

Referencia: 3850/2017
Fecha: 30 de Enero de 2018
INFORME

SOLICITUD DE INFORME SOBRE ACTUALIZACIÓN DE PROYECTO DE EXPLOTACIÓN, PLAN DE RESTAURACIÓN Y ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN "SAN RAFAEL Nº 2.946" EN LA PROVINCIA DE A CORUÑA

ANTECEDENTES

Con fecha de 13 de Diciembre de 2017 ha tenido entrada en el Registro General del IGME el escrito del Jefe de la Sección de Minas de la Delegación Territorial de A Coruña de la Xunta de Galicia en el que se solicita a este Instituto que informe en relación con el proyecto de explotación, plan de restauración y estudio de impacto ambiental de la concesión de explotación San Rafael nº 2.946, de acuerdo a lo establecido en el artículo 23 de la Ley 3/2008 de 23 de Mayo, de Ordenación de la Minería de Galicia, que establece que se informará sobre la existencia de usos de interés público de competencia de los órganos que lo emitan. Cabe reseñar, que el informe fue registrado para su salida de la Delegación de la Xunta de Galicia en A Coruña con fecha 9 de Agosto de 2017, dirigido a la oficina de Santiago de Compostela del IGME, que ha sido cerrada en 2017, por lo que el correo se ha extraviado no se ha recuperado hasta la fecha señalada al inicio del párrafo, por lo que este informe se ha elaborado a partir de esta última fecha.

INTRODUCCIÓN

La Concesión de Explotación San Rafael nº 2.946 está situada en los términos municipales de O Pino y Touro, en la provincia de A Coruña, y consta de 98 cuadrículas mineras en total, sumadas la Concesión de Explotación otorgada con fecha 10 de Junio de 1958 y su Demasia, autorizada el 18 de Octubre de 2011, con la finalidad de beneficiar recursos de cobre, regulados por la Sección C) de la Ley de Minas, contenidos en una mineralización de sulfuros, compuesta por pirrotina, piritita y calcopirita. De acuerdo a la solicitud efectuada y habiendo revisado la documentación adjunta a la solicitud, este Organismo se considera competente a la hora de valorar los siguientes aspectos del proyecto:

- Características geológicas del yacimiento
- Características hidrogeológicas y gestión del agua en la mina
- Evaluación de recursos y reservas
- Planta de tratamiento
- Estudio de viabilidad del proyecto

DOCUMENTACIÓN ANALIZADA

La información aportada se resume en tres documentos básicos, si bien complementados con Anexos, presupuestos y planos. Estos tres documentos son 1) La memoria de actualización del proyecto de explotación de cobre de Touro, 2) Plan de Restauración y 3) Estudio de evaluación de impacto ambiental. En consideración de los puntos sobre los que este Organismo se ha considerado competente a la hora de informar, la mayor parte de las consideraciones que se realizan en el primer documento del primero de los documentos, en caso de que algún comentario se refiera a alguno de los otros dos documentos se referirá adecuadamente en el texto.



O Xefe da Sección de Minas
Fco. Germán Juñas Rodríguez

CONSIDERACIONES

1.- *Características geológicas del yacimiento.* El macizo de anfibolitas de Arinteiro está situado en la Unidad de o Pino, dentro de las Unidades culminantes de media presión del Complejo de Órdenes y se encuentra rodeado por paragénesis y esquistos con granate-estaurolita y quistolita. El contacto entre estas rocas metasedimentarias y las anfibolitas es mecánico y muestra una geometría compleja que está controlada por distintos episodios de deformación. Dentro del macizo se reconoce una gran variedad de litologías distintas entre las que destacamos, por su importancia económica, las anfibolitas y los niveles de sulfuros de hierro y cobre. Estos yacimientos de sulfuros son bien conocidos en la literatura metalogenética (Ramsay, 1970; IGME, 1977; Badham y Williams, 1981, Williams, 1983; Castiñeiras et al., 2002).

El yacimiento de cobre de Touro se considera, desde el punto de vista metalogenético como un yacimiento de sulfuros masivos volcanogénicos, conocidos como VMS por sus siglas en inglés (volcanogenic massive sulfide). Se corresponden a cuerpos estratiformes o lenticulares de sulfuros presentes en unidades volcánicas o en las interfases de los complejos vulcanosedimentarios depositadas originalmente en fondos oceánicos.

El yacimiento de Touro fue explorado y explotado a escala industrial entre los años 1970 y 1986 por la Sociedad Minera y Metalúrgica de Peñarroya y por Rio Tinto Patiño, RTP (subsidiaria de Freeport McMoran). De todas formas, cabe señalar la existencia de distintas explotaciones subterráneas realizadas en una época anterior. La producción comercial la inició Rio Tinto Patiño en 1973. En esa época se explotaron cuatro yacimientos independientes, denominados Arinteiro, Vieiro, Bama y Brandelos. La mina cerró debido a la bajada internacional del precio del cobre. Durante este periodo se extrajeron 23 Mt de mineral de cobre. Actualmente, desde el año 2003 existe en el permiso de explotación, una explotación de antibolita, que se utilizan como áridos para la construcción.

Desde el punto de vista del reconocimiento del yacimiento, cabe destacar que durante la fase de exploración y explotación anterior (años 1970-1980), se realizaron al menos 857 sondeos (RTP realizó 719 sondeos, con más de 115.000 m perforados y SMMP, por su parte perforó 138 sondeos, con un total, 39.000 m perforados, que hacen un total, en conjunto de 154.000 m perforados). Con posterioridad, durante la presente década, la empresa LUNDIN realizó una serie de estudios en el marco de una evaluación e investigación del yacimiento y de las reservas restantes, incluyendo la realización de 169 sondeos de reconocimiento en 20.280 m, por lo que se puede considerar el yacimiento convenientemente estudiado.

La mineralización de los depósitos de Touro muestra las siguientes características:

- *La paragénesis mineral es sencilla, está formada mayoritariamente por pirrotina, con cantidades menores de pirita y calcopirita, y accesorias de esfalerita. Las leyes de cobre varían entre 0,1 y 2%; mientras que los contenidos en Zn son generalmente inferiores al 0,1%, salvo en la zona norte (cuerpos de Montemina y Arca), donde puntualmente aparece en concentraciones de hasta el 2%.
- *La alteración supergénica está poco desarrollada y solo afecta, en general, menos de 2m.
- *La mineralización está diseminada, pero con zonas significativas de sulfuros masivos a semi-masivos (5 a 10 m), en particular en Arca y Monte de las Minas.
- *El tamaño del grano es relativamente grueso, mineralogía simple y sulfuros con escasas impurezas.
- *Las zonas de grado superior no siempre están relacionadas con sulfuros masivos / semi-masivos.
- *La mineralización de cobre (pirrotina < calcopirita < pirita < esfalerita) se asocia generalmente con alteración de clorita. Otros tipos de alteración incluyen epidota, carbonatos, sericita y clorita.
- *Las texturas más frecuentes son sulfuros masivos de grano fino o medio en láminas. Debido al metamorfismo de contacto, son habituales las texturas de

COMUNIDAD DE GALICIA
DIRECCIÓN TERRITORIAL DA CONSELLERÍA
DE ECONOMÍA, EMPREGO E INDUSTRIA
DILIXENCIA: Para facer constar que este...
Data de emisión:

2



O Xefe da Sección de Minas
Fco. Germán Tuñas Rodríguez

Respecto a la morfología de la mineralización, ésta se extiende en su conjunto a lo largo de unos 8 km, en consonancia con el afloramiento de la unidad de anfibolitas que la hospeda. Lundin dividió la zona en seis depósitos distintos para su exploración y evaluación:

- 1.- Cuerpo Este: Arinteiro y Vieiro en el flanco este del antiforme regional.
- 2.- Arca, Bama, Brandelos en el flanco oeste.
- 3.- Monte de las Minas en la zona de articulación.

En términos generales, los cuerpos mineralizados son tabulares, de bajo ángulo y de valores geométricos y de ley/grosor coherentes y continuos. El principal control de la mineralización es estructural. Las variaciones en el hundimiento de la dirección de la estructura general al Norte y su intersección con el nivel topográfico actual determinan la distribución de la mineralización de cobre en la superficie. Los minerales predominantes en las masas de sulfuros son la pirrotina, la calcopirita, la pirita y la esfalerita, en ese orden de abundancia.

Se han observado dos tipos distintos de mineralización (Williams,1983):

*El nivel mineral de Arinteiro-Bama contiene pirrotina y calcopirita diseminadas en una matriz de silicato no homogénea y de grano muy grueso, compuesta principalmente por granate almandino, gedrita y cuarzo. La mineralización arma en la anfibolita y está asociada con la granatita cizallada (bandas ricas en granate) con un 20-90% de granate, como porfiroblastos y agregados. Los granates son primordialmente almandinos. Otros minerales de esta litología son los anfíboles, clorita, biotita y plagioclasa menor, estaurolita y cianita.

*Más al Oeste, en los afloramientos de las metabasitas, se observan unos cuerpos pequeños de pirrotina-pirita-calcopirita-esfalerita masiva. Aquí la mineralización se encuentra en zonas de cizalla dentro del paragneis. Los sulfuros se encuentran aquí en las sombras de presión en torno a los clastos, en los planos S-C o en la esquistosidad de crenulación y en la lineación. Probablemente, representan zonas de extensión. Se encuentran intervalos gruesos (de 5 a 10 m en algunos casos) de sulfuros masivos o semi-masivos con textura de brecha. Los valores Ag y Zn aumentan considerablemente (de promedio, 4-9 g/t de Ag y 0,41% de Zn, respectivamente) en los sulfuros masivos. Este tipo de mineralización se encuentra tan solo en las zonas de Arca y Monte de las Minas.

Es importante destacar, que la morfología de la mineralización está abierta en todas las zonas de recursos y en el caso del Monte de las Minas, Arca, Bama, y Brandelos a una profundidad inferior a 100-120 m de la superficie. Por lo tanto, gracias al conocimiento generado en esta fase de reconocimiento del yacimiento y con una exploración adicional, es posible que la mayoría de los sectores o depósitos se pudieran unir sin solución de continuidad. Cabe reseñar, que el informe, aunque cita con profusión los trabajos científicos que se han realizado en la zona, no incluye un apartado de bibliografía, lo que dificulta la identificación de las publicaciones referidas.

2.- *Estudio hidrológico e hidrogeológico.* De los 21 capítulos en los que está estructurado el proyecto presentado, el capítulo 3, Características geográficas del emplazamiento, hace referencia a la hidrología de la zona (apartado 3.7). Se especifica que se trata de dos cuencas hidrológicas: de los ríos Brandelos y Pucheiras, el cual es, a su vez, tributario del río Brandelos. El capítulo 6, que trata sobre las características hidrológicas e hidrogeológicas, se desarrolla completamente en el Anexo III Estudio Hidrológico e Hidrogeológico del Proyecto Minero de Touro. En dicho anexo se abordan los aspectos relativos a la hidrología e hidrogeología del ámbito geológico en el que se enclava el yacimiento de Touro, estableciendo los modelos de funcionamiento hidrológico e hidrogeológico así como el balance de aguas de las explotaciones proyectadas.

GOBIERNO DE GALICIA
XEFATURA TERRITORIAL DA CONSELLERÍA
DE ECONOMÍA, EMPREGO E INDUSTRIA
DIRECCIÓN Xeral de Minería e Carbón

3



O Xefe da Sección de Minas
D. German Luñas Núñez

Handwritten signatures and initials on the left margin, including a large signature at the top and several smaller ones below.

Cabe destacar la presencia de dos unidades hidrogeológicas diferenciadas:

- **Unidad profunda:** "La permeabilidad de la matriz rocosa no alterada de un macizo cristalino es muy baja y, por tanto, su capacidad para transmitir y almacenar agua es también pequeña. Sin embargo, no es raro que un macizo cristalino presente una elevada permeabilidad puesto que son sus discontinuidades quienes condicionan el flujo preferente del agua."
"La recarga al medio subterráneo se produce a través de las discontinuidades del macizo, por lo que la respuesta del nivel freático suele ser muy rápida. En este caso las fallas y fracturas son de dirección Noroeste - Sureste con buzamiento sub-vertical."
- **Unidad superficial:** "El regolito puede llegar a tener un espesor superior a alguna decena de metros y su comportamiento hidrodinámico es muy distinto al del resto del macizo rocoso, asemejándose más bien al de las arenas y las gravas. Por ello, suelen constituir acuíferos someros, con una capacidad de almacenamiento alta (limitada por su extensión) y un pequeño tiempo de residencia."
"Los jabres y tobres suelen tener un rango de permeabilidades que va desde los 10^{-3} a 1 m/día y su comportamiento hidrodinámico es análogo al de un sedimento detrítico."

El modelo conceptual considera dos ámbitos de naturaleza y comportamiento diferenciado, uno de carácter superficial y otro de ámbito profundo. Esta diferenciación no obedece a la naturaleza litológica del sustrato rocoso, pues en términos generales es bastante uniforme y monótono a escala regional, compuesto por un basamento metamórfico y cristalino muy homogéneo en su conjunto aunque diverso en el detalle:

- **Regolito superficial**, más o menos potente, producto de la propia meteorización del sustrato rocoso o de la acumulación de sedimentos no consolidados (sistema de naturaleza granular). El regolito puede llegar a alcanzar un espesor superior a los 10 m en zonas donde la meteorización ha podido penetrar más fácilmente a través de zonas de fractura. El comportamiento hidrodinámico se asemeja a materiales como arenas-gravas y, por tanto, equivalentes a medios de naturaleza granular donde la porosidad se debe a los espacios intergranulares y la permeabilidad se encuentra ligada a la interconexión de dichos espacios.

En términos generales, la permeabilidad media de estos materiales es baja aunque puede llegar a ser alta o muy alta cerca de la superficie, donde suele ser más intensa la fracturación, donde las discontinuidades están más abiertas, y los flujos de agua por lo general son más energéticos y muestran mayor capacidad de transportar la fracción fina. Estos materiales de alteración, bien sean jabres o tobres, suelen presentar un rango de permeabilidades que va desde los 10^{-3} a 1 m/día y su comportamiento hidrodinámico es análogo al de un sedimento detrítico (permeabilidad por porosidad intergranular).

- **Macizo rocoso no alterado**, donde las redes de flujo a menudo coinciden con zonas abiertas y bien comunicadas de fracturas o zonas de fractura (sistema de naturaleza fisurada). Por tanto, en el ámbito del proyecto, cabe diferenciar como unidades hidrogeológicas la zona superior de alteración de los materiales y la zona profunda inalterada. Por debajo de la zona de alteración supergénica se encuentra el macizo rocoso inalterado que, de facto, actúa como sustrato impermeable. El tránsito entre la zona superficial y la profunda suele ser de carácter gradual, desarrollándose a lo largo de una zona de transición en la que disminuye y se paraliza en profundidad el progreso de alteración de la roca y también se dan procesos de acumulación de las fracciones más finas del detritus alterado de la zona de alteración supergénica. Desde el punto de vista hidrogeológico, este proceso genera un estrecho

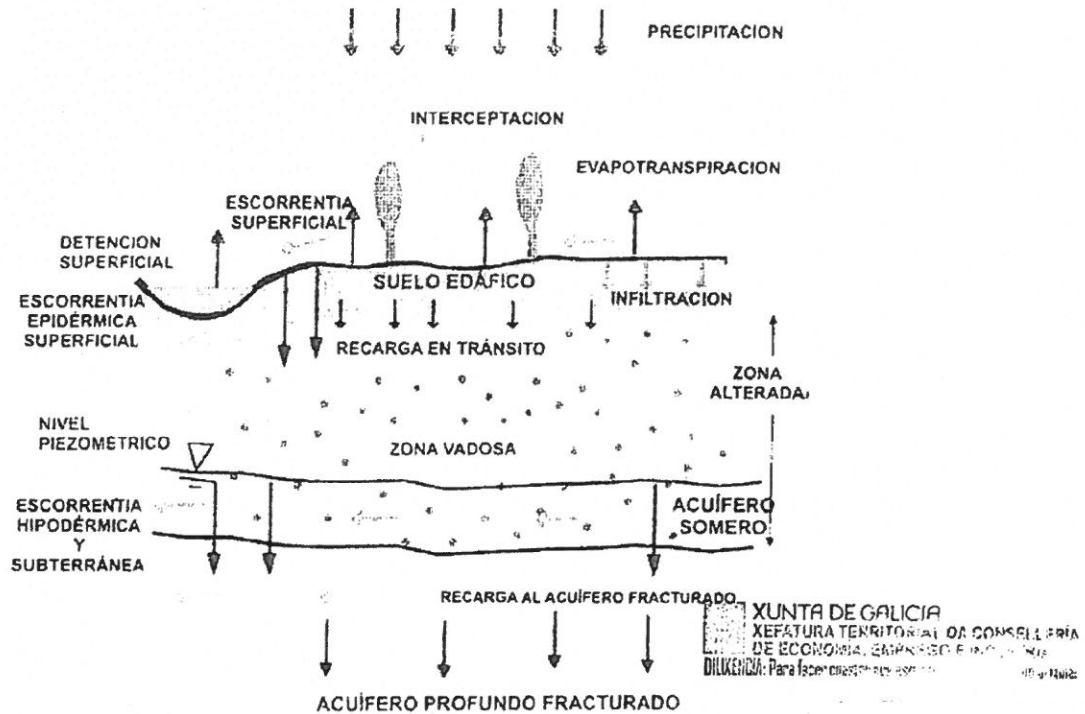
XUNTA DE GALICIA
XEFATURA TERRITORIAL DA CONSELLERÍA
DE ECONOMÍA, EMPREGO E INDUSTRIA
DILIXENCIA: Para facer constar que este texto é fiel reflexo do orixinal

4



O Xefe da Sección de Minas
Fco. Germán Tuñas Rodríguez

horizonte de muy baja permeabilidad que tiende a actuar como borde impermeable y a generar un efecto pantalla que limita la interconexión entre el ámbito superficial y el profundo.



XUNTA DE GALICIA
XEFATURA TERRITORIAL DA CONSELLERÍA
DE ECONOMÍA, EMPREGO E INDUSTRIA
DILIXENCIA: Para la concesión de autorización de explotación de aguas subterráneas.



O Xefe da Sección de MINAS
Fco. Gerardo Tuñas Rodríguez

FLUJO SUBTERRÁNEO REGIONAL

- En definitiva, se pueden distinguir dos tipos de circulaciones existentes en el medio subterráneo:
- ✓ Una escorrentía superficial o hipodérmica, que se genera gracias a la zona alterada superficial originando un acuífero somero y que, en algunos casos, aflora en forma de manantiales y fuentes surgentes.
 - ✓ Un flujo subterráneo asociado a las discontinuidades y fracturas que presenta el macizo rocoso, comportándose como vías preferenciales de flujo del agua, en caso de que el material de relleno de dichas fracturas sea permeable, y que origina un acuífero más profundo conectado superiormente al acuífero somero a través de dichas fracturas y que engarza con la dinámica de los flujos profundos de ámbito regional.

Del documento "PLAN DE RESTAURACIÓN DE LAS SUPERFICIES AFECTADAS POR LA ACTUALIZACIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN VIGENTE DE COBRE DE TOURO" se desprende que en la fase de post-clausura, dentro del mantenimiento de los programas de vigilancia y control medioambiental se incluye la vigilancia en la calidad de las aguas superficiales y subterráneas:

"Gestión del agua:

Origen	Destino	Medidas
Agua en Área 1. Cortas mineras y escombreras NAG (estéril potencialmente no generador de ácido)	escorrentía superficial	control de calidad
Agua en el las Áreas 2, 3 y 4. Depósitos de Estériles y Escombrera PAG (potencialmente generadora de drenaje ácido)	balsa de decantación	Permanencia hasta que cumplan los criterios de calidad
agua en el Área 5: Balsa de agua fresca		Muestreos en la balsa
agua en el área 6: Planta de tratamiento e instalaciones auxiliares	Escorrentía superficial	
área 7: Otras Zonas	Escorrentía superficial	

Finalmente, se indica que el plan de vigilancia post-clausura contemplará el control de calidad de aguas en el entorno minero. En este sentido, debe señalarse como imprescindible el aislamiento de los estériles en las cortas de Vieiro – Arinteiro a partir del sexto año y su encapsulado definitivo una vez iniciada la restauración al final del proyecto como se indica en el documento.

3.- *Evaluación de recursos y reservas.* Empleando el conocimiento geológico sobre el yacimiento y los datos obtenidos en los casi 1.000 sondeos de exploración perforados en el mismo por los anteriores concesionarios, se han incorporado los datos de unas 23.000 muestras al programa informático 3D RecMin. Como resultado del estudio geológico de las zonas mineralizadas, se han modelizado dos cuerpos geológicos diferenciados, el Cuerpo Central, que comprende las áreas de Monte das Minas, Arca y Brandelos y Bama, y el Cuerpo Este, que comprende las áreas de Arinteiro y Vieiro.

Los datos obtenidos han permitido el estudio estadístico de las muestras con presencia de cobre y oro para cada uno de los cuerpos mineralizados definidos y, a partir de ellos, el establecimiento de los modelos de bloques que pueden ser considerados representativos de los recursos del yacimiento. Este modelo presenta algunas debilidades en cuanto a consistencia, debido a la muy diferente densidad de datos, entre cuerpos mineralizados pero también en ciertas zonas del mismo cuerpo. Se ha tratado de limar estas inconsistencias estableciendo categorías en función de la distancia hasta el sondeo más cercano. Se ha establecido, adicionalmente, la aplicación del método del inverso de la distancia al cubo, asignando el valor de la ley al centroide de cada bloque y aplicando los variogramas obtenidos en el tratamiento estadístico a los elipsoides de anisotropía. Los elipsoides empleados son bastante simples, obteniendo para cada zona de cuerpo mineralizado unos volúmenes de recursos sobre una ley de corte del 0,2%, que alcanzan un total de 138 Mt de mineral con una ley media de Cu del 0,43%.

4.- *Planta de tratamiento.* Desde el punto de vista de proceso, se ha evaluado y tenido en cuenta toda la documentación histórica existente. El proyecto plantea la explotación por minería a cielo abierto de 102,74 Mt de mineral de cobre con una ley media de 0,41% de Cu. La vida de la explotación proyectada será de 14 años (13 años de explotación y dos más de producción y rehabilitación), a un ritmo de producción de 5 Mt durante los tres primeros años y de 8 Mt durante los siguientes. Los contenidos medios en cobre de las muestras están entre 0,51 y 0,87%. El cobre se presenta en todas ellas en forma de calcopirita, bastante liberada, siendo baja la proporción de mixtos por lo que en general debe

Para hacer constar que este documento es una copia fiel del original.



O Xefe da Sección de Minas
Fco. Germán Tuñas Rodríguez

responder favorablemente a un proceso de flotación selectiva con un tamaño de liberación comprendido entre 165 y 210 micras de d80 como el que se describe en el documento presentado.

Minerales como galena y esfalerita no se encuentran en cantidades significativas, lo que favorece la calidad de los concentrados finales de cobre. No se detecta la presencia de ningún elemento que pudiera suponer alguna penalización significativa. Los sulfuros presentes son: pirrotina (7-23%), calcopirita (2-8%), piritita (hasta 5% en algunos casos) y esfalerita (por lo general menos de 1%).

La Planta de Tratamiento Mineralúrgica (PTM) se diseña con el objetivo de alcanzar una producción anual de 63.854 t de concentrado de cobre con un 27% de ley, en una primera fase, ampliando la capacidad hasta 102.166 toneladas en otra segunda fase. Para ello, la capacidad de alimentación requerida es de 625 t/h, que suponen unas 5 Mt al año en la primera fase, y 1.000 t/h (8 Mt/año) en la segunda. En líneas generales, el proceso de tratamiento de mineral consiste en una reducción de tamaño de mineral, mediante trituración y molienda, seguido de flotación en varias etapas.

Una vez volado el mineral en la mina, este será transportado al área de trituración para su reducción de tamaño. El mineral triturado será almacenado para su posterior uso en un acopio de gruesos debajo del cual se dosificará el mineral para su alimentación al área de molienda para una nueva reducción de tamaño mediante molinos con la ayuda de bolas forjadas de acero. Esta fase se realiza en húmedo y en dos etapas.

Tras alcanzar el tamaño de liberación, el mineral es enviado en forma de pulpa a la etapa de flotación de cobre. Allí mediante la adición de reactivos se produce la recuperación en forma de espumas de concentrado por flotación de las mismas. El concentrado final de cobre será enviado mediante bombeo a un espesador de concentrado para la reducción del contenido en agua. Una vez espesados los concentrados serán filtrados en filtros prensa, para su carga mediante pala, pesado y posterior traslado en bañera o contenedor. Todos los estériles generados en la PTM serán bombeados directamente al depósito de estériles en una primera fase y en el interior de las cortas de Vieiro y Arinteiro en una segunda fase a partir del sexto año de producción.

El Proyecto recoge aquellas referencias legales a tener en consideración de carácter exclusivamente minero y la legislación relativa a otras materias, tanto de carácter nacional como autonómico. En cuanto a los costes de inversión de la Planta de Tratamiento de Mineral, según los documentos presentados, las valoraciones económicas de la planta de tratamiento, infraestructura, así como los costes indirectos y de la propiedad, del proyecto presentado asciende a 118.200.826 €.

El último aspecto a considerar en cuanto a la PTM es la gestión del agua del proceso. Al tratarse de una zona con un balance de agua de lluvia positivo, existe un exceso de agua que habrá que gestionar e integrar dentro del complejo minero. A efectos de balance, se ha considerado la utilización de un circuito de aguas de proceso completamente cerrado, con retorno de todas las aguas de proceso al propio circuito, por lo que se trabajará en condiciones de vertido cero de estas aguas. El resto de aguas de escorrentía o de lluvia no afectadas por el complejo minero y recogidas de las subcuencas serán reconducidas por medio de cunetas hacia sus zonas de vertido natural.

Para el tratamiento de las aguas afectadas por el complejo minero se construirá una planta de tratamiento de aguas (PTA) para la gestión de un volumen de agua aproximado de 2,25 Hm³/año en la que se tratarán para su posterior reutilización o vertido en función de las necesidades de la PTM las aguas provenientes del vaciado de cortas, los excedentes del depósito de estériles, las aguas de contacto con escombreras y las aguas de contacto con la PTM. El resto de aguas se consideran no afectadas y serán reconducidas a sus zonas de vertido natural o utilizadas como agua fresca para la



COMUNIDAD DE GALICIA
SECRETARÍA DE ECONOMÍA, EMPLEO E INDUSTRIA
DILIGENCIA: Para hacer constar que este es el original.



O Xefe da Secretaría de Minas
Fco. German Tuñas Rodríguez

PTM según las necesidades.

5.- *Estudio de viabilidad.* Para desarrollar el estudio de viabilidad del proyecto se ha seguido un esquema clásico de cálculo de las inversiones necesarias, costes de operación y capital, gastos fijos e ingresos previstos, que permita el cálculo de los parámetros esenciales de Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR), sometiendo este cálculo a la variabilidad estimada de los parámetros esenciales de entrada para efectuar el análisis de sensibilidad. El caso base planteado sigue los siguientes parámetros:

Ritmo de producción	 XUNTA DE GALICIA XEFATURA TERRITORIAL DA CONSELLERÍA DE ECONOMÍA, EMPREGO E INDUSTRIA DILIXENCIA: Para facer copias de esta norma - Faltas do titular.  O Xefe da Sección de Minas Fco. Germán Tuñas Rodríguez	8 Mt/año
Vida de la mina		14 años
Ley media		0,41% de Cu
Precio del cobre		2,75 \$/lb de Cu
Recuperación		89,6%
Tipo de cambio \$/€		1,07
Tasa de descuento		10%
Unidad de referencia		Moneda constante

En el cálculo de las inversiones se han tenido en cuenta las necesarias para la construcción de la planta de tratamiento e instalaciones de mina, así como una serie de inversiones necesarias para la creación de infraestructuras y costes de propiedad, así como los costes indirectos derivados de ellos. Estas inversiones totalizan 170 ME, de los cuales el 75% (129,16 ME) se realizarán durante la Fase I del proyecto, que comprende los dos años previos al inicio de la producción. Un aspecto muy relevante en este estudio es que el 55% de la inversión de Fase I y el total de la inversión a realizar en Fase II se cubrirá con fondos propios, de forma que sólo el 45% de las inversiones de Fase I procederán de fuentes ajenas y tendrán, por tanto, consecuencias sobre los costes y gastos. Este modelo implica una inversión final de fondos propios de algo más de 112 millones de euros. Otra condición relevante es que el ritmo de producción se iniciaría con 5 Mt/año y sólo a partir del tercer año de producción se incrementaría hasta los 8 Mt/año mencionados. Finalmente, cabe resaltar que en el decimocuarto año de producción, los trabajos previstos consisten en el aprovechamiento del material acopiado, cuya ley media se estima en el 0,2% y que se combinará con tareas de restauración.

Con todos estos condicionantes, se estima que el mineral extraído tendrá un **contenido final de 421.000 toneladas de Cu metal, que con el rendimiento estimado de la operación permitiría la puesta en el mercado de 377.200 toneladas de Cu metal.** Se ha estimado un precio base de 2,75 \$/t de Cu, equivalente a unos 6.050 \$/tonelada, que parece una estimación suficientemente conservadora teniendo en cuenta que en los últimos diez años este precio ha oscilado entre los 2.900 y los 10.200 \$/t. Adicionalmente, **el tipo de cambio medio estimado es de 1,07 \$/€, que este Organismo considera bastante optimista, pues en los últimos diez años los valores han variado entre 1,03 y 1,60.** También es cierto que **los efectos del cambio \$/€ solo se tienen en cuenta para los ingresos por producto vendido, cuando podrían tener un efecto opuesto en cuanto a costes de producción, aunque sean muy difíciles de calcular en un proyecto de esta envergadura.**

El cálculo de los costes es un tanto confuso, dado que se mencionan dos epígrafes diferentes para los costes de exploración, que son finalmente fijados en 700.000 €/año sin fundamentar la cifra, que aunque no parezca desproporcionada, convendría justificar.

Los métodos de análisis económico empleados son los habituales en proyectos mineros; es decir, el del Valor Actual Neto (VAN) de los flujos de caja durante el proyecto, y la Tasa Interna de Retorno (TIR), que no es otra que la tasa de descuento que convierte el VAN en cero. Para llevar a cabo estos cálculos

es necesario elaborar tablas anualizadas que permitan el cálculo de los flujos de caja a partir de los ingresos y gastos previstos para cada uno de los años. Para ello se establece una tasa de descuento constante del 10%, equivalente a la rentabilidad mínima que esperarían los accionistas de su inversión, siendo únicamente objeto de préstamo a devolver y amortizar el 45% restante de la inversión en Fase I.

Con estos parámetros se ha realizado el cálculo anualizado de todos los flujos de caja del proyecto, antes y después de impuestos, teniendo en cuenta el tipo actual de impuesto de sociedades y la disponibilidad de aprovechar el factor de agotamiento. El resultado final es un Valor Actual Neto después de impuestos de algo más de 110 millones de euros y una Tasa Interna de Retorno del 25%; es decir, empleando cualquiera de estos dos índices, se trata de un proyecto rentable en caso de cumplirse las previsiones. Adicionalmente, se presenta un análisis de sensibilidad del proyecto introduciendo variaciones de hasta el +/- 15% sobre el caso base en los 4 factores que se consideran de mayor impacto en la viabilidad del proyecto: precio del Cu, cambio \$/€, costes de mina y costes de proceso. En todos los casos se mantiene la TIR por encima del 10% y, por tanto, los Valores Actuales Netos son positivos.

CONCLUSIONES

En primer lugar, cabe reseñar que el presente informe se ha elaborado con objeto de responder a la solicitud de la Sección de Minas de la Delegación Territorial de A Coruña de la Xunta de Galicia recibida en el Registro General del IGME con fecha 13 de Diciembre de 2017, de acuerdo a lo establecido en el artículo 23 de la Ley 3/2008 de 23 de Mayo, de Ordenación de la Minería de Galicia, que establece que se informará sobre la existencia de usos de interés público de competencia de los órganos que lo emitan. En este caso, habiendo revisado la documentación adjunta a la solicitud, este Organismo se considera competente a la hora de valorar los siguientes aspectos del proyecto:

- Características geológicas del yacimiento
- Características hidrogeológicas y gestión del agua en la mina
- Evaluación de recursos y reservas
- Planta de tratamiento
- Estudio de viabilidad del proyecto

La documentación aportada revela que el conocimiento geológico de los yacimientos y las mineralizaciones es suficiente como para poder iniciar un proyecto minero. Por este motivo, las cifras ofrecidas de recursos y reservas son verosímiles y están basadas en Información abundante y contrastada, con cerca de mil sondeos de investigación y medios de modelización adecuados a las mejores prácticas disponibles. Se echa en falta una previsión de los trabajos a desarrollar en exploración del yacimiento, que permita hacerse una idea de qué objetivos no conocidos puedan perseguirse con dicha exploración y, adicionalmente, justificar las cifras de costes de la exploración en el estudio de viabilidad.

En el aspecto hidrogeológico, se echa en falta en el estudio un plano de mayor detalle en el que figuren todos los puntos de agua, y en el que se indique si hay aprovechamientos particulares del agua subterránea en el entorno del yacimiento minero. Se sugiere que se especifique cuáles serían las posibles afecciones a las aguas subterráneas en lo que se refiere a calidad, así como a alteraciones de los niveles piezométricos.

XUNTA DE GALICIA
XEFATURA TERRITORIAL DA CONSELLERÍA
DE ECONOMÍA, EMPREGO E INDUSTRIA
DILIXENCIA: Para facer constar que este é o texto do original.



O Xefe da Sección de Minas

Fco. German Tuñas Rodríguez

Se cree conveniente que cuando se refiera a circulación a través del acuífero (somero) se haga referencia a circulación subterránea del acuífero somero y no a circulación hipodérmica. En este sentido, nos reiteramos en que se considera escorrentía hipodérmica aquella que tras un corto recorrido lateral antes de llegar a la superficie freática, sale a la superficie, por lo que es diferente de la escorrentía subterránea que tiene lugar en la zona saturada del acuífero. Por tanto, se sugiere que en párrafos como el siguiente se refiera a circulación/escorrentía subterránea:

"La unidad espacial obedece a una sección de control vertical en la que se ha distinguido una capa edáfica, como se ha podido comprobar in situ, una zona alterada, subdividida en una zona vadosa o capilar y una zona saturada, que constituye el acuífero somero, en donde existen procesos de escorrentía hipodérmica..."

Finalmente, se considera necesario que se realice una caracterización de las aguas subterráneas, del mismo modo que se ha elaborado la caracterización del Lago de Vieiro (apartado 9.2.1) y la de ríos y arroyos (apartado 9.2.2), así como una descripción específica del funcionamiento del estanque de aguas recuperadas. Este Organismo considera que debería incluirse en los distintos Planes de vigilancia ambiental el control piezométrico a fin de estudiar el flujo de agua subterránea.

Desde el punto de vista mineralúrgico, el cobre presente en este tipo de yacimientos es fácilmente recuperable por procesos de flotación en varias etapas, generando un concentrado final de alta calidad, como viene demostrándose en el Proyecto Riotinto que Atalaya Mining opera en la provincia de Huelva, y cuyo proceso de tratamiento se replica aquí casi con exactitud. Teniendo presente la experiencia del Instituto Geológico y Minero de España en el tratamiento de minerales cupríferos y polimetálicos mediante procesos mineralúrgicos de flotación, así como en procesos hidrometalúrgicos de sulfuros complejos, y una vez analizada la documentación aportada por la Sección de Minas de la Delegación Territorial de A Coruña, se concluye que la Planta de Tratamiento descrita en el "Proyecto Actualización del Proyecto de Explotación vigente de cobre de Touro" es viable técnica y económicamente.

El estudio de viabilidad se basa en un estudio clásico de flujos de caja anualizados para el cálculo del Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Retorno, los parámetros empleados en la práctica totalidad de proyectos de este tipo. El Caso Base está construido razonablemente sobre una producción estable de concentrado, que es esperable, y un precio medio del cobre metal conservador y estable, lo que probablemente no sea realista, pero aceptable en una previsión a largo plazo. En el análisis de sensibilidad se especifica que descensos de hasta el 15% en ese precio serían asumibles por el proyecto sin caer bajo el umbral de rentabilidad. En cualquier caso, el análisis de sensibilidad presenta un proyecto muy robusto frente a posibles variaciones de los costes de mina y de proceso, y que soportaría bien variaciones en el precio del cobre y en el tipo de cambio dólar/euro.

En este sentido, cabe reseñar algunas asunciones realizadas que generan incertidumbre sobre la viabilidad económica del proyecto. Un coste estable de la energía en mina para el proyecto parece un escenario poco realista, dada la tendencia alcista de los precios de la energía primaria, el crudo y la electricidad. Aunque en general el caso base se ha construido desde parámetros conservadores, para el caso del cambio \$/€ se ha empleado un valor de 1,07 \$/€, que era el tipo de cambio en el momento de la elaboración del estudio, pero se trataba de un valor anormalmente bajo para la divisa europea. En el peor escenario contemplado en el análisis de sensibilidad, el cambio alcanzaría los 1,23 \$/€, que es precisamente el tipo de cambio que está vigente en el momento en que se elabora este informe. La TIR con este cambio medio se situaría en 0,10% levemente por encima del

DELEGACIÓN TERRITORIAL DE A CORUÑA
SECCIÓN DE MINAS
DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente expediente de evaluación ambiental se encuentra en trámite de tramitación.

10



Jefe de Sección de Minas
D. Gerardo Tuñas Rodríguez

rendimiento esperado por los accionistas, lo que nos indica que si el caso base hubiera tomado un valor para el tipo de cambio menos optimista, el análisis de sensibilidad hubiera dejado algún caso fuera del umbral de rentabilidad.

En cualquier caso, estos dos aspectos son consecuencia de un análisis que no estudia la interrelación entre los parámetros; por ejemplo, un tipo de cambio más favorable al euro probablemente implicara precios más altos del Cu en dólares y menores costes unitarios de la energía. Por consiguiente, se recomienda realizar un análisis de sensibilidad más complejo y cercano a la realidad, que asegure la viabilidad del proyecto desde todos los puntos de vista.

Se trasladan estas conclusiones y recomendaciones a la autoridad solicitante del informe para que las tenga en cuenta en la forma que considere durante la tramitación administrativa.

LOS AUTORES DEL INFORME

Ester Boixereu i Vila
Características geológicas

Mónica Meléndez Asensio
Estudio hidrológico e hidrogeológico

Santiago del Barrio Martín
Planta de Tratamiento

Roberto Martínez Orío
Recursos, Estudio de Viabilidad y Supervisión

XUNTA DE GALICIA
XEFATURA TERRITORIAL DA CONSELLERÍA
DE ECONOMÍA, EMPREGO E INDUSTRIA
DILIXENCIA: Para levar a cabo o expediente de autorización do traballo.

O Xefe da Dirección de Minas
Fco. González Turias Rodríguez