



Un caso de cierre y remediación final de una operación minera

Introducción

La evolución de la conciencia sobre el cuidado del medio ambiente, integrado al concepto de Desarrollo Sostenible, se manifiesta entre muchas otras, en la expresión "Responsabilidad de la cuna a la tumba", referida tanto a los productos como a las operaciones y obras diversas que son el resultado de la empresa del hombre.

Se presenta aquí un caso de aplicación práctica reciente de dicho principio de "Responsabilidad de la cuna a la tumba". Se trata del cese de operaciones de una explotación minera en una zona casi desierta de la Patagonia.

Mina Ángela es una mina polimetálica (oro, plata, cobre, plomo, zinc) inactiva ubicada en la Provincia del Chubut. La mina es propiedad de la em-

presa argentina **Cerro Castillo S.A.** (CCSA). CCSA, a su vez, es propiedad de Lonmin Plc (Lonmin) de Gran Bretaña y de Garovaglio y Zorraquín S.A. (GyZ) de Argentina.

El yacimiento fue descubierto en los años '20 pero se lo explotó comercialmente sólo de 1978 a 1992. Las operaciones fueron suspendidas hace unos años dejando la mina en estado de mantenimiento, debido a los bajos precios internacionales de los metales, a condiciones de venta desfavorables y a una incertidumbre sobre las reservas de mineral. Más tarde se realizaron nuevas exploraciones y evaluaciones usando los recursos técnicos más modernos, cuyos resultados llevaron en 1998 a la decisión de cerrar la mina.

A partir de la decisión de cerrar la empresa realizó una auditoría ambiental y, en base a consultas con la Dirección de



Minas y Geología de la Provincia del Chubut, elaboró un Informe de Impacto Ambiental y se solicitó autorización para cerrar Mina Ángela y remediar su área de influencia. El documento tuvo una respuesta favorable y en octubre de 1999 las autoridades provinciales emitieron una Declaración de Impacto Ambiental en la que se autorizaba a la empresa a llevar a cabo la remediación y el cierre bajo lineamientos específicos y el monitoreo de la Dirección de Minas y Geología. CCSA comenzó con las actividades de remediación poco tiempo después y completó la tarea a fines de abril de 2000.

Para la definición, diseño y supervisión técnica del proyecto de remediación la empresa contrató los servicios de Knight Piésold, de Gran Bretaña y Micon, de Canadá, consultoras con experiencia específica.

Descripción de los procesos e instalaciones

Mina Ángela está situada a 42° de latitud S y 69° de longitud W en el Departamento de Gastre, Provincia del Chubut, cerca del límite con la Provincia de Río Negro. La mina está

a 1.400 m sobre el nivel del mar y tiene una ubicación remota en el Distrito Los Mariantiales, donde existe muy baja densidad de población y se practica ganadería ovina de baja intensidad. Se encuentra a 90 km por camino de ripio de Gastre (400 habitantes) y a 116 km de Ingeniero Jacobacci (6.500 habitantes).

La mina se desarrolló en nueve niveles e inicialmente se accedía por medio de piques (Cobre y Platífero) y posteriormente por una rampa de 4m x 5m (bocamina). Los métodos de minería más usados fueron corte, relleno y realce sobre saca, y en menor medida, explotación a cielo abierto. Durante la vida de la mina se emplearon distintos grados de mecanización; en el último tiempo se usaron perforadoras jumbo y LHDs (palas de bajo perfil para carga y descarga). Sin embargo, aunque la mecanización aumentó la productividad, también incrementó considerablemente la dilución del material extraído.

Las instalaciones de la planta industrial de Mina Ángela tenían por objetivo la producción de un concentrado global de plomo (Au, Ag, Cu y Pb) y un concentrado de zinc.

Las secciones más importantes de la planta eran:



- Recepción, trituración y clasificación.
- Molienda y concentración gravitacional.
- Flotación.
- Espesamiento y filtrado.
- Laboratorios de análisis y mineralúrgico.

Debido a lo remoto de la ubicación de la mina, CCSA construyó un campamento para atender las necesidades de 400 personas. El campamento contaba con pabellones para operarios, casas y departamentos para el personal de di-

rección y administración, comedores, una sala de recreación con televisión satelital, una escuela, una enfermería, una usina de 2,4 MW, una planta de aire comprimido, almacenes y talleres mecánicos y eléctricos.

El agua industrial era obtenida de los estanques colectores en Pozo del Sapo, a unos 3,5 km de la mina aguas abajo sobre el arroyo Zárate. El agua era bombeada por una tubería subterránea a estanques intermedios en El Peñón, y de allí a la planta. El agua potable era tomada del arroyo Zárate arriba de la confluencia con el





arroyo Clara Natividad y bombeada a una planta de purificación en el campamento.

- El campamento.
- El sistema de drenaje.

Los impactos ambientales

Mina Ángela está ubicada en la cuenca del río Maquinchao en el distante y escasamente poblado distrito Los Manantiales, casi en el límite con la provincia de Río Negro. El impacto de las actividades mineras está restringido al área de captación del arroyo Clara Natividad, el cual desemboca en el arroyo Zárate, un afluente menor del Maquinchao. La perturbación de la superficie ocasionada por las actividades mineras es decididamente pequeña: se limita a unas 41 ha, y como consecuencia de la escasa cubierta vegetal, la perturbación ha tendido a fundirse con el paisaje circundante. Por otra parte, debido a la topografía de la zona y a la ubicación del valle, el campamento y las operaciones mineras sólo pueden verse desde la entrada del valle. Las zonas de impacto se limitaron a las siguientes áreas:

- Las labores mineras.
- La planta industrial.
- El depósito de relaves, con unas 900.000 t de roca.

Remediación y proceso de cierre de la mina

Aspectos legales

El caso de remediación aquí presentado debió analizarse en el contexto de inexistencia de una normativa específica para cierre de minas. No obstante, el marco legal ambiental para la minería (Ley 24.585), en la Normativa Complementaria en particular, exige la presentación de un Informe de Impacto Ambiental para minas en operación y para proyectos de desarrollo minero emprendidos a partir de 1996, del cual forman parte los planes de cierre de minas. Dado que Mina Ángela cesó sus operaciones en 1992 y en 1996 se encontraba inactiva, no correspondía la presentación de tal informe ante la Dirección de Minas y Geología de la Provincia del Chubut y, por lo tanto existían posibles divergencias de interpretación sobre las obligaciones formales.

No obstante, se acordó con dicha Dirección que CCSA presentaría un Informe de Impacto



to Ambiental en el cual se trataría la remediación y el cierre como un "proyecto minero". Además, se estableció una cooperación estrecha entre CCSA y la Dirección de Minas y Geología, la que prestó asesoramiento para el proyecto. El Informe fue presentado en septiembre de 1999 y fue seguido por consiguiente otorgamiento de una Declaración de Impacto Ambiental que autorizó a CCSA a llevar adelante el programa de remediación y cierre.

La Dirección de Minas y Geología y otros sectores del Gobierno llevaron a cabo una serie de inspecciones del lugar a lo largo del proceso de remediación, y continuarán ejerciendo un monitoreo posterior al cierre.

Objetivos del proyecto

El principal objetivo de la remediación de Mina Ángela y sus alrededores fue:

- proteger la salud y la seguridad públicas;
- recomponer la zona a la condición más segura posible;
- reducir cualquier tipo de impactos ambientales de largo plazo asociados a las actividades mineras del pasado.

No obstante, es necesario tener presente que la mina fue diseñada, construida y operada antes de que se establecieran normas ambientales y que cesó de operar antes de que entrara en vigencia la legislación ambiental actual. Por este motivo fue difícil obtener resultados iguales a los que hubieran sido posibles en el caso de una mina diseñada teniendo en cuenta el cierre final.

Por otra parte, no había lineamientos técnicos en Argentina ni contratistas argentinos que tuvieran experiencia en remediación de minas y pudieran aportarla a CCSA. Sin embargo, CCSA había asumido el compromiso de realizar el cierre y remediación responsables de Mina Ángela y a tal efecto contrató a Knight Piésold Ltd (Gran Bretaña), a Micon International (Canadá) y a un grupo de expertos y consultores argentinos para asistir en el planeamiento, la ingeniería y el diseño del proyecto.

Planeamiento previo al cierre

Identificación de labores mineras

CCSA realizó un mapeo por medio de un sistema de posi-



cionamiento global (GPS) a tiempo real para identificar todos los accesos y aberturas de la mina (Pacheco 1999). Newphoenix S.R.L., empresa radicada en Buenos Aires, inspeccionó luego en detalle cada uno de ellos en octubre de 1999. La inspección registró el tamaño, ángulo y profundidad estimada de cada abertura y acceso para determinar el mejor método de sellado.

Inventario de residuos peligrosos

Previamente a ser retirados de la mina, una consultora especializada realizó un inventario de todos los materiales peligrosos, entre los que se contaban reactivos y sustancias químicas de laboratorio, combustible, otros derivados del petróleo y explosivos y/o materiales asociados a explosivos.

CCSA donó reactivos de laboratorio a la Dirección de Minas y Geología para su posterior distribución a escuelas y organismos técnicos.

A excepción de los derivados del petróleo usados durante la remediación, todos los materiales peligrosos y las sustancias químicas fueron retirados de la mina antes de que se demolieran los edificios en los que se los almacenaba.

Inventario de equipos y repuestos

CCSA realizó un inventario de todo el equipo que pudiera ser recuperado y vendido y de todos los repuestos existentes en la mina. El objetivo era recuperar cuanto se pudiera del valor de los mismos como así también reducir la remediación necesaria y el almacenamiento de desechos en el área.

El material recuperado fue retirado del área antes de demolerse los edificios en los que se lo almacenaba. CCSA redactó un informe en el que se describe el destino de los activos retirados del área de la mina antes de la demolición

Donaciones

CCSA se puso en contacto con las comunidades del lugar y con propietarios de las cercanías y les ofreció materiales no peligrosos que de otro modo serían destruidos en el proceso de desmantelamiento. Antes de que el contratista de CCSA comenzara el proceso de demolición, las comunidades de Ingeniero Jacobacci y Gastre y habitantes de la zona rescataron materiales de construcción (puertas, ventanas, persianas, tablonés), muebles y materiales para techos (cha-



pas y tirantes). Los materiales donados a la población local fueron inventariados. Fue una experiencia que mostró en qué medida el "valor" de las cosas es una magnitud relativa, vinculada a las necesidades de cada uno.

Estudios ambientales

El programa de remediación fue objeto de intenso estudio hasta llegar al diseño final del programa. Los siguientes son los estudios que precedieron a dicho diseño:

- Auditoría ambiental.
- Cálculo de los requerimientos de cierre.
- Estrategias de remediación.
- Programa de muestreo de suelo y agua.
- Análisis hidrológico de los arroyos Clara Natividad y Las Minas.
- Evaluación del drenaje de roca ácida.
- Cubierta de los relaves.
- Métodos de sellado de la bocamina.
- Cierre de piques y chimeneas.
- Retiro de residuos peligrosos.

Los principales trabajos

Los accesos subterráneos se sellaron ya sea con una tapa de hormigón armado (bocamina en Mina Ángela), con rocas de gran tamaño (cortaveta en Mina Camila) o bien mediante voladuras de las aberturas (Cobre y algunos rajos abiertos que tenían acceso a las labores subterráneas). La mayoría de los piques y las chimeneas fueron sellados mediante su relleno, con grillas de rieles de acero, con perfiles y mallas de acero galvanizado o con hormigón armado. Los rajos abiertos fueron rellenos con escombros o se los dejó abiertos. Se colocaron señales de advertencia cerca de todas las labores mineras.

La planta industrial fue desmantelada y se rescató y vendió el equipamiento. Se puso especial cuidado en el manejo de las sustancias químicas y reactivos, los que se vendieron a una empresa minera de Neuquén. Otras partes de la planta fueron vendidas a una compañía de la Provincia de San Juan; la infraestructura fue demolida y los escombros fueron trasladados a un rajo abierto. El campamento también fue demolido y los escombros llevados a rajos



abiertos. Una vez finalizadas estas tareas, la zona fue nivelada para asegurar un drenaje parejo.

La remediación de los relaves y las escombreras incluyó la colocación de una cubierta de roca no reactiva sobre la superficie de los relaves. Esta cubierta está compuesta de material de las escombreras y fue colocada sobre los relaves después de reperfilado la superficie y los muros de contención de los mismos. Se construyeron canales permanentes de desvío de agua alrededor de los diques de relaves y se proveyó a la cubierta de estructuras de canalización (overflow swales)

para desagotar un caudal excesivo de agua en caso de lluvias excepcionales.

La calidad del agua proveniente de la mina se ajusta actualmente a los estándares argentinos para consumo de ganado. No obstante, se llevará a cabo un monitoreo trimestral durante dos años a partir de la finalización de las tareas de remediación con el fin de verificar el cumplimiento de aquellos estándares.

Además se realizó un estudio para evaluar el impacto que tendría un posible derrame de agua. Con la ayuda de los pronósticos de caudales en la bocamina y los datos sobre la ca-





lidad de agua recogidos hasta el momento, se realizó una evaluación de la carga química en el arroyo Zárate en el punto de verificación sobre el límite de la propiedad para determinar el cumplimiento de las directivas argentinas para calidad de agua. El estudio indicó que las concentraciones de todos los determinantes en el punto de verificación se encontrarían dentro de los estándares de calidad ambiental para bebida de ganado.

El volumen del movimiento de tierra y rocas fue muy importante. Se trató de lograr una restitución de la topografía original, dejando sólo el camino de acceso al campamento. Por otra parte se dejó intencionalmente una huella positiva de la presencia humana: los árboles que se habían plantado y cuidado con amor a lo largo de los años de operación de la mina.

Para los ingenieros que lo llevaron a cabo, este proyecto no generaba el mismo tipo de emociones que aquellos que dan nacimiento a una obra u operación nueva, que pueda

mostrarse como el resultado del esfuerzo. El objetivo aquí era el contrario: debía tratarse de que no quedara ninguna huella de la operación extinguida. A pesar de ello fue acometido con todo rigor técnico y entusiasmo personal. El costo total del proyecto de cierre y remediación fue de aproximadamente 3.3 millones de dólares.

En conclusión, CCSA cree haber cumplido con los requisitos ambientales para cierre y remediación de minas y está convencida de haber establecido un estándar responsable para la industria minera. CCSA está orgullosa de que su trabajo haya sido reconocido por el Organismo Latinoamericano de Minería (OLAMI), el que le otorgó a principios de mayo del 2000 un premio por su "excelencia en la gestión ambiental - mención cierre de minas" en Santiago de Chile. Asimismo, CCSA espera que su experiencia en el cierre de minas, tal como está documentada en esta síntesis e informes detallados, sea útil para otros emprendimientos de la industria minera.

Contacto

Rafael Anello

Garovaglio & Zorraquín

ranello@datamarkets.com.ar