

## I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo ha sido efectuado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), en el marco de un convenio de colaboración suscrito con la Consejería de Innovación Ciencia y Empresa (CICE) de la Junta de Andalucía, el cual lleva por título “Estudio y modelización geoquímica de las aguas ácidas del lago minero de la corta Aznalcóllar”.

El objetivo global del convenio era la realización de los trabajos necesarios “con el fin de determinar la tendencia futura y estado ambiental esperable de la corta Aznalcóllar [del lago] si cesase el bombeo necesario para mantener la cota impuesta”. Lamentablemente las actuaciones que se han realizado en el lago, durante los tres años que ha durado el estudio, no se han limitado exclusivamente a la extracción del agua de la corta para mantener su nivel en la cota cero metros (imposición impuesta por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir). Si no que además, una vez tratada el agua antes de su vertido a cauce fluvial (río Agrio), los lodos cargados de metales obtenidos en la planta de tratamiento se vertían de nuevo a la corta.

Por otro lado, también se ha venido vertiendo a la corta las aguas de mina (superficiales y subterráneas) que se generan en los terrenos mineros (escombreras, balsas, área industrial, etc.), las cuales son recogidas por gravedad o por bombeo en una balsa destinada a tal fin (denominada *balsa de escorrentía*).

A estas actuaciones en el lago minero, que dificultan de por sí la consecución de los objetivos de este estudio, se le ha sumado el vertido de importantes cantidades de residuos mineros (algunos millones de metros cúbicos), en relación con las actuaciones de clausura que se están llevando a cabo en el recinto minero para su transformación en un polígono industrial. Como ejemplo de este tipo de vertidos se puede mencionar el desmantelamiento de una escombrera de pirita con un volumen aproximado de 1,4 millones de metros cúbicos. Tales vertidos, tanto por su naturaleza química como por su importante volumen, trastocan drásticamente la evolución hidroquímica e hidrológica del lago, generándose un “antes” y un “después” para cada vertido.

En definitiva, el lago de la corta de Aznalcóllar está muy lejos de presentar una situación de evolución natural, en cuanto a su inundación y quimismo, por lo que se hace realmente arriesgado aventurarse a pronosticar tendencias en cualquiera de los dos aspectos. Lo que si se ha podido constatar, con las campañas bimensuales llevadas a cabo en este proyecto, es el empeoramiento drástico de las características del agua del lago en relación exclusivamente con los vertidos sucesivos efectuados.

### ***Información previa disponible***

Previamente al inicio de los trabajos específicos contemplados en el convenio IGME-CICE, ya se disponía de una serie de información directamente relacionada con la corta y su entorno geológico minero, que por su interés merece la pena destacar.

#### *1) Información generada por el UFZ de la corta Aznalcóllar.*

El IGME viene contando con la colaboración del organismo alemán de

investigaciones medioambientales UFZ para realizar estudios en cortas mineras inundadas de la Faja Pirítica. Los investigadores de este centro tienen una amplia experiencia adquirida en los lagos mineros de la región carbonífera de Lusatia. En base a esta relación, el UFZ ha venido realizando una campaña anual desde el 2002 al 2004 en las que ha generado abundante información relativa al agua y sedimentos de la corta Aznalcóllar. Este conjunto de datos es de especial importancia a la hora de conocer la evolución de las características del agua del lago minero, en los años previos a este proyecto.

2) *Informes de Boliden Apirsa del conjunto de la actividad minera.*

Sin duda alguna todo el conjunto de informes generados por Boliden Apirsa S.L. (BAPSL), y especialmente los relacionados con la obtención de los permisos necesarios para reiniciar la actividad extractiva posteriormente al accidente, son de gran interés para este estudio. Especialmente esto es así en todo lo relacionado con el conocimiento hidrogeológico del entorno de las cortas y a los flujos de agua subterránea entre las cortas y los materiales paleozoicos sobre las que están excavadas.

3) *Información de EGMASA sobre gestión de aguas y su calidad.*

Desde el momento en el que se paraliza la actividad minera a finales del año 2001 la empresa EGMASA (Empresa de Gestión Medioambiental, S.A.) viene generando un conjunto de información sobre calidad y niveles de aguas superficiales y subterráneas en el entorno del área minera, así como sobre la gestión de las aguas de mina (bombeos desde o a la corta, volumen tratado, fangos generados, etc.). La información sobre los volúmenes bombeados desde o hacia la corta se dispone para los años 2004 y 2005.

### ***Contenido de esta Memoria***

La información relativa a la corta Aznalcóllar se recoge desde el capítulo II hasta el XV, a excepción del *capítulo V* que está dedicado a la generación de aguas ácidas de mina, el *capítulo VI* que trata sobre la clasificación de los lagos en base a los procesos de mezcla que se dan en la vertical, y el *capítulo VIII* que describe la metodología empleada en este proyecto.

En el primer capítulo de este bloque (*capítulo II*) se da una breve descripción geográfica, geológica, y climática del área minera de Aznalcóllar. En el capítulo siguiente (*III*) se recopila y sintetiza la información sobre la hidrogeología del entorno de las cortas mineras, generada básicamente por Boliden-Apirsa. En *capítulo IV* se valoran los elementos que entran en juego en un balance hídrico y se efectúa de manera simplificada un balance hídrico de la corta Aznalcóllar bajo el supuesto de que no se realizan ni extracciones de agua para su tratamiento ni aportaciones por bombeo desde la balsa de escorrentía.

En el *capítulo VI* se presentan las batimetrías efectuadas en los años 2002 y 2005, y la relación entre la limnología física de los lagos mineros en base a su superficie y profundidad. En el *capítulo VII* se efectúa la descripción histórica de los diversos

materiales vertidos en la corta, su naturaleza y volúmenes.

En el *capítulo IX* se presentan datos sobre las características químicas y los volúmenes de las aguas que entran (de forma natural o por bombeo) o se extraen de la corta, y de los fangos de la planta de tratamiento de aguas, los cuales se bombean a la corta mezclados con las aguas de mina que se recogen en la balsa de escurrentía.

En el capítulo siguiente (*X*) se presenta las características hidroquímicas del lago en base a datos previos al proyecto, generados por el UFZ y EGMASA. En el *capítulo XI* se presenta la evolución hidroquímica de la corta a partir de los datos generados en este proyecto, en cada una de las campañas realizadas por el IGME con una periodicidad bimensual (desde mayo-2005 hasta septiembre-2007).

En el *capítulo XII* se explora la naturaleza de las aguas del lago y de los minerales que pueden llegar a precipitar, en diferentes momentos de su evolución, mediante los cálculos efectuados con la aplicación PHREEQC, la cual permite conocer de un modo teórico las especies químicas disueltas para cada elemento así como el grado de saturación o subsaturación de sus fases minerales.

El concepto de acidez mineral o acidez potencial, tan importante en este tipo de aguas, se trata en el *capítulo XIII*. Mediante curvas de acidez, que representan como varía el pH al ir añadiendo una base fuerte al agua de mina, se puede visualizar la mayor o menor resistencia que ofrecen a su neutralización y así identificar los sistemas tampones más característicos. La medida de la acidez potencial aporta información sobre la alcalinidad que ha de entrar en el sistema para alcanzar un determinado pH, y así de algún modo nos da una información útil para valorar su posible remediación.

En el capítulo siguiente (*XIV*) se presentan los resultados obtenidos en un ensayo, en el cual se ha estudiado como se va reduciendo la concentración de los elementos disueltos en el agua de la corta según se va incrementando su pH. Con los cálculos efectuados con el código PHREEQC se discute si la reducción de la concentración de metales según aumenta el pH se debe a la formación de precipitados propios, a una precipitación inducida por otra fase mineral (coprecipitación) o a procesos de adsorción.

El estudio de los sedimentos del fondo de la corta (*capítulo XV*) se efectúa con los datos generados por el UFZ en diciembre de 2002 y los trabajos llevados cabo por el IGME durante 2005. Estos sedimentos reflejan principalmente los vertidos que se realizan en la corta, reduciéndose su interés en relación a los procesos de precipitación que se dan en la columna de agua.

Toda la información disponible sobre la calidad del agua en la corta Los Frailes es la que ha generado el IGME en las campañas que ha realizado en este lago desde junio-2005 a marzo-2007, y un muestreo previo en diciembre de 2003. Esta información junto con la relativa a la evolución de su llenado es la que se recoge en el *capítulo XVI*.

Por último, y como ya se ha dicho, con la finalidad de tener un marco hidroquímico de referencia para poder evaluar la singularidad o no de las cortas que son objeto principal de este estudio, los resultados obtenidos en cuanto a la hidroquímica de un gran número de cortas inundadas de la Faja Pirítica se presenta en el *capítulo XVII*, en el que queda

de manifiesto que la mayoría de las cortas están tamponadas por el hierro, y por tanto presentan valores de pH entorno a 3 (pH de la hidrólisis del hierro), por lo que pone en evidencia la singularidad de la corta de Los Frailes al ser la única de que presenta un pH circunneutral.