

# La Base de Datos de Yacimientos Minerales de Chile como fuente de Información para la Exploración Minera

Vlami Muñoz\*, Miriela Ulloa, Ramón Moscoso y Gilma Pantoja

Unidad de Recursos Minerales, Servicio Nacional de Geología y Minería-SERNAGEOMIN, Santa María 0104, Providencia, Santiago.

\*E-mail: [vlami.munoz@sernageomin.cl](mailto:vlami.munoz@sernageomin.cl)

**Resumen.** La Unidad de Recursos Minerales, de SERNAGEOMIN ha generado una Base de Datos de Yacimientos Minerales de Chile, consultable a través de un Sistema de Información de Yacimientos y del Geovisor del PortalGeoMin, donde es posible aplicar filtros o selecciones sobre diversos campos de datos normalizados para generar subconjuntos de registros de yacimientos con característica geológicas, mineras y/o geográficas comunes. Esta BD es una fuente importante de información para exploración minera, dado que sus usuarios pueden realizar selecciones de diversas maneras sobre sus diversos datos, optimizando la extracción de información para diversos fines de análisis según los objetivos de la exploración que se esté desarrollando. Adicionalmente, la BD es desplegable como una capa de puntos georeferenciados por lo que, como complemento a la aplicación de filtros a los datos de yacimientos, en ambiente GIS es posible potenciar el análisis de relaciones espaciales entre los datos de los yacimientos y otras variables geológicas, geofísicas y mineras provistas por otras fuentes de información. Esta BD también facilita al usuario la búsqueda de las referencias bibliográficas y de datos de muestras disponibles para cada yacimiento.

**Palabras Claves:** Yacimientos, GIS, PortalGeoMin.

## 1 Introducción

La BD de Yacimientos Minerales de Chile contiene actualmente información geológica, minera, geográfica y bibliográfica de 6.105 yacimientos minerales de Chile, de la Región XV a la VI, que son administrados por el Sistema de Información Administrativo de Yacimientos Minerales (SIA YACIMIENTOS), con salida vía internet, a través de un Geovisor del Portal Geológico y Minero PortalGeoMin, que proporciona a los usuarios la posibilidad de ejecutar diversas consultas sobre los yacimientos en ambiente GIS. Para una adecuada extracción de información para fines de exploración minera, se debe considerar que la BD cuenta con una estructura jerarquizada de tablas de datos interconectadas con un identificador único para cada yacimiento, ID\_YACIMIENTO, y agrupadas según su afinidad temática. (Ulloa *et al*, 2012). Por ello las selecciones de yacimientos, por el usuario, en base a los datos relevantes para fines específicos de la exploración minera, dependen del objetivo de dicha exploración y de los datos disponibles relacionados temáticamente a dicho objetivo.

## 2 Búsquedas, Selecciones y Análisis de Información para fines de Exploración Minera.

Para cada yacimiento se dispone de datos geológicos, geográficos, mineros y bibliográficos normalizados según *Listas de Validación*, que permiten la aplicación de filtros para seleccionar términos específicos. La disponibilidad de datos depende de que las fuentes de información procesadas hayan contenido dicha información. Por ello, al realizar búsquedas y selecciones se debe tener especial cuidado al descartar los yacimientos que no contengan datos en alguno de los campos consultados. En los campos obligatorios se usa el término *No Especificado* cuando no se tiene el dato correspondiente. Existen también campos de tipo *Texto Libre* que complementan los campos normalizados y que ayudan al usuario a complementar los datos de los yacimientos seleccionados. El usuario puede profundizar además sus búsquedas de información, identificando las *Referencias Bibliográficas* de cada yacimiento y que indican la información fuente de los datos procesados.

Se presentan a continuación diversos casos de búsquedas, selección y análisis de información orientados a satisfacer diferentes objetivos en exploración minera.

### 2.1 Selecciones por Atributos Geográficos

Todos los Yacimientos tienen atributos geográficos contenidos en las tablas de *Coordenadas* y *Ubicación*. Por ejemplo, para buscar los yacimientos de la región de Atacama, se procede filtrando en la tabla *Ubicación* por el *Código de la Región (03)* o por el *Nombre de la Región*. En el caso de una *Provincia* o *Comuna* específica se pueden realizar los filtros por los nombres de dichas divisiones político administrativas. También es posible seleccionar los Yacimientos contenidos en cartas IGM a escala 1:50.000 por medio del *Código de la Carta IGM*. En las Regiones donde hay *Distritos Mineros* asignados también se puede realizar un filtro por el *Nombre del Distrito* o sobre el *ID del Distrito Minero* que es un número único para cada distrito. Todos los atributos geográficos han sido validados en base a las *Coordenadas* de cada yacimiento, por lo que en ambiente GIS el posicionamiento geográfico del yacimiento basta

para inferir los otros atributos geográficos, si se cuenta con la capa geográfica apropiada del IGM.

## 2.2 Selección de Yacimientos según sus Características Geológicas Principales

En la BD de yacimientos se tienen 2 grandes grupos de registros según el *Tipo de Recurso* y que corresponden a *Recursos Minerales Metálicos (RMM)* y *Rocas y Minerales Industriales (RMI)*. Esto es importante para las consultas puesto que los datos están normalizados con *Listas de Validación* diferentes, para estos grandes grupos de yacimientos, para temas como *Recurso* y *Minerales*. Además para *RMI* hay datos de su exclusiva competencia, como *Uso Industrial* y *Tratamiento*.

La información que se usa habitualmente para levantamientos preliminares para fines de exploración minera son *Nombre*, *Otros Nombres*, *Coordenadas*, *Recurso*, *Forma* y *Modelo Genético*. En *Modelo Genético* para *RMM* se tienen datos principalmente disponibles para yacimientos cuyas condiciones genéticas están bien definidas en publicaciones, es decir para yacimientos: a) de tamaño mediano a muy grande ya que habitualmente tienen varios estudios asociados, b) pequeños en Distritos Mineros con estudios geológicos de detalle b) pequeños con modelos genéticos de fácil asignación, como los de tipo *Placer*. Para la mayoría de los *RMI* se tiene asignado un *Modelo Genético*.

## 2.3 Selección de Yacimientos para apoyar interpretaciones Geofísicas

Para apoyar la realización de interpretaciones geofísicas son fundamentales los datos de *Recurso*, *Tamaño*, *Forma* y *Minerales* de los yacimientos. Por ejemplo para complementar interpretaciones de anomalías magnéticas, se debe tener en consideración que existen minerales ferromagnéticos, como la magnetita, que dependiendo de su abundancia puede afectar el campo magnético local. Para ello conviene realizar una selección de yacimientos de la BD con los siguientes filtros sucesivos: a) se selecciona del campo *Tipo de Recurso* los correspondientes a *Recurso Mineral Metálico (RMM)*; b) en *Recurso* aquellos que contienen *Fe*; c) se procede a filtrar en el campo *Minerales* aquellos registros con *Magnetita* como mineral de mena o ganga. Al desplegar en ambiente GIS los puntos de los yacimientos seleccionados (*Fe* y *Magnetita*) con un símbolo que represente su *Tamaño* y *Forma* se podrá analizar su relación espacial con las anomalías geofísicas.

## 2.4 Identificación de Minerales de Alteración en Imágenes Satelitales

La BD de yacimientos cuenta con dos campos que contienen los datos correspondientes al parámetro de alteración, el campo *Tipo de Alteración* y el campo *Minerales de Alteración*, el primero de los cuales tiene

que tiene una relación *1* a *n* con el segundo. Por la relación entre estos datos ocurre que para un yacimiento pueden tenerse *Minerales de Alteración*, pero sin que esté clasificado el *Tipo de Alteración*, por lo que en esos casos se tendrá un tipo *No Especificado*, siendo necesario seleccionar los *Minerales de Alteración* relacionados a ese tipo *No Especificado*.

En el desarrollo de proyectos de exploración minera se recurre habitualmente a la identificación, en imágenes satelitales, de áreas con minerales de alteración. Su cruce o chequeo, en ambiente GIS, con datos de alteración de la BD de yacimientos le agregará una confiabilidad mayor al procesamiento de imágenes. Esto se puede lograr seleccionando y comparando los datos de los campos *Tipos de Alteración* y *Minerales de Alteración*, de la BD de Yacimiento, con la información proveniente de las imágenes, para chequear primeramente si calza con los datos de alteración. Así será posible utilizar los datos de alteración para: a) comprobar la identificación de minerales hecha por medio de imágenes satelitales; b) aportar datos para los campos de la BD de yacimientos; c) orientar la identificación de minerales de alteración en los procesos de extracción de información de imágenes.

## 2.5 Consultas y Cruces de Información en GIS

El Geovisor online de SERNAGEOMIN proporciona una herramienta de Consulta que permite hacer filtros sobre campos como *Nombre del Yacimiento*, *Recurso* y *Tamaño del Yacimiento*. Por ejemplo para seleccionar los yacimientos de Au, Cu y Fe, de la III Región, en la Consulta se construye una sentencia que aplica varios filtros y selecciona los yacimientos que cumplen con esas características, quedando destacados con un círculo rojo en torno a su símbolo, siendo posible además aplicar una identificación sobre cada yacimiento para visualizar una lista de sus datos más relevantes (Figura 1).

En Geovisor también permite desplegar capa de puntos yacimientos y la capa de Propiedad Minera lo que permite relacionar espacialmente ambas fuentes de información para detectar oportunidades de negocios mineros.

En ambiente GIS, a partir de exportaciones de los datos de yacimientos, es posible realizar análisis espaciales entre diferentes variables. Para análisis estructurales se pueden usar los datos de orientación espacial, como *Rumbo* y *Manteo*, de las *Formas* y *Estructuras* de los yacimientos. Por ejemplo se puede analizar la relación entre la orientación de los yacimientos con *Forma* de *Veta* y el área de influencia de una falla regional. También la BD aporta datos para estudios de anomalías geoquímicas, como *Recurso*, *Minerales de Mena*, *de Ganga* y *de Alteración*, *Leyes*, y *Resultados de Análisis de Muestras*.

## Conclusiones

Los campos con información normalizada de la BD de Yacimientos Minerales de Chile permiten la aplicación confiable de filtros sobre los datos para realizar selecciones de yacimientos que, hechas sobre los campos adecuados, satisfacen diversos requerimientos de información para exploración minera. El ambiente GIS online de SERNAGEOMIN permite la aplicación de consultas sobre los campos de datos más relevantes, permitiendo visualizar los subconjuntos de yacimientos con las características de interés para el usuario.

Para una mayor capacidad de cruces de información por parte de los usuarios, se requiere de exportaciones de los datos de yacimientos a formatos compatibles con software GIS, para poder relacionar espacialmente los datos de interés con otras capas de información geográfica, minera, geofísica y geológica, posibilitando también análisis geoquímicos y estructurales.

Para exploración minera es importante que la BD de Yacimientos de SERNAGEOMIN contenga todos los yacimientos existentes y que la calidad de los datos sea homogénea, tanto en sus diversos tipos de datos como en sus diferentes niveles de detalle. Por ello es fundamental

el control de calidad de los datos, tanto en terreno como gabinete, así como realizar actualizaciones permanentes.

## Agradecimientos

Se agradece los usuarios de la información de la Base de Datos de Yacimientos que están poniendo a prueba su utilidad en SERNAGEOMIN, para fines especializados, como Natalia Astudillo para Geología Regional, Jorge Vivallos y Francisco Delgado de la Puente para Geofísica, Juan Pablo Lacassie y Nicole Muñoz para Geoquímica. Se agradece a los geólogos Rodrigo Carrasco, por su apoyo y Waldo Vivallo por sus observaciones durante este trabajo. Los datos contenidos en la BD de Yacimientos Minerales se procesaron en el marco del Proyecto INNOVA-CORFO (07CN13IMM-87) denominado "Información Geocientífica para el Fomento de la Exploración Minera en Chile".

## Referencias

Ulloa, M.; Muñoz, V.; Pantoja, G. Y.; Moscoso, R.; Muñoz, N.; Astudillo, N.; Morales, V.J., Vega, N. 2012. Características Principales de la Base de Datos de Yacimientos Minerales de Chile. In Congreso Geológico Chileno, N°13, Santiago, 5-9, Agosto, 2012.



**Figura 1:** Ejemplo de selección de yacimientos en ambiente GIS a través de la herramienta de consulta del Geovisor del PortalGeoMin, provisto en internet por SERNAGEOMIN. La visualización representa la selección de los yacimientos de la Región de Atacama y que contuviesen Au, Cu y Fe entre sus Recursos. Los yacimientos que cumplen ésta condición se destacan automáticamente con un círculo rojo en el mapa, y es posible desplegar los atributos más relevantes de cada uno con una herramienta de identificación del Geovisor.