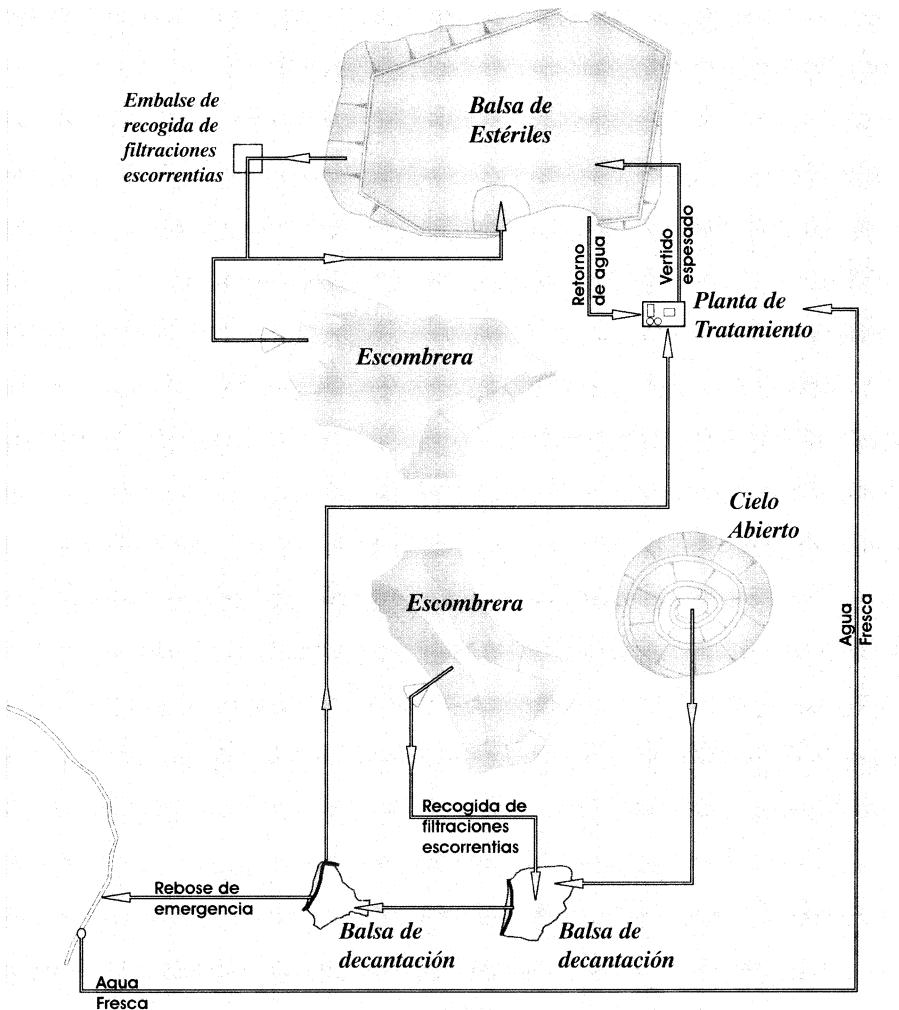


Figura 11. Esquema de gestión de aguas.

PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El Plan de Vigilancia Ambiental está diseñado para recoger toda la información ambiental y, tras su elaboración ser enviado a las administraciones implicadas tanto autonómicas como a nivel nacional.

El Plan de Vigilancia recogerá información de la calidad de aire mediante la instalación de una red propia de vigilancia y con los controles de emisión de los vehículos. La calidad de aire se evaluará con la colocación de captadores de partículas en los alrededores de la explotación para medir y controlar las emisiones de polvo que en la explotación puedan generarse.

En cuanto a las aguas el plan de vigilancia prevé una recogida y una toma de muestras tanto de aguas superficiales como subterráneas en los arroyos próximos del Culebrín y del Ribera del Cala. Estas aguas serán analizadas por Organismos autorizados por la Red Nacional de Acreditación al igual que la comprobación de las composiciones de las aguas producidas por los estériles de Planta. De esta forma se podrá prever la posible evolución de las mismas y analizar su potencial presencia en cauces. Toda la información recogida se remitirá a las Administraciones Autonómicas.

Uno de los puntos fundamentales del Plan de Vigilancia es el control del almacenamiento de lodos atendiendo a la Ley ITC-08.02.01. Este control incluye el seguimiento de la estabilidad del dique que será realizado utilizando inclinómetros y prismas que detectan cualquier tipo de movimiento por pequeño que sea.

Desde el punto de vista de restauración el Plan de Vigilancia incluye el seguimiento en el Plan de Labores de las superficies afectadas por las obras, los almacenamientos de tierra vegetal y el seguimiento de las superficies restauradas.

PLAN DE RESTAURACIÓN

El objetivo del Plan de Restauración es el conseguir una restauración progresiva una recuperación del valor ecológico de la zona a largo plazo y una integración en el paisaje de las obras realizadas. Esto se llevará a cabo realizando restauraciones con especies autóctonas, creando un vivero con una superficie de aproximadamente 2 hectáreas para dichas especies y llevando a cabo traslados selectivos de encinas y alcornoques para su replantación en las zonas no afectadas por el Proyecto. Así mismo está prevista la creación de una vía verde dentro del plan de restauración.

En cuanto al hueco creado por la corta a cielo abierto se estudiará la alternativa de llenado de la misma con agua fresca desviada artificialmente en la época invernal hasta formar un lago. Debido a la profundidad de la misma no es de esperar la eutrofización de las aguas almacenada, punto este que habrá de ser estudiado en los próximos años. En general, la parte superior de las escombreras y depósitos de estériles serán restauradas con especies autóctonas y los taludes de las escombreras serán restaurados mediante hidrosiembra de semillas de herbáceas que ayuden a retener los sólidos y eviten la erosión superficial.

En las figuras anexas se puede ver una simulación en tres dimensiones de la zona ocupada del Proyecto en el momento actual y en la siguiente figura una modelización tras la restauración, junto con la modelización del llenado de la corta hasta formar un lago. En la zona superior derecha de la figura se observa una parcela despoblada de árboles que será utilizada para las pruebas de codisposición de lodos con rocas de mina.

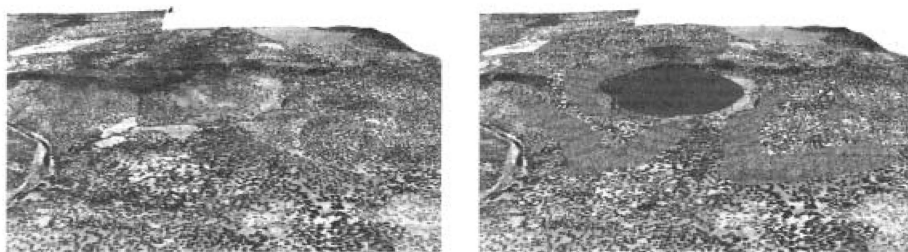


Figura 12. Vista parcial modelo de explotación.

CONCLUSIONES FINALES DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL MEDIO AMBIENTE

El Proyecto ha sido diseñado para gestionar las aguas para garantizar un vertido 0 y para detectar de una manera inmediata cualquier anomalía en el mismo, lo cual redundará en una práctica imposibilidad de contaminación de la Ribera del Cala y del Culebrín que discurren en las proximidades del Proyecto.

Por las mismas razones no resulta previsible la puesta en peligro de la calidad de las aguas de los pantanos de Cala y el Jergal por razones del Proyecto.

La elevada cohesión de los estériles espesados, junto con el método constructivo utilizado, hace que la posibilidad de una hipotética rotura del dique de contención sea prácticamente nula. Los estériles de planta así almacenados tienen muy baja toxicidad y sería necesario que un animal ingiriese una cantidad en varias veces superior a su peso en lodo para que la dosis resultase letal.

El depósito de lodos está situado en terrenos impermeables y donde esta impermeabilidad no es suficientemente alta debido al método constructivo estará dotado de impermeabilización artificial. La carencia de lámina de agua sobre los lodos disminuye la presión estática del agua lo cual se complementa con la existencia de drenajes inferiores bajo los lodos para evitar la infiltración de agua en el terreno.

La restauración de las escombreras y depósitos de lodos se realizará con especies autóctonas para garantizar la reutilización de estos terrenos con fines ganaderos al término de la explotación. La restauración así planificada cumple con los objetivos marcados de recuperación del valor ecológico de la zona y de la integración de la explotación en el paisaje de las obras realizadas.

EL FERROCARRIL DE MINAS DE CALA: APUNTES DEL PASADO, DEL PRESENTE Y DE UN POSIBLE FUTURO

RAMÓN GARRIDO MORILLO

RESUMEN

El aprovechamiento, a escala industrial, de los recursos mineros de la provincia de Huelva, no puede entenderse sin el ferrocarril. Se proyectaron y ejecutaron múltiples trazados ferroviarios que conectaban los centros extractivos con los puertos del suroeste peninsular. En un contexto mineralogénico distinto al de la Faja Pirítica, se desarrolló una importante actividad minera de la mano de empresarios vascos que fundaron la Sociedad Minas de Cala. El ferrocarril, también en este caso, constituyó una herramienta primordial para las actividades industriales. Se presenta un bosquejo histórico de la evolución de la Sociedad, sopesando la importancia que tuvo tanto el negocio minero como ferroviario. La información disponible nos la presenta como una Empresa Ferroviaria que contaba en su activo con una Mina. No significa que las intenciones iniciales fueran otras (Empresa Minera con un Ferrocarril). Por último, en el contexto del Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche, se discute la posibilidad de convertir los restos de ese trazado ferroviario en una senda natural al amparo del Programa Vías Verdes del Ministerio de Medio Ambiente y la Fundación Ferrocarriles Españoles (RENFE).

PALABRAS CLAVES

Faja Pirítica, Minas de Cala, Ferrocarril minero, Vía verde

ABSTRACT

The advantage, on industrial scale, of the mining resources of the province of Huelva, cannot be understood without the railway. They projected and they executed manifold drawn up railway that the extractive centres with the ports of the peninsular southwest connected. In a mineralogenic context different from the one from Pyrite Belt, an important mining activity of the hand of Basque industrialists was developed who founded the Society Mines of Cove. The railroad, also in this case, constituted a fundamental tool for the industrial activities. The importance appears an historical sketch of the evolution of the Society, hefting that had so much the mining business as railway. The information available us displays it like a Railway Company that counted in its assets with a Mine. It does not mean that the initial intentions were others (Mining Company with a Railway). Finally, in the context of the Natural Park Sierra of Aracena and Picos of Aroche, discusses the possibility of turning the rest of that railway layout a natural footpath to the shelter of the Program Green Way of the Ministry of Environmental and the Foundation Spanish Railroads (RENFE).

KEY WORDS

Pyrite Belt, Mines of Cala, Mining Railroad, Green way

INTRODUCCIÓN

Hacia 1900 aparecen por el norte de la provincia unos animosos vascos que adquieren los derechos mineros de la zona de Cala a su anterior propietario The Cala Mines Syndicate. Nace de esta forma la Sociedad Anónima Minas de Cala (SAMC) que se propone explotar los yacimientos de hierro y cobre asociados al Batolito de Santa Olalla.

Se consideraba prioritario la construcción de un trazado ferroviario que conectara las instalaciones mineras con su salida natural en los puertos del suroeste andaluz. La optimización de la importante inversión a realizar contemplaba el transporte de mercancías, viajeros, ganado y, sobre todo, minerales tanto propios como ajenos. Estos últimos, como se verá, resultarían decisivos para el buen funcionamiento del negocio. La situación del trazado, en la zona más oriental de la provincia de Huelva, facilitaría la incorporación de ramales a las minas del Castillo de las Guardas, a Peña del Hierro (Riotinto) y al Coto Teuler en los alrededores de Santa Olalla.

Tras un período inicial de incertidumbre (1905-1914), se pasa a un segundo de prosperidad (1915-1930) desembocando en un último de letargo con el cierre final de la línea (1931-1955). Los argumentos que podemos manejar para tratar de explicar el fin de la actividad ferroviaria son varios. En las memorias de la SAMC se habla del poco calado del puerto de Sevilla en San Juan de Aznalfarache y de la fuerte competencia que, ya en esta época, ejercía el transporte por carretera. Otro aspecto negativo a destacar, es la relación directa entre la abundancia de conflictos bélicos y su repercusión en un sector tan dependiente e imprevisible como el minero (Primera Guerra Mundial, Guerra Civil y Segunda Guerra Mundial). Tampoco podemos olvidar el agotamiento de los recursos en lo relativo a los minerales del Castillo y Teuler.

De las instalaciones se conserva la explanación, la mayoría de puentes y túneles y restos de las estaciones que jalonaban el trazado ferroviario. A la luz de programa Vías Verdes que realiza el Ministerio de Medio Ambiente y la Fundación Ferrocarriles Españoles, se sugiere en el presente trabajo, la posibilidad de habilitación de parte del trazado y su adaptación a este tipo de vías.

F.F.C.C. EN LA PROVINCIA DE HUELVA

La colonización de las minas de Huelva por capitales extranjeros se remonta a 1727 cuando Wolters renueva la explotación de las minas de Riotinto. Posteriormente, hacia 1850, esos mismos inversores, ponen sus ojos en el suroeste de la Península Ibérica y más concretamente en la Faja Pirítica. Los buenos resultados económicos de los pioneros animan a múltiples compañías que deciden instalarse en estas latitudes. El desarrollo industrial, tardío para España, hace que las empresas foráneas busquen con tesón nuevas zonas de suministro de materias primas desarrollándose lo que algún autor (Fourneau, 1983) define, con bastante razón, como semicolonización de la provincia de Huelva. Pero el desarrollo a escala industrial de la minería requiere de técnicas modernas que conlleven la implantación de un transporte acorde con esa filosofía definiéndose y ejecutándose todo un entramado de caminos de hierro que evacuan hacia puerto tan preciada mercancía. La singular situación de la provincia de Huelva favorece la conexión de los

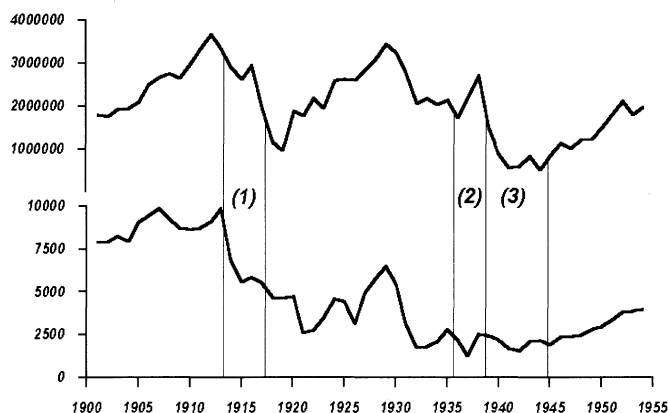


Figura 1. Evolución de las producciones de pirritas (superior) y de minerales de hierro (inferior) a nivel nacional para el período 1900 – 1955. Obsérvese la relación con los conflictos bélicos: (1: I Guerra Mundial; 2: Guerra Civil; 3: II Guerra Mundial). Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en Merello Llasera (1947) y Gamir Prieto (1956)

centros extractivos con el Atlántico (Huelva) y los ríos navegables (Gualdalquivir y Guadiana). La figura 3 puede servir para visualizar la relación directa existente entre el número de minas registradas y los kilómetros activos de trazado ferroviario además definir el cambio de tendencia para ambas actividades.

Todo ese importante patrimonio queda reducido:

- dos líneas activas (FC Huelva – Zafra y FC Sevilla – Huelva)
- una línea (FC Tharsis – Odiel) de futuro incierto
- del resto sólo se conserva la explanación aunque, algunos sectores de las mismas se han reconvertido en Vías Verdes
- un reducido número de máquinas que constituyeron el material móvil
- todo un catálogo de estaciones, casetas, caños, tajeas, pontones, puentes, túneles, terraplenes y desmontes en muy diverso y variado estado de conservación

F.C. MINAS DE CALA – SAN JUAN DE AZNALFARACHE

INTRODUCCIÓN

Ya se comentó la fuerte dependencia que las compañías mineras tenían de un medio de transporte adecuado y de cómo el ferrocarril era, en esa época, el medio idóneo para cubrir esa necesidad. Con esta filosofía, la SAMC consideró imprescindible el estudio y posterior ejecución de una línea que colocara en el mercado todo el mineral extraído de sus concesiones en el norte de la provincia de Huelva. Estos minerales ya habían sido explotados desde tiempos remotos por los primeros pobladores de la región constituyéndose en poblados metalúrgicos de los que aún hoy se conservan vestigios (Trastejón, por ejem-

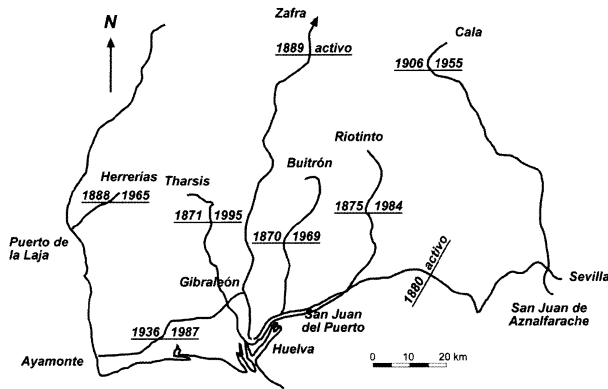


Figura 2. Ferrocarriles mineros de la provincia de Huelva (figura a la izda. el año de comienzo de actividades y a la dcha. el año de cierre de la línea)

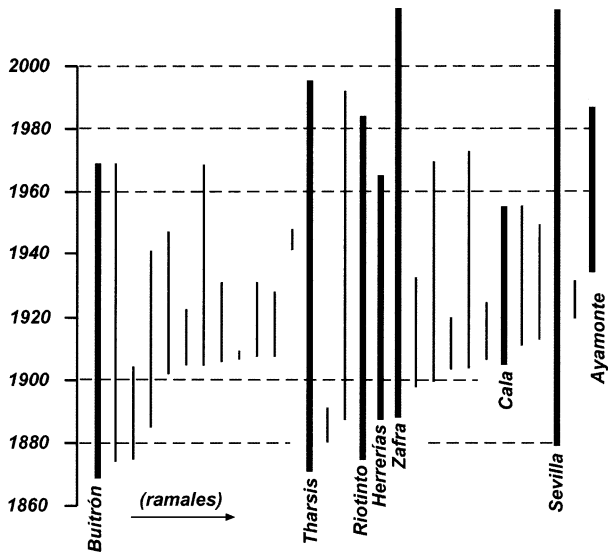


Figura 3. Años de comienzo y fin de actividades de los FFCC en la provincia de Huelva

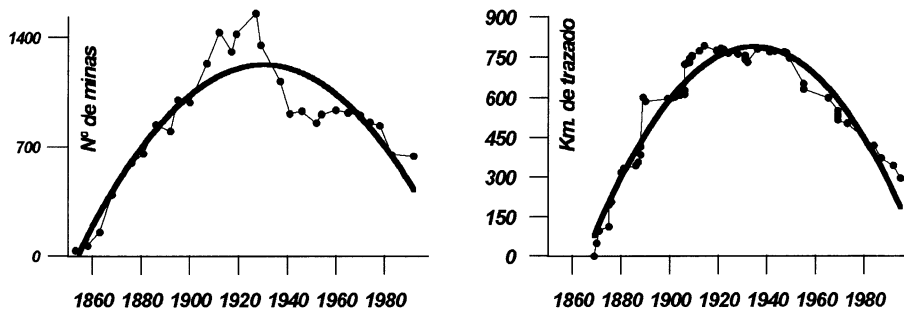


Figura 4. Número de minas (izda.) y kilómetros de trazado (dcha.) para el período (1850-1990)

plo). También existen evidencias de explotación en época romana y, ya en tiempos más modernos, los derechos mineros fueron ejercidos por alemanes, portugueses e ingleses.

Las mineralizaciones de Cala no tienen relaciones genéticas ni temporales con las de la Faja Pirítica Ibérica, más al sur (Riotinto, Tharsis, La Zarza, etc.), los procesos geológicos que originan las mineralizaciones son distintos en ambos casos tanto en su génesis como en el tiempo de formación. En el caso de Cala hablamos de mineralizaciones de cobre y, sobre todo, de hierro, asociadas al Batolito de Santa Olalla y a las formaciones carbonatadas de las estribaciones más occidentales de Sierra Morena (Yacimientos tipo Skarn).

LOS INICIOS

Un sector empresarial como el vasco curtido en la industria siderúrgica y con los yacimientos propios casi agotados, debía encontrar nuevas fuentes de minerales que mantuvieran los Altos Hornos del norte de España a pleno rendimiento, con un futuro claro y sin incertidumbres. El cobre proporcionaba unos ingresos adicionales requiriendo un esfuerzo mayor en cuanto a las técnicas de concentración que, por otra parte, se encontraban muy desarrolladas en las minas de la Faja Pirítica.

Desde el primer momento, la SAMC definió su negocio como “minero – ferrocarrilero”, aunque, como trataremos de demostrar, parece más al contrario. De las memorias de la SAMC (primera época 1900-1906) se deduce que las expectativas planteadas contemplaban:

- Ingresos por transporte de viajeros: contemplando alrededor de 28.000 habitantes al considerar las poblaciones de los términos de Aracena, Higuera, Santa Olalla, Cala, Zufre, El Ronquillo, Castillo de las Guardas, Garrobo, Guillena, Santiponce y Camas.
- Transporte de mercancías: la zona que recorre el FC (Ribera de Huelva) produce además de gran número de cabezas de ganado, cantidades inmensas de corcho, carbones vegetales, leñas, maderas, cales, lanas, mármoles y piedras para pavimentos, construcción y ornamentación, productos todos que en su mayor parte serán transportados a Sevilla.
- Minerales propios y ajenos: extraídos de las minas demarcadas tanto en la provincia de Huelva como en la de Sevilla situadas cerca del trazado y que carecen de ferrocarril

“Se ve pues, como de las consideraciones expuestas, que en el ferrocarril de las Minas de Cala a San Juan de Aznalfarache, tendrá la Sociedad no solamente un instrumento de explotación del negocio minero, sino un negocio por sí solo, que aún en las circunstancias e hipótesis más desfavorables que se han admitido, compensará por lo menos el capital desembolsado con un mínimo interés de 5%” (Memorias de la SAMC 1900 –1906)

La fase de anteproyecto contemplaba dos posible trazados a saber. Siguiendo la Ribera de Huelva ó por la Ribera de Cala hasta su conexión, más al sur, con la anterior. Se descartó esta última opción por la necesidad de elevar mecánicamente el mineral ya que en muchos casos quedaba muy por encima del plano medio de la mina.

Estas opciones no eran únicas. Desde los tiempos de la Sociedad Portuguesa Minas de Cala se barajaba la posibilidad de enlazar con la Línea Zafra – Huelva, en la Estación de Cumbres Mayores (Ingunza, 1886). Por motivos similares a los anteriormente comentados, esta posibilidad se descartó.

La construcción del Ferrocarril se desarrolla entre 1900 y el 19 de agosto de 1905 en que se realiza la inauguración para el transporte del mineral. Habiendo de esperar hasta el 24 de mayo de 1906 para la inauguración de su segundo uso como tren de viajeros.

Una primera etapa la ocupan los años 1900 y 1901, extendiéndose hasta el mes de febrero de 1902. El día 12 de febrero se sanciona por Real Orden la concesión de los Embarcaderos de Mineral y el día 14 del mismo mes, con otra Real Orden, se sanciona la Concesión del Ferrocarril. En este tiempo se realiza el primer proyecto por parte del Ingeniero de Minas de Cala, Sr. Kennedy. Se establece una extensión de línea de 106 kilómetros desde Cala hasta San Juan de Aznalfarache, disponiendo en sus proximidades los embarcaderos en el río Guadalquivir. Se recomienda al mismo tiempo el dragado del río como solución para aumentar el calado y tonelaje de los buques de carga del mineral. El proyecto final de construcción aprobado y ratificado legalmente reduce la extensión del trazado en 13,218 kilómetros, quedando su extensión total en 96,782.

La segunda etapa en la puesta en pie del proyecto se sucede en los años 1902, 1903 y 1904. Terminando primeramente las obras de vía y trazado general del mismo. Así, en 1903 se acomete el pedido de carriles (32,200 Kg./m.l) a Altos Hornos de Vizcaya, los cambios de vía a Construcciones Metálicas Talleres de Zorroza y toda la tornillería a la Casa Erhardt and Cº de Bruselas. Las traviesas, de la Casa Himmelbasch Hermanos, de Friburgo, a través de su representante en Bilbao, la firma Viuda de Pablo Haebner. Los pasos elevados se encargan a la firma Astilleros del Nervión:

- 20 alcantarillas de 1,5 a 3 metros de luz
- 13 pontones de 4 metros de luz
- 7 puentes de 10 metros de luz
- 2 puentes de 20 metros de luz
- 1 puente de 30 metros de luz

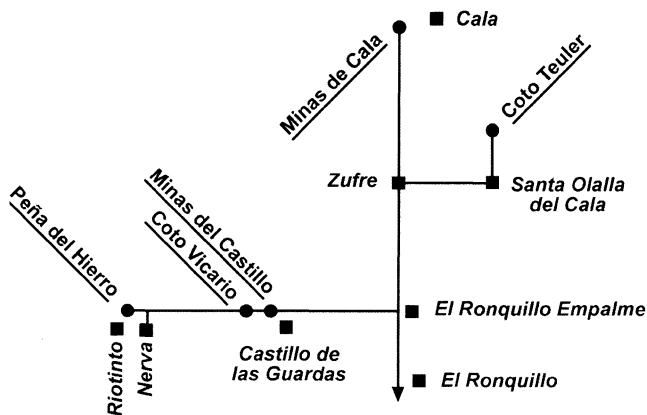


Figura 5. Representación esquemática del Ferrocarril de Minas de Cala a San Juan de Aznalfarache en la zona norte de las provincias de Huelva y Sevilla



Figura 6.
Distribución de estaciones
en la línea principal

Dentro del mismo año 1903 se realiza el pedido de 7 locomotoras a la Casa A. Borsig de Berlín, y los vagones, coches y furgones necesarios a Mariano Corral.

Estos preparativos, que entraban dentro de la planificación realizada, tropezaron en 1904 con dos factores adversos. De un lado las fiebres epidémicas ocurridas en el verano de 1904, y de otro dos parones sufridos en las obras por el corrimiento de tierras en la vía en el montaje del puente de 30 metros, con el agravante de que a los seis meses de retraso que se acumularon al cerrar el año 1904 sobre la previsión de tener el ferrocarril abierto para el verano de dicho año, se agrega la absorción de reservas de que disponía la empresa, cuestión que se solventa con una cuenta de crédito por parte del Crédito de la Unión Minera por un importe de 400.000 ptas.

Por fin, la culminación se produce el 19 de agosto de 1905 en que se realiza la apertura de la línea para el transporte de minerales cargándose el vapor el día 7 de octubre de 1905. Hasta el 31 de diciembre de 1905 se cargan 8 vapores con un total de 19.205 toneladas inglesas.

Previamente, el 8 de julio, se habían realizado las pruebas en el desembarcadero de San Juan, del basculador que se había construido en los talleres bilbaínos de D. Mariano Corral. Al acto asistió el ingeniero jefe de minas y ferrocarril D. Antonio Hernández y el Sr. Zafra constructor del embarcadero y de los depósitos de agua de las estaciones. La primera locomotora llegó a Cala el 7 de julio (Rey Durán, 1996)

LOS RAMALES (I). CASTILLO DE LAS GUARDAS

La SAMC entra en contacto con la Compañía Minera del Castillo de las Guardas estableciéndose entre ambas un contrato para el transporte de minerales de esta última por el trazado de ferrocarril de la primera. Dicho contrato se ratifica el 26 de marzo de 1904 y establece que por parte del Castillo de la

Guardas se construya un ramal de 15 kilómetros de vía desde sus minas hasta el kilómetro 58 del Ferrocarril de la SAMC donde se produce el empalme de las dos vías. Este ramal, una vez construido, queda para la utilización por parte de SAMC que cobrará a razón de 4 pesetas por tonelada transportada sobre un mínimo anual de 30.000 toneladas. Marcando el tope de este contrato el arrastre global de un millón de toneladas de mineral. Se deja abierta la posibilidad de que el tramo de 15 kilómetros pueda ser adquirido por la SAMC en la cantidad alzada de un millón de pesetas.

LOS RAMALES (2). COTO MINERO TEULER

Estas minas se hallan en el término municipal de Santa Olalla del Cala, a 7 kilómetros al NW de dicho pueblo en el límite con el término de Cala. Cogenética con Cala, la mineralización es de óxidos de hierro con predominio de magnetita. El proyecto inicial lo realiza el Ingeniero de Caminos Agapito Lizarralde en 1910. y se aprueba mediante Real Orden de 28 de julio de 1911. Enlazaba la mina con la estación de Zufre (kilómetro 21 del trazado general) con una estación en Santa Olalla y un apeadero intermedio en Martajal. Se realizó en un tiempo record inaugurándose el 25 de julio de 1912 (González, 2002).

LOS RAMALES (3). PEÑA DEL HIERRO CON RAMAL A NERVA

La concesión de este ramal originó una polémica importante a nivel social. Desde un primer momento aparecieron detractores y simpatizantes del proyecto. No obstante, el representante de la SAMC, D. Agapito Lizarralde, solicitó al Ministerio de Fomento para la concesión de una línea ferrocarril de 21.687 metros de longitud y vía de un metro de ancho, destinado a servicio particular y uso público que partiría de Minas del Castillo de las Guardas, hasta la mina de Peña del Hierro con ramal a Nerva. El 14 de julio de 1911 por R.O. se otorgó la concesión para la construcción de este ferrocarril, sin subvención del Estado, a la SAMC. El sábado, 14 de septiembre se inauguraría la línea. Los ingresos por transporte de minerales de Peña supondrían el factor más importante a considerar en la economía de la SAMC.

ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

Ya hemos comentado que la opción elegida para el trazado de FC discurriría paralela a la Ribera de Huelva. El vaciado resultante de los procesos erosivos realizó parte del trabajo siendo este un factor importante a considerar para todas las obras de ingeniería. El sector norte (Cala - actual muro del embalse de Gergal) corresponde a una topografía relativamente abrupta condicionada por la presencia de litologías de edad paleozoica incluidas en las formaciones del Macizo Hercínico de las zonas de Ossa Morena y Surportuguesa. Básicamente rocas carbonatadas, pizarras, esquistos y rocas volcánicas. La erosión va a producir valles relativamente estrechos y profundos. En cambio, el sector sur (Gergal - Embarcadero), comprende materiales detríticos terciarios y cuaternarios que definen valles amplios con poca componente vertical constituidos por la cuenca de Guadalquivir en la Vega de Sevilla.

PRECIOS			Km.	ESTACIONES	1-2-3
1	2	3			
Ptas.	Ptas.	Ptas.			
				San Juan de Aznalfarache. Sal.	6,50
0,65	0,50	0,25	5	Camas (empalme F.C. Huelva)	7,20
1,50	0,90	0,35	9	Santiponce	7,29
"	"	"	17	La Torre (apeadero)	7,46
2,30	2,00	1,45	23	Guillena	8,10
3,90	3,10	1,95	31	El Gergal	8,25
5,50	4,40	2,75	44	La Riguela	8,59
6,15	4,99	3,10	49	Ronquillo	9,16
7,25	5,80	3,65	58	Ronquillo (empalme)	9,49
8,50	6,80	4,25	68	Cataveral	10,14
9,50	7,60	4,75	76	Zufre (empalme)	10,45
10,65	8,50	5,35	85	La Junta	11,16
12,15	9,70	6,10	97	Minas de Cala. Lleg.	11,51

Tabla 1. Itinerario y precios de los billetes del FC. de Cala a San Juan de Aznalfarache. Tomada de Pineda Novo, 1980.

Como cualquier obra lineal de comunicaciones es común resolver los problemas relacionados con las pendientes con desmontes, terraplenes y secciones a media ladera. En los trazados de ferrocarril existen problemas adicionales relacionados con las pendientes (favorable de mina a puerto), radio de curvas, etc.. Existen situaciones concretas en las que los elementos considerados anteriormente no son válidos. Es preciso recurrir a la ejecución de puentes y túneles. Los puentes de este trazado se caracterizan por su tipología mixta compaginando la obra con la estructura metálica. En el sector norte (Cala-Gergal) los estribos son de mampostería y el tablero metálico condicionados por los factores topográficos y geológicos antes comentados (valles estrechos y profundos). En algunos casos los estribos son macizos (Puente del 3, Puente del 7, Puente del Arroyo Molinillo) y en otros aligerados con arcos (Puente del Trueno, Puente del Burro). En el sector sur (valles anchos y poco profundos) se recurre a la solución "pontones" como es el caso del Puente sobre el Arroyo Molinos en el kilómetro 83.

Los mismos condicionantes geológicos pero relacionados en este caso con la competencia de los materiales rocosos, hacen que los túneles sean más comunes en el sector norte que en el sur. Existe una excepción con el túnel del Convento en San Juan de Aznalfarache (95 metros) que se realizó para evitar las inundaciones (comunes en el Guadalquivir en esta época) elevándose la cota de explanación. En general son túneles cortos (50 a 60 metros / sostenimiento de fábrica) salvo El Chaparral y La Cervera (> 250 m.). En estos últimos solo se sostienen, también de fábrica, los primeros metros de las bocas ya que, en general, el macizo rocoso es de buena calidad.

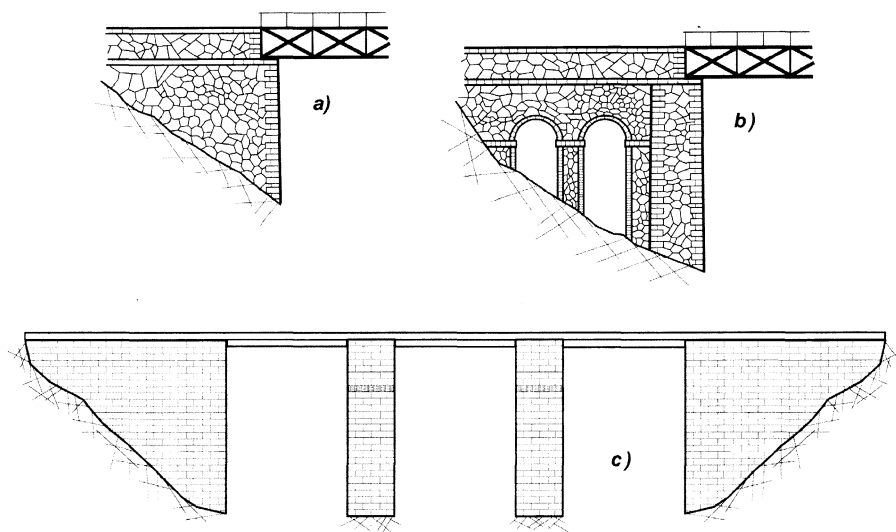


Figura 7. Aspectos constructivos de los puentes del Ferrocarril de Minas de Cala a San Juan de Aznalfarache: a) puentes de estribos macizos; b) puentes de estribos aligerados con arcos y c) pontones.

La línea principal llegó a contar con 12 estaciones: Minas de Cala (km. 0), La Junta (km. 12), Zufre (km. 21), Zufre Cataveral (km. 30), Ronquillo Empalme (km. 39), Ronquillo (km. 48), Rigüela (km. 54), Gergal (km. 66), Guillena (km. 75), Santiponce (km. 87), Camas (km. 92) y San Juan de Aznalfarache (km. 96). Responden a un mismo patrón consistente en un cuerpo central de dos plantas con buhardilla superior y dos módulos simétricos de planta baja adosados a los testeros. Uno de estos módulos se utilizaba para mercancías y el otro estaba habilitado para Sala de Espera y Equipajes. Los servicios de hombres y mujeres ocupaban un espacio muy reducido, contiguo a las salas anteriores. Todo el tejado se resolvía con tablazones de madera y tejas planas. También disponían de una chimenea en el cuerpo central para el Jefe de Estación (Perejil Delay, 1995). El estado de estos edificios es en general deficiente por varios motivos relacionados con el abandono en la mayoría de los casos (“higuerización”) y en otros con la desaparición total como consecuencia del enorme desarrollo experimentado por los municipios del entorno de Sevilla. Mención aparte merece la proliferación de embalses en la Ribera de Huelva y su relación con toda la infraestructura ferroviaria. Estos aspectos se consideraran posteriormente.

ASPECTOS ECONÓMICOS

En las figuras se presentan algunos gráficos elaborados a partir de los datos económicos procedentes de las memorias de la SAMC para el período 1916 – 1930. Algunas conclusiones destacaremos:

- importancia para la economía de la SAMC del transporte de minerales ajenos (49,45%) y de las mercancías (30,83%). Sólo estos dos factores suponen el 80% de los ingresos reales.
- de entre esas partidas, fuerte dependencia de los minerales de Peña del Hierro (49,95 %) y del Castillo de las Guardas (21,72%).
- en cuanto a los gastos, el concepto “material y tracción” es el más significativo (49,12%).
- fuerte dependencia de los conflictos bélicos para el comercio de minerales.

La elección del embarcadero fluvial en los alrededores de San Juan de Aznalfarache planteó un problema adicional para la SAMC relacionado con el calado y su influencia en los tonelajes máximos admisibles. Del análisis de los datos de la empresa (coincidentes con los datos del Puerto de Sevilla) se desprende un tonelaje máximo de carga para los buques entre 2500 – 3000 toneladas. Estos valores permanecen invariables para el período de referencia (1916 – 1930) a pesar de las promesas de aumentar el calado y por consiguiente las

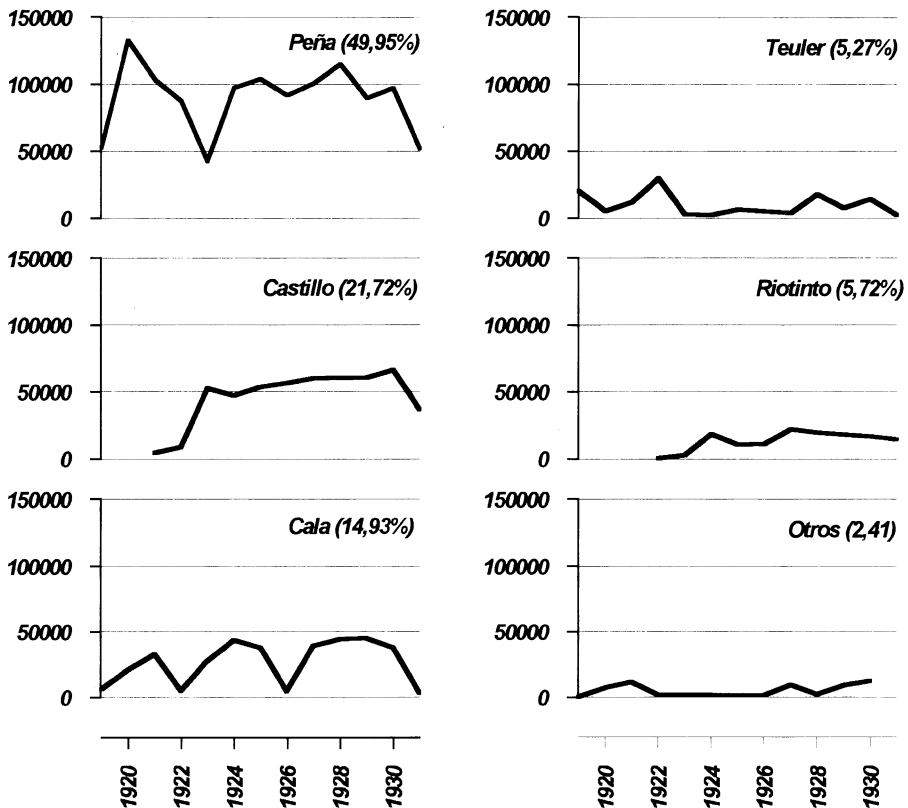


Figura 8. Ingresos obtenidos por la SAMC para el período 1916 – 1930 según concepto (ptas.) Elaboración propia a partir de las Memorias de la Sociedad

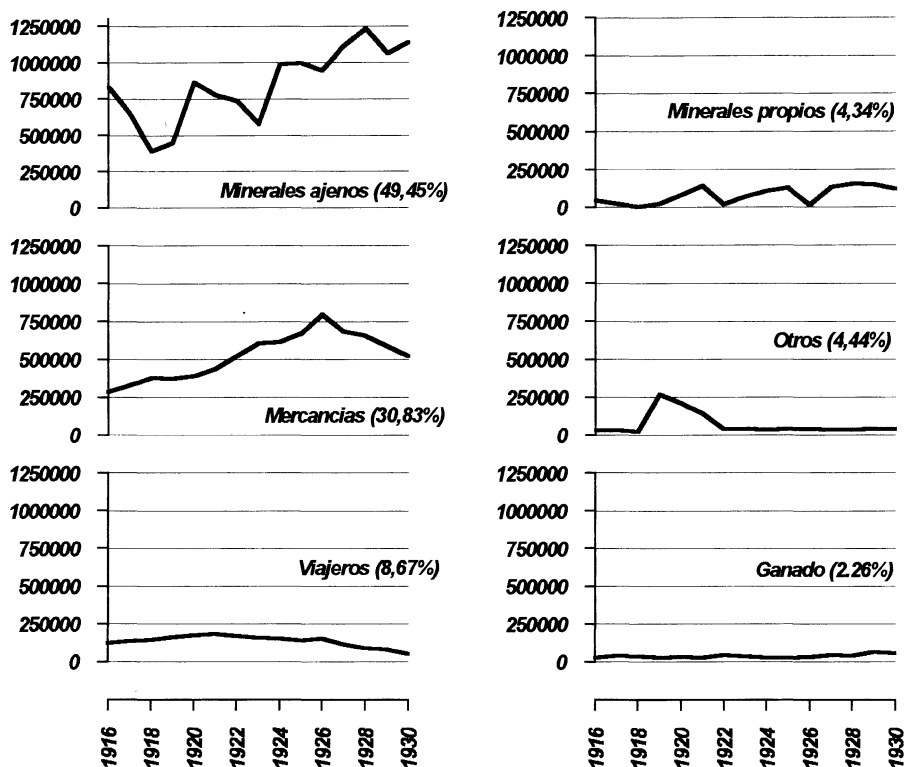


Figura 9. Aportaciones (toneladas de mineral) de los centros mineros al total transportado por la línea del ferrocarril. Elaboración propia.

toneladas a transportar. Téngase en cuenta que esos valores ascienden hasta 4000 – 8000 toneladas para el puerto de Huelva (Salkield, 1987).

Si sumamos a estos factores la fuerte competencia de los transportes por carretera y el cierre de las Minas del Castillo de las Guardas y del Coto Teuler, podemos catalogar como “milagro” que la explotación del FC llegará hasta 1955.

“Ferrocarril. No han tenido realidad las esperanzas que a principios de 1933 abrigabamos de una mejoría en la explotación ferroviaria. Por el contrario, durante el mismo se ha producido una nueva contracción en el tráfico general, y en cuanto al de minerales registra también baja de importancia ...

La progresiva marcha desfavorable de esta explotación ha sido la constante preocupación de este Consejo, que ha hecho numerosas gestiones en petición de una ayuda y de medidas que atenuasen el déficit que se venía registrando, sin obtener resultados satisfactorios de importancia.

En estas condiciones, la situación se hizo insostenible, y nos vimos obligados a acordar la suspensión del servicio para el 25 de octubre, que

no se llevó a la práctica a petición del Ministerio de Obras Públicas, bajo promesa de estudiar y dar solución al problema del ferrocarril de Cala.

Accedimos a esta y otras prórrogas como prueba de nuestro buen deseo y a fin de que las autoridades que se ocupaban del asunto tuvieran tiempo para estudiar detenidamente la cuestión, aunque sin abrigar por nuestra parte muchas esperanzas de una pronta solución del problema.

Efectivamente, han transcurrido varios meses sin hallar esa solución, y la situación de la Sociedad es tan insostenible como cuando anuncié, en septiembre último, la suspensión del servicio. Por otra parte, por las noticias que tenemos, no cabe esperar aumento de tráfico suficiente para evitar el déficit de la explotación, y dicho se está que, en esta perspectiva, el cierre del ferrocarril se hará inevitable en breve plazo.

Es realmente doloroso el tener que tomar esta determinación, que hemos procurado demorar los más posible, pero no vemos forma de evitarla, ya que la Sociedad, después de sufragar durante más de tres años pérdidas de importancia, se encuentra materialmente imposibilitada de seguir soportando por más tiempo carga tan pesada” (Memorias de la SAMC correspondiente al año 1933 – Tomada de Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería, año 1934).

El análisis de los datos económicos lleva a plantearnos los siguientes cuestiones. Nadie duda, por ejemplo, que la Riotinto Company era una empresa minera en la que su negocio contaba con una línea férrea para transportar sus minerales (en condiciones favorables para su “negocio” también minerales ajenos); estamos hablando de una *empresa minera que tenía un ferrocarril*. ¿Es esto válido para la Sociedad Anónima Minas de Cala? ¿Era tal vez al contrario?. Ya comentamos anteriormente como autodefinía su negocio como “*minero – ferrocarrilero*” y de hecho, esa pudo ser su intención primera.

El trazado elegido puede darnos una pista clara de sus intenciones. Si admitimos que se trata de una empresa ferroviaria, obviamente no se iba a ejecutar la obra de ingeniería hacia el puerto de Huelva porque ese “hueco” del mercado ya estaba cubierto. La elección de Puerto de Sevilla puede conducirnos en esa dirección ya que ese otro “hueco” de negocio ferroviario estaba disponible. Esto significó la posibilidad de transportar hacia el núcleo más importante de Andalucía tanto viajeros como mercancías. Los minerales ajenos, a estos efectos, también debemos considerarlos como mercancías ya que el pago se realizaba por toneladas transportadas.

Pero el análisis económico no queda ahí. Se demostró que el transporte de minerales ajenos era la fuente principal de ingresos de la SAMC. Dentro de este apartado, la Sociedad Española del Castillo de las Guardas y *The Peña Copper Mines Ltd.*, constituían las fuentes principales de ingresos. El cierre de la primera sobre 1932 dejó a la segunda como elemento principal de sostenimiento del negocio. De alguna manera, esa fecha es crítica para el declive de la aventura comenzada en 1900.

Las previsiones realizadas por la SAMC en esa misma fecha no contemplaban el transporte de los minerales de Peña puesto que según la bibliografía

existente, los primeros e informales contactos no se realizan hasta 1910. Como mucho, se podía intuir que, dadas las conflictivas relaciones entre Peña y la Riotinto Company, sería cuestión de tiempo que los minerales de Peña se movilizaran a través de la línea de Cala.

Esta situación nos lleva a pensar que las previsiones económicas realizadas por SAMC no fueron realistas y sólo a la casualidad (problemas entre Peña y Riotinto) se debe atribuir la supervivencia de la línea ferroviaria más allá de comienzo de los años treinta. Nos encontramos pues en situación de afirmar que, o bien los mercados del mineral de hierro de Cala no respondieron a las expectativas creadas (posible relación con la calidad del mineral magnético que requería la eliminación previa del contenido excesivo de azufre) o, efectivamente la SAMC era una *empresa ferroviaria que tenía una mina*.

SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS

Un proceso colonizador típico del período 1930 – 1985 fue la creación masiva de decenas de embalses y presas para el abastecimiento de agua de los núcleos urbanos y campos regados de las tierras bajas de Andalucía (Depresión del Guadalquivir y Tierra llana/Costa de Huelva), que han tenido efectos contradictorios. Por un lado han alterado los hábitats y regímenes hidrológicos de los que hasta entonces eran, posiblemente los ríos más naturales de Andalucía. Se han ocupado terrenos relativamente vírgenes, donde hasta entonces vivían tranquilamente especies de fauna amenazadas o en peligro de extinción. Por otra parte, han visto alterados sus regímenes de vida familias de peces migradores, que subían a desovar desde el mar, o desde los cursos bajos. Sin embargo, sus efectos han sido beneficiosos al crear o ampliar zonas húmedas en Sierra Morena, tan escasas en sus rigurosos estíos, que pueden ser aprovechadas no sólo por la fauna local, sino también por aves migratorias y por el turismo rural (actividades terrestres combinadas con deportes de agua). Fuera de la zona ha aminorado el peligro de inundaciones del Valle del Guadalquivir, además de ampliar sustancialmente su superficie regable en miles de hectáreas.

En el caso concreto de la Ribera de Huelva los embalses construidos fueron los siguientes (Figura 10):

El embalse de la Minilla se construyó con la línea de FC activa no provocando interferencias entre ambas. Actualmente existen algunos sectores (El Ronquillo) con terraplenes cedidos por la proximidad de la cota de embalse con las cotas del trazado ferroviario. La afección del embalse de Arcena es nula no sucediendo lo mismo con el de Zufre que inunda el tramo comprendido entre el puente del km. 18 (Cucharera), en la cola del embalse, y la Estación Zufre – Cataveral en el muro del mismo. Otro tanto ocurre con el contraembalse de Guillena y el embalse de Gergal que anega parcialmente el tramo la Rigüela – Guillena. Estas situaciones producen obviamente, la pérdida de continuidad del trazado y la inundación de túneles (Chaparral y Gergal, por ejemplo), puentes (Trueno) y estaciones (Zufre y Gergal), sólo observables en períodos largos de sequía.

De la Estación de Guillena al embarcadero en San Juan de Aznalfarache los problemas han venido causados por el crecimiento desmedido de los núcleos

EMBALSE	CONSTRUCCIÓN	CAPACIDAD (HM ³)	COTA EMBALSE
La Minilla	1950	58	159
Aracena	1970	127	344
Gergal	1979	35	50
Zufre	1991	175	255

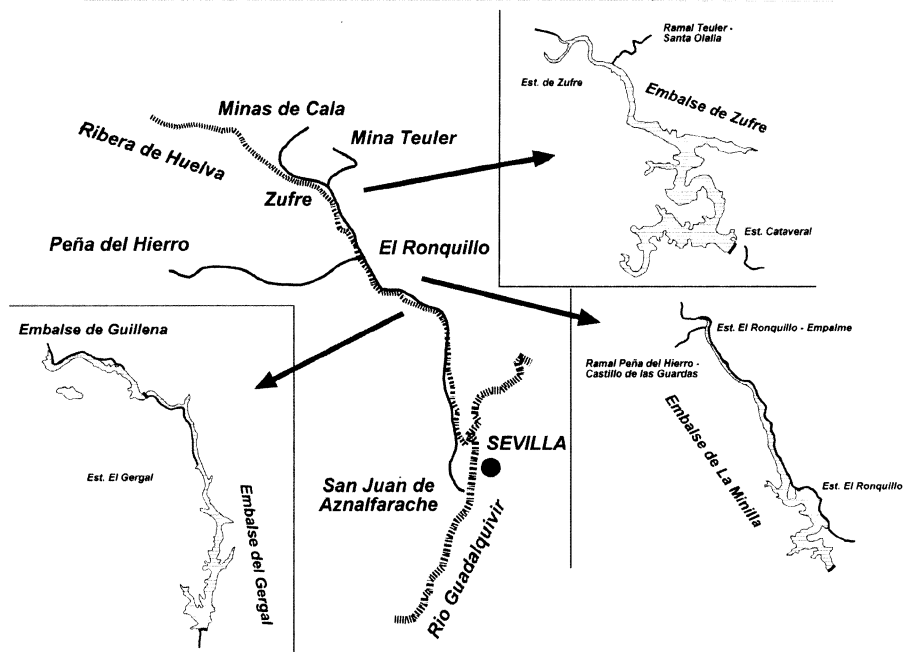


Figura 10. Afecciones de los embalse de la Ribera de Huelva (Zufre, La Minilla, Guillena y Gergal) al trazado del ferrocarril de Minas de Cala

poblacionales que han convertido parte del trazado en calles y avenidas. En otros casos, ese mismo trazado ha favorecido el aprovechamiento de la línea para articular la infraestructura hídrica que condujera los recursos hídricos de los embalses a los núcleos poblacionales.

La singular situación de parte del trazado ferroviario en el contexto del Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche (Reserva de la Biosfera Dehesas de Sierra Morena) constituye un valor añadido al discurrir por Dehesas y Bosques de Quercíneas de indudable valor ecológico. En un trabajo anterior del mismo autor (Garrido, 2002) se presentaba una Ruta Geominera cuya realización ayudaba a conocer aspectos variados de tipo geológico, biológico y, por supuesto, permitía observar parte del trazado del FC. En este contexto se sugiere la posibilidad de configuración como Vía Verde de algunos tramos del trazado.

Actualmente existen del orden de 7.000 kilómetros de trazado ferroviario en desuso, parte de los cuales se están reutilizando dentro del programa Vías Verdes que realiza el Ministerio de Medio Ambiente y la Fundación Ferrocarril-

les Españoles. Estas líneas ferroviarias prestaron un gran servicio en el pasado acercando ciudades, permitiendo el acceso a zonas rurales, potenciando el desarrollo de regiones mediante el transporte de mercancías, haciendo posible la creación de industrias, explotaciones agrícolas, mineras, etc. (MOPTMA, 1995). En la actualidad, la carretera ha desbancado en muchos casos al viejo ferrocarril perdiéndose el encanto de un modo de transporte más sosegado, más sociable, sin demasiadas prisas y más natural. El ferrocarril moderno se orienta hacia la alta velocidad, las mercancías y los desplazamientos de cercanías.

Ayuntamientos y Comunidades Autónomas contribuyen de forma ilusionada y decisiva a que estas iniciativas avancen a buen ritmo existiendo algunos ejemplos de Vías Verdes en la provincia de Huelva (Los Molinos del Agua, en la zona de Valverde, por ejemplo aprovecha parte del trazado del FC del Buitrón). Se establecen con carácter general unos criterios de diseño comunes orientados a:

- preservar el carácter natural del pasillo
- actuaciones blandas (bioingeniería de poco impacto visual y ambiental)
- equilibrar la seguridad y comodidad del usuario
- inversión y presupuestos ajustados: diseño poco costoso y potenciación de la actividad privada.
- gastos de conservación y mantenimientos mínimos
- estrategias participativas para ayuntamientos u otros agentes afectados, así como la atracción de inversiones privadas
- gestión a través de un órgano regulador de las actividades deportivas y culturales

Los aspectos determinantes para el desarrollo de la Vía Verde se estructuran en tres etapas bien diferenciadas: propuesta (etapa preliminar que incluye los estudios previos de descripción de la línea a acondicionar, posibilidades ambientales a interés de los agentes implicados), anteproyecto y proyecto. De estas dos últimas etapas mostramos a continuación los aspectos más relevantes:

- Anteproyecto:
 - o continuidad física
 - o *situación jurídica*
 - o atractividad / potencialidades
 - o *implicación e interés local; análisis de usos*
 - o *diseño preliminar de actuaciones internas y externas*
 - o *estimación de presupuesto*
 - o *propuesta de gestión y compromiso de mantenimiento*
- Proyecto
 - o especificaciones
 - acciones sobre la plataforma
 - preparación del firme
 - o elementos de los pasillo verdes
 - centro de acogida y servicios
 - áreas de descanso
 - áreas especializadas
 - accesos

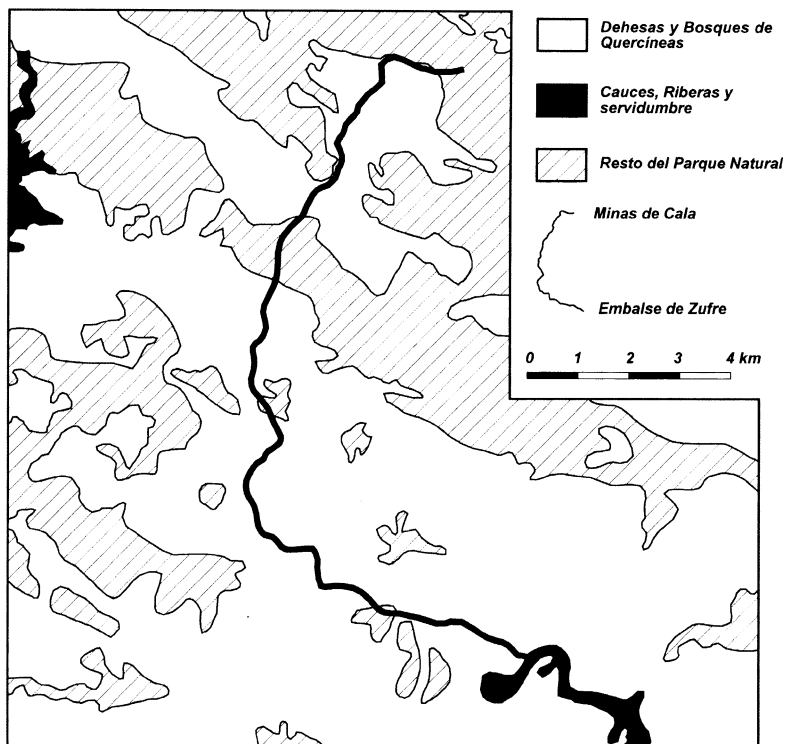


Figura 11. Cartografía de ordenación de un sector (Minas de Cala – Cola embalse de Zufre) del Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche. Modificado de Junta de Andalucía, 1994

- o elementos de diseño
 - vegetación
 - edificaciones, equipamientos e instalaciones
 - aparcamientos
 - mobiliario
 - señalización

En el caso que nos ocupa, los tramos que en principio pudieran ser aptos para habilitación como Vía Verde serían:

1. Tramo Minas de Cala (km. 0) – Cola embalse de Zufre (km. 18 aprox.) (figuras 10 y 11). Discurre íntegramente por el Parque Natural contando con dos estaciones (Minas de Cala y la Junta), múltiples casetas y dos puentes (km. 3 y km. 7). Afecta a los términos municipales de Cala y Zufre.
2. Tramo Mina Coto Teuler (km. 19 del Ramal – Estación de Zufre (km. 0 del Ramal y km. 21 de la línea general encontrándose actualmente inundada por las aguas del Embalse de Zufre)). Discurre íntegramente por el Parque Natural contando con una estación (Santa Olalla, km. 12,6 del ramal), un apeadero (Martajal km. 5,8 del ramal) y varias casetas. Afecta a los términos de Santa Olalla del Cala y Zufre. Presenta problemas de

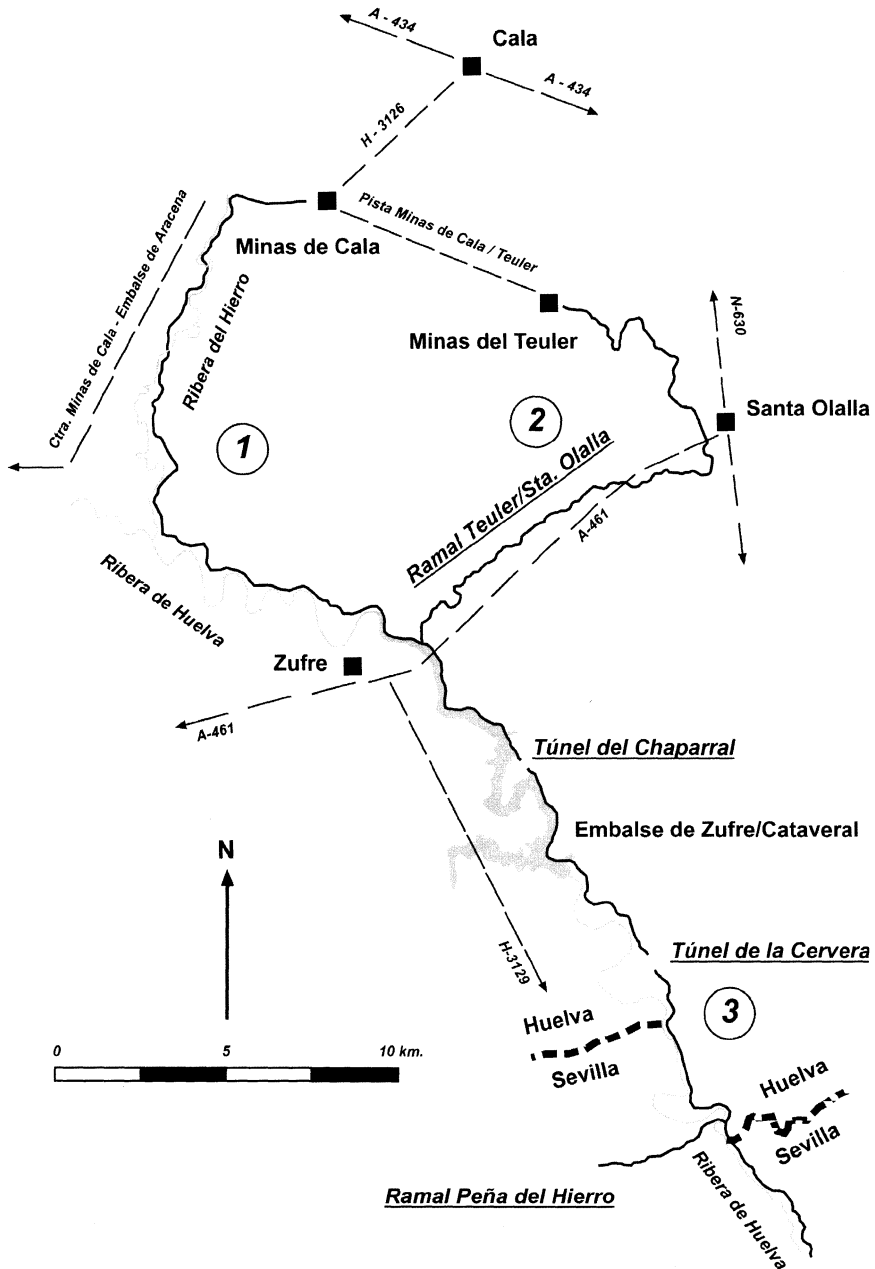


Figura 12. Tramos susceptibles de reconversión a Vías Verdes en el contexto del Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche. (1: Minas de Cala – Cola embalse de Zufre; 2: Teuler – Estación de Zufre; 3: dique embalse de Zufre – Estación de El Ronquillo)

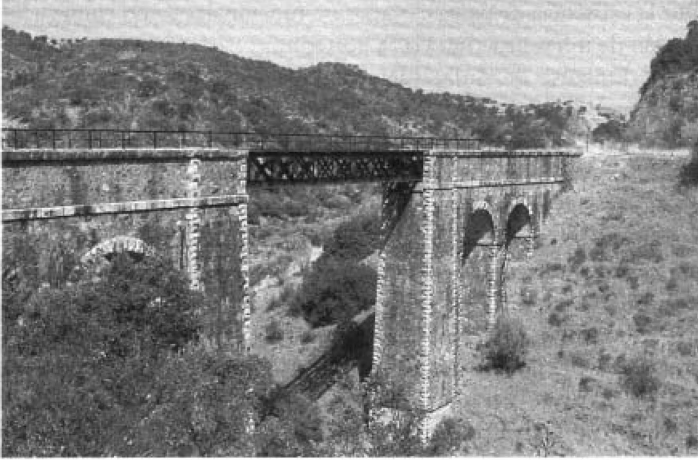


Figura 13.
Puente del km. 35

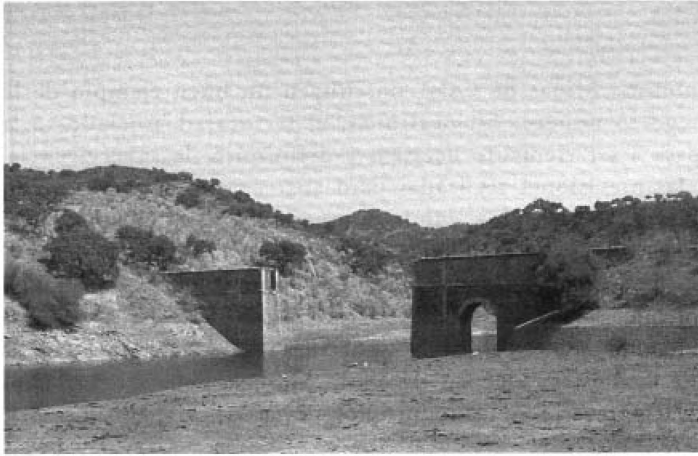


Figura 14.
Puente del Em-
palme de la línea
general con el
Ramal a Castillo
de las Guardas
(km.39 de la lí-
nea general)



Figura 15.
Estación inunda-
da de El Gergal.
Parte visible del
depósito (km. 66)

continuidad por la existencia de pasos elevados no funcionales como consecuencia de la realización de infraestructura viaria posterior.

3. Tramo Muro del Embalse de Zufre (desaparecida Estación Cataveral, km. 30) – Estación Ronquillo (km. 48). Nueve kilómetros discurren por el Parque Natural (Término municipal de Zufre), el resto por la provincia de Sevilla. Salpicado de varios puentes y túneles, en principio podemos considerar este tramo el más interesante junto con el Tramo 1). Gran parte de su recorrido transcurre “paralelo” a la Ribera de Huelva, Embalse de la Minilla; cuenta con dos estaciones (Ronquillo Empalme, km. 39 y Ronquillo km. 48), un apeadero en El Ronquillo (junto al antiguo trazado de la Carretera de El Ronquillo al Castillo de las Guardas) y varias casetas.

Ya hacia el sur, el tramo Estación del Ronquillo – Muro contraembalse de Guillena podría añadirse al 3) teniendo en cuenta que los kilómetros siguientes (hasta el muro del Embalse de Gergal) cuentan con una vía turística que immitiza el trazado de una antigua carretera (Ruta del Agua, 14 km. de longitud). Sin ser una vía verde, esta Ruta, cumple exactamente las mismas funciones.

CONCLUSIONES

La Sociedad Anónima Minas de Cala constituyen un buen ejemplo de lo imprevisible del negocio minero. En ocasiones, el ferrocarril asociado a la actividad minera pasa a ser elemento decisivo y definitorio de supervivencia. No se cumplieron las previsiones realizadas pero aparecieron nuevas expectativas que, en parte, las compensaron dando como resultado alrededor de 50 años de desarrollo de una zona deprimida en el norte de la Provincia de Huelva.

Paradójicamente, los vestigios de esas actividades, pueden suponer un impulso importante si se contempla la adecuación de parte del trazado ferroviario como Vía Verde. El “marco incomparable”, Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche – Reserva de la Biosfera Dehesas de Sierra Morena, debe ser un factor adicional a contemplar por parte de los municipios afectados; en sus manos está.

BIBLIOGRAFÍA

- ARCHIVO HISTÓRICO DEL BANCO BILBAO VIZCAYA. (1995). *Sociedad de Minas de Cala: su puesta en marcha (1900-1906)*. Bilbao.
- FOURNEAU, F. (1983). *La provincia de Huelva y los problemas del desarrollo regional*. Huelva.
- GARRIDO, R. (2002). “El Patrimonio Geológico y Minero en Zonas Protegidas: El Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche”. *Curso de Verano Defensa del Patrimonio Geológico y Minero UNIA 2002*. Inédito.
- GONZÁLEZ FLORES, S. (2001). “Contribución a la Historia del Ferrocarril en Huelva. El Ramal Férreo Coto Teuler – Empalme Estación de Zufre”. *XVI Jornadas del Patrimonio de la Comarca de la Sierra*. Huelva. 2001.
- INGUNZA, R. (1886). “Las Minas de Cobre de Cala en la provincia de Huelva. Informe facultativo sobre el estado actual de dichas minas”. *Revista Minera y Metalúrgica*. Año XXXVII. Número 1109.

- JUNTA DE ANDALUCÍA (1994). *Plan de Ordenación de los Recursos Naturales y Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche*.
- GAMIR PRIETO, E. (1956). *Las piritas en España (sus aprovechamientos)*. *Minería y Metalurgia*. Año XVI, nº 187.
- MERELLO LLASERA, E. (1947). *La siderurgia española: su pasado, presente y porvenir*. Madrid.
- MOPTMA (1995). *Líneas férreas susceptibles de usos alternativos*. Serie monografías.
- PINEDA NOVO, D. (1980). *Historia de San Juan de Aznalfarache*.
- PEREJIL DELAY, A. (1995). *Ferrocarriles Mineros de la provincia de Huelva*.
- REY DURÁN, C. (1996). *Historia de la Villa de Cala*. Huelva.
- SALKIELD, L.U. (1987). *A technical history of the Riotinto Mines: some notes on exploitation from pre-Phoenician times to the 1950s*. Maurice J. Cahalan Edited. IMM The Institution of Mining and Metallurgy. London.
- SOCIEDAD ANÓNIMA MINAS DE CALA. *Memorias correspondientes a los años 1913, 1920, 1922 a 1931*. Bilbao. Archivo de la Fundación Ferrocarriles Españoles.
- REVISTA MINERA. Varios. Memorias de la SAMC años 1906, 1909, 1912, 1915, 1916, 1931, 1932 y 1933.

POSIBILIDADES TURÍSTICAS DE POBLADOS Y EXPLOTACIONES MINERAS

ANTONIO SANTIAGO CUMBRERAS

RESUMEN

Hasta hace poco hablar de turismo en la provincia de Huelva era hacerlo exclusivamente de los espacios litorales. Aún hoy, y por mucho tiempo, estas áreas seguirán acaparando la mayor parte de la demanda y de los equipamientos, basados en el binomio “sol y playa”. No obstante, en los últimos años los espacios del interior se van acercando a la nueva demanda turística, ofertando unos paisajes rurales, un medio ambiente y un patrimonio histórico-cultural diferente a los de las áreas turísticas litorales.

Por ello, el fomento del llamado turismo rural se halla en todos los planes de desarrollo (LEADER y PRODER) de las áreas rurales en declive (con problemas económicos y sociales de envejecimiento y pérdida de población), que encuentran o quieren encontrar en el mismo un complemento a sus rentas rurales, una alternativa a diversificar la estructura productiva, una justificación para mejorar sus niveles infraestructurales, una oportunidad para recuperar el patrimonio histórico-monumental y una posibilidad para rescatar el patrimonio cultural y etnográfico.

La recuperación del patrimonio industrial y minero, por medio de su estudio, investigación, defensa y rehabilitación está alcanzando en ámbitos internacionales el carácter de verdadero movimiento cultural y social.

PALABRAS CLAVE

Turismo rural, desarrollo, patrimonio industrial y minero, recuperación.

ABSTRACT

Until recent days, talking about tourism in the province of Huelva meant to talk about coastal spaces. Even now, and for a long time, those areas would monopolize the biggest part of demand and equipment, based on the binomial “sun and beach”. However, during the last years, inland areas are approaching to new ways of tourist demand supplying different landscapes, rural environments and a particular historic-cultural heritage.

Because of this, promoting the called “rural tourism” is in every development project (LEADER and PRODER) of rural areas in declivity (having economic and social problems -aging and losing population-), who finding or searching a complement to their rural revenues, an alternative to diversify the productive structure, a justification to improve their infrastructural levels, an opportunity to recover monuments and other historic heritage, and also a possibility to ransom folklore and traditions.

Recovering industrial and mining heritage, among its study, investigation, defense and rehabilitation is reaching on international scopes the importance of a true cultural and social movement.

KEY WORDS

Rural tourism, development, industrial and mining heritage, recovering.

INTRODUCCIÓN

Hasta hace poco hablar de turismo en la provincia de Huelva era hacerlo exclusivamente de los espacios litorales. Aún hoy, y por mucho tiempo, estas áreas seguirán acaparando la mayor parte de la demanda y de los equipamientos, basados en el binomio “sol y playa”. No obstante, en los últimos años los espacios del interior se van acercando a la nueva demanda turística, ofertando un paisaje, un medio ambiente y un patrimonio histórico-cultural diferente a los de las áreas turísticas litorales.

Por ello, el fomento del llamado turismo rural se halla en todos los planes de desarrollo (LEADER y PRODER) de las áreas rurales en declive (con problemas económicos y sociales, de envejecimiento y pérdida de población), que encuentran o quieren encontrar en el mismo un complemento a sus rentas rurales, una alternativa para diversificar la estructura productiva, una justificación para mejorar sus niveles de infraestructuras, una oportunidad para recuperar el patrimonio histórico-monumental y una posibilidad para rescatar el patrimonio cultural y etnográfico (Jurado, 2002).

Las áreas industriales y mineras, sumidas en la crisis del sistema productivo del mineral, en un paso más allá en esta temática encuentran hoy un nuevo camino para el desarrollo en la puesta en valor de su patrimonio minero-industrial.

En estas áreas la minería ha sido uno de los pilares sobre los que se ha cimentado tradicionalmente su economía, y que ha marcado su evolución a través de los siglos. El desarrollo de los municipios ha estado fundamentado, esencialmente, en la explotación coyuntural de sus recursos naturales, lo que generalmente deja un espacio forestal muy dañado y una agricultura y ganadería marginales.

Actualmente se da un periodo de decreciente actividad minera. Esta crisis minera se ha traducido no solamente en el cierre de explotaciones sino también en el deterioro del patrimonio minero y en la degradación del medio social. Puede decirse que, de la misma forma que en su momento se impactó negativamente en el medio natural al abrirse las explotaciones mineras, ahora quien “sufre” es el patrimonio minero generado, al tiempo que se sigue afectando en su entorno natural.

En la sociedad actual, el incremento del tiempo libre, la disponibilidad de mayores recursos económicos, la necesidad de disponer de un gran abanico de actividades de ocio entre las que elegir..., ligado a una mayor concienciación histórico-cultural (producto del proceso de conversión de la cultura en un bien de consumo) y a una demanda generalizada de conocimiento, ha propiciado el auge del interés por elementos típicos tradicionales, así como por el patrimonio histórico y por la evolución de la tecnología, in situ, no solamente como elementos inconexos expuestos en un museo, sino también exhibidos en el contexto en el que se presentan.

Por todo esto, las sociedades actuales muestran una sensibilidad creciente hacia la conservación y utilización de su patrimonio, ya sea éste entendido en su vertiente de patrimonio natural como en su aspecto de patrimonio histórico-cultural (Romero, 2000).

Con este marco como trasfondo obtenemos una oportunidad única para devolverle a la minería el prestigio y el respeto que le merecen siglos de aporte al crecimiento económico de las zonas mineras de todo el territorio nacional. La herramienta a utilizar sería el desarrollo y fomento del “turismo minero”, fenómeno que también se ha dado a conocer como la “nueva minería”, en el sentido de recuperación de la actividad en la mina, con independencia de que dicha actividad no sea la de extracción de mineral, y que va irremediamente unido a la protección y conservación del patrimonio minero.

DOBLE VERTIENTE DEL PATRIMONIO MINERO

Tanto en la legislación estatal como en la legislación autonómica de Patrimonio Histórico (Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español, y Ley 1/1991, de 3 de julio, de Patrimonio Histórico de Andalucía) se recogen, en sus primeros artículos, los elementos científico y técnico como bienes integrantes del amplio, variado y complejo conjunto que en la actualidad configura el Patrimonio. Y es que en nuestra realidad cultural resulta obvio que ambos caracteres han configurado y prestan carácter a la civilización en la cual nos desarrollamos (Jiménez y Pérez, 1994). Sin embargo, en la legislación de patrimonio actualmente vigente todavía no se hace ninguna mención específica al patrimonio minero.

Cualquier elemento incluíble en el patrimonio minero, además de ser un documento histórico (lo que significa ser un documento informativo para la ciencia y un documento conmemorativo para la colectividad), es también un objeto que fue realizado para satisfacer alguna necesidad humana, y que puede asumir o no otros usos al perder el original. Si bien su valor documental puede ser definido desde una parcela de la ciencia o de la historia, esta potencialidad de ser usado, y por tanto, de ser conservado, no puede ser contemplada únicamente desde allí; es en función de esta doble condición documental y utilitaria como debe definirse siempre la estrategia de su conservación y reutilización.

Según la teoría del Servicio del Patrimonio Arquitectónico de la Diputación de Barcelona, el más antiguo de la administración pública española (Jiménez , y Pérez, 1994), el estudio, la restauración y las propuestas de reutilización de los inmuebles que por sus características morfológicas o históricas pueden ser considerados como pertenecientes al Patrimonio Minero deben plantearse con la voluntad de garantizar la continuidad de su uso, la mejor manera, cuando no la única, de garantizar su conservación.

Entre los integrantes que conforman el patrimonio minero se pueden diferenciar dos tipos de elementos patrimoniales, hecho que trae consigo que su definición sea bastante compleja. Por un lado, se relaciona con el patrimonio histórico-cultural, antrópico, formado por las labores e instalaciones mineras; pero, por otro lado, también engarza con el patrimonio natural-geológico formado por el yacimiento, su entorno y el medio natural que engloba a la explotación (Armesto, 2002).

Además, siguiendo los criterios de la UNESCO, ya no sólo interesa el monumento y los demás bienes materiales, sino también la vida de las comunidades

del entorno. Por lo tanto, la cultura de la mina entra en juego en la nueva concepción patrimonial.

La doble degradación del medio natural y del patrimonio minero tiene una relación directa con la degradación del medio económico que se produce tras el cese de la minería, la cual a su vez trae consigo la degradación del medio social. Sólo cabe recordar el esplendor de las antiguas localidades mineras y su situación actual: los vestigios de la intensa actividad en el pasado se han convertido en ruinas en ruinas de instalaciones y edificios de los que quedan poco más que las paredes; las explotaciones a cielo abierto se han transformado en huecos informes cuyo fondo suele estar lleno de agua con los bancos y bermas erosionándose lentamente; las explotaciones subterráneas, por su parte, tienen las bocaminas o los pozos normalmente sellados, y en lo casos en los que esto no se da, al solerse encontrar tapados por la vegetación, constituyen un peligro potencial para personas que pueden caer en su interior.

Frente a la idea generalmente admitida de que la restauración de un resto minero pasa inevitablemente por su enterramiento o sellado, cada vez más personas piensan que un afloramiento de mineral en el fondo de una corta o en una pared de una galería, o una instalación industrial que ha sido durante años el centro vital de una región, tienen un valor patrimonial cuya conservación, en muchas ocasiones, es más defendible que su destrucción.

Una alternativa a la degradación del patrimonio minero, que en muchos casos puede ser viable y positiva, sería el fomento del turismo minero, que permitiría obtener los recursos necesarios para conservar dicho patrimonio y frenar en lo posible la actual degradación del medio natural, cumpliendo al mismo tiempo la labor didáctica de mostrar a la sociedad, por una parte, un tipo de actividad que ha sido y es muy importante como suministradora de materias primas necesarias para nuestra forma y calidad de vida y, por otra, los yacimientos minerales y los aspectos geológicos con ellos relacionados.

Éste es el patrimonio que debemos intentar conservar; ésta es la base sobre la que queremos asentar el desarrollo de las comarcas mineras.

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO MINERO

El primer inventario de máquinas, planos y documentos de valor histórico se realizó en Francia en 1790. Posteriormente, se llevó a cabo el Inventario Parisino (1791), que es considerado el primer museo técnico del mundo, efectuándose poco tiempo después en Londres (Reino Unido) una iniciativa similar (Armesto, 2002).

La tendencia de estos primeros intentos de conservación del patrimonio minero-industrial, llevados a cabo durante el siglo XIX y principios del XX, era la de recoger los útiles del pasado y llevarlos a “museos almacén” situados en los grandes núcleos urbanos, aunque también hubo algún intento de conservación in situ de bienes inmuebles mineros.

Ahora bien, los museos estrictamente mineros de relevancia empezaron a surgir a principios del siglo XX. En 1906, por iniciativa de Oskar von Miller, padre del término “monumento cultural técnico” se estableció el Deutsches

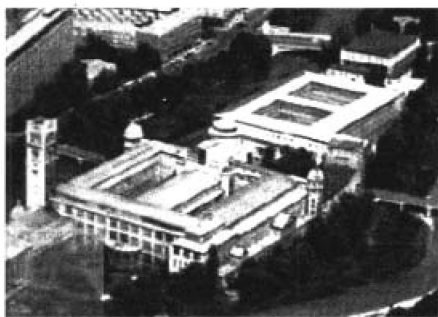


Figura 1. Deutsches Museum von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik (Alemania)



Figura 2. Ferrería de Mirandaola (España)

Museum von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik, en Múnich (Alemania), Este museo es una exposición permanente dedicada a la industria y la técnica, y que posee una sección dedicada a la industria minera.

En España las primeras propuestas sobre conservación del patrimonio industrial y minero surgen con bastante retraso respecto a países pioneros como Francia, Alemania y Reino Unido. Los primeros museos en explotaciones mineras de importancia surgen a partir de 1860, como museo de antigüedades romanas encontradas en la mina de San Juan Bautista, en la isla del Fraile (Cartagena), mientras que el primer ejemplo de “museo minero” no nos lo encontramos hasta 1952, con la reconstrucción de la antigua ferrería de Mirandaola en Legazpi, Guipúzcoa.

No es hasta 1959 cuando el Consejo Británico de Arqueología creó el Servicio Nacional de Monumentos Industriales, institucionalizándose y estableciéndose la Arqueología Industrial, a la que concierne la búsqueda, registro y preservación de la industria remanente del pasado.

Como puede apreciarse, la conservación del patrimonio minero-industrial es un movimiento esencialmente europeo, no siendo extraño entonces que la Asamblea del Parlamento del Consejo de Europa colaborase adoptando una Recomendación Relevante a la Arqueología Industrial y desarrollando una serie de reuniones de trabajo desde 1985, reuniones en las que se ha planteado habitualmente la cuestión de la preservación del patrimonio nacional minero, creándose la figura de los Monumentos Míneros Técnicos como integrantes del Patrimonio Cultural.

La recuperación del patrimonio industrial y minero, por medio de su estudio, investigación, conservación, defensa y rehabilitación está alcanzando en ámbitos internacionales el carácter de verdadero movimiento cultural y social. Uno de los ejemplos más relevantes es el de la antigua mina polaca de sal de Wieliczka. Esta mina ha sido declarada Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO, recibiendo unos 800.000 visitantes anuales y constituyendo un polo de atracción de primer orden que genera por sí mismo una riqueza considerable, la cual se utiliza, en parte, para mantener activa la propia mina.

2.3. PATRIMONIO MINERO EN ESPAÑA

En España se está asistiendo a una verdadera eclosión de proyectos locales con itinerarios o rutas minero-industriales, como son las transformaciones de antiguos trazados de los ferrocarriles mineros en Vías Verdes. Pero esto solamente es el principio, porque todavía no se ha llevado a cabo, al menos en nuestro país, un esfuerzo suficiente de valoración, protección y utilización del patrimonio minero.

A través de este esfuerzo se podría originar el dinamismo económico deseado. Es la perspectiva de la nueva minería, gracias a la cual el patrimonio y su uso turístico constituyen un motor de sinergias básico para el desarrollo.

Numerosas instalaciones mineras han sido catalogadas como Bienes de Interés Cultural (BIC), o en otras categorías, distinguiéndose varios grupos:

- Un primer grupo estaría formado por las Edificaciones, como la casa dirección de la Ferrería de San Blas en Sabero (León)...
- Un segundo grupo incluye los Elementos industriales, entre los que podemos encontrarnos los Hornos de Bustamante en Almadén...
- El tercer grupo estaría conformado por los Cargaderos de mineral, siendo un buen ejemplo de ellos El Cable Inglés de Almería...
- Finalmente los Castilletes de pozos, como el Pozo San Inocencio en Minas de Figaredo (Asturias)..., forman el cuarto grupo.

En 1977, la Escuela Superior de Ingenieros Industriales de Cataluña tomó la iniciativa en esta temática con la creación del Museo de la Ciencia y Tecnología de Cataluña, suponiendo una importante actuación a favor de la conservación del patrimonio industrial y minero.

Esto sirvió de punto de partida para la celebración de las primeras Jornadas sobre la Protección y Revalorización del Patrimonio Industrial (Bilbao, 1982), así como para la creación de diversas asociaciones como la Asociación Española de Arqueología Industrial y de la Obra Pública (1986) o Asociación Española del Patrimonio Nacional Industrial y Trabajo Público (1992). Al mismo tiempo, sirvió de estímulo para la aparición de otros importantes hitos en la protección del patrimonio minero en España como son la creación de museos mineros, destacando el Museo Minero de Riotinto o el Museo de la Minería y la Industria de Asturias.



Figura 3. Mina de Wieliczka (Polonia)



Figura 4. Casa Dirección de la Ferrería de San Blas

Por otra parte, también se han llevado a cabo numerosas iniciativas locales o regionales dignas de mención tratando de inventariar el patrimonio nacional minero-industrial. Así, se han efectuado diversos inventarios patrimoniales, como el de Cataluña, Asturias y Murcia, inventariándose en esta última Comunidad Autónoma múltiples elementos de la histórica industria minera de la Sierra de La Unión-Cartagena y realizándose un inventariado minero-metalúrgico de Murcia para la primera versión del Mapa Ambiental de España (Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero, 2002).

En cuanto a los grupos conservacionistas mineros, existen en el territorio español varias sociedades locales de este tipo, como las de Sabero (León), Almadén (Ciudad Real), Legazpi (Guipúzcoa)..., pero a nivel nacional funciona con exclusividad la Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero, SEDPGYM son sus siglas, creada en 1995.

En la actualidad existen en nuestro país una serie de instalaciones muy heterogéneas, y de muy distinta importancia, que pueden ser consideradas como “parques mineros”, cuya relación se pasa a exponer a continuación, junto a otros proyectos que se encuentran en estado incipiente o menos desarrollados que los anteriores.

“PARQUES MINEROS” EN ESPAÑA

a) En funcionamiento.

- Aventura Minaparque (Minas de Riotinto, Huelva).
- Museo de la Minería y de la Industria (El Entrego, Asturias).
- Centro de Interpretación del Oro (Belmonte, Asturias).
- Valles Mineros (Asturias).
- Mina de Jayona (Fuente del Arco, Badajoz).
- Museo de la Cementera del Clot del Moro (Barcelona).
- Parque Temático de la Minería y la Sal (Cardona, Barcelona).
- Museo de la Minería de San Cornelio (Cercs, Barcelona).
- Minas Neolíticas de Can Tintorer (Gavá, Barcelona).
- Museo Histórico y del Territorio Minero (Bélmez, Córdoba).

- Museo Geológico Minero de Peñarroya-Pueblonuevo (Córdoba).
 - Museo Histórico Minero “Francisco Pablo Holgado” (Almadén, Ciudad Real).
 - Museo de Minas de Almadén y Arrayanes (Almadén, Ciudad Real).
 - Museo Municipal de Puertollano (Ciudad Real).
 - Parque Minero Pozo Norte (Puertollano, Ciudad Real).
 - Museo de la Ciencia y de la Técnica de Castilla-La Mancha (Cuenca).
 - Museo Minero de Cerain (Guipúzcoa).
 - Parque Geológico-Minero de Las Médulas (León).
 - Museo Histórico-Minero D. Felipe de Borbón (Madrid).
 - Canteras romanas (Cartagena, Murcia).
 - Minas de La Celia (Jumilla, Murcia).
 - Minas de Navajún (Navajún, La Rioja).
 - Museo Internacional del Carbón (Barruelo de Santullán, Palencia).
 - Museo de la Minería (Bellmunt, Tarragona).
 - Museo de la Minería del País Vasco (Abanto, Vizcaya).
- b) En proyecto avanzado o en construcción.
- Intervenciones museísticas (Tharsis, Huelva).
 - Tren Minero de las Salinas (Torrevieja, Alicante).
 - Monumento Natural Mina la Jayona (Llerena, Badajoz).
 - Museo de la Minería de Cataluña (Manresa, Barcelona).
 - Parque Arqueotecnológico (Cerro Muriano, Córdoba).
 - Mina San Pascual (Guarromán, Linares, Jaén).
 - Centro de Interpretación de la Minería (Linares, Jaén).
 - Museo de la Minería de Castilla-León (Sabero, León).
 - Salinas de Espartinas (Madrid).
 - Salinas de Cabezón de la Sal (Madrid).
 - Parque Geominero y Arqueoindustrial (La Unión, Murcia).
 - Cerro del Hierro (Constantina, Sevilla).
 - Parque Geológico y Minero de Utrillas (Teruel).
 - Siderurgia (Sagunto, Valencia).
 - Museo Minero de Gallarta (Vizcaya)

ORÍGENES Y EVOLUCIÓN DE LOS POBLADOS MINEROS.

El Andévalo Occidental y la Cuenca Minera de Riotinto presentan unas características en torno al problema del despoblamiento totalmente opuesto a las del resto de la Comunidad Autónoma.

En Andalucía el principal rasgo de este proceso consiste en una relativa escasa incidencia del despoblamiento. Contrariamente a lo que ocurre en otros lugares interiores del país, aquí los núcleos despoblados son poco numerosos, pese a la fuerte emigración de los andaluces hacia el exterior. Esto puede deberse, en gran medida, al hecho de que el fenómeno de la despoblación rural comenzó más tarde que en otras regiones, y a que el abandono completo de los núcleos es más difícil dadas las características de ocupación de la tierra (González, 1991).

Pero, como ya se ha expresado, esto no sucede así en nuestra provincia. De esta manera se puede observar que Huelva es, con ventaja, la provincia andaluza donde se encuentra un mayor número de núcleos deshabitados, concentrándose la mayor parte en la Faja Pirítica Suribérica.

Y es que historiar uno a uno todos los asentamientos urbanos que surgieron alrededor de las minas onubenses sería un trabajo inmenso, ya que significaría, en la práctica, tener que enumerar tantos caseríos o aldeas como minas existentes, porque la verdad es que en prácticamente todos los lugares donde hubo un yacimiento pirítico o de manganeso se edificaron viviendas para obreros en mayor o menor número, según los casos.

Los núcleos abandonados en la provincia de Huelva tuvieron un origen de carácter productivo. Se trataba de asentamientos poblacionales que se generaron como alojamiento anexo a establecimientos productivos mineros, es decir, del tipo “poblados mineros”. La minería crea auténticos enclaves sociales, culturales y económicos; como los define Ruiz Ballesteros (1999) “puntos en el mapa con una única razón de ser, la mina junto a los que se sitúan”.

Surgen junto a minas, estaciones de ferrocarril, canteras, fábricas... quedando su suerte, por tanto, unida a la de estos establecimientos. Por esto, cuando la explotación entra en crisis o desaparece, el núcleo se despuebla rapidísimamente; en algunos casos en cuestión de un lustro se produce una caída poblacional de un millar de habitantes a unos pocos o nadie en absoluto.

En el mapa adjunto a se distinguen los poblados mineros abandonados (con un cuadrado rojo) de aquellos que todavía se encuentran habitados, aunque sea parcialmente (que son los del círculo azul).

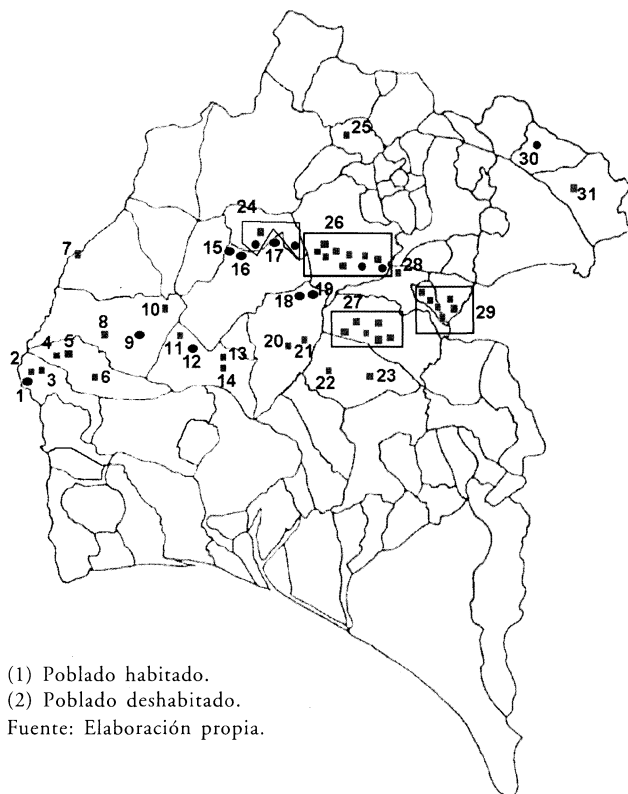
Estos son poblados que tuvieron, en su época de esplendor, un tamaño considerable, obviándose aquellas poblaciones tan atomizadas y dispersas que más que poblados deben ser considerados como caseríos aislados.

Como último dato dentro de la evolución de los poblados mineros de la provincia, se debe destacar el hecho de que ninguno de ellos, habitados o desaparecidos, ha conseguido hasta el día de hoy tener ayuntamiento propio, salvo el pueblo matriz de Minas de Riotinto. Ni siquiera Tharsis, que ocupa el segundo lugar en la historia de las minas más importantes de la provincia de Huelva, ha sido capaz de segregarse del ayuntamiento de Alosno a lo largo de todo el siglo pasado (Perejil, 1995).

CRITERIOS DE SELECCIÓN DE POBLADOS.

Para llevar a cabo la selección de los poblados mineros abandonados a incluir en un proyecto de desarrollo turístico es necesaria una valoración de los mismos, para determinar los más idóneos a la hora de una posible recuperación.

Por todo lo abordado anteriormente, es evidente que el número de poblados mineros abandonados está muy por encima de los que han logrado sobrevivir a las continuas adversidades de la historia. La falta de interés que en ocasiones pueden presentar los poblados mineros, a la hora de plantear su recuperación, se debe fundamentalmente a las siguientes razones:



(1) Poblado habitado.
 (2) Poblado deshabitado.
 Fuente: Elaboración propia.

- | | |
|--|---|
| 1. Puerto de la Laja (El Granado). (1) | 22. Campanario (Valverde del Camino). (2) |
| 2. El Sardón (El Granado). (2) | 23. La Ratera (Valverde del Camino). (2) |
| 3. Mina Santa Catalina (El Granado). (2) | 24. Cortegana (de oeste a este): San Telmo (1), El Carpio (2), Valdellamusa (1). |
| 4. Cantinas (El Almendro). (2) | 25. Mina María Luisa (La Nava). (2) |
| 5. La Isabel (El Almendro). (2) | 26. Almonaster la Real (de oeste a este): Aguas Teñidas (2), La Juliana (2), Monte Romero (2), San Carlos(2), San Miguel (2), Soloviejo (2), Concepción (1), Esperanza (2), San Platón (2), Cueva de la Mora (1). |
| 6. Colonia de Tejada (El Almendro). (2) | 27. Zalamea la Real (de oeste a este): Tinto-Santa Rosa (2), Mina Palanco (2), Barranco de los Bueyes (2), Castillo de Buitrón (2), Mina Guadiana (2), Mina Oriente (2). |
| 7. Vuelta Falsa (Paymogo). (2) | 28. Mina Poderosa (El Campillo). (2) |
| 8. Cabezas del Pasto (Puebla de Guzmán). (2) | 29. Sector Minas de Riotinto-Nerva (de oeste a este): La Atalaya (2), La Naya (2), Riotinto-Estación (2), Pueblo antiguo (2), Peña de Hierro (2), La Chaparrita (2). |
| 9. Herrerías (Puebla de G.). (1) | 30. Minas de Cala (Cala). (1) |
| 10. El Toro (Puebla de G.). (2) | 31. Minas del Teuler (Santa Olalla del Cala). (2) |
| 11. El Lagunazo (Alosno). (2) | |
| 12. Tharsis (Alosno). (1) | |
| 13. El Chaparral (Alosno). (2) | |
| 14. La Lapilla (Alosno). (2) | |
| 15. Pajaritos (El Cerro de Andévalo). (1) | |
| 16. La Joya (El Cerro de Andévalo). (1) | |
| 17. El Lomero (El Cerro de Andévalo). (1) | |
| 18. El Perrunal (Calañas). (1) | |
| 19. La Zarza (Calañas). (1) | |
| 20. La Torerera (Calañas). (1) | |
| 21. Sotiel Coronada (Calañas). (1) | |

Figura 5. Poblados mineros de la provincia de Huelva (2003)

- Un número considerable de entidades deshabitadas están en diseminado, sin constituir tan siquiera un mínimo núcleo.
- Otro gran porcentaje de ellas se encuentran totalmente destruidas o con la mayoría de sus edificios en un estado de ruina total, habiéndose priorizado la rehabilitación de edificios frente a la construcción de nueva planta donde tradicionalmente “existió” un poblado minero. Dentro de estos poblados destruidos es digno de reseñar la existencia de poblados mineros que han desaparecido debido a que sus edificios han sido demolidos por la propia empresa propietaria de la mina, una vez finalizada la explotación.

A la hora de la selección se han tomado una serie de premisas fundamentales, como el estado de conservación y el grado de ocupación, aunque sin olvidar otros factores importantes que influirán en la selección, como son la propiedad, las características de ubicación, la distancia a la cabecera municipal u otro pueblo importante, el estado del acceso (bueno, si el acceso es por carretera o carril asfaltado; acceso deficiente, por carril de tierra pero en buen estado; mal acceso, por pista o carril de firme pedregoso, bacheado...; muy malo, si es necesario siempre un vehículo apropiado), las infraestructuras (por ejemplo la disponibilidad o carencia de servicios mínimos, como son agua corriente, red de saneamiento y alcantarillado, luz eléctrica, línea telefónica...), y finalmente otras condiciones particulares como son el tipo de arquitectura...

Aunque a primera vista pudiera resultar ilógico o erróneo, en ocasiones se han desestimado factores como el tipo de acceso (mejorable en mayor o menor medida en la práctica totalidad de los casos), la carencia de infraestructuras (la presencia de las mismas no elude la necesidad de mejoras) y la distancia a un núcleo urbano, frente a otros como la ubicación, el tipo de arquitectura o la función específica que el núcleo pudiera tener en el entorno.

Debido a razonamientos puramente subjetivos, con los cuales se puede estar o no de acuerdo, en relación con la ocupación es preferible priorizar la recuperación de aquellos poblados que no se encuentren actualmente totalmente deshabitados, proporcionando nuevos medios de vida a sus ocupantes y así evitando la necesidad de desplazarse a otras localidades para poder trabajar.

TURISMO COMO DINAMIZADOR ECONÓMICO

La crisis de la minería ha supuesto el hundimiento de la base económica de muchas comarcas mineras. Esto pone de manifiesto la necesidad de diversificar las actividades para no depender de un único sector, y por ello muchas miradas se centran en el turismo, al ser un sector con grandes potencialidades para ser usado como dinamizador económico.

Así nos encontramos con notables ejemplos en la provincia de las nuevas formas de turismo, que aparecen ligadas a los cambios en la demanda turística, cambios en definitiva en los gustos de los turistas que prefieren nuevos destinos alejados de los circuitos tradicionales, y en los que el aire limpio, la ausencia de ruidos, el disfrute de la naturaleza y el paisaje se convierten en valores fundamentales. Es en la comarca de la Sierra donde podemos observar la muestra

más destacada de aprovechamiento de turismo rural en la provincia onubense; en esta zona se han incrementado notablemente en los últimos años sus equipamientos y flujos turísticos, antes casi inexistentes, gracias entre otros motivos a la catalogación de la zona, en 1989, como Parque Natural por parte de la Junta de Andalucía (Jurado, 2002).

Durante los últimos tiempos, el escenario económico y social de la mayoría de los países desarrollados ha venido caracterizándose por varios factores que han favorecido el auge de las actividades empresariales vinculadas con el turismo rural. Por una parte, y en el marco del proceso de terciarización que viene experimentando el tejido productivo de estos países, la nueva valoración del medio ambiente (aire limpio, ausencia de ruidos, disfrute de paisajes, espacios naturales...), ha supuesto la creación de una demanda de destinos turísticos que, alejándose de las tradicionales rutas de interés urbanístico o los estivales lugares de sol y playa, favorece la creación de nuevas empresas que aprovechan la oportunidad que les ofrece el propio entorno natural. Por otra parte, los nuevos modelos de desarrollo económico, con el fin de disminuir las diferencias entre las regiones urbanas (más desarrolladas) y rurales (menos desarrolladas), han sustituido las acciones encaminadas a mejorar la distribución espacial de las actividades económicas en las zonas rurales (propias de la política regional seguida en los años sesenta y setenta del pasado siglo), por la movilización de los recursos endógenos, el impulso de nuevas empresas y la revitalización y recuperación de las actividades tradicionales y del patrimonio rural.

Ambos fenómenos se unen para configurar un nuevo marco delimitador dentro del cual el turismo rural se revela como una alternativa empresarial eficaz, sobre todo, en las zonas rurales más débiles dedicadas, tradicionalmente, a actividades como la agricultura, pesca o minería (Toledano y Gessa, 2002).

Se debe señalar que la importancia que durante los últimos tiempos están adquiriendo las actividades relacionadas con el turismo en áreas rurales, está causada en parte por la propia aceptación generalizada dentro de estas áreas de que tales actividades actúan como un valioso mecanismo impulsor de desarrollo en las regiones rurales deprimidas.

INFLUENCIA DE LAS INICIATIVAS PÚBLICAS

En relación a la influencia de las iniciativas públicas en el desarrollo del turismo, es de destacar el notable incremento de instrumentos institucionales que, desde diferentes ámbitos, se han puesto en marcha con el fin de estimular y potenciar la generación de proyectos empresariales que se perciban como una alternativa eficaz a las tradicionales actividades propias del ámbito rural.

En los últimos años se atisban mejoras en la oferta turística de zonas rurales. Este progreso responde, en parte, al notable incremento de instrumentos institucionales que, desde diferentes ámbitos, se han puesto en marcha con el fin de estimular y potenciar la generación de proyectos empresariales que se perciban como una alternativa eficaz a las tradicionales actividades propias del ámbito rural.

En esta línea hay que situar las diversas medidas que, en el marco de la Unión Europea, han favorecido la puesta en marcha de diferentes proyectos empresariales (cofinanciados con Fondos Estructurales Europeos) en zonas rurales, contribuyendo así alcanzar el objetivo principal de fomentar el desarrollo socioeconómico de regiones deprimidas. Los dos principales instrumentos institucionales de desarrollo rural de la Unión Europea, la Iniciativa Comunitaria LEADER y el Programa Operativo PRODER, participan en esta tendencia.

Ya se deja bien claro en el propósito establecido en la Iniciativa LEADER II, es decir, “Impulsar el desarrollo endógeno y sostenido de las zonas de aplicación, a través de la diversificación de la economía rural, persiguiendo el mantenimiento de la población, frenando la regresión demográfica y elevando las rentas y el bienestar social de sus habitantes a niveles más próximos o equiparables a otras zonas más desarrolladas, asegurando la conservación del espacio y de los recursos naturales”

La existencia de instrumentos de fomento en ámbitos rurales son consecuencia también de la preocupación creciente de la sociedad por el medio ambiente, lo que se ha traducido en una mayor atención de los distintos agentes sociales a las actividades vinculadas con el mismo, y en un aumento de su sensibilidad por las cuestiones relacionadas con el entorno.

Pero, incluso teniendo en cuenta la existencia de líneas de ayudas y subvenciones públicas que facilitan las operaciones de capital, se echan en falta más iniciativas para las actividades empresariales turísticas, o de otro tipo, iniciativas particulares totalmente necesarias si no se quiere ver en un futuro próximo cómo se desertizan demográficamente nuestras comarcas rurales.

Y otro motivo por el que no se debe basar el despegue del sector turístico únicamente en las ayudas públicas nos lo encontramos en los próximos cambios que se avecinan en la Unión Europea, ya que tras la ampliación hacia los países del Este la política regional y de cohesión favorecerá en menor medida a estas comarcas.

DEFINICIÓN DEL TURISMO MINERO.

El turismo minero, o como algunos investigadores prefieren denominar, la “nueva minería” (García, 2003), es un fenómeno de origen tan reciente que actualmente no posee una definición clara y que esté unánimemente aceptada, al estar sujeto a diferentes criterios o puntos de vista, a veces divergentes e incluso discordantes.

Si nos fijamos en el turismo industrial, concepto del que está generalmente aceptado que proviene el turismo minero, aquél se define como “la actividad turística que consiste en organizar visitas programadas a empresas que tienen un interés especial por su producto o servicio, instalaciones, producción...” (Montaner et al, 1998). Pero esta definición no nos satisface, ya que la “nueva minería” se caracteriza, por una parte, por la no exigencia de que las visitas turísticas sean programadas, y, por otro lado, por el hecho de que gran parte de la actividad turística se lleva a cabo en explotaciones mineras no activas, sino que se encuentran ya abandonadas.



Figura 6. Museo de la Minería y de la Industria (MUMI)

Como un primer esbozo podría definirse el turismo minero, tras desechar los escasos ejemplos que he podido encontrar, como “la actividad turística llevada a cabo en áreas situadas en cuencas mineras donde se protege el patrimonio minero ubicado en ellas, acondicionándolas para que puedan ser visitadas por el público interesado, con un objetivo lúdico, didáctico o de investigación. También se pueden considerar aquellas áreas turísticas donde se conserven reproducciones a escala natural de labores mineras, en su ambiente geológico, o en instalaciones asociadas en las que se muestran los procesos mineros o naturales”.

El turismo así considerado convierte al patrimonio minero en atractivos turísticos capaces de generar empleo e ingresos, modificando la degradación social que se hubiera podido ocasionar al cerrar las antiguas explotaciones mineras, y también, restringidamente, si las condiciones geológico-mineras lo permiten, capaces de convertirse en Museo de la minería y de la Industria centros de investigación mineralógica, petrográfica, mineralogénica, médica...

SENSIBILIZACIÓN DE LA POBLACIÓN.

Uno de los elementos básicos para alcanzar el objetivo deseado, como es el desarrollo turístico que ayude a la diversificación económica de las comarcas rurales, nos lleva a la búsqueda de lograr la sensibilización de la población local en la necesidad de conservar el patrimonio minero.

Se deben fomentar políticas que avancen en la línea de favorecer una mayor sensibilización local en torno a la protección del patrimonio minero, en torno a la necesidad de su conservación, porque está demostrado que toda política sobre patrimonio requiere de una sensibilización social para su éxito.

Es lo mismo que sucede con los espacios naturales protegidos. Cuando la población local no se encuentra plenamente concienciada de los beneficios que les supone la presencia en su territorio de dicho espacio natural, son más comunes en él los incendios forestales, la caza furtiva...

Es indispensable ofrecer al conocimiento público datos sobre la existencia de estos poblados y explotaciones mineras, datos sobre sus características y particularidades, animándoles así a participar en el empeño de recuperar, para el uso público, estas interesantes pervivencias de nuestro pasado.

Esto tiene una importancia capital, ya que la Administración Pública no puede, ni probablemente deba, acometer la tarea de la recuperación con su esfuerzo exclusivo. Parece más correcto llegar a acuerdos con instituciones sociales para ese fin, e incluso apoyar iniciativas de interés público que surjan en el cuerpo social.

Con la sensibilización no se busca tanto la participación de la población local en la rehabilitación del patrimonio minero, sino más bien concienciar de la necesidad, de la recuperación y conservación de dicho patrimonio. Por muchos planes y programas que se desarrollen, por muchas inversiones que se lleven a cabo, la conservación total del patrimonio minero nunca se alcanzará si la población local no se encuentra enteramente convencida de las ventajas que les supone dicha conservación.

Pero el objetivo de la sensibilización no acaba en la población local de las comarcas mineras, al existir un grupo sobre el que hay que incidir especialmente, como es el de los trabajadores y propietarios de las explotaciones mineras.

Es necesario, por un lado, promocionar la sensibilidad de los profesionales implicados en los trabajos mineros y, por otro, demostrar que el desarrollo de esta industria minera es compatible con la preservación del patrimonio y con el desarrollo del turismo. Sin alcanzar la concienciación plena de aquellas personas que más directamente trabajan y conviven con el patrimonio minero se dificulta en gran medida la conservación del mismo (Andrés, 1998).

CONCLUSIONES

Los diversos estudios realizados generalmente hasta ahora sobre las comarcas mineras se han centrado, generalmente, en aspectos sectoriales referentes a su historia, a su arquitectura o sus problemas económicos. El "Plan Estratégico de Desarrollo para el Andévalo Occidental" es una notable excepción, al plantear las bases para la reconversión integral de la comarca, teniendo en cuenta además la recuperación del paisaje y del medio ambiente como soporte necesario para el desarrollo de su marco territorial.

Todo el trabajo previo de esta investigación converge en una serie de conclusiones, con las que se pretenden aportar ideas que ayuden a alcanzar la recuperación física y funcional de las explotaciones y poblados mineros abandonados, a través de la rehabilitación para usos residenciales y sociales y la dotación de las necesarias instalaciones e infraestructuras, como base para lograr la anhelada diversificación económica de la comarca.

A. Extrapolación de experiencias.

La primera de estas conclusiones se centra en las posibilidades que ofrece la extrapolación de experiencias.

Frente a experiencias ya consolidadas en otros países de nuestro entorno socioeconómico, España muestra un cierto retraso que, dejando aparte declaraciones puntuales de Lugares Naturales de Interés Nacional en el primer tercio del siglo pasado, ha empezado a corregirse desde finales de los años setenta gracias a las voluntades individuales y apoyos de la Administración, estos últimos obviamente siempre limitados.

De la observación de estas experiencias externas podemos obtener información para conseguir el éxito en nuestros objetivos, pero hasta un cierto límite, ya que la mayoría de los ejemplos existentes de espacios mineros rehabilitados no son extrapolables al cien por cien a las cuencas mineras de nuestra

provincia. Por ejemplo en el Reino Unido, país que junto a Alemania es el que posee un mayor número de actuaciones en este campo, la ubicación geográfica de los espacios mineros rehabilitados es próxima a grandes infraestructuras y servicios, lo que dista mucho de la situación de nuestro ámbito de estudio.

B. Protección vs. conservación.

Actualmente existe una copiosa legislación internacional sobre la conservación de los bienes culturales que, sin embargo, ha tenido poca incidencia en la salvaguardia del patrimonio minero, si bien gracias al Convenio del Patrimonio Mundial de la UNESCO (1972) se han ido incorporando paulatinamente a la Lista de Patrimonio Mundial muchos conjuntos minero-metalúrgicos.

Pero esto no implica necesariamente su conservación. Con protección vs. conservación quiero reflejar el hecho de que elementos emblemáticos de la minería están siendo protegidos en muchos países, y en España varios de ellos han sido declarados B.I.C., pero todos los años se derrumba o se destruye alguno, y Huelva no escapa de este proceso. Se demuestra por tanto que proteger es necesario, pero no suficiente.

C. Economía y turismo.

Casi todos los proyectos de conservación llevados a cabo hasta hoy en día se han financiado por entes públicos, y han surgido generalmente por el interés de grupos conservacionistas. Sin embargo, el negocio potencial que representan está ocasionando que se esté introduciendo, poco a poco, la empresa privada.

Con un proyecto turístico de estas características se busca no quedar limitado a un posible beneficio social o cultural, que siempre será bienvenido, sino que también se espera que aporte un beneficio económico real a quien gestione la explotación de la actividad turística, ya sea la administración pública, la compañía minera o cualquier otra entidad.

D. Calidad ambiental.

Para conseguir el objetivo del desarrollo turístico de una cuenca minera también es indispensable un análisis exhaustivo de la calidad ambiental de la zona, en base a las preferencias que hoy muestra la demanda turística a la hora de elegir su destino. Un análisis que, sin necesidad de profundizar demasiado, concluye revelando que la rentabilidad de estas zonas como destino turístico de calidad es dudosa si se mantienen las condiciones ambientales actuales.

Se debe incidir en evaluar el tipo e intensidad de las alteraciones existentes, así como diseñar las acciones a seguir para la restauración y los costos que esto conllevará, si queremos lograr los principales objetivos del presente estudio. En definitiva, lo que se desea es combinar la evaluación de impacto ambiental con el proyecto de restauración.

Si las áreas mineras, quieren alcanzar el éxito como destino turístico, que el turismo se convierta en verdadera actividad económica, precisan de fuertes inversiones capaces de restituir el valor ambiental que hoy exige la demanda. Pero entonces surgen las dudas de si tras una inversión de tal magnitud seguirá

siendo interesante el turismo como actividad de desarrollo, o de si sería conveniente otra alternativa que exija una menor inversión y que se enfrente a una menor competitividad que la que encontrará el turismo.

Se habla a menudo del interés turístico de esta comarca en razón a diversas potencialidades, se está dando la imagen de un lugar interesante, lo cual es cierto, pero a estas afirmaciones se les debería añadir, para que reflejasen plenamente la realidad, el hecho de que ambientalmente y en materia de infraestructuras apenas se ha hecho nada. Se está montando una falsa expectativa turística, lo que puede originar serios problemas y graves desencantos en el caso de que al final estas expectativas no lleguen a buen puerto.

E. Turismo vs. desarrollo.

Se quiere llamar a la reflexión sobre una realidad tangible como es que la reconversión de activos y territorios en busca de soluciones que dinamicen un desarrollo endógeno a través del turismo es algo mucho más complejo que alabar unos restos en un arrebato de "patriotería". Se habla mucho de poner en valor turístico un patrimonio, pero olvidando lo que significa el desarrollo integrado de un territorio.

Con turismo vs desarrollo se intenta dejar claro que no es objetivo de este estudio lanzar utopías acerca de las notables potencialidades que para el turismo ofrecen las cuencas mineras. El problema radica en que poner en valor un destino turístico como se desea, en las condiciones que se necesitan, exige unas inversiones elevadísimas, como se cita en la conclusión anterior. Y al mismo tiempo, habría que buscar el punto medio en la dicotomía entre turismo y minería, entre quienes creen firmemente ver en el turismo la locomotora de su desarrollo y quienes están convencidos de que la minería tiene todavía un interesante porvenir.

F. Factores claves para el éxito del turismo.

Todas estas reflexiones, y la información consultada, han llevado a desarrollar los factores claves para lograr un turismo que sea capaz de sacar del pozo del declive a las cuencas mineras. Se debe dejar bien claro que se busca un desarrollo sostenible, un proyecto turístico con visión de futuro, que no esté basado en el crecimiento económico momentáneo gracias a la construcción, ya que esto solamente enriquece a quienes poseen el suelo y a quienes promueven dicho "modelo turístico", por llamarlo de alguna manera.

Estos factores se resumen en cuatro, como son: la calidad del entorno (que debe ser alta), disfuncionalidades del medio (que se deben atajar), infraestructuras (que necesitan mejorarse) y la percepción local del turismo.

G. Efectos del turismo.

Si todos los factores que deben intervenir para alcanzar el éxito del proyecto lo hacen en su justa medida, no es descabellado pensar en que este programa turístico pueda generar diversos efectos, distinguiéndose los generales (como el desarrollo económico y social, dotación de infraestructuras y servicios, esta-

bilización y creación de empleo...) y efectos sectoriales (en la hostelería, artesanía, comercio, construcción...). Todo para alcanzar al final el objetivo deseado de la diversificación económica.

BIBLIOGRAFÍA.

- ÁLVAREZ ARECES, M.A. (Coord.) (2001): *Arqueología Industrial, Patrimonio y Turismo Cultural*. INCUNA, Gijón.
- ANDRÉS SARASA, J.L. (1998): “¿Cuencas mineras en crisis versus destinos turísticos?”, en *Papeles de Geografía*, nº 27.
- ARMESTO PEÑA, J.L. (2002): *Metodología para la transformación de labores mineras en parques temáticos*. Inédito.
- DORREGO REYES, I. (2003): *Oferta turística del Andévalo*. Inédito.
- FELICIDADES GARCÍA, J. (2002): “El medio físico y las unidades ambientales”, en Márquez Domínguez, J.A. (Dir.) *Plan Estratégico de Desarrollo para el Andévalo Occidental*. Instituto de Desarrollo Local. Universidad de Huelva.
- GARCÍA, M.; PAZOS, F.J. et.al. (2003): “Antropización de un medio natural: Cuenca Minera de Riotinto”. Inédito.
- GARCÍA DELGADO, F.J. (2003): “Reflexiones sobre el turismo en la provincia de Huelva”. Inédito.
- GÓMEZ PÉREZ, V. (2003): “El paisaje y la fragilidad ambiental. Propuesta de ordenación paisajística del entorno del Puerto de la Laja”. Inédito.
- GONZÁLEZ TAMARIT, L. (Dir.) (2001): “Núcleos deshabitados en Andalucía”. Departamento de Publicaciones, Consejería de Obras Públicas y Transportes, Junta de Andalucía, Sevilla.
- JIMENEZ, J.C. y PÉREZ, J.M. (Coords.) (1994): *1ª Jornadas Ibéricas del Patrimonio Industrial y de la Obra Pública*. Consejería de Cultura y Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- JURADO ALMONTE, J.M. (2002): “Las actividades turísticas”, en Márquez Domínguez, J.A. (Dir.) *Plan Estratégico de Desarrollo para el Andévalo Occidental*. Instituto de Desarrollo Local, Universidad de Huelva.
- MÁRQUEZ DOMÍNGUEZ, J.A. (2002): “El ámbito territorial, poblamiento y estructura productiva”, en Márquez Domínguez, J.A. (Dir.) *Plan Estratégico de Desarrollo para el Andévalo Occidental*. Instituto de Desarrollo Local, Universidad de Huelva.
- MONTANER, J. et al. (1998): *Diccionario de turismo*. Editorial Síntesis, Madrid.
- PÉREZ DELAY, A. (1995): *Catálogo de poblaciones mineras fallecidas en la provincia de Huelva*. Asociación de Amigos del FFCC “Cuenca Minera de Riotinto (Huelva)”. Huelva.
- ROMERO MACÍAS, E.M. et al. (Eds.) (2000): *Actuaciones sobre el patrimonio minero-metalúrgico*. Libro + CD. Universidad de Huelva.
- RUÍZ BALLESTEROS, E. (Coord.) (1999): “Cultura minera en Andalucía”. *Demófilo*, nº 32.
- TOLEDANO, N. y GESSA, A. (2002): “El turismo rural en la provincia de Huelva. Un análisis de las nuevas iniciativas creadas al amparo de los programas LEADER II y PRODER”, en *Desarrollo Rural y Cooperativismo Agrario*, nº 6, pp.

DESARROLLO LOCAL SOSTENIBLE EN ZONAS MARGINALES

JUAN A. MÁRQUEZ DOMÍNGUEZ

RESUMEN

La reestructuración productiva ha intensificado la competencia entre organizaciones y empresas. Esta realidad se concretiza en los territorios, hasta tal punto que los mismos pueden definirse en razón a su posición de ganadores o perdedores. Los primeros aparecen como zonas donde las estrategias de desarrollo han sido exitosas, por múltiples causas, ya sean por la presencia de recursos naturales, habilidades humanas, acumulación de capital a lo largo de la historia etc. Mientras tanto, los territorios perdedores presentan un perfil marginal, donde las estrategias de desarrollo pueden considerarse como fracasadas.

Pareciera que, en una competencia sin compasión, el darwinismo territorial hiciera viable o inviable el desarrollo. Sin embargo, nuevos marcos y nuevas concepciones del desarrollo están surgiendo al abrigo de una revolución tecnológica que abre horizontes para el progreso de las zonas más deprimidas. Efectivamente, el desarrollo local sostenible emerge como una estrategia de perdedores, de zonas marginales que no se conforman con ser tales, sino que buscan la esperanza de un mañana mejor.

PALABRAS CLAVES

Desarrollo local, Zonas marginales, Patrimonio cultural

ABSTRACT

The restructuration of the production has intensified the competition among organizations and enterprises. In the territories this reality comes out to such extent that these areas can be defined according to their positions as "winners" or "losers". The first ones appear as areas where developmental strategies have been successful due to manifold causes: the presence of natural resources, human skills, the accumulation of capital along history, etc. Meanwhile those "loser areas" show a marginal profile where developmental strategies can be considered as a failure.

It seems that in a merciless competition territorial darwinism made feasible or not the development. However, new frames and new conceptions about development are emerging under cover of a technological revolution which opens new horizons for the progress of the most depressed areas. In fact, local sustainable development appear as a suitable strategy for the losers, for these marginal areas which do not resign to their marginal position, but search a hope for a better tomorrow.

KEY WORDS

Local sustainable, Marginal areas, Cultural Heritage

INTRODUCCIÓN

La reestructuración productiva ha intensificado la competencia entre organizaciones y empresas. Esta realidad se concretiza en los territorios, hasta tal punto que los mismos pueden definirse en razón a su posición de *ganadores o perdedores*. Los primeros aparecen como zonas donde las estrategias de desarrollo han sido exitosas, por múltiples causas, ya sean por la presencia de recursos naturales, habilidades humanas, acumulación de capital a lo largo de la historia etc. Mientras tanto, los territorios perdedores presentan un perfil marginal, donde las estrategias de desarrollo pueden considerarse como fracasadas.

Pareciera que, en una competencia sin compasión, el darwinismo territorial hiciera viable o inviable el desarrollo. Sin embargo, nuevos marcos y nuevas concepciones del desarrollo están surgiendo al abrigo de una revolución tecnológica que abre horizontes para el progreso de las zonas más deprimidas. Efectivamente, *el desarrollo local sostenible* emerge como una estrategia de perdedores, de zonas marginales que no se conforman con ser tales, sino que buscan la esperanza de un mañana mejor.

LOS IMPULSOS DEL DESARROLLO EN EL CONTEXTO EUROPEO

Actualmente, según el informe "Europa 2000 +. Cooperación para la ordenación del territorio europeo" (Comisión, 1994), los procesos de desarrollo regional son impulsados por *cinco fuerzas* actuantes no necesariamente simultáneas ni ubícuas (Esteve, R., 1999)

- A. *Heliotropismo*, como fuerza de atracción para recursos humanos y actividades. Así, la distribución espacial del número de horas de insolación puede perfilar los espacios más dinámicos y con posible crecimiento futuro.
- B. *Impulso urbano* a través de fenómenos de metropolización y desdoblamiento relativo de conurbaciones.
- C. *Litoralización*, o densificación de las zonas costeras respecto del interior.
- D. *Dinamización de ejes* y corredores que enlazan las grandes metrópolis.
- E. *Impulso de regiones con recursos y ventajas naturales*.

Ante estas fuerzas de éxito, *los espacios que carecen de ellas aparecen como perdedores*. Sin potencialidades aparentes, son zonas marginales y subsidiadas, que sufren un continuo abandono o mantienen el llamado "*modelo de desarrollo primario exportador*", basado en un trasvase de recursos naturales y/o humanos hacia los territorios ganadores, con la fuga de un interesante valor añadido, especialmente en los espacios rurales.

En el caso concreto de Andalucía, la distribución de la población viene determinada por las posibilidades de desarrollo que brindan los distintos espacios comarcales, pudiéndose detectar tres vectores-fuerza que han organizado los flujos de la población andaluza:

- De la montaña al llano. En este caso la montaña, las sierras se han convertido en espacios marginales

- Del interior al litoral. Así, mientras el interior se estanca, el litoral se convierte en un área muy dinámica
- De los núcleos pequeños a los medianos y a los grandes.

Sin embargo, en los amplios espacios de despoblación de las sierras y valles andaluces, pero también en las ciudades y en el litoral, se impulsan estrategias de desarrollo local, alternativas a las ideas neoliberales y al darwinismo territorial.

EL DESARROLLO LOCAL COMO PROCESO

En principio, el desarrollo local surge como propuesta y respuesta al subdesarrollo y como una alternativa a la crisis y a las teorías del desarrollo, que curiosamente no han satisfecho las expectativas puestas en ellas. De acuerdo con Vázquez (1993), el desarrollo local ha existido como proceso de avance social y económico ligado a las potencialidades endógenas del territorio; sin embargo, sólo recientemente se ha descubierto como una escala válida y adecuada para plantear estrategias generales de desarrollo. Anteriormente fueron los marcos estatales y regionales los que impusieron su punto de vista en la planificación y, en numerosas ocasiones, se enfrentaron los intereses de las comunidades locales y las aspiraciones regionales y/o nacionales.

La transformación de los modos de producción *fordistas en flexibles*, el neoliberalismo, la especialización internacional y las nuevas formas de acumulación del capital, han obligado a nuevos replanteamientos de las estrategias de planificación, que deben resolver la dialéctica entre lo local y global en unos momentos donde falta la capacidad de explicar conceptos tradicionales con otras dimensiones como son distancia, accesibilidad... o la producción flexible (Boisier, S., 1999). Al mismo tiempo, los procesos de descentralización, han ido mermando capacidad operativa y de solidaridad al estado y la apertura de fronteras en La Unión Europea y en la aldea global ha originado amplios espacios no competitivos y rezagados.

En este complejo contexto surge el Desarrollo Local como estrategia viable de desarrollo. Vázquez (1993), partiendo de la experiencia europea y española identifica el desarrollo local con *un desarrollo difuso y fuera de los grandes planes y circuitos de desarrollo regional y nacional* y lo observa como un proceso de la pequeña y mediana empresa capaz de generar riqueza, crear empleo e insertarse en las potencialidades endógenas. Este desarrollo se puede rastrear históricamente en las comunidades autárquicas, pero se fortalece y ofrece alternativas en la situación que empieza a vivir Europa a partir de la crisis petrolera de 1973. La solidaridad europea creó organismos e instrumentos de desarrollo que realizan fuertes inversiones económicas. Estas actuaron para mitigar *la marginación de áreas poco competitivas* y de desarrollo menor; pero muy pronto se pensó que no debían ser una limosna, sino una forma de impulsar, ayudar y acompañar, en el camino de la competitividad, a las comunidades menos prósperas.

Por desgracia, no existe ningún modelo ni receta universal para hacer desarrollo local.

Por suerte, hay un acuerdo general que concibe el desarrollo local como proceso multidimensional donde se experimenta *crecimiento económico*,

sustentabilidad ambiental y equidad, con base territorial, hecho válido tanto para los ámbitos urbanos como rurales. *El crecimiento económico* debe partir de las estructuras y organizaciones locales y debe ser autosostenido por sus fuerzas internas, de lo contrario puede caer en dependencias externas y episodios de expolio.

La equidad social supone que el desarrollo beneficia no sólo a determinados segmentos sociales, sino al conjunto de la población. La creación de riquezas no debe entenderse como una labor especulativa, sino dinamizadora del tejido productivo y social (Márquez, 1998).

La sustentabilidad ambiental garantiza la continuidad temporal en el proceso de desarrollo, al explotar “racionalmente” los recursos locales, que son fundamentos de las generaciones y los escenarios futuros. El *desarrollo durable*, como denominan los franceses a la sustentabilidad ambiental, se ha incorporado recientemente como paradigma a los procesos de desarrollo y presenta una vertiente eminentemente territorial, como espacio donde se producen las interacciones entre los diversos sistemas sociales, naturales, económicos y culturales.

Estos tres paradigmas cohesionan un discurso suficientemente válido para las estrategias de desarrollo local cuyos factores son los recursos humanos y su labor emprendedora, las infraestructuras, la organización social, las posibilidades financieras, el patrimonio natural y cultural y la capacidad de procesar y utilizar la información como principales fundamentos del mismo.

Entre los factores de desarrollo destacan *los recursos humanos y el tejido social*, junto con los emprendimientos de las *microempresas y pymes*, donde se apoya el desarrollo local. A pesar de su pérdida de peso, los sindicatos todavía tienen un cierto protagonismo en el mundo rural, velando por la creación de empleo y la mejora de las condiciones de trabajo. Las negociaciones sindicales han sido especialmente útiles, aunque actualmente se cuestiona su eficiencia, en zonas con exceso de fuerza trabajo.

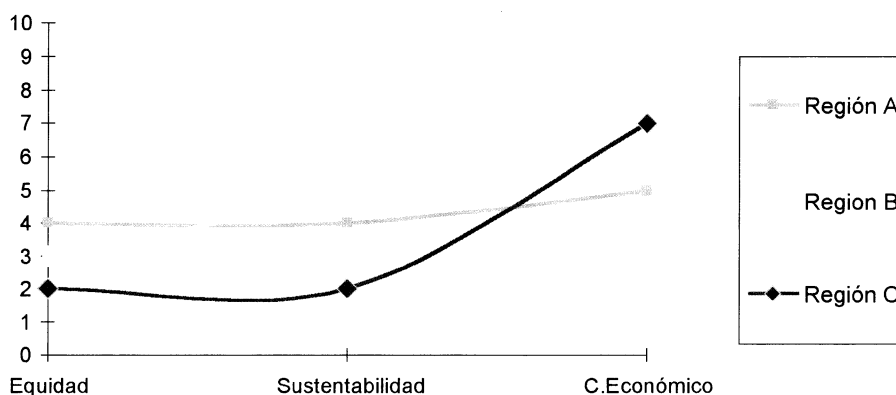


Figura 1. Objetivos del desarrollo. Fuente: Dourojeani, A. (2002). Elaboración Márquez, J.A.

ÁMBITOS, CONTEXTOS Y OBJETIVOS DEL DESARROLLO LOCAL

La virtualidad del desarrollo local, con respecto a otras concepciones del desarrollo, es que es un proceso que solo puede desarrollarse a niveles escalares determinados y aunque el ámbito no está predeterminado, si condicionado porque:

- Es un espacio socialmente construido por los hombres
- Es un espacio con las dimensiones adecuadas para la participación de sus habitantes en las tareas del desarrollo
- *Es un espacio para ser, por encima del hacer y crecer*
- Es un espacio lleno de contenidos para su desarrollo

El contexto en que surge el desarrollo local es de crisis generalizada de valores y falta de orientación de espacios que pierden competitividad por el paso de las sociedades fordistas a flexibles, es decir el paso de un tejido productivo organizado y de producción en cadena, por uno impredecible... donde la revolución tecnológica y el acortamiento del Estado dejan desamparados a muchos territorios y personas. Ello ha dado lugar a:

- La contradicción creciente entre un mundo global y la competitividad entre territorios y hombres diferentes que origina darwinismo social y territorial.
- Fuertes ajustes y reestructuraciones productivas, que fueron dejando fuera del modelo a amplios espacios periféricos que no tenían como ni con que competir
- Disociación extrema de la economía fiduciaria de la real.
- Relación decreciente entre la producción de utilidades y la fuerza de trabajo
- Ruptura de los equilibrios entre la actividad humana y los ecosistemas del planeta
- Desvinculación entre el crecimiento económico y el consumo energético de materias primas.

Los objetivos, del desarrollo Local pretenden alcanzar un progreso entendido como el camino para la felicidad del hombre, pero existen diferentes formulaciones según los actores y los territorios.

- Socorrer la subsistencia en Lima, en Valdivia... “los sin tierra”
- Crear empleo, generando economía social, en Lucena del Puerto, en La Palma...
- Proteger el medio ambiente, en Huelva...

Existen unos objetivos comunes que lo identifiquen como singular. El desarrollo local es un proceso definido como crecimiento económico, equidad y sustentabilidad ambiental, sin embargo este deseo puede ser aplicado a otras concepciones del desarrollo como el estatal, el regional o el provincial. La diferencia se encuentra en que:

- *El crecimiento económico* debe ser autosostenido por las organizaciones y estructuras sociales de las que se beneficia.
- *La equidad* se mide por la distribución de los beneficios del desarrollo al conjunto de la población que habita el territorio
- *La sustentabilidad ambiental* se orienta a una explotación del patrimonio natural y cultural no agresiva y que permita procesos de resiliencia.

Aquí radica lo singularidad del desarrollo local, porque mientras crecimiento económico y equidad pueden traducirse a valores de comprensión universal, la sustentabilidad ambiental, depende de los condicionantes locales y las sinergias que de forma única presenta el territorio. Es la escala local la única donde se puede proponer un desarrollo durable, jugando con objetivos, factores y elementos concretos...

EL PAPEL DEL TERRITORIO EN EL DESARROLLO

Tras largas etapas del pensamiento científico, donde se silencia el espacio geográfico como determinante del desarrollo, el territorio ha comenzado a jugar un papel de primer orden en el desarrollo local. En principio el territorio, entendido como espacio natural, fue gratuito, fue creado y dado para el disfrute del hombre y como despensa alimentaria. Durante largos siglos, *la presión de la población sobre los recursos fue débil y el ecúmene o espacio habitado se contrapuso a lo salvaje, natural o incivilizado.*

No obstante, las comunidades locales habían estado tradicionalmente interesadas en la conservación de su espacio vital, sabedoras de las limitada *simbiosis entre sociedad y medio natural* como único instrumento para garantizar la supervivencia de generaciones futuras. En Cartas Pueblas, Libro de Privilegios, Ordenanzas Municipales, Fundaciones..., a menudo se hizo alusiones a la relación del hombre con el medio y a las actividades prohibidas y permitidas para evitar un excesivo esquilme de los recursos. El estado burgués centralizó la administración en un complejo sistema, instrumentaliza todo su poder al servicio de los agentes económicos, creando para ello a lo largo del siglo XIX un corpus legal que regula la gestión de los recursos naturales: minas, propiedad de la tierra, ..., de forma que fuera posible remover los *estorbos comunitaristas* y las limitaciones ecológicas que se oponían al desarrollo industrial. El estado y muchos teóricos a su servicio encarnan la idea de progreso en la medida en que éste es medido *únicamente en términos de riqueza económica*" (Baigorri, A. 1999)

El territorio ha sido concebido muchas veces sólo como fuente de recursos, ya sean naturales o para el aprovechamiento de la fuerza de trabajo, generándose un modelo de desarrollo perverso llamado "Modelo Primario Exportador", donde la mayor parte del valor añadido, escapa del territorio que aporta los recursos primarios, llegándose en algunas ocasiones a afirmar que la riqueza de recursos no genera desarrollo, sino lo contrario.

El territorio regalo, el territorio despensa, cultivado, privado, industrializado, urbanizado, depredado... soporte y continente de actividades, contaminado..., en definitiva, el territorio usado, pero no cuidado pone en peligro la sostenibilidad y continuidad de los ecosistemas. El territorio empieza a emerger como factor principal del desarrollo local. El territorio deja de ser un soporte para convertirse en un medio y un instrumento para el desarrollo local. La incorporación del territorio al discurso del desarrollo es muy reciente.

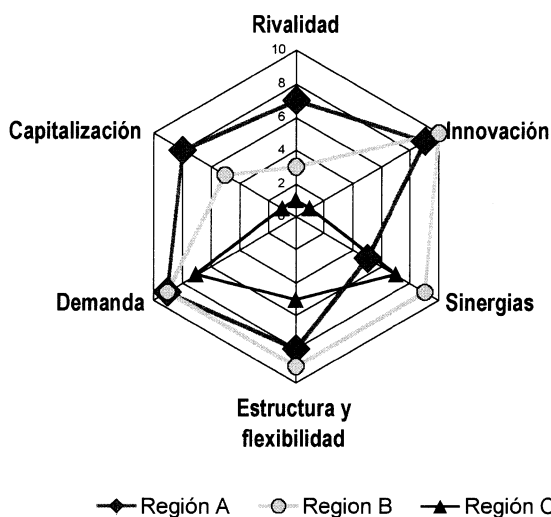


Figura 2.
El perfil del diamante de la competitividad región.
Fuente: Porter 2001. Elaboración Márquez, J.A.

UNA MIRADA AL CONCEPTO DE DESARROLLO

Una de las definiciones más completas del concepto de desarrollo la hizo Michel Todaro (1989) quién lo relaciona con la satisfacción de tres necesidades más perentorias del hombre: el sustento vital, la autoestima y la libertad. De esta forma subdesarrollo surge como una carencia o insatisfacción de alguna de las necesidades citadas. Pero, a pesar de ser una de las definiciones, a mi entender más lograda, el territorio a estas alturas sigue ausente porque, a menudo, se considera el tejido productivo como *un sistema mecánico* que se puede montar y desmontar como las piezas de un reloj...

Incluso el sistema territorial no se comporta como un sistema biológico, sino que presenta su propia y compleja dinámica como un espacio de interacción resultado de la presencia de subsistemas naturales, sociales y económicos.

Por desgracia, numerosos científicos, políticos, economistas y planificadores consideraron el desarrollo desde la perspectiva mecanicista y aplicaron sus concepciones desde arriba hacia dentro:

1. *La corriente marxista clásica concibió el desarrollo como un problema de organización social, como una tarea de la planificación obligada para adecuar la oferta de bienes a las necesidades humanas (demanda)...*
2. *El desarrollo en los sesenta y setenta tuvo como objetivo el crecimiento económico, que no es desarrollo, elaborando modelos lineales que, como en el caso de Rostow, propone diversas etapas por las cuales debe transitar una sociedad primitiva para llegar a una última de madurez y consumo de masas. Más extendidas estuvieron las doctrinas o teorías llamadas estructuralistas, muchas de ellas impregnadas por pensamientos marxistas o neomarxistas. Para ellas, los cambios de las estructuras productivas, sociales y culturales podrían impulsar el desarrollo, como el propuesto por Chenery, o, finalmente la Planificación Indicativa con la realización de Polos como en Perroux.*

3. *Durante los años setenta y ochenta* predominó un cierto desencanto en torno a concepciones mecanicista. *La elaboración de modelos de desarrollo* tuvo y tiene como objetivo *evaluar las falencias del sistema y orientar las posibles políticas de desarrollo*. Así, en la Cepal fue famoso el intento de radiografiar el desarrollo mediante los parámetros *crecimiento económico, competitividad, austeridad y equidad*. Pero, sobre todo, se impone un pesimismo que descubren el sentido de *los flujos de capital* desde espacios de capitalismo periférico y marginal a los espacios centrales.
4. *En los años ochenta y noventa*, después del desencanto abierto por la caída del muro de Berlín y el conocimiento de la inoperancia del otro sistema, se imponen crudamente *concepciones porterianas*, donde parámetros de competitividad empresarial pueden y deben ser extrapolados a comunidades, regiones, estados... definiéndose un diamante competitivo que engloba esencialmente: *Rivalidad, Innovación, capitalización, demanda, estructura y flexibilidad y sinergias*. También se han hechos grandes esfuerzos en *analizar los mecanismos de inserción externa y del proceso de globalización*..
5. *El desarrollo en los noventa y las puertas del III milenio* se impulsa por revoluciones tecnológicas, transformación de modelos de organización sociales de Fordistas en Flexibles...y la manoseada globalización, donde autores como Milton Friedman, confían en la bondad del *mercado y el diseño de políticas monetarias poco perversas*.

Actualmente, las reglas del mercado se imponen o la imponen, sin embargo cuando parecía que lo local iba a desaparecer frente a la globalización y homogenización mundial, han surgido o se han consolidado *procesos de desarrollo estrechamente vinculados al territorio*. Efectivamente, la idea de que el movimiento de capitales y personas pudiera producir una volatilidad de las economías e identidades y, en definitiva, su desterritorialización no se refleja en la realidad. Lo local emerge como posibilidad de hacer un desarrollo durable y alternativo a modelos de desarrollo. En realidad el desarrollo local aparece como un anti-modelo.

La crisis de la planificación regional, seguramente, es una incapacidad actual de adaptarse a las nuevas circunstancias. La irrupción del concepto “geometría variable” con las posibilidades que ofrece la tecnología para unidades productivas de pequeñas dimensiones está reconfigurando la geografía económica nacional e internacional, pero también el papel del estado, las provincias y las dimensiones del sitio, o nicho ecológico del poder, ya sea económico, social o tecnológico.

Globalización no significa homogenización, sino conocimiento de las identidades. Para que la un municipio, comarca, provincia o región pueda competir en la aldea global, donde se presuponen que todos se conocen, es necesario tener y mostrar unas señas de identidad que muestren habilidades productivas y un comportamiento social-empresarial que no puede ser improvisado. En las redes globales no circula información y conocimiento informe, sino interpretaciones e identidades. La capacidad de generar consensos sociales, la cultura empresarial, la cualificación y habilidades de los recursos humanos, las sinergias del sistema educativo, la valoración del paisaje y la identidad como potencialidades productivas no son deslocalizables y como estructura social es difícilmente injertable.

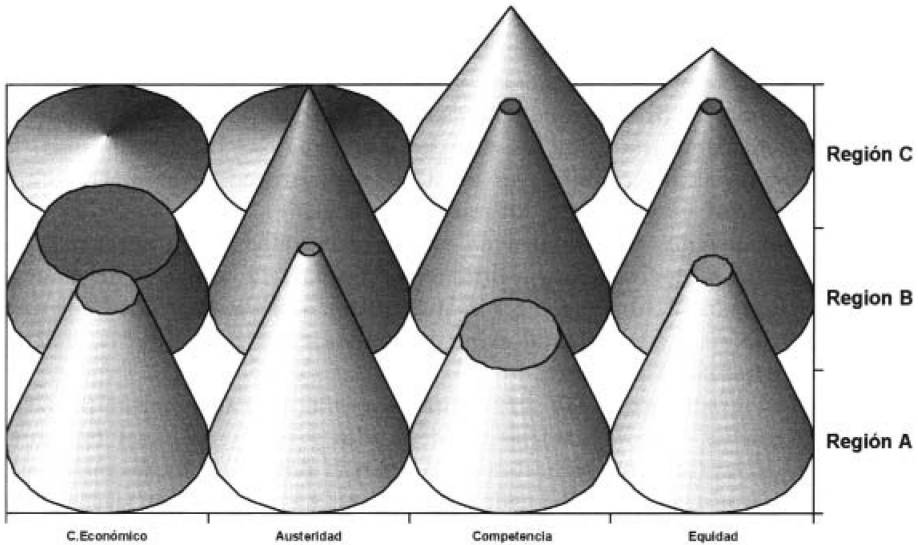


Figura 3. Modelo Cepalino en busca del casillero vacío

EL DESARROLLO DESDE DENTRO HACIA FUERA

El desarrollo local no es un proceso autárquico, sino que va desde dentro hacia fuera. La razón su éxito puede estar en la capacidad de considerar su mercado interno -de fuerza laboral, consumo etc.- e insertarlo externamente. En el contexto de las organizaciones empresariales la importancia del territorio, el lugar y el sitio *como espacios únicos* de interacción de sistemas naturales, económicos y culturales se impone como factor principal del desarrollo, no solo soporte y continente. El medio geográfico constituye el principal instrumento para impulsar el desarrollo local.

El territorio como espacio único e irrepetible eleva la importancia del *término municipal* como unidad básica de gestión y espacio socialmente construido para conducir procesos de desarrollo local. Sin embargo, no es una realidad universalmente aceptada porque *el control del territorio es poder y su conocimiento puede descubrir estrategias perversas por controlar un espacio finito y que no puede crecer*. A menudo en distintas administraciones existen detractores del desarrollo local que dan la razón al Yves Lacoste, quién reflexionando sobre ideologías y estrategias territoriales llegó a la conclusión, quizás políticamente incorrecta, de que la Geografía era la ciencia del espacio cuya misión era democratizar su conocimiento para ponerlo al servicio de la sociedad. En este contexto, la Ordenación del Territorio supone una tarea compleja, donde se deben guardar sutiles equilibrios para que todos sean aliados en el desarrollo local.

BASES TERRITORIALES DEL DESARROLLO LOCAL

Ante la incapacidad frecuente de atraer inversiones externas, el objetivo de las comunidades locales debe centrarse en la satisfacción de sus necesidades

básicas, mediante el desarrollo autocentrado y promoción de sus propias capacidades. En este sentido, el conocimiento y la valoración de los recursos internos son los principales fundamentos y bases del desarrollo local. Éste debe plantearse como un proceso que aproveche las sinergias y movilice un potencial endógeno compuesto por los recursos humanos, las infraestructuras, la organización social, las posibilidades financieras, el patrimonio natural y cultural y la capacidad de procesar y utilizar la información.

Los Recursos Humanos constituyen un auténtico elemento diferencial. La formación debe ser permanente y flexible, adecuada a la demanda del mercado local y comarcal. Muchas veces el desarrollo local en el ámbito europeo tiene como objetivo fundamental evitar la emigración y consolidar la vida de los recursos humanos existentes.

Empresas y empresarios con labor emprendedora. El papel del empresario innovador emerge en las estrategias del desarrollo y supone procesar una nueva imagen de este agente socioeconómico. Pero la población local constituye, en numerosas ocasiones, un mercado interno, muchas veces desaprovechado y al que puede orientarse el empresario local.

Los empresarios y la empresa son los principales agentes del desarrollo local. Antes se prefería grandes proyectos y empresas externas, originándose un círculo vicioso de dependencia y carencia de empresarios. En el desarrollo local el empresario sufre una metamorfosis y en vez del patrón detractor de plusvalías, se le ve como *un dinamizador de la sociedad*, un creador, muy vinculado al mundo del trabajo, hasta tal punto que el empresario puede ser un empleado que es elegido por los trabajadores que toman el control de la empresa. La figura del empresario está cobrando una importancia social creciente, pues alejados los conceptos de “patrono, manager o directivo”, se identifica como empleador y dinamizador del tejido productivo (Carrasco, 1996).

Entre los agentes del desarrollo cobran especial importancia las *Pymes* porque se les reconoce la capacidad de crear empleo y riqueza. En la Unión Europea representan el 99,8% de las empresas, el 66% del empleo y el 65% del volumen de negocio empresarial. Es más, en el período 1988-95 han compensado las pérdidas de las grandes empresas. “En dicho período prácticamente todo el empleo ha correspondido a las empresas de menos de 100 trabajadores” (Comisión, 1996). En este contexto, la Unión Europea, en su Programa Plurianual en favor de las Pymes 1997-2000, ha propuesto diversas subvenciones con objeto de mejorar su competitividad.

La organización social para solucionar y enfrentar los problemas puede ser esencial. Instituciones políticas, ONGs, corporaciones empresariales, etc., sensibilizadas con el desarrollo local, pueden impulsar planificaciones estratégicas que cohesionen el tejido productivo local. *Las autoridades locales* juegan un papel muy importante para dinamizar la vida local, pero es esencial que estén persuadidas de su protagonismo y de que el desarrollo se hace desde abajo, con un proyecto que cuente con las fuerzas sociales y económicas de la comunidad. Las corporaciones supramunicipales; las agencias de desarrollo; los sindicatos; la Universidad; las Asociaciones de Desarrollo son organizaciones que contribuyen a enriquecer el tejido social.

Las posibilidades financieras y de capitalización internas, deben ser orientadas a las políticas de apoyo a las Pymes y empresas de economía social porque generan mayor empleo por capital invertido.

Las infraestructuras conectan interna y externamente el tejido productivo. Estas infraestructuras son de tipo *económico*, tales como polígonos industriales, telecomunicaciones, vías de comunicación, etc., o de tipo *social* como las referidas a la educación, cultura, etc. En ellas se debe valorar el umbral mínimo de eficiencia para hacerlas rentables.

El patrimonio natural y cultural y la capacidad de usarlo adecuadamente, constituye un fundamento primordial para el desarrollo local porque contienen elementos diferenciadores y únicos que pueden ser dinamizados desde diversas vertientes para impulsar el desarrollo local. “El nacimiento, consolidación y desarrollo de los sistemas productivos locales sólo ha sido posible en áreas que tienen un sistema social fuertemente vinculado al territorio” (Vázquez, 1987).

La capacidad de procesar y utilizar la información existente en la aldea global es un esfuerzo continuo que repercutirá en el desarrollo local. La fabricación de pequeñas series por encargo, la diversificación productiva y la descentralización constituyen bazas muy apreciables en la producción flexible que beneficiará la competitividad y el empleo en el ámbito local. Las telecomunicaciones crean un espacio virtual al cual se puede acceder desde cualquier parte del territorio e impulsa la cohesión local. Sin embargo el principal reto de la sociedad actual es transformar la información en conocimiento.

- ORGANIZACIÓN
- CONOCIMIENTO
- EMPRESA
- PATRIMONIO
- RHUMANOS
- INFRAESTRUCTURA

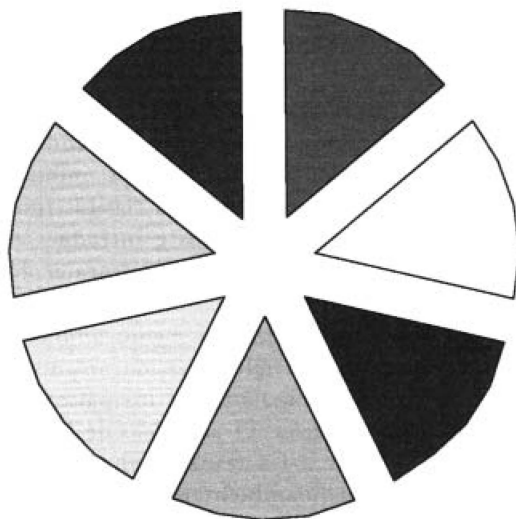


Figura 4.
Bases territoriales para el desarrollo local. Las brisas que elevan la del desarrollo y generan fertilidad territorial: Imagen corporativa, lealtad, lugar y fidelidad empresarial

En definitiva, las bases territoriales para el desarrollo local son:

1) Recursos humanos, 2) empresas y empresarios, 3) organizaciones sociales, 4) capital, 5) infraestructuras, 6) patrimonio natural y cultural 7) la capacidad de procesar y utilizar la información para transformarla en conocimiento.

Sin embargo, la fertilidad territorial que requiere el desarrollo local no puede alcanzarse sin una imagen corporativa y fidelidad empresarial y a lealtad al lugar. Realmente la fertilidad territorial la conforma todas las posibilidades sectoriales que ofrece un territorio para un desarrollo local sostenible.

La imagen corporativa no es sólo un símbolo, sino que guarda un proyecto ilusionante y una estrategia dinámica liderada desde las organizaciones sociales que implica un cambio de mentalidad desde la óptica de tramperos a cazadores.

La fidelidad empresarial implica una identificación con un espacio de vida y de objetivos empresariales.

La lealtad al lugar, como opción personal de cada individuo tiene en cuenta las raíces, la vinculación al espacio y lo grato de la vida.

OPORTUNIDADES Y NUEVAS FUNCIONES DE LAS ZONAS MARGINALES

En el proceso de globalización, la puesta en valor de las escalas locales asigna nuevas funciones a las meras productivas. El desarrollo durable y sostenible sólo se puede realizar desde emplazamientos concretos, desde lo local. Pero, también el desarrollo insostenible para el equilibrio del planeta se origina en actuaciones locales, no en modelos ni en situaciones generales.

Además, el territorio observado desde su perspectiva ambiental puede ser un negocio porque es:

- *Un sector con fuerte crecimiento económico:* Nuevas empresas y tecnologías muy dinámicas frente a otros sectores viejos.
- Una respuesta al paradigma de desarrollo de las sociedades del III milenio: Relaciones entre la sustentabilidad ambiental y el crecimiento económico.
- *Un factor que modela y condiciona* a otros sectores e impone la relocalización de actividades, atendiendo al precio medioambiental y laboral, en los ámbitos agrarios, industriales y de servicios:
 - i) Agrarios:* Altera las clásicas funciones del mundo rural en los países desarrollados e introduce nuevos elementos aleatorios de exclusión como "agricultura ecológica, producción integrada y límite de residuos".
 - ii) Industriales:* El medio ambiente está imponiendo un fuerte proceso de relocalización, expulsando viejas industrias y tecnologías de retaguardia de los países desarrollados a los subdesarrollados.
 - iii) Servicios:* El comercio de bienes en los últimos años es muy inferior a las transacciones comerciales. Asesoramiento y servicios medioambientales adquieren un papel destacado en el comercio mundial.

Países	1970	1980	1990	1998	%PIB1988	2000	%PIB2000
Alemania	8,8	5,3	3,4	2,8	0,8	2,6	0,9
Austria	-	-	-	6,5	1,9	6,1	1,2
Bélgica	5,0	3,2	2,7	2,2	1,0	1,9	1,1
Dinamarca	12,9	8,0	5,5	3,7	1,8	3,7	2,0
España	27,1	19,3	11,8	7,9	3,0	6,9	3,7
Finlandia	-	-	-	7,1	0,6	6,2	0,9
Francia	13,5	8,7	6,0	4,4	1,8	4,2	2,3
Grecia	40,8	30,3	23,9	17,7	5,8	17,0	6,8
Holanda	6,2	4,9	4,6	3,5	2,5	3,3	2,2
Irlanda	27,3	18,4	15,0	10,9	2,7	7,9	2,6
Italia	20,1	14,2	8,8	6,4	2,5	5,2	2,4
Luxemburgo	8,8	4,8	3,3	2,9	0,6	2,4	0,6
Portugal	30,0	27,3	18,0	13,7	1,9	12,5	2,4
Reino Unido	3,2	2,6	2,1	1,7	0,5	1,5	12,5
Suecia	-	-	-	3,1	0,4	2,9	0,7
UE-12/15	13,5	9,6	6,5	4,7*	1,5	4,3	1,7

Tabla 1. Datos relativos de la evolución del *empleo agrario en la Unión Europea y participación de la agricultura en el P.I.B.*

Fuente: Eurostat (2002). (*) Dato para la UE-15. Elaboración Márquez, J.A.

Los agricultores y ganaderos manejan y organizan gran parte del territorio. En la Unión Europea el 24% de la superficie son tierras arables, el 4% lo ocupan cultivos permanentes, 32% pertenece al ámbito forestal, el 16% al pastizal y sólo 24% de la superficie queda fuera del dominio agrario: el 3% son aguas interiores y 21% se corresponde con otros usos (Felicidades 2001).

Desde este contexto, lo rural trasciende a sus valores de empleo y riqueza formales porque, contribuye a conservar el medio, la vida y los paisajes del planeta. Al mismo tiempo, los núcleos rurales, con frecuencia, desarrollan actividades distintas a las primarias, como la agroindustrial, transporte y comercialización... Ello ha provocado en diversas ocasiones, un afianzamiento demográfico de los centros comarcales que protagonizan la creación de nuevos empleos en sectores no agrarios.

En la Unión Europea la superficie agrícola ha disminuido de forma sensible, mientras que las superficies forestales conocen una ligera progresión, hechos que se corresponden con la incorporación del paradigma medioambiental al Desarrollo Rural.

En los espacios agrarios, la preocupación medioambiental y su globalización altera las clásicas funciones del mundo rural en los países desarrollados e introduce nuevos elementos aleatorios de exclusión como *agricultura ecológica, producción integrada...* y límite de residuos, que conducen a una reestructuración productiva del medio rural, así, por ejemplo, la expansión de corporaciones madereras en la América Austral, permiten la reforestación europea con especies autóctonas. Por ejemplo, en España Ibersilva, antigua filial de la Em-

presa Nacional de Celulosas, dedicada a la plantación de eucaliptos en el occidente andaluz, ha diversificado sus actividades hacia el bosque autóctono, mientras que E.N.C.E trae el eucalipto de Uruguay.

En este contexto, el mundo rural pierde funciones productivas tradicionales pero adquiere nuevas. Los objetivos más importantes del medio rural de la Unión Europea pueden sintetizarse en:

- *La producción de alimentos*, tanto de vegetales como animales, en el contexto de eficiencia y competencia.
- *El aumento del valor añadido* con la creación de sinergias desde la producción primaria.
- *La conservación del medio natural*, con la gestión integrada de suelos, prevención de riesgos naturales,... y acondicionamiento de obras hidráulicas y riberas
- *El cuidado del patrimonio*, con el mantenimiento del legado histórico al que se proyecta una utilidad actual.
- *La producción de paisajes* para el mercado, ya sean tradicionales o nuevos, por medio del acondicionamiento de lugares y de estructuras rurales.
- *La producción de servicios culturales*, de ocio, de turismo y recreación.

De esta forma, las experiencias de desarrollo local en la Unión Europea y España (Jurado, 2001) han estado orientada por los anteriores objetivos, que además han seguido muy de cerca los marcados por los Programas Leader y Proder, como son la valorización del patrimonio rural; la renovación y desarrollo de los pueblos; el desarrollo y diversificación económica de las zonas rurales; la creación de empresas, el fomento de la artesanía y los servicios; la revalorización del potencial productivo agrario y forestal; la mejora de la extensión agraria y forestal y la asistencia y apoyo técnico al desarrollo rural.

MEDIDAS DE ACOMPAÑAMIENTO PARA DESARROLLO

La ampliación del espacio económico europeo dejó muy pronto a áreas y regiones fuera del juego de la competitividad. Sin embargo, la solidaridad europea creó organismos e instrumentos de desarrollo, impuestos desde arriba. Los fondos estructurales, compuestos por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, el Fondo Social Europeo y el Fondo Europeo de Orientación y Garantía Agrícola, junto con el Banco Europeo de Inversiones, actuaron para mitigar la marginación en las áreas poco competitivas. Estas áreas se delimitan atendiendo a diversos criterios, entre los cuales están el nivel de renta. En base a ello, los territorios de la Unión Europea se clasifican en función de los objetivos que se deben conseguir con la actuación pública. La dirección General de Agricultura de la Comisión Europea proponen como más interesantes:

- Favorecer la cohesión económica y social manteniendo y creando puestos de trabajo
- Superar los obstáculos que se oponen al desarrollo
- Aumentar la calidad de vida, protegiendo el medio ambiente
- Mantener las comunidades rurales viables, preservando su cultura y tradiciones

La endeble cohesión del mundo rural ha tenido que reforzarse mediante presiones políticas que permitieran articular un tejido social aceptable, que se hiciera responsable del gasto de los fondos y de ejecutar ciertas medidas de la Política Agraria Común. Así, la incorporación de España al Mercado Común Europeo en 1986 le permitió beneficiarse de la asistencia de la Unión Europea con la llegada de cuantiosos fondos para la puesta en marcha de la protección ambiental. La cantidad de recursos financieros que puede obtener una región se valora en función de los objetivos marcados por la Unión Europea para alcanzar la convergencia.

El objetivo nº 1 tiene como finalidad promover el desarrollo y el ajuste estructural de las regiones menos desarrolladas, cuyo PIB medio por habitante es inferior al 75% de la media de la Unión Europea. Los dos tercios de las intervenciones de los Fondos Estructurales se realizarán en virtud del objetivo nº 1. Cerca del 20% de la población total de la Unión debería estar incluida en las medidas adoptadas con arreglo a este objetivo. El objetivo nº 2 contribuye a favorecer la reconversión económica y social de las regiones con dificultades estructurales distintas de las cubiertas por el nuevo objetivo nº 1. Este objetivo nº 2 podría cubrir, como máximo, un 18% de la población de la Unión. El objetivo nº 3 incluye todas las acciones en favor del desarrollo de los recursos humanos no incluidas en las regiones subvencionables con arreglo al objetivo nº 1.

Por otra parte, las nuevas iniciativas, Interreg, Leader +, Equal y Urban, y los Fondos Estructurales, el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, el Fondo Social Europeo, el Fondo Europeo de Orientación y Garantía Agrícola y el Fondo de cohesión pueden aportar interesantes recursos para el desarrollo rural.

PAC, DESDE SU FUNDACIÓN HASTA 1992	NUEVA PAC Y AGENDA 2000
Incrementar la productividad	Competitividad, frente a superproducción
Garantizar un nivel de vida equitativo	Sistema de cuotas
Estabilizar los mercados	Cantidades máximas garantizadas
Garantizar los mercados	Descenso de los precios agrarios
Garantizar los abastecimientos	Protección externa e importación
Asegurar al consumidor precios razonables	Equilibrio de mercados agrarios
Preferencia por productos comunitarios	Métodos de producción extensivos
Apoyo a la autosuficiencia alimentaria	Mantenimiento de la población rural
Organizaciones Comunes de Mercado	Retirada de tierras de la producción
Reglamentos, sistema aduanero y precios	Forestación de tierras agrícolas
Solidaridad financiera	Jubilaciones anticipadas

Tabla 2. La Política Agraria Comunitaria y la construcción de la Unión Europea, orientaciones productivistas y ecologistas. Elaboración J.A. Márquez, 2001

Sin embargo, *la ayuda de la Unión Europea constituye un acompañamiento al desarrollo y no puede o no debe sustituir las iniciativas empresariales o sociales*. Los Marcos de Apoyo no deben convertirse en la única vía de dinamización productiva, si no se quiere perpetuar un desarrollo asistido, cuyos horizontes terminan con el período de subvención.

METODOLOGÍA PARA IMPULSAR EL DESARROLLO LOCAL SOSTENIBLE:

PLAN ESTRATÉGICO DE DESARROLLO Y AGENDA LOCAL 21.

Atendiendo a la experiencia, el Desarrollo Local no admite recetas universales ni una planificación cerrada. Se debe abordar desde *una mesa de concertación social con continua retroalimentación*. El equipo técnico en sus reuniones debe trabajar con la *técnica lluvia de ideas* y se debe partir de que en todo desarrollo se debe experimentar: crecimiento económico, equidad y sustentabilidad ambiental

El desarrollo local debe cubrir Etapas para transformar la información en conocimiento:

1. Descubriendo ejes de desarrollo. Análisis territorial y diagnósticos sectoriales
2. Valorando ejes de desarrollo. Diagnóstico general y objetivos del desarrollo
3. Seleccionando ejes de desarrollo. Propuesta de Ejes Estratégicos del Desarrollo.
4. Elaborando los Ejes Estratégicos de Desarrollo. Medidas y Actuaciones. Enfoque del Marco Lógico (Noard, 1993).
5. Evaluación y seguimiento del Plan Estratégico

En las actuaciones, como acción concreta, se debe considerar esencialmente tres condicionantes que deben presidir el desarrollo: crecimiento económico, equidad y sustentabilidad ambiental. Para ello se puede abordar:

1. Objetivos que deben cumplirse.
2. Organismos y/o personas físicas o jurídicas responsables de su financiación.
3. Organismos y/o personas físicas o jurídicas encargadas de su ejecución.
4. Puestos de trabajo estimados para poner en marcha y desarrollar la actuación o equidad.
5. *Valoración económica aproximada de la actuación*, dando presupuestos estimados para llevarlas a cabo, o crecimiento económico.
6. *Los efectos de las actuaciones sobre el medio ambiente*. Se estimarán a través de valores normalizados de impactos positivos, de uno a tres, negativos, de -1 a -3, e indiferentes de valor 0.
7. *Cuantificación en función de los componentes de la actuación*, teniendo en cuenta: la transversalidad o sinergias de las actuaciones; la factibilidad o posibilidades reales monetarias; la sociabilidad o generación de puestos de trabajo.
8. Prioridad en base a la cuantificación que meda el grado de prioridad o nivel jerárquico de la actuación.
9. Ubicación o ubicaciones geográficas preferentes, en el caso que la actuación requiera una localización concreta

Componentes de la cuantificación de las actuaciones	Carácter	Mínima	Máxima
Factibilidad, más de x millones de pesetas y hasta x euros	C. Económico	0	3
Sociabilidad, generación de puestos de trabajo, hasta 10 y más de 10	Equidad	0	3
Efectos ambientales a de la actuación, mediatos e inmediatos	Sustentabilidad	-3	3
Transversalidad, sinergias e incidencias en otros sectores	Global	-3	9

Los Ejes Estratégicos de Desarrollo deben de ser pocos y centrados en los temas como:

- Garantizar la cohesión social de sus habitantes profundizando en la cultura participativa.
- Priorizar las políticas que estimulen un incremento en la tasa de empleo. De una manera especial, en relación a los colectivos menos favorecidos: mujeres, jóvenes y mayores de 45 años. Esta política deberá complementarse con otras que estimulen un incremento la actividad.
- Facilitar la evolución hacia la sociedad del conocimiento promoviendo nuevos sectores de actividad en un marco de eficiencia y de participación para garantizar una calidad de vida estable y el progreso de sus ciudadanos.

En el Plan Estratégico de Desarrollo para el Andévalo Occidental se propusieron:

EJES ESTRATÉGICOS	MEDIDAS	ACTUACIONES	EUROS (1)	PTS. (1)
Comarca articulada	4	16	54,241	9.025
Comarca activa	6	40	108,440	18.043
Comarca abierta al futuro	5	17	8,733	1.453
Comarca para la vida	4	30	45,569	7.582
TOTAL	19	103	215,983	36.103

Como práctica se expondrá las líneas generales de la agenda local 21 para la ciudad de Huelva.

LA SIERRA DE HUELVA Y LAS TRABAS DEL MODELO PRIMARIO EXPORTADOR

El Modelo Primario Exportador y el pseudomodelo industrial plantean grandes dificultades y deformaciones para la estructura productiva, hechos que le impiden liderar e insertarse de forma competitiva en el mercado mundial. Antes bien, los espacios con un Modelo Primario Exportador y economías primarias poseen poco margen de flexibilidad dentro de las sociedades de geometría variable. Existen, entre otros, siete factores perversos en el Modelo Primario Exportador, que traban el desarrollo de las zonas marginales:

1. Especialización y escasa elasticidad de la demanda, en rubros, esencialmente materias primas y alimentos, que aparecen como segmentos de retaguardia en el comercio mundial.
2. Monoproducciones agrícolas sometida a riesgos climatológicos, con débil presencia agroindustrial.

3. Poca incorporación de valor añadido a los productos agrarios o minerales, con escasas sinergias.
4. Dependencia externa de tecnologías genéticas, que enfrentan explotaciones y factorías nacionales arcaicas, con empresas multinacionales de vanguardia.
5. Control exterior de las posibles reivindicaciones en la apreciación de sus recursos naturales, a causa del dominio de la tecnología de “sucedáneos”, por parte del mundo desarrollado.
6. Variabilidad extrema de los precios de las materias primas y alimentos, como consecuencia de la competencia externa y las fluctuaciones productivas.
7. Desatención del mercado interno que, con escaso poder adquisitivo, no se contabiliza como consumidores que impulsen despegues económicos. Se acude al mercado internacional en busca de “clientes”, olvidando los mercados nacionales, a los que a su vez el Modelo Neoliberal le impone una restricción de salarios y, como consecuencia, indirectamente se cercena sus posibilidades de consumo en un círculo vicioso que sólo fomenta la pobreza.

ÁMBITOS	EXTENSIÓN	POBLACIÓN	DENSIDAD	%SUPER.	%POBLAC	%RTOTAL	RPCÉ
SIERRA	3.009	40.913	13,59	29,72	9,01	6,15	2,431
Andévalo Occidental	2.291	41.990	18,32	22,62	9,25	6,59	2,537
Andévalo Oriental	1.127	36.479	32,36	11,13	8,04	8,01	3,551
Costa	954	220.260	230,88	9,42	48,52	58,33	4,283
Condado Campiña	1.245	70.936	56,97	12,30	15,63	12,21	2,783
Condado Litoral	1.500	43.380	28,92	14,81	9,56	8,71	3,247
Total/medias	10.126	453.958	44,83	100,00	100,00	100,00	3,562

Tabla 3. Indicadores generales de la provincia de Huelva

(1): miles de euros. Fuente: Instituto Estadística de Andalucía, Sima 2002.

Elaboración Juan A. Márquez

Cuando países, determinadas regiones o ámbitos locales se incorporan a la producción de manufacturas suelen utilizar una tecnología de retaguardia con *la evidente y frágil ventaja del dumping social o ambiental*.

El espacio que constituye la Sierra en la provincia de Huelva, con una superficie de 300.900 has. y una población de 40.913 habitantes, presenta una densidad de población muy débil, 13,59 habitantes por Km², en la que influye, de forma decisiva, la capacidad productiva del agro, que es escasa porque las pendientes, las dificultades de mecanización y el suelo primario, le dotan de una vocación ganadera y forestal. De otra parte, la riqueza del subsuelo, especialmente minerales y rocas ornamentales, ha sido explotada bajo el prisma del Modelo Primario Exportador, con escasa retención de valor añadido.

ÁMBITOS	POBLACIÓN	POBLACIÓN	POBLACIÓN	POBLACIÓN	POBLACIÓN	BALANCE
SIERRA	72.995	60.087	45.677	42.020	40.913	-32.082
Andévalo Occidental	55.049	45.849	42.169	40.335	41.990	-13.059
Andévalo Oriental	55.893	49.237	39.267	37.854	36.479	-19.414
Costa	123.374	150.173	189.544	212.795	220.260	96.886
Condado Campiña	70.680	68.739	67.953	70.154	70.936	256
Condado Litoral	26.526	29.320	33.974	40.318	43.380	16.854
Total/medias	404.517	403.405	418.584	443.476	453.958	49.441
Año referencia	1960	1970	1981	1991	1998	-

Tabla 4. Evolución demográfica

Fuente: Instituto Estadística de Andalucía, Sima 2002.

Elaboración Juan A. Márquez

AMBITOS	RTOTAL(1)	%RTOTAL	%RTRABAJO	%REMPRESA	%RPROFESIONAL	%ROTRAS
SIERRA	16.551.611	6,15	78,31	13,73	2,03	5,94
Andévalo Occidental	17.726.702	6,59	82,09	12,23	2,04	3,65
Andévalo Oriental	21.550.995	8,01	86,61	7,49	1,82	3,65
Costa	156.948.139	58,33	88,44	6,63	3,57	1,36
Condado Campiña	32.847.949	12,21	77,41	16,26	1,55	4,79
Condado Litoral	23.438.621	8,71	80,08	14,21	2,57	3,14
Provincia	269.064.017	100,00	85,18	9,34	2,90	2,58

Tabla 5. Rentas declaradas en la provincia de Huelva

(1) Miles de Euros.

Fuente: Instituto Estadística de Andalucía, Sima 2002. Elaboración Juan A. Márquez

El ámbito está desarticulado, pues, además de deficientemente comunicado, no tiene un claro centro primado que, por su tamaño, pueda generar economías de escala para impedir la fuga de clientes. Aunque se habla de Aracena o Cortegana como centros comarcales, dada su escasa población, dificultades de comunicación y alejamiento de la capital provincial, tradicionalmente la Sierra ha basculado hacia Sevilla.

Las posibilidades de desarrollo para los municipios serranos se ven dificultadas por un notable envejecimiento de la población. Su riqueza, fundamentada en el aprovechamiento de dehesas para la producción ganadera y el bos-

que, se ha visto impulsada recientemente por una “mejor articulación territorial” y una actividad turística, que se apoya, entre otras, en la imagen de los paisajes de La Sierra, bien conservados.

Los indicadores generales del desarrollo aparecen muy rezagados con respecto a la media provincial. La renta per cápita declarada es del orden de la mitad, la iniciativa empresarial es menor y la tasa de crecimiento demográfico es negativa. La única variable que aparece como “favorable” es el paro, proporcionalmente menor al medio provincial, situación que debe matizarse por la amplia población envejecida y la presencia de un gran número de pensionistas y jubilados.

En este contexto, las estrategias de desarrollo deben adecuarse a unas estructuras productivas en retroceso que tienen en la explotación del medio natural, incluida la minería, actividades artesanales y turísticas, un notable potencial que sólo puede ser movilizado por iniciativas locales para mantener este interesantísimo medio rural.

ORIENTACIONES SOBRE EL DESARROLLO LOCAL EN LA SIERRA DE HUELVA

Con estos antecedentes, es posible, en base al análisis Dafo, trazar un perfil de la comarca que oriente las políticas de desarrollo local en la Sierra de Huelva. Sin embargo, este diagnóstico no puede ser considerado como una receta cerrada en sí misma, sino abierta a diferentes posibilidades de discusión y matizaciones que permitan, desde lo local, desde abajo hacia arriba, evitar formas perversas de inserción en el mercado global, ya que existen debilidades y amenazas que ponen en peligro el desarrollo local. Para ello, la Sierra de Huelva cuenta con fortalezas y oportunidades que, bien aprovechadas, fundamentan el progreso.

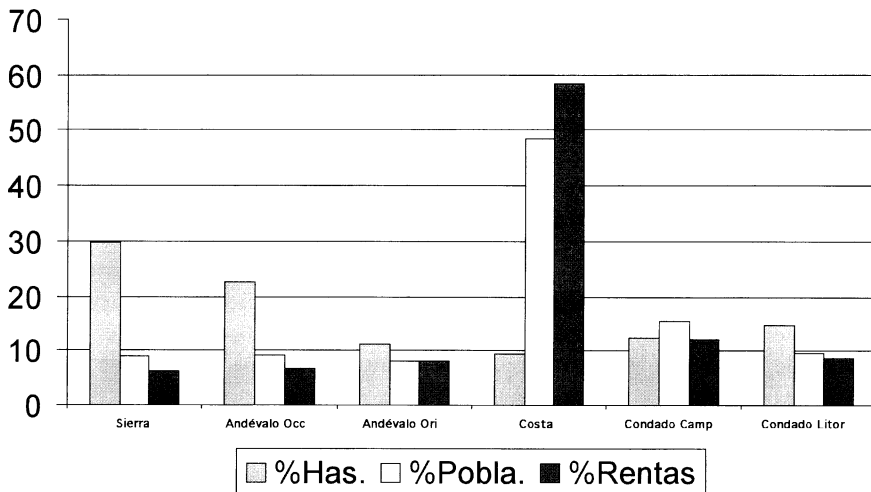


Tabla 6. Indicadores Comarcales

FORTALEZAS y Oportunidades

1. Espacios de alto valor natural y paisajístico, con amplias posibilidades agrícolas y turísticas en el Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche.
2. Sensibles mejoras de las comunicaciones y de la accesibilidad (N-435 y N-433) de la Sierra hacia el litoral onubense, Badajoz y Sevilla.
3. Importante patrimonio histórico y cultural, que se convierte en elementos significativos de atracción turística.
4. Calidad del agrosistema de la dehesa, los castañares y de los frutales serranos: producción de Jamón Ibérico, castaña y corcho ecológico.
5. Recursos minerales y futura reactivación de los mismos. Importantes canteras de granito y mármol.
6. Reserva de agua para la costa de Huelva y el área metropolitana de Sevilla.
7. Medidas de incentivación económica y de planificación territorial para empresarios emprendedores
8. Mayores posibilidades tecnológicas en la industrialización del corcho e industrias chacineras artesanales.
9. Elevada demanda de subproductos del monte: miel, setas, caza..., considerados externamente de alto valor.
10. Promoción de la frontera hispano-portuguesa con la construcción de la eुरorregión del Suroeste Peninsular.

DEBILIDADES y amenazas

1. Ámbito escasamente poblado. Concentración de la población en torno a los núcleos de Aracena-Jabugo-Cortegana. Escasa densidad para el resto del territorio serrano. Envejecimiento de la población. Crecimiento natural negativo y escaso nivel de instrucción de la población.
2. Red de transportes y comunicaciones mediocre y número excesivo de núcleos de poblamiento. Buena parte de la red secundaria, pese a las obras de mejoras, es deficiente. Escasos accesos verticales entre el eje de Fregenal-Santa Olalla y la N-433 (Aracena-Sevilla). Falta de conservación de caminos antiguos y vías pecuarias.
3. La escasez de equipamientos y las comunicaciones acrecientan la dependencia externa de la Sierra hacia la capital onubense, hacia Fregenal de la Sierra y especialmente hacia Sevilla.
4. Niveles de renta inferiores a las medias provinciales, andaluzas y española y excesivo peso del sector primario y débil presencia de la industria y los servicios, con minifundismo empresarial que conlleva problemas de distribución.
5. Falta de explotación y organización comercial de algunos recursos naturales (setas, miel, agricultura de montaña, actividades cinegéticas y pérdida de valor de otras actividades importantes como la extracción del corcho y olivares y castañares).
6. Escaso planeamiento de los asentamientos industriales. Problemas por la localización de industrias en el interior del casco urbano.

7. Falta de infraestructura básica para permitir un mayor desarrollo turístico. Falta de capital e iniciativas empresariales: demanda interna escasa.
8. Escasez de mano de obra especializada. Coste en la extracción del corcho y pérdida de competitividad frente a Portugal.
9. Sentido restrictivo de las figuras de protección del Patrimonio Natural e Histórico. Conflictos y contradicciones entre los diferentes intereses de las Administraciones y escalas públicas sobre la gestión del medio natural.
10. Perpetuación de un modelo de desarrollo subvencionado: tradicionalmente observado como un ámbito a desarrollar y no para desarrollarse.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBURQUERQUE, F. (2002): *Desarrollo económico territorial. Instituto de Desarrollo Regional*, Sevilla.
- BERICAT, E. (1993): “La teoría del vacío rural”, en *Desarrollo Rural Andaluz a las puertas del siglo XXI*, Junta de Andalucía, Sevilla, pp. 45-54.
- BOISIER, S. (1999): *Teorías y metáforas sobre el desarrollo territorial*. Cepal, Santiago de Chile.
- CANO GARCÍA, G. (1986): *Análisis Geográfico Regional*. Universidad de Sevilla, Sevilla.
- CARRERO CARRERO, A. J. (1998): *Valverde del Camino y el desarrollo local. El calzado*. Ayuntamiento de Valverde del Camino. San Juan del Puerto.
- CEH (1998): *Plan Económico Andalucía. Horizonte 2000*. Consejería de Economía y Hacienda, Sevilla.
- CMA (2002): *Medio ambiente en Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente, Sevilla.
- COPT (1995): *Articulación territorial y transfronteriza Algarve-Alentejo-Andalucía*. Consejería de Obras Públicas y Transportes, Sevilla.
- D.O. Jamón de Huelva (1999): “Ganaderías acogidas a la Denominación de Origen Jamón de Huelva”, en <http://www.jamondehuelva.com/huelva.htm>.
- GARCÍA, F^{co}. JAVIER (2003): *Industria cárnica y desarrollo en Sierra Morena. Tesis doctoral inédita*. Universidad de Huelva.
- GONZALO Y TARÍN, J. (1886): *Descripción física, geológica y minera de la provincia de Huelva*. Instituto Geológico y Minero, Madrid.
- IEA (2002): *Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía*. Instituto de Estadística de Andalucía, Sevilla. Soporte digital.
- JAMBES (2001): *Territorires aprenants. Esquises pour le developpement local du XXI siècle*. L’Harmattan, París
- JURADO ALMONTE, J. M. (1999): “El ferrocarril y el desenclave económico. Calañas”, en *Historia de la provincia de Huelva*, Tomo III, Ed. Mediterráneo, Madrid.
- LÓPEZ LARA, E. (1998): “Los caminos del hombre. La 435 en Cumbres de En medio”, en *Artes, Costumbre y Riquezas de la provincia de Huelva*, Ed. Mediterráneo, Madrid, pp. 437-452.

- MÁRQUEZ DOMÍNGUEZ, J. A. (1995): *Propiedad y distribución de la tierra en la provincia de Huelva*. Caja Rural, San Juan del Puerto.
- MÁRQUEZ DOMÍNGUEZ, J. A. (Dir.) (1998): *La apuesta por el desarrollo local*. FOE y Caja Rural de Huelva, San Juan del Puerto.
- MÁRQUEZ DOMÍNGUEZ, J. A. (Dir.) (2002): *Plan estratégico de desarrollo para el Andévalo Occidental*. Junta de Andalucía, Consejería de Educación y Ciencia
- NORAD (1993): *El enfoque del marco lógico*. Instituto Universitario de Desarrollo y Cooperación. Comisión Europea, Madrid.
- POMMIER, P. (2002): *Les systèmes productifs locaux. La Documentation française*. Datar, París.
- PUJADAS, R. y FONT, J. (1998): *Ordenación y planificación territorial*. Ed. Síntesis, Madrid.
- SACQUET, AM^a. (2002): *Atlas mondial du développement durable*. Autrement, París.
- VARGAS SÁNCHEZ, A.(2000): “La identidad cooperativa y la cooperativa como empresa: luces y sombras”. en www2.uhu.es/dem/curriculums/vargas/revesco1.htm.
- VV. AA. (1990): *El futuro de la Minería Onubense*. Dirección General de Industria, Energía y Minas, Sevilla.
- VV. AA. (1993): *Atlas Hidrogeológico de la provincia de Huelva*. Diputación Provincial de Huelva, Huelva.
- VV. AA. (1995): *Guía de recursos culturales de la provincia de Huelva*. Diputación Provincial de Huelva, Huelva.

EL TURISMO RURAL Y EL PARQUE NATURAL SIERRA DE ARACENA Y PICOS DE AROCHE

VICENTE ROMERO MACÍAS

RESUMEN

El Turismo Rural es algo más que un turismo en un entorno rural, hasta el punto que no son pocas las variantes de este tipo de turismo con su distinto significante e incluso significado; no obstante, en el fondo y bajo su denominador común, nos encontramos con un conjunto de actividades lúdicas realizadas en el espacio rural y compuesto por una oferta integrada de ocio y dirigida a una demanda cuya motivación es el contacto con el entorno autóctono. Es pues punto de partida una demanda y una oferta confluyentes que han de integrarse en un solo marco conceptual.

La Sierra de Huelva y concretamente bajo la figura del P.N.S.A.P.A., ha generado de una manera espontánea una demanda creciente en el sector turístico descansando sus recursos básicamente en su carácter rural definido por el paisaje y la arquitectura propia de sus núcleos, a lo que habría de añadirse recursos complementarios como el folklore, la artesanía o atractivos puntuales como los Grutas de las Maravillas en Aracena o la Peña de Arias Montano en Alájar; sin embargo, a esta demanda creciente parece que no se ha respondido de forma planificada y, si bien son cada vez más abundantes las iniciativas privadas de cara a ofrecer servicios al turismo, se carece a nivel regional de objetivos estratégicos que a través de una necesaria planifi-

ABSTRACT

The Rural Tourism is something more than a tourism in rural surroundings, until the point that is not few the variants of this type of different tourism with their significant one and even meant; however, at heart and under its common denominator, we were with a set of playful activities made in the space rural and made up of a supply integrated of leisure and directed to a demand whose motivation is the contact with the native surroundings. It is then departures point a confluent demand and a supply that are to integrate themselves in a single conceptual frame.

The Huelva Sierra and concretely under the figure of the P.N.S.A.P.A., has generated of a spontaneous way an increasing demand in the tourist sector resting its resources basically in its rural character defined by the landscape and the own architecture of its nuclei, to which there would be to add complementary resources like the folklore, the crafts or attractive precise like Gruta de las Maravillas ("Grotto of the Marvels") in Aracena or the Cliff of Arias Montano in Alájar; nevertheless, to this increasing demand it seems that it has not been responded of planned form and, although are more and more abundant the initiatives deprived facing offering services to the tourism, is lacked at regional level of strategic targets that through a necessary

cación, logre un mayor aprovechamiento de esta potencial fuente de desarrollo de la Sierra de forma clara y sostenible.

planning, it obtains a greater advantage of this potential source of development of the Sierra of clear and sustainable form.

PALABRAS CLAVES

Turismo rural, Parque Natural, Sierra de Aracena, desarrollo.

KEY WORDS

Rural tourism, Natural Park, Aracena Sierra, development.

INTRODUCCIÓN

El sector rural, en reconocido declive a partir de la segunda mitad del siglo XX, está experimentando en los últimos tiempos y en determinadas zonas una transformación de la tendencia monofuncional, acogiendo actividades económicas diversas tanto de transformación como de servicios muy estrechamente ligadas a los mismos factores que la marginaron gracias a la conservación de su entorno natural y patrimonio que ha dado cabida al nacimiento de una nueva modalidad de turismo, nacida al amparo de una nueva demanda donde la recreación en un entorno natural conservado es considerado como un verdadero privilegio al alcance de todos; así, se convierte esta modalidad de turismo en una verdadera estrategia de intervención válida, sostenible y sustentable para el medio rural que permite no solo invertir el proceso de despoblamiento y abandono, sino sentar las bases de una nueva economía que indiscutiblemente y de forma ordenada debe formar parte de un desarrollo estratégico.

CONCEPTO DE TURISMO RURAL

No son pocas las definiciones del concepto de “turismo rural”, todas ellas con un fondo común y a la vez con especificaciones tan variadas.

Pretendiendo buscar una definición global, podemos entender al turismo rural como una actividad lúdica que se desarrolla en el medio rural y soportada básicamente por el medio ambiente humano y natural (*Figura 1*); sin embargo, dicha definición deja en el aire aspectos tan deseadamente distantes con otras modalidades de turismo como la sostenibilidad de su implantación o la integración de la población local, por ello, no está desacertada la definición de Fuentes García (1995) que entiende al turismo rural como una *Actividad turística realizada en el espacio rural, compuesta por una oferta integrada de ocio, dirigida a una demanda cuya motivación es el contacto con el entorno autóctono y que tenga una interrelación con la sociedad local*” y por lo tanto, caracterizada por lo siguientes factores:

- *Que se realice en el medio rural*
- *Que sea una oferta integrada de ocio*
- *Que la motivación del turista esté basada en el contacto con el entorno autóctono*
- *Que exista una interrelación con la sociedad local*



Figura 1.
Instalaciones al aire libre en
Castaño del Robledo

ORIGEN

En la segunda mitad del siglo XX se fueron fraguando una serie de cambios en el sector turístico motivados por diversos factores que incidieron en las pautas de consumo y tendencias:

Socialmente, nos encontramos con sociedades con nuevas pautas de consumo, mayor tiempo de ocio, nuevos repartos de dicho tiempo y mayor conciencia ecológica.

Económicamente, por el desarrollo del sector servicio y el crecimiento del nivel de renta.

Culturalmente, aumenta el nivel de formación y concienciación de la sociedad y en consecuencia, sus ganas de practicar dicha concienciación, de contactar con lo tradicional y artesanal.

Políticamente, por la incorporación de nuevos territorios en las prácticas políticas para la implantación del sector turístico como vehículo de desarrollo económico.

Así pues, surge en consecuencia nuevas motivaciones en la demanda con una mayor especificidad en la misma que reclaman nuevas ofertas donde el elemento natural y patrimonial tiene cada vez más peso, sentándose las bases para la implantación turística en las áreas rurales y naturales; es el origen del Turismo Rural.

BENEFICIOS Y RIESGOS DEL TURISMO RURAL

Los elementos básicos del turismo rural son el medio ambiente y las comunidades locales, de ahí que siendo una actividad orientada al beneficio económico, origine en estos campos aspectos beneficiosos no exentos de determinados costes implícitos a las acciones (*Crosby, 1999*)

Es pues, la consecución de una acción integrada en el entorno, la que va a garantizar la sostenibilidad y éxito de la fórmula turística en el entorno rural.

TIPOS DE TURISMO RURAL

Son muy diferentes las acepciones del Turismo Rural donde tiene cabida todas las variantes posibles de este tipo de turismo, entre ellas podemos reseñar las siguientes:

SECTOR	BENEFICIOS	COSTES
AMBIENTE	<ul style="list-style-type: none"> · Conservación y mejora de zonas naturales · Mayor sensibilización hacia el medio natural 	<ul style="list-style-type: none"> · Impactos ambientales (paisaje, agua, suelo, atmósfera, fauna, flora)
SOCIEDAD	<ul style="list-style-type: none"> · Intercambio de culturas · Mantenimiento de tradiciones · Conservación y mejora del patrimonio 	<ul style="list-style-type: none"> · Conflictos entre población local y visitantes · Riesgos de contaminación cultural
ECONOMÍA	<ul style="list-style-type: none"> · Creación de empresas y empleo · Incremento de ingresos locales · Mantenimiento y mejora de servicios · Diversificación de actividades 	<ul style="list-style-type: none"> · Creación infraestructura adicionales · Peligro de monoactividad · Especulación suelo

Cuadro 1.

AGROTURISMO. En un turismo rural activo en la explotación agropecuaria donde se vive inmerso en su rutina y costumbres (es un potencial en nuestras dehesas y huertas).

TURISMO DE NATURALEZA O ECOTURISMO. Es un turismo que busca el contacto directo con la naturaleza e implica un enfoque científico, estético y filosófico de la misma, con un alto grado de interpretación.

TURISMO DE SALUD. Generalmente asociado a la existencia de balnearios, fuentes termales, etc..

TURISMO RELIGIOSO. Son manifestaciones de peregrinajes por motivos y celebraciones religiosas.

TURISMO DE AVENTURA O TURISMO ACTIVO. Participan activamente en el uso del medio natural normalmente practicando actividades deportivas activas (parapentes, alpinismo, deslizamientos, etc..)

TURISMO GASTRONÓMICO. Básicamente se fundamenta en la degustación de la gastronomía típica de la zona

TURISMO CINEGÉTICO/PESCA. Orientado al ejercicio de actividades de caza y pesca.

LOS ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS Y EL TURISMO RURAL

La variedad y calidad de los paisajes andaluces, su fauna y flora, son activos patrimoniales tan importantes como los históricos o artísticos que conjuntamente al clima y su gente forman parte indisoluble de su imagen merecedora de protección.

La preocupación por la preservación de estos valores y concretamente por sus paisajes y entorno natural fue el origen de la Agencia de Medio Ambiente como órgano autónomo competente en la materia (hoy Consejería de Medio Ambiente), con el que se promulgaron leyes para tal fin, destacando a nuestros intereses la Ley 2/89, de Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Anda-

lucía. En ella se confirma y acentúa la política de protección de grandes espacios rurales bien conservados que ya existían (P.N. de las Sierras de Grazalema, Cazorla, Segura y las Villas, María, Cabo de Gata, Torcal de Antequera y Subbética, Paraje de las Marismas del Odiel, etc.), estableciendo un marco legal y ampliando la lista hasta valores próximos al 16% de la superficie de la comunidad y que actualmente está en torno al 17 % . (Figura 2)



Figura 2. Plano de los Espacios Naturales Protegidos en Andalucía

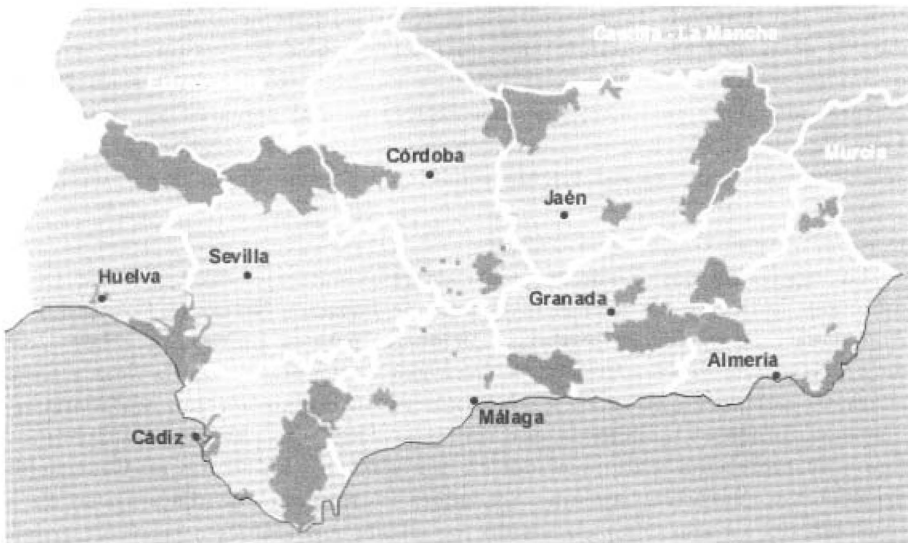


Figura 3. Plano de los Espacios Naturales Protegidos en Andalucía

Las motivaciones sociales ya tratadas así como la nueva concepción del turismo, hacen que estos espacios sean lugares preferentes de la práctica del turismo rural, donde la esencia de su contenido se hace más profundo. En este contexto, juega un papel fundamental los Parque Naturales como figura determinada de protección ya que es en ella donde se da cabida a las nuevas sensibilidades que unan la conservación con el desarrollo de forma indisoluble, dando lugar a un desarrollo ecológico, “verde” o “ecodesarrollo”.

Como decía Suárez Japón en 1992, hablar de ecodesarrollo en Andalucía equivale, en estos momentos, a referirnos al Parque Natural como el ámbito idóneo para poner en práctica una nueva política ambiental capaz de dar soluciones globales a problemas locales. Los Parques Naturales son, sin duda, los auténticos laboratorios del ecodesarrollo y ello es así por dos razones fundamentales:

- Primero, por la filosofía que actualmente impregna la gestión de los Espacios Naturales Protegidos, orientada al reencuentro del hombre con su medio natural.
- Segundo, por los propios rasgos diferenciales que caracterizan a estos territorios. Baste pensar que se trata de grandes superficies equiparables a comarcas enteras, cuyo buen estado de conservación contrasta con el estancamiento social y económico de sus poblaciones. Por otra parte, estas zonas son terrenos abonados para ensayar nuevas experiencias de planificación, ya que, para bien o para mal, han quedado al margen de las soluciones desarrollistas.

El Parque Natural ha ido tomando cuerpo como la figura de protección más abierta a la intervención humana. Más que proteger en el sentido clásico, lo que se intenta es facilitar la utilización racional de los recursos naturales al reinicio del despegue social, cultural y económico de las poblaciones afectadas. Es decir, nos encontramos ante un modelo global de gestión del territorio que pone el acento en el desarrollo de la sociedad. No se declara un Parque Natural solamente en función de una riqueza natural digna de ser conservada. Lejos de ello, el objetivo es acabar con la poco deseable relación, ya apuntada anteriormente, entre estancamiento económico y buen estado de conservación.

NORMATIVA AMBIENTAL Y TURISMO RURAL

La legislación básica vigente sobre espacios naturales (Ley 2/89 de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección y Ley 4/89, de 27 de marzo, de conservación de los Espacios Naturales y de la flora y fauna silvestre) establece que serán los Instrumentos de planificación ambiental los que determinen el modelo de gestión para cada zona, así como sus límites, figura de protección y zonificación; en este sentido, los Planes de Ordenación de Recursos Naturales son una verdadera herramienta de diagnóstico de la situación del espacio complementado por planes reguladores o ejecutores como el Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG), el Plan de Desarrollo Integral (PDI) y el Plan de Fomento (PF), no siempre existentes o aplicados.

No obstante a las competencias de la Administración Autonómica que diseña la RENPA (Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía) y promulga las normativas de protección, las administraciones locales tienen un peso igualmente decisivo en la materia. La norma en suelo urbano y urbanizable es de su total competencia, y con ella se perfila y define la personalidad del medio urbano (incluso en espacios afectados por cualquier figura de protección) que es uno de los objetivos del turismo rural y en cualquier caso el espacio donde van a vivir y a desarrollar gran parte de su actividad los turistas.

Existen, sin embargo, otras afecciones de notable incidencia en el proceso que dimanar del carácter público de los bienes; la ley del Agua y la de Vías Pecuarias son dos ejemplos de lo anterior. Con ellas se determina el libre acceso y disfrute a los cursos de agua, a la red de vías pecuarias, y se les cataloga como Dominio Público, incorporando estos elementos a la infraestructura de acogida para un turismo rural responsable.

En este sentido habría que señalar otras legislaciones sectoriales con relevancia potencial en el tema que se trata, como la ley de minas, la ley de caza y pesca, la ley forestal, etc. Esta legislación, en general, favorece la práctica del turismo rural ya que reconocen la importancia del bien regulado para la sociedad en su conjunto y proporcionan un conjunto de reglas para su correcta gestión.

En esta misma línea habría que hacer una mención especial a la política agraria defendida por la comunidad que en sus últimas redacciones sufre un giro sustancial que podría resumirse en dos principios básicos respecto al tema que nos concierne. El primero es el cese de incentivos a la producción; se ha alcanzado y sobrepasado la capacidad de consumo de Europa en productos agrícolas, por lo que el reto está no en producir más sino en producir mejor, con menos productos químicos, mejor gestión del agua y los recursos, manteniendo o mejorando al mismo tiempo la renta agrícola.

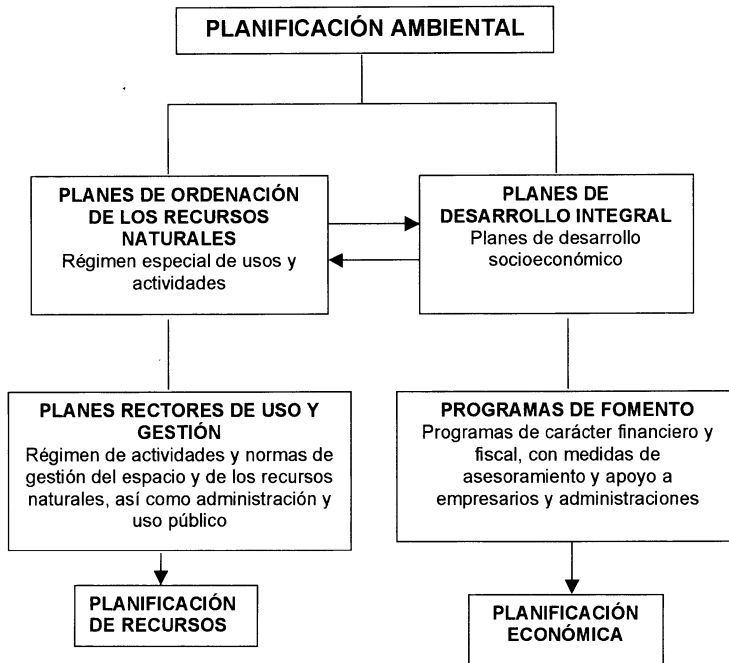
El segundo principio, relacionado con el anterior, es que el agricultor debe derivar hacia un agente que garantice la calidad del medio ambiente rural, implicándolo personalmente en la conservación de los paisajes agrícolas y forestales, en la conservación de la flora y la fauna, la calidad de las aguas, la fertilidad de los suelos, etc. El turismo rural se configura en este marco como una actividad de gran importancia puesto que permite satisfacer esas demandas.

A) PLANIFICACIÓN EN EL PARQUE NATURAL

Como se decía con anterioridad, la ordenación de los recursos del espacio natural y concretamente del Parque, realizada de forma dinámica y receptiva a las demandas sociales de las poblaciones locales que en él se integran, se lleva a cabo a través de diversos Planes y Programas (cuadro 2).

EL PLAN DE ORDENACIÓN DE RECURSOS NATURALES Y EL PLAN RECTOR DE USO Y GESTIÓN DEL PARQUE NATURAL SIERRA DE ARACENA Y PICOS DE AROCHE.

Recientemente aprobado mediante Decreto 210 /2003, de 15 de julio, como actualización del anterior aprobado por Decreto 98/1994, de 3 de mayo, tienen por finalidad la ordenación general de los recursos naturales del Parque y la



Cuadro 2.

implantación de normas de gestión y uso de sus recursos naturales así como de programas básicos de actuación.

El PORN del Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche, contempla en su apartado 4 destinado a las propuesta de ordenación y zonificación, las siguientes directrices en torno a turismo en el medio rural y turismo activo.

- 1º. La búsqueda de la compatibilidad entre un adecuado desarrollo turístico y la conservación de los recursos naturales que redunde económica y socialmente en la población.
- 2º. Perseguir el modelo turístico más adecuado para dicho espacio a través de la necesaria implicación de la población local y bajo los siguientes principios:
 - 2.1. Equilibrar la oferta en los distintos segmentos del mercado
 - 2.2. Potenciar la diversificación de la oferta en respuesta a las nuevas demandas
 - 2.3. Apoyar la oferta turística de calidad compatible con los objetivos del Parque Natural
 - 2.4. Promover iniciativas de carácter autóctono.
- 3º. Las edificaciones vinculadas a la actividad turística habrán de ser preferentemente edificaciones existentes, rehabilitadas o acondicionadas para tal fin, cumpliendo con las características y tradiciones constructivas en la zona, y en su caso, con la correspondiente declaración de Utilidad Pública o Interés Social.

Con carácter **NORMATIVO**, el PORN establece lo siguiente:

1. Se requerirá autorización de la Consejería de Medio Ambiente el ejercicio de las siguientes actividades en el territorio del Parque:
 - Uso de bicicleta de montaña en zonas declaradas de reserva.
 - Actividades aeronáuticas en globo aerostático en todo el Parque, no siendo autorizables en zonas de reserva.
 - Escalada en zonas de reserva y en zonas con nidificación y cría de aves rapaces entre el 1 de diciembre y 31 de agosto.
 - El vivaqueo
 - Las acampadas o campamentos organizadas conforme al Decreto 45/2000, de 31 de enero.
 - Turismo ecuestre en zonas de reserva
 - Montañismo en zona de reserva
 - Senderismo en zona de reserva
 - Uso de vehículos con motor en zonas de reserva y caravanas de 4 o más vehículos en todo el parque
 - El descenso de cauces de agua con cualquier embarcación
 - Cualquier actividad permitida que se realice fuera de los equipamientos destinados a tal fin.
 - La realización de cualquier tipo de prueba, exhibición o competición deportiva
 - El tránsito para la realización de actividades de educación ambiental por caminos restringidos
 - La apertura de nuevas vías o escuelas de escalda.
 - El establecimiento de áreas de despegue o aterrizaje, así como la señalización para pruebas aeronáuticas sin motor.
 - La puesta en valor de nuevos senderos y su señalización
 - La celebración de romerías o concentraciones populares que hayan iniciado su actividad desde 1993 o la vayan a iniciar.

En todo caso, se reserva la Consejería de Medio Ambiente la posibilidad de regular conjuntamente con la Consejería de Turismo y Deporte las condiciones ambientales para el desarrollo de nuevas actividades deportivas y turísticas que para el caso de empresas está actualmente regulado en el Decreto 20/2002, de 29 de enero y en la Orden de 20 de marzo de 2003 sobre actividades de turismo en el medio rural y turismo activo que se verá más adelante.

Por último, se contempla igualmente y de forma expresa en el PORN las actividades prohibidas al respecto y que son las siguientes:

- El uso de bicicletas de montaña, el turismo ecuestre y el uso de vehículos a motor en senderos peatonales de uso público clasificados por tal por la Consejería de Medio Ambiente.
- La circulación de vehículos terrestres a motor por caminos rurales de anchura inferior a 2 metros, o por servidumbres de los dominios públicos hidráulicos, cortafuegos y fajas auxiliares, vías forestales de extracción de madera y cauces secos o inundados.

- La circulación campo a través o fuera de los caminos permitidos de bicicletas y vehículos a motor.
- El paracaidismo en todo el Parque Natural
- Las actividades recreativas relacionadas con el uso de helicópteros, ultraligeros, aviones , avionetas y cualquier vehículo aéreo a motor
- Actividades de orientación en zonas de reserva
- La circulación en quads vinculada a actividades de uso público

Por otro lado, el Plan Rector de Uso y Gestión, establece los requisitos necesarios en las peticiones de autorización para las distintas actividades así como normas de obligado cumplimiento sin perjuicio de las que en su caso se plasmen en las autorizaciones pertinentes, todo ello en el marco prefijado con los objetivos de protección y directrices generales de ordenación de los recursos.

B) REGLAMENTACIÓN ESPECÍFICA DEL TURISMO EN EL MEDIO RURAL

La Ley 12/1999, de 15 de diciembre, del Turismo, establece el marco jurídico general en el que ha de desenvolverse la actividad turística en Andalucía. En ella se hacía referencia en diversos apartados al turismo rural como era la distinción entre las casas rurales (que además de alojamiento ofrecen servicios complementarios), de las viviendas turísticas de alojamiento rural, que únicamente ofrecen alojamiento.

Por otro lado, el Decreto 94/1995, de 4 de abril ordenaba el alojamiento en casas rurales andaluzas.

La necesidad de establecer un nuevo marco jurídico que recogiera las distintas disposiciones vigentes y comprendiera igualmente el ejercicio de la actividad turística, motivó la aprobación del Decreto 20/2002, de 29 de enero, de Turismo en el Medio Rural y Turismo Activo, el cual no sólo viene a regular el alojamiento turístico en sus distintas variantes, sino servicios complementarios como la restauración, actividades de turismo activo, etc..

Posteriormente, la Orden de 20 de marzo de 2003, conjunta de las Consejería de Medio Ambiente y Turismo y Deporte, desarrolla y especifica las condiciones y obligaciones medioambientales para la práctica de las actividades reflejadas en el anterior Decreto en aras a garantizar la compatibilidad con la protección del medio ambiente, aprobándose finalmente mediante Orden de 19 de septiembre de 2003 los distintivos de los alojamientos turísticos en el medio rural y de los mesones rurales que cumplan con lo estipulado en el Decreto 20/2002.

EL PARQUE NATURAL SIERRA DE ARACENA Y PICOS DE AROCHE Y EL TURISMO RURAL

El Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche, abarca una superficie de 186.827 Ha. (el 30% de la superficie provincial) repartidas en 28 términos municipales al norte de la provincia de Huelva que fue declarada como espacio natural protegido por la Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección.



Figura 4. Panel indicador del Parque

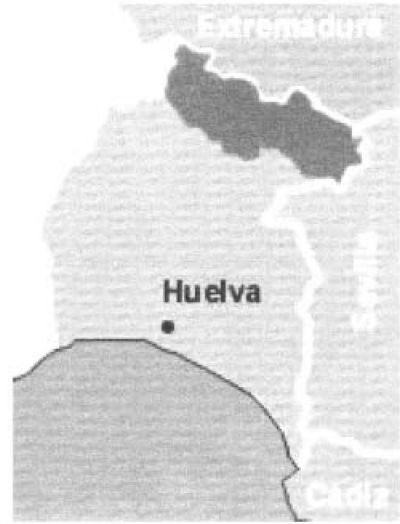


Figura 5. Plano de localización del Parque

Justificar en conceptos la declaración de espacio natural protegido sería limitar mucho los aspectos de todo un conjunto de ecosistemas y simbiosis entre el hombre y la naturaleza merecedora de dicha declaración, porque no solamente es su paisaje, sino su gente, sus costumbres, su patrimonio.. factores que desencadenaron su reconocimiento y que no dejan de reconocerse, como es su declaración de Zona de Especial Protección para las aves y de la Reserva de la Biosfera Dehesas de Sierra Morena, estando formando parte de la red ecológica europea "Natura 2000" relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestre así como de la propuesta Andaluza a Lugares de Importancia Comunitaria y Zona de Especial Conservación.

Su potencial y atractivo por tanto son indiscutibles, prueba de ello es el progresivo aumento de visitantes del que somos conscientes como también lo somos de su centralización, extensible incluso a las ofertas, fruto de una escasa articulación y ordenación del sector.

La falta de estrategias desencadena un verdadero hervidero de propuestas al amparo de la demanda con cierto riesgo de monoespecificidad y concentración sin un verdadero análisis de las posibilidades y potencialidades del territorio en toda su extensión, por ello, es básico no solamente conocer la demanda, sino también analizar la oferta y buscar las carencias y oportunidades de cada zona que permitan sentar las bases de una adecuada planificación estratégica.

A) LA DEMANDA TURÍSTICA EN EL PARQUE

El diseño de una planificación turística requiere conocer las motivaciones y expectativas del visitante permitiendo, junto con la oferta existente, marcar las estrategias de desarrollo compatibles con el sistema rural en el que nos movemos.

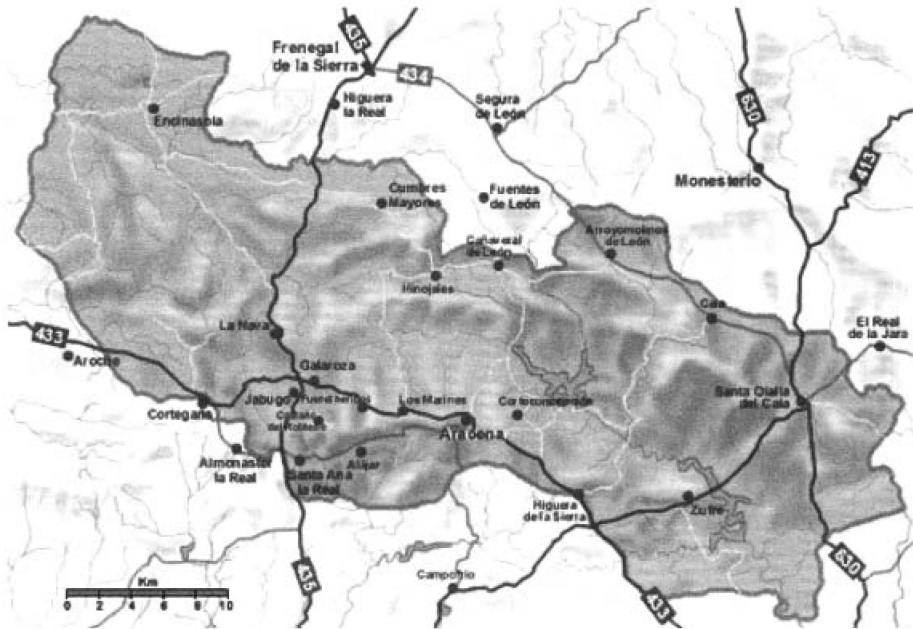


Figura 6. Plano de detalle del Parque

Así, a través de estudios específicos y encuestas en centros de información e interpretación, se ha constatado cómo las visitas al Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche (PNSAPA), aunque se producen durante todo el año, su número es más notorio en primavera y otoño, y en estos período, en fines de semana, festivos y épocas vacacionales, siendo el principal visitante procedente de la provincia de Sevilla, seguido de Huelva y con una edad media en torno a los 30 años.

Las visitas se realizan mayoritariamente en grupos familiares, seguidos de amigos y parejas, siendo prácticamente inexistentes las visitas organizadas por empresas especializadas.

El transporte utilizado es mayoritariamente el automóvil en el 91% de los casos, y los tiempos de estancia es de 1 día para cerca del 53 % de los turistas, seguidos de 3-4 días para el 30% de los casos que en un 70% repiten visitas, atraídos en un 90% por el paisaje y entorno natural, seguidos de los que buscan la tranquilidad, la gastronomía y el disfrute del patrimonio cultural y patrimonial.

El alojamiento preferente, en su caso, es la casa rural en un 44% de los casos, seguido de la casa propia, si bien habría que matizar que según épocas, la distribución es variable como es el caso de las Navidades, en la que predomina la casa propia o los hostales y alojamientos similares en Semana Santa.

Las comidas se realizan preferentemente en bares y restaurantes, estando acompañadas del grueso de la actividad en torno al paseo y observación del paisaje y patrimonio, con la adquisición de productos típicos.

Por el contrario, se pone en evidencia por los turistas la falta de señalización y accesos adecuados a sus intereses, la falta de información y otros servicios de complemento al alojamiento.

B) LOS RECURSOS DEL PARQUE

Al analizar la oferta ofrecida por el Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche, debemos entender que el sector turístico, motivado por atractivos naturales, culturales y patrimoniales, ejerce su actividad en un entorno natural y urbano, de cuyos recursos dependerá la satisfacción de éste, en muchos casos, no exento de una adecuada interpretación, por ello, todo cuanto afecta a dichos entornos, determina en última instancia la calidad de la oferta y su idoneidad para satisfacer la demanda, es por eso que al hablar de los recursos del Parque no solamente nos centremos en los recursos eminentemente turísticos, sino en aquellos parámetros especialmente definidores de su entorno natural, social y socioeconómico.

El producto turístico pues, está constituido por el conjunto de bienes y servicios que se ponen a disposición de los visitantes para su consumo directo (*Gurría Di-Bella, 2000*), e integrado por tanto, por un conjunto de componentes con una participación variada en función del éxito alcanzado.

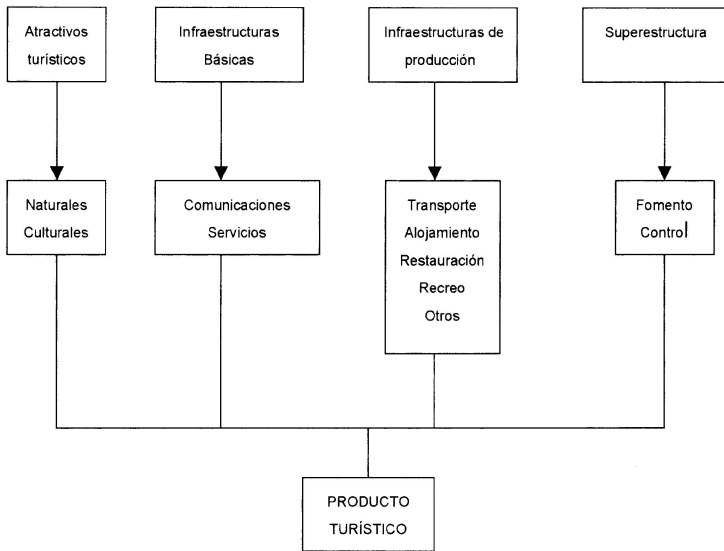
B.1) Los recursos naturales

El PNSAPA, físicamente hablando, presenta cierta heterogeneidad interna que por otro lado es el rasgo propio de la zona con cierta diversidad litológica, climática y en consecuencia vegetativa y faunística. No obstante, se puede definir como el encaje de los valles del Múrtigas y de la Ribera de Huelva entre las sierras del Noreste y la propia de Aracena, conformando una orografía diversa con una gran riqueza ecológica, donde su propia geología ofrece parajes de gran belleza plástica como las Grutas de las Maravillas o la Peña de Arias Montano.

Climáticamente no obstante, sí se pueden definir dos zonas más o menos definida; una central con rangos pluviométricos y termométricos propios de la influencia atlántica, y dos zonas periféricas; al Oeste y Este con valores algo más extremos y propios de climas más mediterráneos (mesomediterráneo). En todo caso, nos encontramos claramente con unas estaciones como el Otoño y la Primavera muy favorables a la práctica del turismo rural en todas sus variantes, quedando limitadas a determinados tipos de actividades en épocas invernales y veraniegas dada la radicalización de las temperaturas.

La vegetación fruto de la simbiosis a lo largo de la historia entre el hombre y la naturaleza está dominada en un 40% de su superficie por las dehesas de encinas y alcornoques (bosque esclerófilo mediterráneo) con restos puntuales del antiguo bosque de melojos que en gran parte de su territorio ha sido sustituido por el castaño (2,75% de la superficie del Parque); principalmente en el sector central del Parque.

También, y como consecuencia de la intervención humana, existen plantaciones de eucaliptos (4% de la superficie), así como en menor grado, de pinos (3% de la superficie), muy salpicado y entremezclado con el resto de la vegeta-



Cuadro 3. Cuadro componentes producto turístico

ción en la parte central, así como manchas monoespecíficas de matorral heliófilo invasor normalmente en terrenos más degradados, muy distinto al matorral noble que permanece en muchas zonas resguardadas como vestigio del antiguo bosque mediterráneo

El bosque ribereño sigue teniendo en tramos del Múrtigas y otros arroyos verdadera representación del antiguo bosque fluvial a base de alisedas, fresnos y sauces.

Por otro lado, la propia localización territorial del Parque en el contexto del sistema ibérico, así como sus ecosistemas y unidades ambientales, permiten la presencia de una gran variedad de especies silvestres de fauna, muchas de ellas amenazadas y protegidas que le dotan de un valor singular, que va más



Figura 7. Castaño

allá cuando estas especies tienen la localización restringida a las áreas iberonorteafricanas en la que se encuentra el Parque.

Es pues significativa la riqueza natural de todo su espacio y la singularidad de parajes concretos de gran interés, belleza y potencial turístico, resultado de su diversidad natural.

B.2) Recursos socioeconómicos

Históricamente la zona serrana, como muchas comunidades rurales españolas, ha sufrido un fuerte proceso de despoblamiento y envejecimiento, con el sector primario como fuente y motor principal de su sustento, que ha marcado el devenir de su sociedad y riqueza, no obstante, desde finales del siglo pasado, ha habido en ciertos municipios una paralización de dicha regresión, con una estabilización e incluso un crecimiento de su población, así como genéricamente un mayor porcentaje de población activa en el sector servicios respecto a otros, con un leve incremento en los indicadores tipo de bienestar (consumo electricidad, líneas de teléfono, vehículos...), presentando una situación global de nivel de paro similar a la media provincial.

De todas formas, el peso principal de la economía serrana se apoya claramente en su medio natural, ya sea por las explotaciones agropecuarias existentes, con una economía fuertemente apoyada en el manejo del cerdo ibérico que ha permitido la implantación de numerosas industrias de transformación de sus productos, como del aprovechamiento directo y manufactura de sus castañas o la corcha del alcornoque.

Fuera de la base no agraria, existen actividades puntuales, una de las cuales, de especial significación como la explotación minera de Cala, ha dejado de ejercer, pero es aquí donde el sector servicios, fuertemente apoyado por el resurgir de la "industria turística", el que viene a jugar un gran papel en la economía serrana y que ya lo viene haciendo principalmente en los núcleos de



Figura 8. Industria corchera de la Sierra



Figura 9. Complejo de turismo rural

su sector central en torno a la Sierra de Aracena con la puesta en valor de su medio natural y patrimonio.

B.3) Recursos turísticos

Dentro de las estructuras dedicadas a la atención del turista, debemos considerar el conjunto de infraestructuras que directamente están relacionadas con la actividad turística y concretamente, aquellas más claramente asociadas a los recursos naturales y calidad del paisaje, como pueden ser las comunicaciones, el tratamiento de aguas potable y residuales o la gestión de residuos urbanos, amén de la propia oferta cultural, y patrimonial, como la propiamente turística, en este último caso, con especial referencia al equipamiento de uso público y educación ambiental

Comunicaciones

El PNSAPA se localiza en la franja más occidental de Sierra Morena, al norte de la provincia de Huelva, limitando al Norte con la provincia de Badajoz, al Oeste con Portugal, al sur con la comarca del Andévalo y Cuenca Minera, y al Este con la provincia de Sevilla. Esta posición y su orografía, han hecho de dicho espacio uno de los espacios naturales andaluces peor comunicados por carretera; así actualmente, el parque cuenta con tres vías principales de acceso con un eje central N-433 que recorre la sierra de Aracena de Este a Oeste hasta llegar al Rosal de la Frontera, y otro de igual entidad y perpendicular al anterior N-435 que conecta el sur de extremadura con Huelva capital, siendo la tercera vía la N-630 Sevilla-Mérida, que tangencialmente cruza el parque por el término municipal de Santa Olalla de Cala.

Por otro lado, existe una extensa red de comunicaciones secundarias en estado desigual, siendo en general muy superior la densidad de vías por Km² en torno al eje central donde igualmente se localiza el grueso de la población. Esta red se hace aún mucho más importante considerando los caminos rurales y vías pecuarias, éstas últimas actualmente en fase de clasificación y deslinde, vestigio de las necesidades históricas, con grandes posibilidades de uso público.

Por último, referir la vía de comunicación ferroviaria de Huelva-Zafra, que atraviesa el parque de sur a norte por su parte central y que a duras penas sobrevive en el contexto de su rentabilidad, suponiendo unas posibilidades intactas de comunicación y desarrollo turístico no exenta de importantes inversiones.

Tratamiento de aguas

Hoy por hoy parece garantizado el suministro de agua potable en todos los términos municipales, no obstante, las carencias en las infraestructuras provoca ciertos problemas en épocas de sequía, todo ello a pesar de la riqueza de los acuíferos cársticos de la zona.

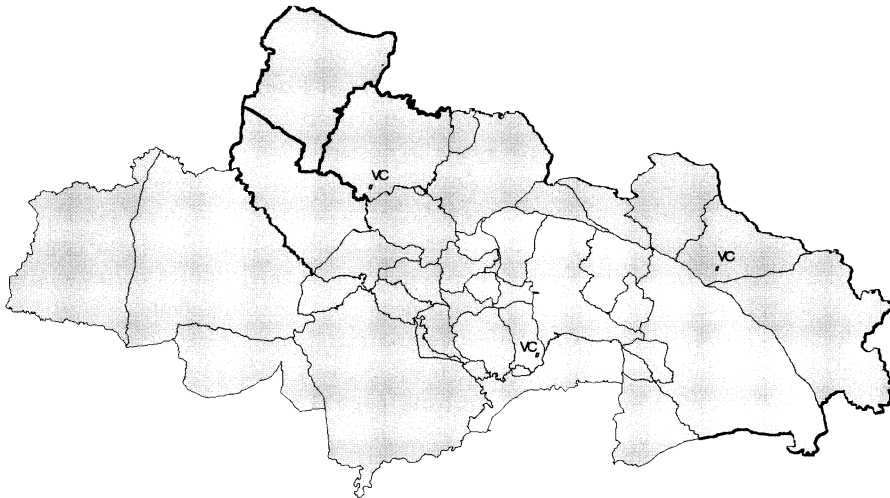
En lo que respecta a las aguas residuales, si bien se cuenta con la infraestructura más o menos adecuada para posibilitar un tratamiento secundario o primario según los municipios, la ausencia de puesta en marcha de las instalaciones bajo la motivación económica o voluntad verdadera de acometer la

adecuada gestión de la infraestructura al coste necesario para todos, provoca que se siga vertiendo a los arroyos y cauces serranos con la consiguiente degradación del medio y los efectos negativos de cara a una puesta en valor de los recursos naturales hacia el turismo rural.

Gestión de R.U.

La gestión de los residuos urbanos de carácter domiciliarios se lleva a cabo mediante mancomunidades en las que se engloban las poblaciones locales. Dichas mancomunidades están encargadas de la recogida y gestión de los residuos urbanos y asimilables de carácter doméstico procediendo a su depósito en vertederos “controlados” situados en los términos municipales de Cumbres de San Bartolomé, Linares de la Sierra y Cala; éste último actualmente clausurado.

Esta gestión mediante depósito de los residuos sin tratamiento previo en vertederos se puede clasificar realmente como vertido controlado sobre vertederos incontrolados, ya que la infraestructura no cumple con la normativa



MANCOMUNIDAD RIVERA DE HUELVA	MANCOMUNIDAD SIERRA OCCIDENTAL	MANCOMUNIDAD SIERRA MINERA
Alájar	Almonater la Real	Arroyomolinos de León
Aracena	Aroche	Cala
Corteconcepción	Castaño del Robledo	Cañaveral de León
Cortelazor	Cortegana	Hinojales
Fuenteheridos	Cumbres de En medio	Santa Olalla del Cala
Galaroza	Cumbres de San Bartolomé	
Higuera de la Sierra	Cumbres Mayores	
Linares de la Sierra	Encinasola	
Los Marines	Jabugo	
Puerto Moral	La Nava	
Valdelarco	Santa Ana la Real	
Zufre		

Figura 10. Situación de los veraderos controlados de R.U.

vigente, provocando no pocos problemas ambientales en una gestión inapropiada en un ENP, no obstante, esta situación se prevé solucionar próximamente mediante la clausura de dichos puntos de depósitos y la puesta en marcha de estaciones de transferencia con traslado de los residuos hacia la planta de tratamiento, recuperación y compostaje que se está construyendo en Tharsis.

En cuanto a la gestión de residuos de obras y construcción, la falta de gestión es la tónica, con la presencia de depósitos incontrolados a lo largo de todo el territorio, sin que por parte de las administraciones competentes (Ayuntamientos, Diputación y Consejería de Medio Ambiente), se tomen medidas decisivas para su desaparición.

Patrimonio histórico-artístico

La localización del Parque y sus riquezas naturales, ha conllevado que a lo largo de la historia, sea objeto de importantes asentamientos humanos que han ido dejando huella de su paso y que han definido la cultura y riqueza patrimonial de este enclave, más o menos conservada hasta nuestro días gracias a la propia coexistencia de este espacio natural y que viene siendo objeto de forma constante de su reconocimiento mediante la correspondiente declaración de interés cultural; así, municipios como Alájar, Almonaster la Real, Aracena, Aroche, Cala, Cañaveral de León, Castaño del Robledo, Corteconcepción, Cortelazor, Cumbre Mayores, Fuenteheridos, Galaroza, Higuera de la Sierra, Los Marines, Puerto Moral, Santa Olalla del Cala, Valdelarco o Zufre, cuentan con un conjunto de Bienes donde castillos, iglesias, ermitas, casas palacios, yacimientos arqueológicos, conjuntos arquitectónicos y otras huellas patrimoniales, conforman una red bastante extensa y rica en constante revalorización, que sin embargo, no es correspondida con la atención de un turismo cultural constantemente demandado.

En este mismo capítulo podemos referenciar como parte del patrimonio cultural sus tradiciones y su artesanía, mantenidas a lo largo del tiempo y que por el contrario, son un verdadero reclamo para el turista.

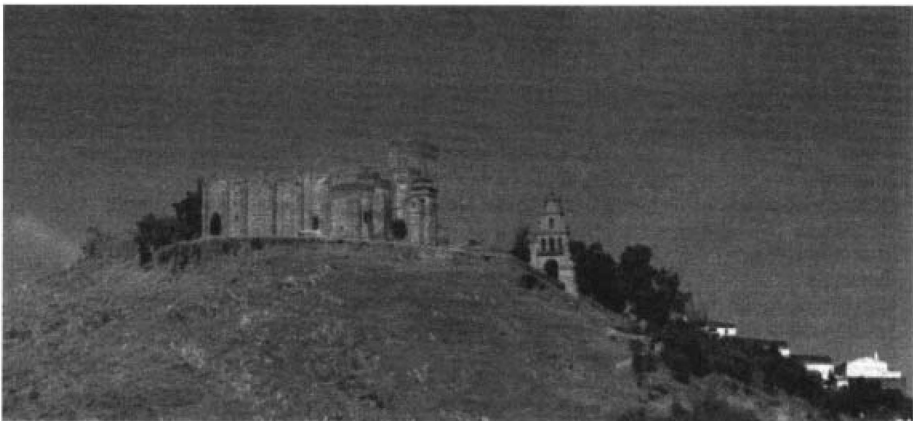


Figura 11. Castillo e iglesia de Aracena

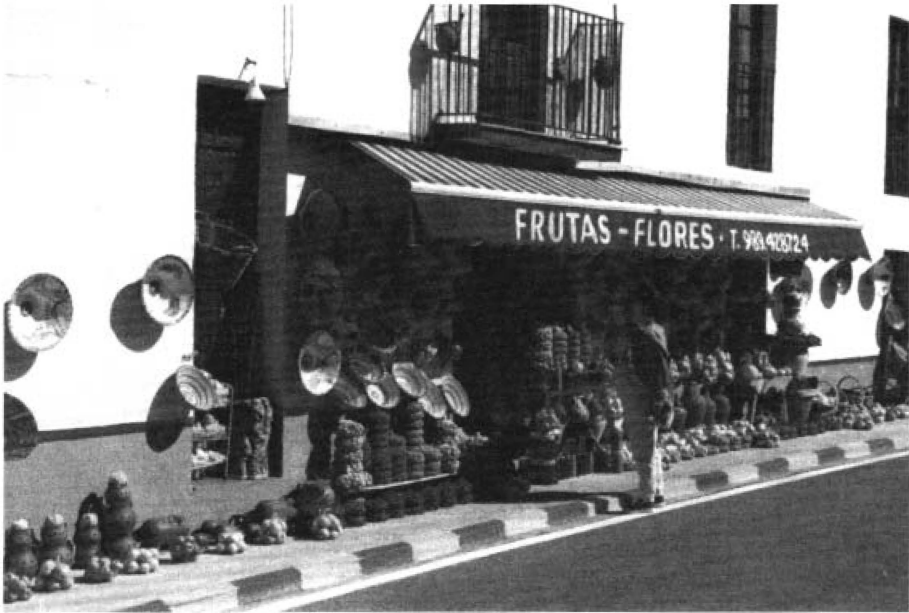


Figura 12. Punto de venta de artesanía en Galarzoa

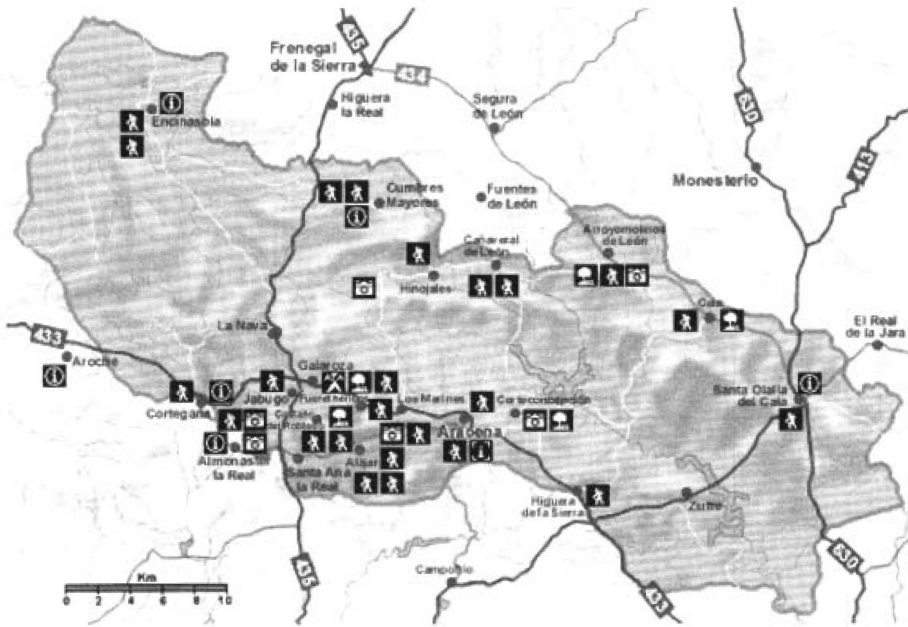


Figura 13. Plano de instalaciones de uso público en el Parque

LA MINERÍA SURIBÉRICA

TIPO INSTALACIÓN	NOMBRE	MUNICIPIO	DOTACIÓN
Área recreativa	Alto del Búho	Arroyomolinos de León	Mesas, bancos, barbacoas
Área recreativa	Cola del embalse de Aracena	Aracena	Mesas, bancos, barbacoas
Área recreativa	Presa de Aracena	Aracena	Mesas, bancos, barbacoas
Área recreativa	Arroyo de Cortelazor	Cortelazor	Mesas, bancos, barbacoas
Área recreativa	Dehesa Tres encinas	Cala	Mesas, bancos, barbacoa y parque infantil
Área recreativa	Capilla del Cristo	Castaño del Robledo	Mesas, bancos, barbacoas
Área recreativa	El Talenque	Galaroza	Mesas, bancos, kiosko-bar
Área recreativa	La Cantera	Puerto Moral	Mesas, bancos, barbacoas
Centro de visitantes	Cabildo viejo	Aracena	Área de recepción e información, salas de exposiciones, área de interpretación, panel interactivo, tienda
Mirador	Ribera de Alájar	Alájar	Panel informativo
Mirador	Peña Arias Montano	Alájar	Plataforma con barandilla
Mirador	Puerto de Alájar	Alájar	Plataforma con barandilla y panel informativo
Mirador	Embalse de Aracena	Puerto Moral	Plataforma con barandilla
Mirador	Cerro de S. Cristóbal Norte	Almonaster la Real	Plataforma con barandilla
Mirador	Cerro de S. Cristóbal Sur	Almonaster la Real	Plataforma con barandilla
Mirador	El Castañuelo	Aracena	Plataforma con barandilla
Mirador	Alto del Búho	Arroyomolinos de León	Plataforma con barandilla
Mirador	Puerto Alto	Hinojales	Plataforma con barandilla
Punto de información	Almonaster la Real	Almonaster la Real	Área recepción, salas de exposición, área de interpretación, panel interactivo, tienda
Punto de información	Castillo de Aroche	Aroche	Área recepción, salas de exposición, área de interpretación, panel interactivo, tienda
Punto de información	Castillo de Cortegana	Cortegana	Área recepción, salas de exposición, área de interpretación, panel interactivo, tienda
Punto de información	Cumbres Mayores	Cumbres Mayores	Área recepción, salas de exposición, área de interpretación, panel interactivo, tienda
Punto de información	Baluarto de San Juan	Encinasola	Área recepción, salas de exposición, área de interpretación,

			panel interactivo, tienda
Punto de información	Santa Olalla	Santa Olalla del cala	Área recepción, salas de exposición, área de interpretación, panel interactivo, tienda
Sendero señalizado	Alájar- Los Madroñeros	Alájar	Señales inicio y recorrido
Sendero señalizado	Alájar-Linares de la Sierra	Alájar	Señales inicio y recorrido
Sendero señalizado	Camino de Valverde de los Molinos	Alájar	Señales inicio y recorrido
Sendero señalizado	Cerro de San Cristóbal	Almonaster la Real	Señales inicio y recorrido
Sendero señalizado	Aracena-Corteconcepción	Aracena-Corteconcepción	Señales inicio y recorrido
Sendero señalizado	Aracena-Linares de la Sierra	Aracena-Linares de la Sierra	Señales inicio y recorrido
Sendero señalizado	Arroyomolinos de León-Minas de Cala	Arroyomolinos de León-Cala	Señales inicio y recorrido
Sendero señalizado	Cala- Minas de Cala	Cala	Señales inicio y recorrido
Sendero señalizado	Cañaveral de León-Charco de las Golondrinas	Cañaveral de León	Señales inicio y recorrido
Sendero señalizado	Cañaveral de León-Hinojales	Cañaveral de León-Hinojales	Señales inicio y recorrido
Sendero señalizado	La Urralera	Castaño del Robledo	Señales inicio y recorrido
Sendero señalizado	Castaño del Robledo-Puente de los Casares	Castaño del Robledo	Señales inicio y recorrido
Sendero señalizado	Cortegana-Aroche	Cortegana-Aroche	Señales inicio y recorrido
Sendero señalizado	Ermita de la Esperanza	Cumbres Mayores	Señales inicio y recorrido
Sendero señalizado	Cumbres Mayores-Cumbres de En medio	Cumbres Mayores-Cumbres de En medio	Señales inicio y recorrido
Sendero señalizado	Encinasola-Las Contiendas	Encinasola	Señales inicio y recorrido
Sendero señalizado	Encinasola-Puente del Sillo	Encinasola	Señales inicio y recorrido
Sendero señalizado	Fuenteheridos-Aracena	Fuenteheridos-Aracena	Señales inicio y recorrido
Sendero señalizado	Camino de las Tobas	Higuera de la Sierra	Señales inicio y recorrido
Sendero señalizado	La Víbora	Hinojales	Señales inicio y recorrido
Sendero señalizado	Jabugo-Galaroza	Jabugo-Galaroza	Señales inicio y recorrido
Sendero señalizado	Los Marines-Linares de la Sierra	Los Marines-Linares de la sierra	Señales inicio y recorrido
Sendero señalizado	Santa Olalla del cala-Minas de Teuler	Santa Olalla del Cala	Señales inicio y recorrido
Sendero señalizado	El Talenque-Valdelarco	Valdelarco-Galaroza	Señales inicio y recorrido
Zona de acampada libre organizada	El Talenque	Galaroza	Kiosko-bar, parque infantil, bancos, mesas, barbacoas, ascos.

Cuadro 4.

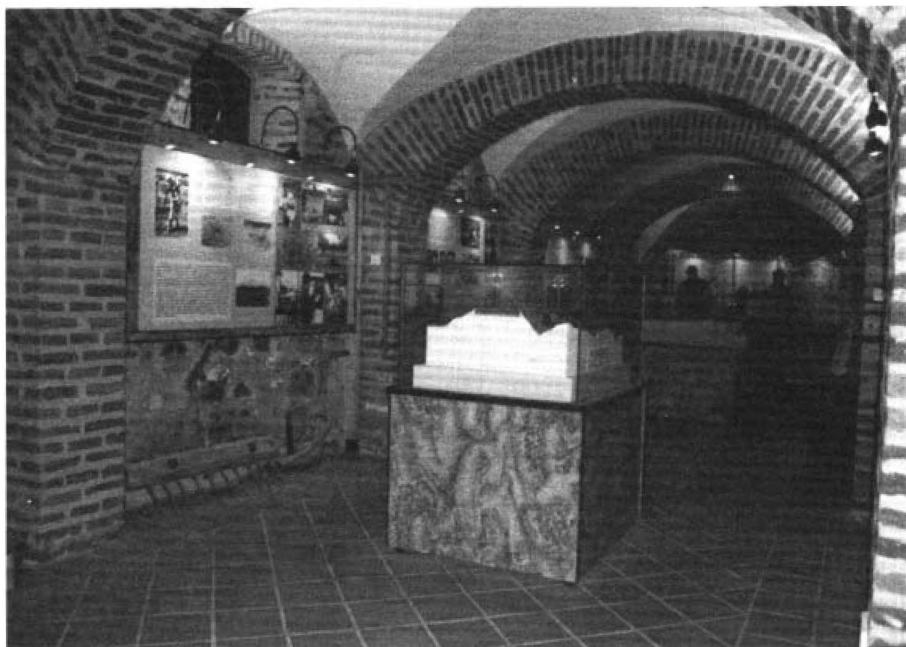


Figura 14. Centro de recepción e interpretación Cabildo Viejo

Uso público

La puesta en valor de los recursos naturales, culturales y patrimoniales, pasa por dar a conocer a los visitantes dichos recursos y facilitar las vías que permitan su observación, disfrute e interpretación; en ello, juega un papel fundamental las instalaciones y equipamientos de uso público, que enmarcadas bajo un sustento institucional, facilitan al turista el contacto y el conocimiento con el medio rural, siendo un complemento indiscutible a las inactivas privadas en el contexto de una planificación turística sustentable.

En el PNSAPA, la tipología de instalaciones y equipamientos de uso público existente es variada, si bien, su localización parece algo arbitraria y centralizada en torno al eje de la N-433, pudiéndose desarrollar otras infraestructuras de apoyo inexistentes.

Las posibilidades de equipamientos institucionales de uso público son las expresadas en el cuadro 5.

C) ANÁLISIS DE LAS DEBILIDADES Y POTENCIALIDADES DEL PARQUE (DAFO)

Recurriendo a un análisis DAFO; palabra nemotécnica que corresponde a las iniciales de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades, se va plasmar a continuación la síntesis de lo que sería un análisis estratégico que permita establecer las prioridades a partir de la comprensión de la situación actual del Parque y de su evolución previsible.

Grandes tipos de instalaciones	Tipos concretos de instalaciones	
Equipamientos de acogida, información y educación ambiental	Centro de visitantes	
	Centro de información	
	Punto de información	
	Centro de interés etnológico, ecomuseo	
	Aulas de naturaleza	
	Otros (mirador, Observatorio, jardín botánico, parque cinegético)	
Equipamientos alojativos	Albergue	
	Refugio base	
	Refugio vivac	
	Camping	
	Área de acampada	
	Campamento juvenil	
Equipamientos recreativos	Área recreativa	
Equipamientos de gestión, conservación e investigación	Ecosenda o itinerario señalizado	
	Centro de documentación y/o investigación	
Señalización	Normalizada	Perimetral
		Comunitaria
	Informativas e interpretativas	DIRECCIONALES: Dentro del ENP. Lugares de interés Fuera del ENP. Localidades, ENP
	LOCALIZACIÓN: Entrada ENP Equipamientos Miradores Triedros RECOMENDACIÓN DE USO: Equipamientos recreativos	

Cuadro 5.

DEBILIDADES

- Hay suficientes recursos turísticos pero falta la potenciación como producto
- Reducida puesta en valor de la riqueza cultural
- Escaso apoyo y promoción del turismo cultural
- Ciertas deficiencias en las comunicaciones
- Tendencia de la población al envejecimiento
- Baja cualificación de la población en general
- Tratamiento adecuado de aguas residuales y mejora en la infraestructura de abastecimiento de agua potable
- Regulación y control de los alojamientos rurales

FORTALEZAS

- Su riqueza natural, cultural y social
- El potencial de sus escenarios naturales
- Gran nivel de satisfacción del turista
- Gran valor social de la población
- Potencialidades para actividades de ocio, turismo rural y cultural, rutas de interés medioambiental, paisajístico e histórico
- Artesanía autóctona
- Gastronomía interesante

AMENAZAS

- Falta la diversificación de la oferta existente
- Concentración de la oferta
- Ausencia de acción integrada de promoción turística en el Parque
- Falta de concienciación sobre el autoempleo
- Barreras de distinto índole emprendedor. Formativas, financieras...
- Falta de atención de las Administraciones públicas
- Existencia en gran medida de economía turística sumergida
- Deterioro del medio ambiente
- Ausencia de visión estratégica del sector

OPORTUNIDADES

- La demanda del medio autóctono por el turista
- Estabilidad económica y política
- Su paisaje y proximidad relativa a capitales de provincia
- Conciencia de determinadas Administraciones de la importancia del desarrollo rural y local
- Política de ayuda preferente a nivel europeo
- Futura puesta en marcha de autovías en su entorno
- Elaboración de Normas Subsidiarias de Ordenación Urbana en sus municipios
- Creación de la marca "Parque Natural"
- Corriente consumista de productos "ecológicos" y demanda del contacto con el entorno rural
- Posibilidad de desarrollo de actividades relacionadas con el ocio
- Altas posibilidades de dinamización con programas específicos como el PRODER



Figura 15.
Anagrama marca
Parque Natural

TURISMO SOSTENIBLE

La sostenibilidad, como desarrollo de recursos y filosofía de gestión está cada vez más presente en las políticas y prácticas vinculadas al medio natural y en este sentido, el turismo no es ajeno a ella; así, la sostenibilidad del recursos turístico, y en consecuencia, la garantía de su continuidad pasa necesariamente por el uso y disfrute continuado de los recursos y la necesidad imperiosa de su protección.

La búsqueda de un turismo sostenible como modelo de desarrollo de la actividad turística de calidad ambiental debe partir de los principios básicos asociados al concepto de sostenibilidad:

Planificación. Debe planificarse adecuadamente la estrategia turística mediante el análisis de la oferta y la demanda y las variables integrantes; sociales, económicas y ambientales.

Integración y participación. Debe fortalecerse la integridad local y la participación activa y de los agentes que intervienen en el proceso de la población.

Dimensionado. Ha de estar dimensionado de forma adecuada en el tiempo y en el espacio (temporalidad y saturación).

Durabilidad. Es un turismo a mediano-largo plazo.

Viabilidad. Debe entenderse en su fondo el bienestar de la comunidad local y la preservación de los valores naturales y culturales paralelos a la viabilidad económica.

Es pues necesario sentar las bases no para el desarrollo de un turismo basado exclusivamente en el beneficio económico, sino que, consciente de la motivación principal del turista, sea capaz de conseguir un manejo óptimo del medio ambiente sin renunciar al beneficio del desarrollo económico, manteniendo la oferta de servicios y la calidad de la oferta. Se trata de vender y explotar el recursos turístico en el presente y en el futuro a condición de cuidar y de preservar los valores que persigue dicho turismo.

La Organización Mundial de Turismo llama la atención sobre los siguientes aspectos a considerar para lograr el turismo sostenible:

- Protección del lugar
- Control de ecosistemas críticos
- Intensividad del uso
- Impacto social
- Control del desarrollo

- Gestión de residuos y agua
- Planificación regional y local
- Control de la satisfacción del consumidor y población local
- Contribución a la economía local

ALGUNAS MEDIDAS INSTITUCIONALES

El apoyo y fomento de un desarrollo sostenible en los Parques Naturales Andaluces como territorios vivos y dinámicos se traduce administrativamente en medidas que favorecen la permanencia y la calidad de vida de las poblaciones. En esta línea nace la marca “Parque Natural de Andalucía” con dos objetivos básicos: (*Foto 15*)

1. Reforzar la identidad del territorio mediante apoyo a las iniciativas empresariales locales y por lo tanto, a la creación de economía endógena.

2. Ofrecer al turista productos y servicios diferenciados, asociados a los valores medioambientales de los Parques y que potencien la imagen de un producto natural, artesanal y auténtico.

Bajo esta premisa, lo sectores a los que se dirigen los objetivos son a los productos naturales (corcho, miel, conservas, maderas..), a los productos artesanos (licores, chacinas, muebles, tejidos,...) y a los productos turísticos (casas rurales, establecimientos de restauración, otros alojamientos,...)

La adhesión de los interesados a esta iniciativa, requiere del cumplimiento de una serie de condicionantes reflejados en la Orden de 1 de agosto de 2001, por la que se regula el régimen jurídico y el procedimiento de concesión de licencia de uso de la marca Parque Natural de Andalucía (BOJA nº 99 de 28 de agosto de 2001).

Otras de las iniciativas encaminadas de forma específica a la mejora continua de la calidad de servicios y productos turísticos en los espacios naturales protegidos es el Sistema de Calidad Turística (SCTE), cuyo objetivo sería la implantación de la marca Calidad Turística Española con su respectiva imagen, incentivando el desarrollo de herramientas de gestión empresarial que mejoren el atractivo para el consumidor y sean coherentes con al gestión del espacio natural; así, su implantación abarca sectores tan variados como el de la restauración, casas rurales, camping, hoteles y apartamentos, etc...

Actualmente este proyecto está en constante evolución y dentro del programa estratégico de la Secretaría General de Turismo plasmado en el documento conocido como Plan Integral de Calidad del Turismo Español.

Otras iniciativas y programas como los Planes de Desarrollo Regionales apoyados por fondos comunitarios como la Iniciativa Comunitaria LEADER o el Programa Operativo de Desarrollo Rural (PRODER), permiten desarrollar e incentivar modelos de desarrollo turístico sostenibles acordes al nuevo papel del medio rural.

CONCLUSIONES

El ejercicio del Turismo Rural, no debe confundir y creer que la actividad está limitada al medio natural. Sería un error pensar que teniendo una naturaleza privilegiada, se tienen todas las garantías de persistencia y evolución posi-

tiva de dicho Turismo ya que éste se mueve realmente en un entorno rural, donde están eminentemente imbricados su medio natural y urbano, por ello, es necesario entender que igualmente importante es la conservación de los recursos naturales como la situación de los servicios inherentes a éstos, y el medio urbano e infraestructuras como demanda del mismo turista en el contexto de un disfrute global de su estancia. A partir de aquí son muchas las reflexiones y autocríticas que caben en el contexto del análisis efectuado. Tenemos los recursos básicos y la demanda, es cuestión de planificar y estructurar la oferta y atender e informar a la demanda.

No se debe desaprovechar la oportunidad económica que supone el ejercicio del turismo rural en comarcas como la nuestra confirmando su situación actual como sector estratégico en la economía andaluza y que de forma más palpable se asocia con mayor orientación hacia el conocimiento cultural y bienestar ambiental, no obstante, la falta de estrategias de desarrollos turísticos a nivel comarcal puede provocar una desaceleración del proceso y un grave riesgo de incurrir en errores antagónicos con el adecuado fin y destino de la economía rural.

Se observan iniciativas privadas que en muchos casos se limitan a atender la demanda allí donde está consolidada, no provocando la diversificación de ésta y concentrando la oferta, oferta que por otro lado corre el riesgo de simplificarse ofreciendo únicamente alojamiento y comida, siendo necesario se constituyan otras que dé sentido a la estancia y atiendan a la potencial demanda. Por el contrario, es escasa la participación pública, limitada a líneas de ayudas para el sector privado y actuaciones concretas sin planificación aparente, por ello es necesario se promueva una adecuada articulación entre el sector público y privado para garantizar el desarrollo de la actividad y por ende, la dinamización de la economía de las poblaciones del Parque, siempre en el marco de la sustentabilidad que requiere el desarrollo perseguido con la protección del espacio y la conservación de sus riquezas culturales y patrimoniales.

No debemos desaprovechar la riqueza natural, cultural y social del Parque y su figura de protección que constituye un verdadero reforzamiento de su posición para poder dirigirse a sectores de demanda sensibles al entorno natural y propiciar una oportunidad de desarrollo de su población.

BIBLIOGRAFÍA

- AGENCIA DE MEDIO AMBIENTE (1991). *Guía de los Espacios naturales de Andalucía*. Agencia de Medio Ambiente (AMA), Consejería de Cultura y Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla.
- AGUILAR, L.; CABEZAS, M.A. y GONZÁLEZ VICENTE, A. et al. (1993). *Capacidad de acogida de itinerarios de parques naturales, comportamiento y actitud del visitante*. Dpto. Biología vegetal y Ecología, Univ. de Sevilla.
- BLANCO, R. Y BENAYAS, J. (1994). "El Turismo en los espacios. Asociación española de ecología terrestre naturales". *Ecosistemas nº 11*.
- BOSCH, R. et al. (1998). *Turismo y Medio Ambiente*. Centro de Estudios Ramón Areces. Madrid.

- BUENDÍA, J. Y COLINO J. (2001). *Turismo y medio ambiente*. Ed. Civitas. Madrid.
- BUENO, J.L. (1997). "El uso público de Espacios Naturales protegidos". *Curso de Gestión de Espacios Protegidos*. Universidad de Cádiz. Grazalema, 1997.
- CANTO FRESNO, C. (1992). *Desarrollo Rural*. Ejemplos europeos. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- CASTROVIEJO, M. (1991). *Prácticas para la planificación de espacios naturales*. Colección Técnica del Ministerio de Agricultura.
- CASTROVIEJO, M. (1992). *Ocio y Turismo en los parques naturales andaluces*. Serie documentos Nº 1. Consejería de Economía y Hacienda. Junta de Andalucía.
- CONSEJERÍA DE CULTURA Y MEDIO AMBIENTE (1993). *Plan General de Bienes Culturales*. Consejería de Cultura y Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE (1994). *Plan de Ordenación de Recursos naturales y Plan Rector de Uso y gestión del Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche*. Junta de Andalucía. Sevilla.
- DE VEGA ZAMORA, A. (1977). *La sierra de Huelva. Hitos y tradiciones*. Diputación Provincial de Huelva.
- FAJARDO DE LA FUENTE, A. y TARÍN ALCALÁ-ZAMORA, A. (1998). *Sierra de Aracena y Picos de Aroche-Guía*. La Sierra pueblo a pueblo.
- FRANCO RUIZ, A. (1994). *Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche*. Naturaleza e Historia. Diteg, S.A. Sevilla.
- INSTITUTO DE ESTUDIOS TURÍSTICOS. IET (1997). *Turismo y desarrollo sostenible. Aproximación conceptual y documental*. Instituto de Estudios Turísticos. Madrid.
- JOAN CARLS et al, (1995). *El turismo en el desarrollo rural de España*. M.A.P.A.
- JUNTA DE ANDALUCÍA (1992). "Estudio sociológico sobre los parques naturales de Andalucía". *Medio Ambiente Nº 17*. Consejería de Cultura y medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- M. MARCHENA et al, (1992). *Ocio y Turismo rural en espacios naturales protegidos*. Dirección general de Turismo de la Junta de Andalucía.
- MARCHENA, M. (1992). *Ocio y turismo en los parques naturales: la explotación del recurso turístico*. Agencia de Medio Ambiente, Consejería de Cultura y Medio Ambiente, Junta de Andalucía. 1993.
- VV.AA. (1997). *Los pueblos de Huelva*. Huelva Información.
- VV.AA. (1999). *Artes, costumbres y riquezas de la provincia de Huelva*. Huelva Información.
- VV.AA. *Jornadas del Patrimonio de la Sierra de Huelva. Publicadas: IV Jabugo (1989), V Almonaster (1990), IX Santa Olalla (1994), X Galarozza (1995) y XI Encinasola (1996)*. Diputación Provincial de Huelva.

LA REINDUSTRIALIZACIÓN DE LAS COMARCAS MINERAS

VÍCTOR FERNÁNDEZ

RESUMEN

En el plano concreto de la reactivación de las comarcas mineras, para conseguir el objetivo de su recuperación, éstas precisan de un esfuerzo adicional, no podemos caer, por tanto, en la contradicción de pedir un tratamiento diferenciado, una discriminación positiva respecto a las áreas más dinámicas, mientras que se condena a los espacios mineros a la marginación y a la desertización económica como si ese fuera el lastre que deberían soltar para emprender su camino hacia el futuro.

Por otra parte, la desindustrialización y la regresión urbana no sólo ha afectado a las comarcas mineras, también otras comarcas industriales han entrado en una dinámica de declive que hace peligrar su posición urbana y desequilibra aún más que el resto de las regiones.

Solo cabe una respuesta, y es que en el contexto de la minería, de las cuencas, de las minas, de la sociedad, de su economía, hablar de reindustrialización es hablar de reactivar, es hablar de futuro y hablar de un todo único e indivisible con un denominador común: el empleo como proyecto social.

PALABRAS CLAVES

Comarcas mineras, reindustrialización, proyecto social.

ABSTRACT

In the concrete plane of the reactivation of the mining regions, to obtain the objective of its recovery, these they need an additional effort, we cannot fall, therefore, in the contradiction to request a differentiated treatment, a positive discrimination with respect to the most dynamic areas of the nation, whereas in the own regions one condemns to the mining spaces to the marginalization and the economic desertization as if the that outside ballast that would have to loosen to undertake their way towards the future.

On the other hand, the de industrialization and the urban regression have not only affected the mining regions, also other industrial regions have entered a declivity dynamics that makes be in danger its urban position and still more unbalances the rest of the regions.

Single an answer fits, and is that in the context of the mining, the river basins, the mines, the society, of his economy, to speak of reindustrialization it is to speak to reactivate, is to speak of future and to speak of an all only and indivisible one with a common denominator: the use like social project.

KEY WORDS

Mining regions, reindustrialization, social project.

En marzo de 1982 en la provincia de Huelva se explotaban, Mina María Luisa, Minas de Cala, La Sultana, El Teuler, Las Herrerías, Tharsis, La Joya, San Telmo, Aguas Teñidas, El Perrunal, La Zarza, Sotiel, La Mora, El Buitrón, Concepción, Esperanza, La Poderosa, Río Tinto, Berrocal, Peña de Hierro.

En la actualidad en la provincia de Huelva la actividad Minera es prácticamente nula, careciendo de la actividad económica relevante de épocas pasadas. Es por lo que desde FIA-UGT hacemos una serie de reflexiones y propuestas que creemos pueden llegar a obtener resultados positivos cara a la generación de nuevo tejido industrial, que sirva para revitalizar estas comarcas.

La situación actual de la minería en nuestro país pasa por momentos de indefinición o confusión, dando lugar a una cierta inseguridad y, en algunos casos, a la retirada de potenciales inversores, a la par que se transmite a la sociedad una imagen de la minería como actividad en declive y con escaso futuro en un país desarrollado.

Sin embargo, la industria minera mantiene un peso muy importante en el conjunto socioeconómico español, y resulta cuando menos preocupante que no exista desde el propio Estado una política minera bien definida y acorde con los tiempos actuales, cuando en otros países desarrollados con importante actividad minera, cuidan, valoran y desarrollan todos sus recursos no renovables, en armonía y compatibilizados entre sí, al ser bienes de interés general para cualquier Estado moderno.

Todo ello hace pensar que la minería en España no puede ni debe considerarse como una actividad en declive, sino únicamente en proceso de adaptación en su tamaño óptimo en función de los yacimientos de que se dispone y cambiante hacia los productos de demanda. Debe por tanto aprovecharse su sinergia y tratar a la minería nacional en el contexto de los países mineros y desarrollados, con aplicación de las nuevas tecnologías existentes y con total respeto al entorno.

Para conseguir esto es necesario que el Gobierno Español asuma que debe velar por la utilización racional de todos los recursos naturales y ejercer su competencia exclusiva en dicho campo.

Breve apunte sobre la estructura Organizativa del Sector Minero Español:

Asturias: Carbón, caolín, espato, oro

Castilla-León:

León: Carbón, pizarra, talcos

Palencia: Carbón

Salamanca: Uranio

Castilla-La Mancha:

Guadalajara: Caolín

Ciudad Real: Carbón, mercurio

Toledo: Fosfatos

Galicia:

La Coruña: Carbón, caolín, pizarra

Lugo: Pizarra y magnesitas

Orense: Pizarra

Navarra:	Magnesitas
Cantabria:	Zinc
Cataluña:	
Lérida:	Carbón
Barcelona:	Carbón, potasas
Aragón:	
Teruel:	Carbón
Zaragoza:	Carbón
Andalucía:	
Huelva:	Níquel, plomo, zinc, plata, cobre y oro
Sevilla:	Zinc, níquel, cobre
Córdoba:	Carbón

Prácticamente en todo el país existen también, canteras, graveras, rocas ornamentales, etc.

Y a su situación actual en lo referente a la zona donde nos encontramos, debemos declarar lo siguiente:

Existe en la actualidad un pacto por la minería en Andalucía con su correspondiente mesa en el que participan Junta de Andalucía, Empresarios y Sindicatos.

Esta minería está atravesando momentos de crisis que pueden llevar a su desaparición de no encontrar soluciones urgentes.

Las causas de esta crisis se encuentran en los denominados países emergentes asiáticos (Tailandia, Corea, Indonesia, etc.), que son grandes consumidores de materias primas y que al entrar en crisis económica han reducido notablemente su demanda; otra causa está sustentada en la crisis de los países de la antigua URSS, que al ser uno de los productores principales de materia prima la están canalizando de forma irregular en los mercados occidentales, generando por tanto una inestabilidad en el precio de los metales

Pues bien, en primer lugar vamos a aportar algunos ejemplos sobre *políticas reindustrializadoras* en diferentes países Europeos:

Avanzar en la creación de un espacio único europeo, no solo económico, sino también social y político, ha exigido y seguirá exigiendo una permanente voluntad de acuerdo, de consenso, de concesiones mutuas con las que conciliar los distintos y a veces contrapuestos intereses de los países miembros.

Sin duda que la historia de la Unión Europea es, antes que ninguna otra cosa, la historia de una negociación.

Y nadie ignora que la Unión Europea, y con ella la negociación, nace con el tratado CECA, con el mercado único del carbón y del acero.

Desde esas coordenadas, no es posible negar a las organizaciones sindicales mineras europeas su capacidad de diálogo, de negociación y de acuerdo.

La historia del carbón europeo, tras el tratado CECA, es también la historia de unos pactos que jalonan el camino de declive del sector. Unos pactos que se inscriben en el marco de las ayudas a la industria del carbón recogidas en las sucesivas Decisiones comunitarias.

Sin embargo, en cada estado miembro las posibilidades que para la evolución del sector proporcionaban los códigos de ayudas, fueron exprimidas en

algunos casos, o ignoradas en otros, según las prioridades energéticas cuando no las de orden político de los gobiernos en los distintos países.

En la misma medida, la reactivación económica, la revitalización de los espacios mineros, fue abordada de forma diversa, en función del talante político y la sensibilidad social de cada gobierno. Así, mientras en Francia la opción nuclear aceleró el final del sector, Bélgica cerraba sus explotaciones de forma progresiva, a medida que interconectaba su mercado eléctrico con los países limítrofes, y el Reino Unido, a la par que ponía en explotación sus reservas de gas, iniciaba una reconversión salvaje que provocó intensas convulsiones sociales. En Alemania el proceso pausado, progresivo y prudente, apostaba por una reordenación acompañada a la reactivación económica y que garantizase un nivel de autoabastecimiento suficiente al país, en el marco de una sucesión de acuerdos.

En España la reconversión comenzó más tarde, tras el final del período autárquico, y se adaptó al proceso europeo a partir de nuestra entrada en la Comunidad Europea en 1986. Antes y después de esa fecha, la Organización Sindical que representó concluyó numerosos acuerdos, presididos siempre por la gradualidad del ajuste, el tratamiento socialmente aceptable de los excedentes y las medidas de acompañamiento y reactivación de los territorios mineros.

En el plano de estas medidas de acompañamiento, es evidente que los procesos de reconversión en las regiones mineras son difíciles, y que las medidas adoptadas no han sido las mismas en los diferentes países ni incluso dentro de un mismo país, y por supuesto los resultados tampoco han sido los mismos.

En Bélgica podríamos decir que se han dado las dos caras de la moneda con respecto a la reconversión minera. En Walonia, región que durante muchos años ha sido el motor económico de Bélgica, comenzó la actividad minera del país en el siglo XIX. A partir de 1958, con el comienzo de la crisis minera, se produjeron despidos graduales, pero sin una sola jubilación anticipada, no se aplicó ninguna medida de recuperación y desarrollo industrial, y en la actualidad se encuentra cada vez más empobrecida. Fue clasificada como objetivo 1 por la Unión Europea, calificativo que se asigna a las regiones más pobres de Europa. En Limburgo se da la otra cara de la moneda. Se produce el inicio de la crisis minera en la misma fecha (1958), pero al contrario que en Walonia no se acelera el desmantelamiento de las minas, porque se tienen en cuenta dos factores muy importantes, la seguridad de abastecimiento y las razones sociales y territoriales. Para paliar los graves problemas que no obstante se estaban produciendo en la región como consecuencia de la crisis, se crea el llamado «Contrato del Futuro» firmado por el Gobierno Flamenco, el Gobierno Belga, las Instituciones Locales y la Comisión Europea. Este contrato se firma porque se llega al convencimiento que no se pueden cerrar las minas sin poner en marcha un proceso de reactivación y diversificación económica en el marco de un tratamiento no traumático de excedentes. La minería del Reino Unido ha sufrido una reconversión sin reconversión. No ha existido planificación en el tiempo ni medidas de acompañamiento, y se han cerrado minas que eran rentables. El coste social ha sido durísimo y los efectos territoriales devastadores. La reconversión sin medidas de acompañamiento ha producido un durísimo ajuste en las zonas mineras del norte de Inglaterra, Escocia y País de Gales, el desempleo

masculino y femenino se disparó en esta zona con respecto al resto, y en ellas se concentran también las mayores bolsas de exclusión social del Reino Unido. En realidad, en la minería del carbón del Reino Unido lo que ocurrió es que el Gobierno utilizó el ajuste sectorial, al servicio de intereses políticos, que buscaban la liquidación de las Organizaciones Sindicales Mineras y con ellas la quiebra del Movimiento Obrero Británico, que constituía un serio obstáculo para los fines de la Derecha gobernante.

En Alemania, el modelo de reconversión resulta especialmente interesante por dos factores:

1. Por la exitosa experiencia de la diversificación económica realizada desde la propia empresa minera nacionalizada.
2. Por el compromiso de las autoridades alemanas con el bienestar social de las Cuencas Mineras y con la continuidad de la explotación del carbón por razones estratégicas, sociales y territoriales.

Con respecto a la experiencia de la diversificación algunas zonas mineras como la cuenca del Ruhr, que en los años 50 era una región con una sola industria, la del carbón, en la actualidad es un modelo de desarrollo industrial a través de una gran empresa Ruhrkohle. Esta empresa constituye el mejor ejemplo de reestructuración de la industria del carbón en Europa. Nace en 1959 como el resultado de la fusión de 26 compañías mineras y sus fines son la diversificación, la concentración, la mejora de calidad de producción, y el equilibrio regional y social. En la actualidad, como empresa minera solo dispone de algunas de las modernísimas instalaciones de las 52 que tenía en 1969, pero ha desarrollado una magnífica diversificación en la Industria Química, Eléctrica, bienes de equipo y tecnología medio-ambiental. Esta diversificación de la Ruhrkohle hace que los ingresos procedentes de estas actividades no mineras superen a los derivados de la minería del carbón.

Siguiendo este modelo, el esfuerzo diversificador en las Empresas Mineras deberá potenciarse para que resulte realmente eficaz y contribuya decisivamente a la regeneración del tejido industrial de las cuencas.

Si me he referido a las experiencias europeas, las buenas y las malas, las correctas y las equivocadas, lo hago avalado por el conocimiento que la organización sindical que represento acumula en relación a esos procesos.

Desde antes de nuestra incorporación a las Comunidades Europeas en 1986, nuestro sindicato ya estudiaba y analizaba las reconversiones del sector que venían desarrollándose en Europa desde mediados de los años sesenta.

Esta preocupación nos llevó a organizar lo que es sin duda un hito fundamental en la defensa de las Comarcas Mineras, las Jornadas del Urogallo (El Entrego, 1987), en las que políticos, sindicalistas, empresarios y técnicos de toda Europa intercambiaron experiencias, proyectos, opiniones e información en torno al sector y a la reactivación de las Comarcas del Carbón. Fueron unas Jornadas pioneras en Europa, que definieron un compromiso con los territorios mineros y que cristalizaron en la creación de ACOM, el grupo de presión que mayor influencia ha tenido y tiene en el Parlamento Europeo y en el conjunto de la Unión Europea para la defensa de los intereses de las Cuencas.

Me voy a permitir, ya que estamos analizando el Sector Minero y las Comarcas mineras desde las experiencias en países de la Unión Europea, señalarles dos cuestiones que a mi juicio son muy importantes:

1. Que estos procesos de reconversión del sector minero fueron siempre iniciados por gobiernos conservadores, desde planteamientos exclusivamente liquidacionistas, y que fueron reconducidos en algunos casos por la presión de las Organizaciones Sindicales, y en otros, por la sensibilidad política de Gobiernos de signo progresista.

2. Que en todos los acuerdos la importancia consiste no en lo que queda reflejado en el texto, sino en la voluntad real de cumplirlo por parte de todos aquellos agentes que los hemos suscrito.

En España las Organizaciones Sindicales hemos conseguido en 1997 a lo largo de nueve meses de negociación con el Ministerio de Industria, unos acuerdos que permitieron pasar de una propuesta inicial de cierre a plazo fijo, de unas reducciones de ayudas que hubiesen hecho imposible el mantenimiento del Sector, a unos planteamientos sustancialmente distintos que permiten estabilidad y futuro, eso que nuestro sindicato califica como Pacto de Confianza entre las Organizaciones Sindicales y la Administración del Estado, para Reordenar el Sector Minero del Carbón y para la Reactivación y Desarrollo Alternativo de las Comarcas Mineras.

En su redacción, el Plan se inserta en el mismo esquema de los Acuerdos que le precedieron, y en el marco de las recomendaciones de la Comunidad Económica Europea, de la que siempre se obtuvo la aprobación:

- a) Racionalización de explotaciones y producción.
- b) Definición y reducción tendencial de ayudas.
- c) Aspectos sociales que incluyan el tratamiento no traumático de excedentes.
- d) Reactivación Económica de las Comarcas Mineras.

Todos estos aspectos están en el marco de los objetivos del tratado CECA, ahora sustituido por el Reglamento de ayudas a la industria hullaera.

Las áreas mineras están afectadas por carencias que significan estimables desventajas sociales, culturales e industriales.

En el terreno de las infraestructuras, hoy día se precisa no solamente completar una conexión rápida con los principales centros de abastecimiento y consumo, lo que resulta prioritario, sino entre los propios municipios mineros, de forma que resulte un espacio económico bien interrelacionado y que facilite el asentamiento de la población.

En medio ambiente y urbanismo la minería ha tenido una incidencia negativa sobre el entorno. Pese a lo mucho realizado en este terreno (los ríos mineros son el ejemplo más evidente), la situación urbanística y medioambiental y la escasez de dotación de capital social son un elemento negativo, no solamente para la calidad de vida de sus habitantes, sino para la localización de inversiones.

Pero para la Organización que represento, el problema formativo, el capital humano es el aspecto crucial. El paro juvenil, es uno de los componentes más importantes en las Comarcas Mineras.

No debe por tanto extrañar que el aspecto de generación de empleo sea un elemento absolutamente prioritario, a cuya consecuencia deben contribuir también las Instituciones y el empresariado mediante una apuesta decidida de proyectos innovadores y de futuro, que contribuya a la diversificación de nuestro tejido industrial.

En el plano concreto de la reactivación de las Comarcas Mineras, para conseguir el objetivo de su recuperación éstas precisan un esfuerzo adicional, no podemos caer en la contradicción de pedir un tratamiento diferenciado, una discriminación positiva respecto a las áreas más dinámicas, mientras en las propias regiones se condena a los espacios mineros a la marginación y a la desertización económica como si ese fuera el lastre que deberían soltar para emprender su camino hacia el futuro.

Por otra parte, la desindustrialización y la regresión urbana no sólo han afectado a las comarcas mineras, también otras comarcas industriales han entrado en una dinámica de declive que hace peligrar su posición urbana y desequilibra aún más que el resto de las regiones.

Pues bien, hemos de hacernos necesariamente la pregunta siguiente, ¿a qué nos estamos refiriendo al hablar de reindustrialización económica de Comarcas en declive?

Sólo cabe una respuesta, y es que en el contexto de la minería, de las cuencas, de las minas, de la sociedad, de su economía, hablar de reindustrialización es hablar de reactivar, es hablar de futuro y hablar de un todo único e indivisible con un denominador común: el empleo como proyecto social.

Como tal proyecto social ha de abarcar no sólo la capacidad de mantenimiento del mismo, a través del mantenimiento de la actividad industrial, sino también desde el plano de la creación de nuevos puestos a través de sectores alternativos, ante lo cual nos encontramos con un problema de reorganización social en el que los sindicatos y las diferentes administraciones somos los protagonistas indiscutibles con la necesidad de construir desde el diálogo social y desde lo que tenemos, con planes a largo plazo, ya que si previamente arrasamos las cuencas el efecto será claramente negativo; una nueva industria florece mejor en una región todavía próspera, lo que desaconseja el desmantelamiento de todo lo existente. Necesariamente, el cambio debe ser progresivo. Sobre ambos aspectos, sectorial y social se debe de abordar la discusión.

El fuerte proceso de reordenación del sector está conllevando una importante reducción del empleo, haciendo disminuir a su vez el nivel de actividad económica en regiones y comarcas muy localizadas en las que su sistema productivo depende en gran medida de la minería. Esta dependencia desborda ampliamente el aspecto económico, ya que la minería ha configurado la sociedad de las cuencas también en los aspectos sociales y culturales.

En realidad, el efecto multiplicador afecta esencialmente al Estado de Bienestar, porque al hablar de empleo lo hacemos también del Estado de Bienestar, ya que lo primero es una condición necesaria para lo segundo. A través del trabajo formamos parte del cuerpo social, gracias a él somos sociedad y esta-

mos en sociedad, su carencia produce lo contrario, marginación y exclusión social. En las cuencas el problema tiene un efecto multiplicador al de otras regiones y al de otros sectores, porque la dependencia de la actividad minera es casi exclusiva, su disminución sin alternativas genera la depresión más absoluta y la desactivación de regiones enteras. Las soluciones que se puedan abordar pasan necesariamente por la diversificación y el compromiso de todas las fuerzas sociales, a través de planes perfectamente estructurados y financiados en el medio y largo plazo.

La creación de economías alternativas es un proceso que es necesario acometer en profundidad aprovechando las experiencias que en el resto de Europa se llevaron y están llevando a cabo en el plano de la diversificación (especialmente en el caso alemán) y, de otra parte, explorando y desarrollando políticas adaptadas a nuestra propia realidad social y regional.

Desde el punto de vista de la diversificación es necesaria la implicación de todas las empresas mineras, tanto públicas como privadas, aprovechando nuestros conocimientos sobre el sector y su entorno, y potenciando la cualificación y especialización de la mano de obra mediante esfuerzos en la formación. Es cierto que hasta el momento los diversos intentos realizados no han tenido grandes resultados y los puestos de trabajo creados han sido escasos. No obstante, hemos de planificar y adecuar las acciones formativas hacia los nuevos mercados que pretendamos crear. Como claro ejemplo podemos tomar el de FUCOMI en Asturias.

Según la experiencia alemana podemos comprobar como en un largo periodo de tiempo se ha conseguido que más del 25% de los trabajadores y del 40% del capital se encuentran fuera del sector minero, abarcando sectores como:

- El inmobiliario (Servicios inmobiliarios)
- La logística (Transportes ferroviarios y fluviales)
- Tecnología (Servicios industriales e ingeniería)
- Medioambiente (Gestión de residuos especiales)
- Comercio y servicios (de productos petrolíferos)
- Productos químicos (plásticos y sustancias químicas para construcción)
- Energía (Tecnología industrial especial)

En nuestro caso, la minería se ha concentrado en zonas geográficamente aisladas de las corrientes de expansión económica. En ese monocultivo industrial la economía y el espacio territorial se han configurado de forma que, para el proceso de transformación y reorganización que se precisa, haya que convertir esas deficiencias en las líneas de actuación.

En primer lugar, cualquier alternativa industrial o de servicios que se proyecte ha de contar con la *infraestructura adecuada*, permitiendo el acceso directo y la comunicación necesaria entre sí y con el resto de los mercados, consiguiendo espacios socioeconómicos perfectamente interrelacionados y abiertos tanto a los mercados nacionales como internacionales.

Esta necesidad no se agota en la mejora y puesta a disposición de parcelas urbanizadas y polígonos industriales, sino que además ha de venir acompañada de una correcta dotación en cuanto a telecomunicaciones y de la creación

de los elementos necesarios para facilitar la creación de nuevas empresas con elementos de apoyo para su gestión.

En segundo lugar, *la formación de capital humano para fomentar industrias alternativas*. Hemos de tener en cuenta que a estas alturas no es posible inventar los nuevos empleos, pero es indudable que cualquier proyecto ha de cubrir tres fases necesariamente. Una primera fase de detección de posibilidades y alternativas; una segunda en la que nos dotemos de la formación necesaria, orientada a la creación de nuevos negocios en virtud de las posibilidades detectadas; y una tercera de apoyo y acompañamiento en la creación y mejora de gestión que permita consolidar los nuevos «yacimientos» industriales y de empleo.

Es preciso crear las condiciones que faciliten la localización de inversiones, acompañada de una labor de estímulo y de captación de proyectos por otro. Como ya indicaba, la colaboración entre los diferentes agentes sociales, sindicatos, administraciones a todos sus niveles y empresarios es imprescindible si lo que pretendemos es la creación de un tejido industrial alternativo para las cuencas mineras.

En esta labor, la implicación y participación de la empresa pública resulta crucial, cualquier medida que pretenda la automarginación en el proceso de diversificación condenaría, en gran parte, al fracaso a cualquier plan alternativo.

En tercer lugar, *el medio ambiente* y la mejora urbanística como elemento capital para unos territorios congestionados por las escombreras y las instalaciones industriales abandonadas. De otro lado, es preciso fomentar el desarrollo de una oferta de bienes y servicios destinados al sector medioambiental aprovechando el efecto que podemos generar mediante el impulso de nuevas industrias.

Sin embargo, hay otra línea de actuación que sí quería resaltar, y es la necesidad de administrar el declive del sector en tanto no se produzca generación de nuevas actividades en las comarcas mineras. Y aquí sí que surgen discrepancias entre la postura que mantenemos las organizaciones sindicales y la postura que mantienen otros sectores de la actividad económica del país, y es que a partir de un modelo económico en el que se apuesta no por la continuidad del sector sino por el cierre del sector a corto plazo, y a partir de ahí la aplicación de esos recursos a la nueva reactivación económica, entraríamos en un modelo que, desde luego, a nosotros no nos es novedoso.

Porque ya antes de la incorporación de España a la entonces Comunidad Económica Europea, ya se estudiaron o ya se vieron, desde las organizaciones sindicales, los métodos o los modelos de desarrollo de las comarcas mineras a lo largo de Europa, y desde luego, un modelo como el británico, el modelo que en su día propicio Margaret Thatcher no es un modelo que dé soluciones y que dé respuestas a las comarcas mineras.

Hemos consensuado y conseguido realizar iniciativas y propuestas sin embargo, desde una organización sindical nos podíamos haber limitado a dos cuestiones: centrarnos simplemente en el sector, negociar una dimensión del sector, y un tratamiento no traumático de los excedentes. Pero, desde luego, si hubiéramos acometido únicamente esas dos acciones, no hubiéramos respon-

dido al compromiso que teníamos con los trabajadores, con los ciudadanos de las cuencas y con el conjunto del País en general. Y hemos ido algo más lejos, se han establecido recolocaciones de excedentes y se han establecido lo que se denomina desarrollo alternativo de las comarcas o la reactivación económica y en esta línea debemos de continuar.

No olvidemos nunca que cuando hablamos de aumentar o mejorar la calidad de vida, de actuaciones medioambientales, de actuaciones en vivienda y urbanismo, de actuaciones en transporte, todas esas actuaciones en conjunto van a formar, o van a pasar a formar parte de unas condiciones adecuadas para un asentamiento empresarial. Hoy los asentamientos empresariales no sólo vienen por los incentivos, también hay que darles una calidad de vida a todos aquellos que forman parte de las empresas allá donde se asientan.

Asentamientos empresariales que necesitan zonas industriales, polígonos industriales que en las comarcas mineras tienen alto precio, suelo disperso, equipamiento incompleto sin red de gas, cable y servicios avanzados. Desde luego, no vamos a poder tener a diez minutos el puerto y no vamos a poder tener a diez minutos el Aeropuerto, pero sí podemos tener unas buenas comunicaciones, si podemos dotarles de redes de comunicación, si podemos dotarles de cable, si podemos dotarles de gas y todos los servicios esenciales para que se desarrollen las industrias que en él se asienten. Por lo tanto, cuando hablamos de zonas industriales o de polígonos industriales dotémosles no sólo en precio sino en equipamientos y servicios comparables al resto de polígonos industriales que hay en estos momentos en otras zonas.

Todas ellas, acciones encaminadas en una y otra forma, como decía antes, a la generación de empleo. Pero poco haríamos si dijéramos hemos hecho esto, se han generado tantos puestos de trabajo, y poco haríamos, repito, si no nos preguntáramos ¿qué tipo de trabajo? ¿En qué Empresas y en qué sectores de actividad?

No voy a presentar ninguna estadística de paro, ni ninguna estadística de EPA (Encuesta de Población Activa), pero tengo que decir que las comarcas mineras fueron las únicas que subieron, aunque sea mínimamente el número de parados registrados. Hace años que hablamos de desempleo, por lo menos, a nivel nacional, en la televisión sale pocas veces la palabra paro, desempleo, parece que suavizamos los términos. El paro sigue siendo en las comarcas mineras el mayor, se está perdiendo población, los municipios de las comarcas mineras más que el resto y la tasa de natalidad en el caso de algunas, no sólo es la menor de España, sino que es la menor de Europa.

Cuando hablamos de qué tipo de empleo, supongo que estamos hablando de empleo estable y con derechos, y cuando estamos hablando de qué tipo de actividad supongo que estamos hablando de una diversificación de todos los sectores y de todas las actividades, de no crear un nuevo monocultivo en las comarcas mineras, sino de diversificar reindustrializando en el grado más amplio de la frase y eso todos sabemos lo que es.

En definitiva, o por su propia naturaleza, la minería se ha concentrado en zonas geográficas aisladas de las corrientes de expansión económica, en ese

monocultivo industrial la economía y el espacio territorial se han configurado de forma que, para el proceso de profunda transformación que se precisa, hay que convertir esas deficiencias en las propias líneas de acción y creo que merece la pena repetirlos una vez más:

1. Son necesarias infraestructuras, que conecten con los principales centros de abastecimiento y consumo. Pero no es suficiente mejorar las comunicaciones con vías principales que permitan conectar con otros centros regionales, sino también las existentes entre los propios municipios mineros de forma que resulte un espacio socioeconómico bien interrelacionado.

El modelo industrial no debe consistir en una puesta a disposición de parcelas urbanizadas, debe desbordar el concepto de polígono industrial e incluir buena dotación de servicios de *telecomunicaciones, información y apoyo a las empresas*.

2. El Medio Ambiente, las acciones urbanísticas e industriales y la dotación de capital social son prioritarias para la localización de inversiones.

3. Formación de Capital Humano y Generación de Ambiente Empresarial, todo esto y más es necesario en unas comarcas cuyo proceso de descenso de la población se verá acentuado mucho más agudamente en los próximos años si no se consigue dar un nuevo impulso a la economía.

Para FIA-UGT, el futuro pasa por mantener la actividad minera, administrándola en el largo plazo, y potenciar todos los mecanismos para generar actividad y empleo alternativo, asentamiento de la población y mejora de la calidad de vida.

No vamos a aceptar un tratamiento al Sector Minero que dé como resultado la marginación de los territorios mineros, el paro y la desolación.

El compromiso con los territorios exige la permanencia de la actividad minera y el estímulo de nuevas iniciativas, pero un estímulo real y para todos, no para unos pocos.

En el largo camino de la diversificación la minería debe permanecer, como fuente de renta y como medio económico que permita la captación de inversiones. Nadie viene a invertir a un desierto, y la liquidación del Sector haría de las Comarcas Mineras un desierto.

Un proceso tan complejo como es conseguir estabilizar el futuro del Sector Minero, y de las Comarcas Mineras en su vertiente energética, social y territorial, hace necesario seguir abordándolo desde la voluntad, el diálogo y la concertación que las distintas partes afectadas deben jugar desde su responsabilidad.

Los Sindicatos a través de una Organización de la solidaridad y la imaginación social, para convertir el desarrollo el progreso.

Los Empresarios a través de la negociación con los representantes sociales e institucionales, informando sobre el desarrollo del mercado, la técnica, la organización y la cualificación, además de invertir en proyectos alternativos en aquellas comarcas en las que fueron su fuente de ingresos.

Los Ayuntamientos gestionando el cambio y las rupturas estructurales que han de producir, actuando siempre a favor del consenso, explotando el potencial endógeno, y cuidando de las empresas ya establecidas en sus ámbitos territoriales.

Los Gobiernos Autónomos obteniendo medios de fomento de empleo, terreno industrial, medidas ambientales, incentivos y mejoras de la calidad de vida, así como la negociación y puesta en marcha con los agentes sociales de planes adicionales para las Comarcas Mineras.

El Gobierno central reindustrializando, redistribuyendo los recursos nacionales, y facilitando medios para la modernización económica de las Comarcas Mineras, así como dando la suficiente participación a los agentes sociales firmantes del Plan, y no solo escuchando sino haciéndose partícipe de sus propuestas y además dando una solución rápida y urgente a estos temas que ahora les comento.

En resumen, el cambio debe ser progresivo.

Además de esto desde FIA-UGT planteamos que los objetivos a desarrollar son los siguientes:

-La acción sindical debe contemplarse dentro del marco de carácter estratégico de algunos productos mineros, como es el caso de los minerales energéticos y otros minerales, pues son, en España y otros países de nuestra área de influencia, la principal y prácticamente única reserva energética autóctona y el punto de partida de determinadas procesos industriales.

-Potenciar e impulsar la investigación geológica y tecnológica para aprovechar las reservas explotables a un nivel óptimo.

-Mejorar las condiciones laborales de los mineros, así como de sus familias y el entorno en el que viven, siendo prioritaria la defensa del empleo como medio de vida del minero y fuente de riqueza para la nación. En ello debe incluirse la continua mejora de la seguridad del trabajo en las minas.

-Articular y desarrollar un conjunto de medidas que compensen el impacto social causado por la reestructuración de algunos subsectores mineros. La reducción de capacidades de producción y, por qué no decirlo, el cierre de instalaciones, fruto de avances tecnológicos que reducen el consumo o de la oferta de otras materias primas sustitutivas, debe ser complementada con la creación de instrumentos de política industrial capaces de reactivar y regenerar los tejidos industrial y económico de las regiones afectadas.

-Participación de las organizaciones sindicales en la elaboración y toma de decisiones de las políticas generales de minería y en el desarrollo posterior de las mismas, tanto a nivel central como autonómico.

-La responsabilidad que asumimos con los trabajadores debe basarse principalmente en las vías de diálogo y la negociación, sin renunciar a otras medidas de presión y movilización cuando sea necesario, como legítima y constitucionalmente nos corresponde a los trabajadores.

-La planificación estratégica debe pasar inequívocamente por la concertación con los representantes de los trabajadores. Sólo así se conseguirá garantizar la estabilidad del sector en el futuro y mejorar las condiciones laborales y sociales de los trabajadores y reindustrializar y reactivar las comarcas mineras.

-Promover y desarrollar, en colaboración con las Administraciones Públicas, Empresarios y demás Agentes Sociales implicados, los instrumentos económi-

cos y sociales que regeneren y dinamicen el tejido industrial y económico de las zonas mineras.

-Continuar con la planificación estratégica de las empresas mineras que les permita acceder a ayudas estatales para continuar con la explotación de sus yacimientos.

-Instrumentar políticas de planificación en las que se defina con claridad la consideración estratégica de los yacimientos y reservas de minerales.

-Y, finalmente, colaborar con las diferentes Administraciones y Patronales en todas aquellas negociaciones que sean necesarias para diseñar las políticas antes citadas, sin menoscabo de las condiciones laborales de los trabajadores.

Se acabó de editar *Metallum La Minería Suribérica* el
6 de septiembre festividad de Ntra. Sra. de
Guadalupe, estando al cuidado
de la edición el Servicio de
Publicaciones de la
Universidad
de Huelva



