



**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA TIERRA**



**MODERNIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE
INFORMACIÓN ADMINISTRATIVO (SIA) DE
YACIMIENTOS DEL SERVICIO NACIONAL DE
GEOLOGÍA Y MINERÍA (SERNAGEOMIN)**

Memoria para optar al título de Geólogo

Jorge Augusto Puchi Cáceres

Profesora Patrocinante: Dra. Fernanda Álvarez Amado

Profesionales Guías: Sr. Guillermo López Aguilera

Sra. S. Ximena Piñana Montes

Profesores Comisión: MSc. Abraham González Martínez

Dr. Germán Velásquez Acosta

Concepción, 2023

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Presentación	1
1.2. Trabajos previos	2
1.3. Objetivos	2
1.3.1. Objetivo general	2
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4 Ubicación y accesos	3
1.5. Metodología de trabajo	4
1.5.1. Etapa de gabinete 1	4
1.5.2. Etapa de gabinete 2	4
1.5.3. Etapa de gabinete 3	4
1.5.4. Etapa de gabinete 4	5
1.5.5. Etapa de gabinete 5 / terreno	5
1.6. Alcances y limitaciones	5
1.7. Agradecimientos	6
2. MARCO GEOLÓGICO	8
2.1. Marco geotectónico	8
2.1.1. Ciclo tectónico Pampeano (Proterozoico tardío-Cámbrico temprano)	8
2.1.2. Ciclo tectónico Famatiniano (Cámbrico tardío-Devónico temprano)	10
2.1.3. Ciclo tectónico Gondwánico (Devónico tardío-Pérmico temprano)	11
2.1.4. Ciclo tectónico Pre-Andino (Pérmico tardío-Jurásico temprano)	12
2.1.5. Ciclo tectónico Andino (Jurásico temprano tardío-presente)	14
2.1.5.1. Zona al norte de los 39°S.....	15
2.1.5.2. Zona al sur de los 39°S	18
2.2. Franjas metalogénicas	20
2.2.1. Modelo de franjas metalogénicas	21
2.2.1.1 Modelo actual de franjas metalogénicas.....	21
3. MARCO TEÓRICO	29
3.1. Definición de conceptos	29

3.2. SIA Yacimientos	31
3.3. Lenguaje de programación <i>Python</i>	33
4. METODOLOGÍA.....	35
4.1. Catastrado de la información contenida en los subconjuntos del SIA Yacimientos ...	35
4.2. Estructura común entre clases de entidad para depósitos de tipo RMM y RMI y definición de dominios.....	36
4.2.1. Campos de información específica según tipo de depósito	99
4.2.1.1. Información específica depósitos RMM.....	99
4.2.1.2. Información específica depósitos RMI.....	118
4.3. Proveniencia de datos.....	120
4.3.1. Campos comunes depósitos RMM y RMI.....	122
4.3.2. Campos de información específica según tipo de depósito	138
4.3.2.1. Información específica depósitos RMM.....	138
4.3.2.2. Información específica depósitos RMI.....	141
4.4. Traducción de identificadores	142
4.5. Volcado de la información en la GDB de depósitos minerales	143
4.6. Reglas de atributo.....	143
4.6.1. Reglas de cálculo.....	144
4.6.2. Reglas restrictivas.....	145
4.7. Valores contingentes	146
4.8. Creación de <i>dashboards</i>	147
4.8.1. Creación de mapas.....	147
4.8.2. Configuración de mapas	147
4.8.3. Configuración de los <i>dashboards</i>	148
4.8.3.1. <i>Dashboard</i> depósitos RMM	149
4.8.3.2. <i>Dashboard</i> depósitos RMI.....	151
4.8.3.3. Integración de <i>dashboards</i>	153
4.9. Creación formulario de terreno	154
4.9.1. Creación de mapa	154
4.9.2. Selección de campos por tipo de depósitos	154
5. Resultados	156
5.1. Características generales GDB, <i>dashboard</i> y formulario de terreno	156
5.1.2. GDB	156
5.1.3. <i>Dashboard</i>	158
5.1.3.1. Depósitos RMM	158

5.1.3.2. Depósitos RMI.....	163
5.1.3. Formulario de terreno.....	167
6. DISCUSIÓN	168
6.1. Necesidad de un usuario encargado de la GDB.....	168
6.2. Selección de datos para <i>dashboards</i>	170
6.3. Selección de campos para el formulario de terreno	170
7. CONCLUSIÓN	171
8. REFERENCIAS	174
ANEXOS	181

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. 1. Mapa de Ubicación del área de estudio	3
2. 1. Mapa de ubicación de las unidades del ciclo tectónico Pampeano en Chile	9
2. 2. A) Mapa de ubicación para las Unidades asignadas al ciclo tectónico Famatiniano en el B) norte de Chile y C) Chile sur central	10
2. 3. Mapa de ubicación de las unidades del ciclo tectónico Gondwánico. A) Al norte de los 33°S. B) Entre los 33° y 44°S. C) Al sur de los 44°S	12
2. 4. Mapa de ubicación de las unidades sedimentarias, volcánicas e intrusivas Pre-andinas entre los 20°S y 41°S	14
2. 5. Mapa de ubicación de unidades durante la primera etapa del ciclo Andino al norte de los 39°S	16
2. 6. Mapa de ubicación de las unidades desarrolladas durante la segunda etapa de la evolución Andina entre 18°S y 39°S	17
2. 7. Mapa de ubicación de los depósitos de la primera etapa de la evolución patagónica	19
2. 8. Mapa de ubicación de las cuencas de Aysén y Magallanes y del Batolito Patagónico durante la segunda etapa de la evolución andina en la Patagonia	20
2. 9. a) Mapa del centro-norte de Chile mostrando los depósitos asociados a cada franja metalogénica y (b) Escala de tiempo geológica mostrando el periodo de generación los depósitos asociados a cada franja	22
2. 10. Depósitos minerales asociados a la Franja del Jurásico	23
2. 11. Depósitos minerales asociados a la Franja del Cretácico Inferior	24
2. 12. Depósitos asociados a la franja del Paleoceno-Eoceno temprano	25
2. 13. Pórfidos de Cu-Mo en el norte de Chile pertenecientes a la franja del Eoceno tardío – Oligoceno temprano	26
2. 14. Depósitos epitermales de metales preciosos y pórfidos ricos en Au del Mioceno en el norte de Chile	27
2. 15. Pórfidos de Cu-Mo del Mioceno tardío-Plioceno temprano en Chile central	28
3. 1. Relaciones entre subconjuntos en el SIA Yacimientos	33
4. 1. Esquema de un sistema hidrotermal asociado a un intrusivo	82
4. 2. Esquema de un ambiente metamórfico de contacto	83
4. 3. Esquema de un lago salino	84
4. 4. Ambientes geotectónicos presentes en una zona de subducción tipo chilena	86
4. 5. Sistemas de esfuerzos principales	88
4. 6. Selectores de categoría aplicados a los recursos explotados en los depósitos	149
4. 7. Mapa central del <i>dashboard</i> depósitos RMM	149
4. 8. Lateral izquierdo del <i>dashboard</i> de depósitos RMM	150

4.	9.	Lateral derecho del <i>dashboard</i> de depósitos RMM	150
4.	10.	<i>Dashboard</i> depósitos RMM	151
4.	11.	Selectores de categoría aplicado al grupo del recurso principal y el recurso principal explotado en el depósito	151
4.	12.	Lateral izquierdo del <i>dashboard</i> de depósitos RMI	152
4.	13.	Lateral derecho del <i>dashboard</i> de depósitos RMI	152
4.	14.	<i>Dashboard</i> depósitos RMI	153
4.	15.	Visor institucional del SIA Yacimientos	154
5.	1.	Gráfico de barras de número de depósitos por región	158
5.	2.	Gráfico de torta del tipo de explotación de los depósitos	159
5.	3.	Gráfico de torta del recurso principal primario de los depósitos	160
5.	4.	Gráfico de torta del modelo de depósitos	160
5.	5.	Gráfico de torta del tamaño de depósitos	161
5.	6.	Gráfico de torta de modelo de depósitos filtrados por tamaños de depósitos grande o muy grande	162
5.	7.	Gráfico de edad de mineralización o alteración de los depósitos filtrados por tamaños de depósitos grande o muy grande	162
5.	8.	Gráfico de torta de las edades de mineralización o alteración de los depósitos	163
5.	9.	Gráfico de barras de número de depósitos por región	164
5.	10.	Gráfico de torta de depósitos por grupo del recurso principal	165
5.	11.	Gráfico de torta del ambiente geológico local por depósitos	166
5.	12.	Gráfico de torta del tamaño de los depósitos	166

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página	
3. 1.	Lista de validación Intensidad del SIA Yacimientos	29
3. 2.	Primera fila del dominio Intensidad de la GDB de depósitos minerales ...	30
3. 3.	Primeras 21 columnas del subconjunto TIPO ALTERACION del SIA Yacimientos	31
3. 4.	Identificadores 19, 20 y 21 de la lista de validación Ambiente Geotectónico del SIA Yacimientos	32
3. 5.	Identificadores 64 y 194 de la lista de validación Litología del SIA Yacimientos con igual definición	32
4. 1.	Pórfido dacítico en las hojas Repeticiones mayores_a_0 y Repes>0_y_sin_duplicados del catastro de SIA LITOLOGIA	36
4. 2.	Lista de Validación Estado (con la totalidad de sus elementos) del SIA Yacimientos	37
4. 3.	Dominio Estado (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	37
4. 4.	Dominio Usuario (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	38
4. 5.	Dominio Proyección UTM (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	39

4. 6.	Lista de validación Método Ubicación (con la totalidad de sus elementos) del SIA Yacimientos	39
4. 7.	Dominio Método Ubicación (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	39
4. 8.	Lista de Validación Tamaño Yacimiento (con la totalidad de sus elementos) del SIA Yacimientos	42
4. 9.	Dominio Tamaño Depósitos (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	42
4. 10.	Categoría de tamaño de los depósitos metalíferos de acuerdo con el recurso y contenido metálico fino	42
4. 11.	Lista de validación Actividad Yacimiento (con la totalidad de sus elementos) del SIA Yacimientos	44
4. 12.	Dominio Actividad Depósito (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	44
4. 13.	Lista de validación Tipo Explotación (con la totalidad de sus elementos) del SIA Yacimientos	45
4. 14.	Dominio Tipo Explotación (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	45
4. 15.	Elementos con menciones de la lista de validación Estado Mina del SIA Yacimientos	48
4. 16.	Dominio Estado Depósito (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	48
4. 17.	Lista de validación Escala Explotación (con la totalidad de sus elementos) del SIA Yacimientos	47
4. 18.	Dominio Escala Explotación (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	47
4. 19.	Lista de validación Accesibilidad (con la totalidad de sus elementos) del SIA de Yacimientos	49
4. 20.	Dominio Accesibilidad (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	49
4. 21.	Minerales de la lista de validación Mineral Alteración del SIA Yacimientos eliminados por no mención	50
4. 22.	Primeros 21 de 83 minerales con menciones y sin duplicidades de la lista de validación Mineral Alteración del SIA Yacimientos	50
4. 23.	21 minerales del Dominio Mineral Alteración de la GDB de depósitos minerales	51
4. 24.	Primeros 21 de 38 minerales con menciones y sin duplicidades de la lista de validación Tipo Alteración del SIA Yacimientos	53
4. 25.	Dominio Tipo Alteración (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos Minerales	53
4. 26.	Lista de validación Intensidad (con la totalidad de sus elementos) del SIA Yacimientos	56
4. 27.	Dominio Intensidad (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	56
4. 28.	10 de 10 elementos con menciones de la lista Zona del SIA Yacimientos	57
4. 29.	Dominio Zona (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	57

4.	30.	Primeros 21 de 253 elementos con menciones y sin duplicidades de la lista de validación Litología del SIA Yacimientos	59
4.	31.	Primeras 21 de 87 litologías del dominio Litología de la GDB de depósitos minerales	60
4.	32.	19 de 19 texturas con menciones y sin duplicidades de la lista de validación Textura Roca del SIA Yacimientos	72
4.	33.	Primeras 21 de 45 texturas del dominio Textura Roca de la GDB de depósitos minerales	72
4.	34.	Lista de validación Relación Mineralización (con la totalidad de sus elementos) del SIA de Yacimientos	74
4.	35.	Dominio Relación Mineralización (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	74
4.	36.	Primeros 21 de 48 elementos con menciones y sin duplicidades de la lista de validación Edad Estrat del SIA Yacimientos	75
4.	37.	Dominio Era (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	75
4.	38.	Dominio Sistema (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	76
4.	39.	Primeros 21 de 45 elementos del dominio Serie de la GDB de depósitos minerales	76
4.	40.	Dominio Método Datación (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	78
4.	41.	19 de 19 elementos con menciones de la lista de validación Ambiente General del SIA Yacimientos	79
4.	42.	20 de 20 elementos con menciones de la lista de validación Ambiente Específico del SIA Yacimientos	80
4.	43.	Dominio Ambiente Formación (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	80
4.	44.	15 de 15 elementos de la lista de validación Ambiente General que conforman el dominio Ambiente Formación de la GDB de depósitos minerales	81
4.	45.	18 de 18 elementos con menciones de la lista de validación Ambiente Geotectónico del SIA Yacimientos	85
4.	46.	Dominio Ambiente Geotectónico (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	85
4.	47.	Dominio Campo Esfuerzo (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	88
4.	48.	18 de 18 elementos con menciones de la lista de validación Forma del SIA Yacimientos	89
4.	49.	Dominio Forma (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	89
4.	50.	30 de 30 elementos con menciones de la lista de validación Estructura del SIA Yacimientos	92
4.	51.	Dominio Estructura (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	93
4.	52.	Lista de validación Premena (con la totalidad de sus elementos) del SIA Yacimientos	94

4.	53.	Lista de validación Postmena (con la totalidad de sus elementos) del SIA Yacimientos	95
4.	54.	Dominio Relación Mineralización Estructura (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	95
4.	55.	Dominio Tipo Recurso Minero (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	96
4.	56.	Dominio Tipo Reserva (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	97
4.	57.	Dominio Tipo Análisis (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	98
4.	58.	Dominio Resultado Analítico (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	99
4.	59.	37 de 37 elementos con menciones de la Lista de validación Modelo de Yacimiento del SIA Yacimientos	100
4.	60.	Dominio Modelo Depósitos (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	100
4.	61.	Primeros 33 de 79 elementos con menciones y sin duplicidad de la lista de validación Recurso RMM RMI del SIA Yacimientos	102
4.	62.	Dominio RMM (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	103
4.	63.	Primeros 21 de 56 elementos del Dominio Anomalía de la GDB de depósitos minerales	104
4.	64.	Primeros 24 de 289 elementos con menciones y sin duplicidades de la lista de validación Mineral Mena Ganga del SIA Yacimientos	105
4.	65.	Primeros 21 de 150 elementos del dominio Mena de la GDB de depósitos minerales	105
4.	66.	Primeros 21 de 114 elementos del dominio Ganga de la GDB de depósitos minerales	111
4.	67.	Dominio Abundancia (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	115
4.	68.	Lista de validación Textura Mineral (con la totalidad de sus elementos) del SIA Yacimientos	115
4.	69.	Dominio Estilo Mineralización (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	115
4.	70.	Dominio Unidad Metalogénica Mineralizadora (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	117
4.	71.	Dominio Código Unidad Metalogénica Mineralizadora (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	117
4.	72.	Primeros 21 de 95 elementos del Dominio RMI de la GDB de depósitos minerales	118
4.	73.	Dominio Característica Relevante (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales	120
4.	74.	Forma de ordenamiento de la información en el SIA Yacimientos	120
4.	75.	Identificadores de la lista de validación Litología asociados al depósito 108 del SIA Yacimientos	121
4.	76.	Formato de ordenamiento de la GDB de depósitos minerales	121
4.	77.	Porción del subconjunto LITOLOGIA de los depósitos de tipo RMM	122

4.	78.	Campos con reglas de restrictivas para campos vacíos según clase de entidad	145
4.	79.	Campos con reglas de restrictivas para duplicidades según clase de entidad	146

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Página
A1	Módulo encargado de la creación del libro Excel para catastros 182
A2	Módulo encargado de crear la hoja con la lista de validación del SIA Yacimiento a catastrar
A3	Módulo encargado de crear la hoja “Catastro” de la lista de validación a catastrar
A4	Módulo encargado de crear la hoja “Repeticiones_mayores_a_0” de la lista de validación a catastrar
A5	Módulo encargado de crear la hoja “Repes>0_y_sin_duplicados” de la lista de validación a catastrar
A6	Módulo encargado de estructurar y relacionar el identificador de yacimiento con el o los identificadores de mina que se le asocian
A7	Parte 1 del módulo encargado de estructurar y relacionar el identificador de yacimiento con los identificadores de una lista de validación presentes en una columna dada de un determinado subconjunto del SIA Yacimientos
A8	Parte 2 del módulo encargado de estructurar y relacionar el identificador de yacimiento con los identificadores de una lista de validación presentes en una columna dada de un determinado subconjunto del SIA Yacimientos
A9	Parte 1 del módulo encargado de estructurar y relacionar el identificador de mina con los identificadores de una lista de validación presentes en una columna dada de un determinado subconjunto del SIA Yacimientos
A10	Parte 2 del módulo encargado de estructurar y relacionar el identificador de mina con los identificadores de una lista de validación presentes en una columna dada de un determinado subconjunto del SIA Yacimientos
A11	Parte 1 del módulo encargado de estructurar y relacionar el identificador de yacimiento con la información de subconjuntos que no se conectan directamente con el subconjunto SIA Yacimientos
A12	Parte 2 del módulo encargado de estructurar y relacionar el identificador de yacimiento con la información de subconjuntos que no se conectan directamente con el subconjunto SIA Yacimientos
A13	Módulo encargado de transmutar los identificadores de las listas de validación del SIA Yacimientos a los identificadores de los dominios de la GDB de depósitos minerales
A14	Estructura de la clase de entidad de los depósitos tipo RMI
A15	Estructura de la clase de entidad de los depósitos tipo RMM
B1	Anexo B1: Estructura formulario clase de entidad depósitos RMM
B2	Estructura formulario clase de entidad depósitos RMI

RESUMEN

La información es la encargada de contextualizar distintas situaciones, permitiendo que la toma de decisiones se lleve a cabo de manera concienzuda. En el mundo actual donde la información que circula por la red traspasa las fronteras de los territorios con suma facilidad, un sistema capaz de almacenar dicha información de manera óptima es menester. Esta necesidad actualmente es satisfecha por las bases de datos, que no son más que un contenedor de información capaz de almacenar gran cantidad de datos relacionados y estructurados, y que pueden ser consultados rápidamente.

El SIA (Sistema de Información Administrativo) Yacimientos es el sistema en el que SERNAGEOMIN alberga la información de los depósitos minerales del país en la forma de planillas Excel. Sin embargo, actualmente esta plataforma se encuentra desactualizada y sin margen de mejora debido a la obsolescencia de las características que la componen.

En vista de lo vital que es contar con la información de los depósitos minerales del país en una estructura ordenada que facilite un acceso eficiente a los datos, es que se decide migrar la información del SIA Yacimientos. Para ejecutar este proceso en primer lugar se debe estructurar y estandarizar la información geológica y minera del SIA Yacimientos, a fin de que se ajuste a los estándares actuales de publicaciones de SERNAGEOMIN. En segundo lugar, es imprescindible seleccionar un contenedor adecuado para dicha información.

Una GDB (*Geodatabase*) es un tipo de base de datos nativa de ESRI (*Environmental System Research Institute*), empresa dueña de los *softwares* ArcMap y ArcGIS Pro que son ampliamente utilizados por geólogos en distintas ramas de trabajo. Las GDB permiten administrar información con atributos espaciales, es decir, datos a los que se les agrega la dimensión geográfica mediante la especificación de coordenadas. Ya que la información de los depósitos minerales se ajusta de manera idónea a lo recién expuesto es que se determina el uso de una GDB como receptáculo de la información del SIA Yacimientos.

El resultado del proceso de estandarización y migración de los datos del SIA Yacimientos son 2 clases de entidad, una para los depósitos de tipo RMM (Recursos Minerales Metálicos) y otra para los depósitos de tipo RMI (Rocas y Minerales Industriales). A partir de dichas clases de entidad se crean 2 plataformas en el entorno de ArcGIS *Enterprise*: Un *dashboard* o panel de control y un formulario de terreno. Asimismo, durante este proceso se vislumbran ciertos vicios o errores de los geólogos de la URM (Unidad de Recursos Minerales) a la hora de ingresar información de los depósitos minerales, tales como duplicidad de datos en conjuntos de campos que describen la misma característica (e.g. litología, minerales de mena, minerales de ganga, minerales de alteración), inserción de edades máximas de menor data que las edades mínimas, uso de conceptos geológicos vagos dentro de campos específicos, por ejemplo, incorporar un rango de litologías al campo de litología, entre otros.

El *dashboard* y el formulario de terreno, pero por sobre todo la GDB pueden ser objeto de mejora, actualización o reconfiguración. Además, producto de lo expuesto en el párrafo anterior su información debe ser de revisada y mantenida, por lo que es necesario un usuario con conocimiento geológico que se encuentre familiarizado en el uso de GDB para que se encargue de estos procesos. Dicho encargado permitiría mantener un flujo de trabajo óptimo tanto en la URM como con las demás unidades con las que esta se relaciona, tal como el caso de la Unidad de Sistemas de Información Geológica (USIG).

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Presentación

Disponer de información organizada, realizar búsquedas e ingresar nueva *data* de manera rápida son las principales ventajas de las bases de datos. Si a dichas ventajas se le adiciona la componente espacial, entran en juego las *geodatabases* (GDB), las cuales permiten salvaguardar la integridad de la información contenida en ellas mediante reglas de atributos, valores contingentes y dominios, a la vez que posibilitan la gestión de cantidades ingentes de *data* geográfica y geológica que puede presentarse en forma de puntos, líneas o polígonos.

Una GDB es un formato de almacenamiento propio del *Environmental System Research Institute* (ESRI) y pueden ser creadas y/o manipuladas haciendo uso de alguno de sus 2 *software* más conocidos: ArcMap y ArcGis Pro. Una GDB es una herramienta que es moldeable a las necesidades del usuario y, por ende, si es que esta está bien construida puede aumentar la eficiencia de la toma de datos en terreno o el almacenamiento de grandes cantidades de información, en este caso, de depósitos minerales asociados a sus características geológicas y mineras. Las posibilidades solo se limitan a las necesidades del usuario.

El Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) al ser una entidad estatal cuyos objetivos son generar, mantener y divulgar conocimiento geológico con el fin de velar por el bienestar de la comunidad y contribuir al desarrollo de la minería nacional, cuenta con GDB de distinto tipo sin embargo, carece de una muy importante, la cual se relaciona con los depósitos minerales de Chile.

A pesar de que SERNAGEOMIN no posee una GDB de depósitos minerales, si tiene una plataforma para dichos depósitos. Esta plataforma fue creada en 2009, mediante el trabajo conjunto de la Unidad de Sistemas de Información Geológica (USIG) y de la Unidad de Recursos Minerales (URM) pero actualmente se encuentra obsoleta y sin capacidad de mantención. En virtud de lo recién expuesto, es imperioso para SERNAGEOMIN contar con una GDB de depósitos minerales que, en base a su diseño, operatividad y facilidad de uso permita satisfacer las funcionalidades con las que el anterior sistema no cuenta. Para ello, es necesaria la revisión de conceptos geológicos

desactualizados y que no forman parte de los estándares utilizados para las publicaciones oficiales de la Subdirección Nacional de Geología del SERNAGEOMIN y una reestructuración de los datos.

1.2. Trabajos previos

La plataforma de información a la que se hace alusión previamente es el Sistema de Información Administrativo de Yacimientos (SIA Yacimientos) el cual es uno de los resultados del proyecto INNOVA-CORFO, titulado “Información Geocientífica para Fomento de la Exploración Minera en Chile”, entre cuyos objetivos se menciona procesar información geográfica, geológica y minera de los depósitos minerales de Chile comprendidos desde la Región XV a la VI y construir una estructura de base de datos capaz de contener la información que permiten caracterizar dichos depósitos, especialmente para fines de exploración minera.

La información de referencia para crear la estructura del SIA Yacimientos corresponde a las planillas y fichas de Yacimientos Metálicos de la III Región realizadas por Vivallo y otros (2008), así como publicaciones, estudios y bases de datos regionales previas, incluyendo la información de Rocas y Minerales Industriales publicada por SERNAGEOMIN en la Serie Recursos Minerales y Energéticos (Gajardo y otros, 2003).

La estructura del SIA Yacimientos fue desarrollada con la participación conjunta de los geólogos de la Unidad de Recursos Minerales (URM) y optimizada por la Unidad de Sistemas de Información Geológica (USIG), por medio de ajustes sucesivos del modelo de datos en base al procesamiento sistemático de la información existentes, la que es reestructurada, normalizada y estandarizada (Ulloa y otros, 2009; Muñoz y otros, 2009).

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Modernizar y mejorar el SIA Yacimientos con el que actualmente cuenta SERNAGEOMIN, de tal modo que se facilite la manipulación, descarga e ingreso de información en el sistema.

1.3.2. Objetivos específicos

- 1) Simplificar y estandarizar los conceptos (geológicos, mineros, espaciales, entre otros) utilizados para la caracterización de depósitos minerales.
- 2) Optimizar la captura y actualización en terreno de la información de depósitos minerales en tiempo real.
- 3) Administrar los datos normalizados y realizar búsquedas de la información a nivel país.
- 4) Dar respuesta a solicitudes de información de depósitos de forma expedita e inmediata.

1.4 Ubicación y accesos

Puesto que el resultado principal de la presente memoria de título es una GDB que alberga de manera ordenada y estructurada la información geográfica, geológica y minera de los depósitos que anteriormente estaban contenidos en el SIA Yacimientos, y que a su vez dicho conjunto de datos cuenta con información de depósitos a lo largo y ancho de todo del territorio nacional, el área de estudio es Chile en su totalidad (Figura 1.1).



Figura 1.1: Mapa de Ubicación del área de estudio.

1.5. Metodología de trabajo

Este trabajo se realiza mediante el análisis de los subconjuntos de información contenido en el SIA Yacimientos y las relaciones que hay entre ellos, con la finalidad de extraer, ordenar, simplificar y normalizar la totalidad de la información asociada a cada depósito.

En los siguientes párrafos se detallan las etapas llevadas cabo en este trabajo.

1.5.1. Etapa de gabinete 1

Esta etapa corresponde a la revisión exhaustiva del SIA Yacimientos, con especial énfasis en los apartados geológicos, para lograr la simplificación y estandarización de los conceptos utilizados.

A modo general, durante esta etapa se revisa cada lista de validación del SIA Yacimientos para descartar aquellos elementos que no tienen un fundamento geológico, que no están actualizados o que se repiten.

1.5.2. Etapa de gabinete 2

En esta etapa se traspa el conjunto de datos ya depurados y estandarizados a una GDB que permite visualizar y editar los proyectos desde gabinete, así como también realizar consultas por parte de usuarios externos a la URM. Esta nueva GDB posee la función de permitir cargas masivas de nuevos datos estableciendo un formato organizado, definiéndose para ello una estructura de campos a utilizar para la creación de depósitos minerales nuevos, así como también para la carga masiva por actualización.

1.5.3. Etapa de gabinete 3

En esta fase se construye un visor que está disponible tanto para usuarios internos como externos a SERNAGEOMIN que permite el trabajo con los datos contenidos en la GDB. Dicho visor es un *dashboard* similar al del Sistema de Información Geológica de Exploración (SIGEX) que muestra la información asociada a los depósitos.

1.5.4. Etapa de gabinete 4

En esta etapa se genera una aplicación/interfaz de terreno, mediante del módulo “*Field Maps*” de ArcGIS *online* que permite la captura/edición de datos de depósitos minerales en terreno. Esta aplicación es adaptable a equipos portátiles (Getac, tablets, celular) para ejecución en modo *offline/online* del sistema, con datos y funciones necesarias para el trabajo en terreno.

1.5.5. Etapa de gabinete 5 / terreno

En esta última etapa se verifica el correcto funcionamiento de la GDB, el *dashboard* y el formulario de terreno. Las pruebas realizadas a la GDB consisten en la inserción, eliminación y actualizaciones de depósitos minerales. El *dashboard* es sometido a filtros a través de los gráficos que lo componen, así como un escrutinio riguroso de su mapa central. Por último, el formulario de terreno es probado mediante inserción de nuevos depósitos. tanto en modo *online* como *offline*, en una campaña de terreno llevada a cabo en la carta Aguas Blancas, región de Antofagasta desde el 5 al 13 de septiembre.

1.6. Alcances y limitaciones

El alcance de este trabajo es la generación de una GDB estructurada, la cual contiene conceptos geológicos estandarizados. Esta GDB a su vez esta reforzada con reglas de atributo y valores contingentes que permiten por una parte mantener la integridad de la información y por otra evitar errores de tipo humano. La GDB funciona como un cimiento de las demás características que se le anexan, es decir, el *dashboard* y el aplicativo de terreno.

El *dashboard* tiene como fin hacer accesible e interactiva la experiencia tanto de usuarios externos como internos a SERNAGEOMIN con los depósitos minerales que existen en el país. Sin embargo, esto no implica que la información pueda ser descargada por cualquier individuo ya que esto queda sujeto a los lineamientos de SERNAGEOMIN.

El aplicativo de terreno busca hacer más eficiente la toma de datos en terreno mediante el uso de dispositivos móviles conectados directamente a la GDB, por lo que la información capturada en terreno es sincronizada al momento en que el geólogo conecta su dispositivo a una red *internet*.

En cuanto a las limitaciones con las que cuenta el presente trabajo, estas provienen principalmente de la validez de la información del SIA Yacimientos, ya que a lo largo de este trabajo se hacen patente ciertos vicios a la hora de ingresar información de depósitos, tales como repetir información contenida ya en un campo, en otro, listas de validación que contienen elementos que no deberían formar parte de dicha lista de validación debido a la diferencia de temáticas tratadas, la existencia de registros a los que faltan campos vitales como el recurso asociado, entre otros.

1.7. Agradecimientos

Primero, expresar mi gratitud a la Unidad de Recursos Minerales y a la Unidad de Sistemas de Información Geológica, pero en específico a Ximena Piñana, Guillermo López y Hugo Neira, quienes creyeron en mis capacidades para llevar a cabo este proyecto. Gracias por la buena onda que siempre mostraron durante el sin número de reuniones que tuvimos, por enseñarme conceptos geológicos que no manejaba y por siempre sacarme una sonrisa.

Segundo, agradecer a todas las personas que forman parte del Departamento de Ciencias de la Tierra ya que en su seno pude formar el pilar de conocimientos con los que debe contar un geólogo. En específico, dar las gracias a Fernanda Álvarez, mi profesora patrocinante, quien siempre tuvo una excelente disposición a la hora de resolver mis dudas.

Tercero, agradecer a mi madre, mi padre y mis 2 hermanos por todo el apoyo y la confianza que me han brindado, creyendo en mí incluso en momentos en que yo no lo hice.

Cuarto, dar gracias a todos mis amigos de la universidad (Augusto, Lorenzo, Claudio, Cristian, Dilan) por esas inolvidables tardes de fútbol, esas reuniones *online* quemándonos las pestañas para que nos fuera bien en los certámenes, pero sobre todo por su incondicional compañía. Obviamente mis amigos externos no pueden quedar fuera (Álvaro, Luciano, Lucas, Jorge, Diego). Les doy gracias por su apañe, esas juntas *express* que pueden caer ya sea a mediado de semana como en el finde y sobre todo por estar conmigo por casi una década (aunque tu Jorge vas por las 2 jajaja).

Quinto y último, agradecerles a todas esas personas que comparten su conocimiento de manera libre y desinteresada a través de foros, plataformas web, videos de Youtube, etcétera. Sin su ayuda, muchas de las cosas que hice en minutos podrían haberse convertido en horas o incluso días.

2. MARCO GEOLÓGICO

2.1. Marco geotectónico

Durante la mayor parte de su historia el margen occidental de Sudamérica ha sido un margen de placa activo. La evolución desde el Proterozoico tardío al Paleozoico tardío se caracteriza por la acreción de terrenos y una migración del arco hacia el oeste y puede ser descrita como una historia colisional. Durante el post-Triásico, procesos acrecionarios también son documentados, aunque la evolución durante este período está caracterizada principalmente por una retirada hacia el este del margen continental y una migración también hacia el este del arco, que se atribuye a un proceso de subducción erosiva. El período intermedio, que comprende el Pérmico tardío y el Triásico, corresponde a un episodio de subducción nula o muy lenta a lo largo del margen continental, durante el cual se desarrolla una organización paleogeográfica específica y un magmatismo ampliamente distribuido, que cuenta con diferentes tipos de afinidades. Finalmente, desde el Jurásico temprano al presente ocurre una etapa que es producto de la evolución hacia un margen continental activo de Gondwana occidental, y que se caracteriza por la reanudación de la subducción lo cual crea el magmatismo de arco andino. En vista de lo descrito, es posible diferenciar grandes etapas en la evolución tectonoestratigráfica de los Andes chilenos, que a su vez pueden relacionarse con los siguientes episodios en la evolución de los supercontinentes: (1) ruptura post-Pangea II; (2) formación de Gondwana y (3) ruptura de Gondwana. Estas etapas pueden, por su parte, subdividirse en ciclos tectónicos más cortos, separados entre sí por discordancias regionales o por cambios paleogeográficos significativos que indican la ocurrencia de drásticos acontecimientos tectónicos en el margen continental (Charrier y otros, 2007).

2.1.1. Ciclo tectónico Pampeano (Proterozoico tardío-Cámbrico temprano)

Debido al escaso registro geológico de este ciclo en Chile, reconstrucciones paleotectónicas para el Proterozoico tardío y el Paleozoico temprano provocan debate, no obstante, algunos autores están a favor de que, en ese tiempo, Laurentia se encontraba migrando hacia el norte a lo largo del margen occidental de Gondwana (margen occidental de la actual Sudamérica), con una rotación en el sentido de las agujas del reloj. Estos mismos autores proponen que durante su desplazamiento,

dicho bloque alóctono interactúa repetidamente con Gondwana, resultando en deformación en el margen occidental del supercontinente y en la separación de fragmentos del bloque, los cuales posteriormente son acrecionados al continente (Dalziel y otros, 1994). Dichos fragmentos son el Terreno de Arequipa-Antofalla, Arequipa Massif y Precordillera (Ramos, 1994; Loewy y otros, 2004). Aunque no se sabe la edad exacta de estos eventos colisionales, el evento principal probablemente ocurre durante el Ordovícico, es decir, durante el ciclo tectónico Famatiniano (Bahlburg y Hervé, 1997; Thomas y Astini, 2003). Otros autores plantean que la región donde actualmente se ubica el norte de Chile y Argentina, durante el período antedicho fue un margen asociado a un cinturón móvil (Cuenca Puncoviscana) localizado al este, con eventos acrecionarios que tienen lugar hacia el sur (Lucassen y otros, 2000). La evidencia geológica de este ciclo tectónico en el territorio nacional se concentra en el norte (Figura 2.1) y corresponden a rocas no estratificadas (Charrier y otros, 2007). Damm y otros (1990) obtiene edades del Proterozoico tardío ($777 \pm 36 / -35$ Ma) en granodioritas en la localidad de Sierra Limón verde, mientras que Díaz y otros (1985) en la localidad de Mejillones datan también una granodiorita obteniendo edades del Cámbrico temprano (530 Ma).



Figura 2.1: Mapa de ubicación de las unidades del ciclo tectónico Pampeano en Chile. Las unidades de este ciclo se encuentran representadas por el color calipso. Modificado de Charrier y otros (2007).

2.1.2. Ciclo tectónico Famatiniano (Cámbrico tardío-Devónico temprano)

Las interacciones entre Laurentia y Gondwana durante este ciclo no difieren significativamente de las condiciones existentes durante el ciclo Pampeano. El terreno de Arequipa Antofalla y el de Precordillera en la parte centro-occidental de Argentina (que según Bahlburg y Hervé (1997); Thomas y Astini (2003) se desprende de Laurentia en el Cámbrico temprano) colisionan con Gondwana durante el Ordovícico. Más específicamente, de acuerdo con Bahlburg y Hervé (1997) la colisión del terreno Arequipa-Antofalla ocurre en el Ordovícico Medio (Evento Guadacol), mientras que la colisión de Precordillera, según Thomas y Astini (2003) sucede en el Ordovícico tardío (Fase tectónica Oclóyica). La evidencia geológica de este ciclo tectónico se halla tanto en el norte como en el sur de Chile (Figura 2.2). En el norte, rocas estratificadas del Ordovícico han sido reportadas solo en el flanco oeste de la cordillera de los Andes (Complejo Ígneo y Sedimentario la Lila (CISL) y Aguada de la Perdiz). En el sur, rocas estratificadas probablemente del Silúrico son mencionadas por Tavera (1983) en Lumaco. Estas rocas corresponden a porciones levemente metamorfizadas del protolito de la Serie Oriental del Basamento Metamórfico que aflora en la cordillera de la costa en Chile sur central. Las rocas plutónicas asignadas a este ciclo son los plutones Pingo Pingo, Tilopozo, Tucúcaro (estos 3 plutones intruyen al CISL), Tambillo, Alto del Inca y Choschas.

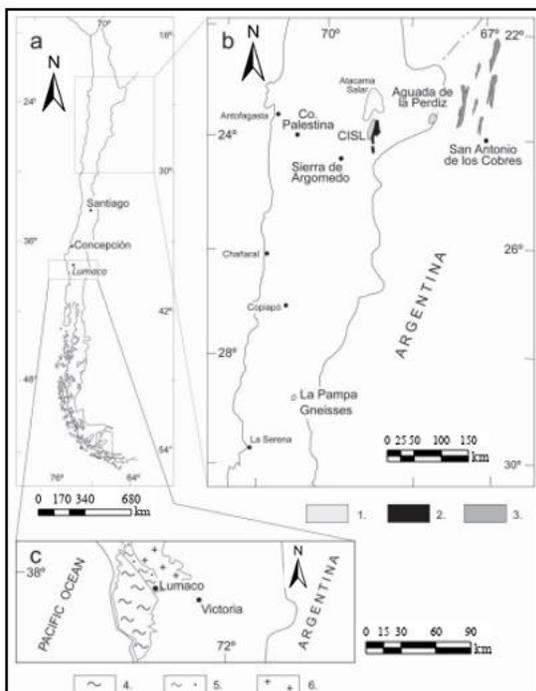


Figura 2.2: A) Mapa de ubicación para las unidades asignadas al ciclo tectónico Famatiniano en el B) norte de Chile y C) Chile sur central. 1, depósitos en el norte de Chile; 2, plutones Pingo Pingo, Tilopozo, Tucúcaro, Tambillo, Alto del Inca y Choschas; 3, Formación Coquena y Grupo Calalaste en Argentina; 4, Esquistos de la Serie Occidental del Basamento Metamórfico; 5, Pizarras, filitas y metaareniscas de la Serie Oriental del Basamento Metamórfico; 6, Granitoides del Carbonífero-Pérmico del Batolito Costero. Modificado de Charrier y otros (2007).

2.1.3. Ciclo tectónico Gondwánico (Devónico tardío-Pérmico temprano)

El ciclo tectónico Gondwánico ocurre en un período de tiempo que abarca entre 40 a 50 Ma, es decir, en el transcurso en que se forma Gondwana. Este proceso sucede durante un estadio de rápida convergencia, donde las resultantes interacciones entre la litósfera oceánica y Gondwana occidental, determinan la formación de oeste a este de las siguientes unidades morfoestructurales: Complejo Acrecionario, Cuenca de Antearco, Arco Magmático y Cuenca de Trasarco.

En el norte de Chile (norte de los 33°S) las rocas que pertenecen a este ciclo se encuentran tanto en los márgenes orientales como occidentales del país y corresponden a unidades sedimentarias (sucesiones marinas turbidíticas y de plataforma), metamórficas (*e.g.* complejo metamórfico el Transito (CMT), complejo metamórfico Choapa (CMC)) e intrusivos tales como el Batolito Sierra Castillo ubicado en las cercanías de Copiapó (Charrier y otros, 2007). Por su parte, entre los 33°S y los 46°S, las rocas relacionadas a este ciclo están casi exclusivamente expuestas a lo largo de la parte occidental de la cordillera de la costa y corresponden a rocas metamórficas (Basamento Metamórfico) que son intruidas por el Batolito Costero (Hervé y otros, 1988). Al sur de los 46°S, los afloramientos corresponden a rocas metamórficas principalmente y se hallan a ambos lados del Batolito Patagónico. Específicamente el flanco oriental se compone del complejo metamórfico de los Andes Orientales, complejo ígneo y metamórfico Puerto Edén y El complejo metamórfico cordillera de Darwin. A su vez, en el sector occidental se hallan los complejos metamórficos Madre de Dios, Diego de Almagro y Diego Ramírez (Figura 2.3).

Un evento importante que señala Ramos y otros (1984) es la colisión de Chilenia en contra de Gondwana (fase orogénica Chánica), la cual habría ocurrido durante el Devónico Medio al Devónico tardío. Este proceso de acreción de terrenos al continente determina que, una vez reiniciada la subducción en el Jurásico temprano, el nuevo arco magmático se desplace hacia el oeste del arco magmático del Paleozoico, a lo largo de la actual cordillera de la costa.

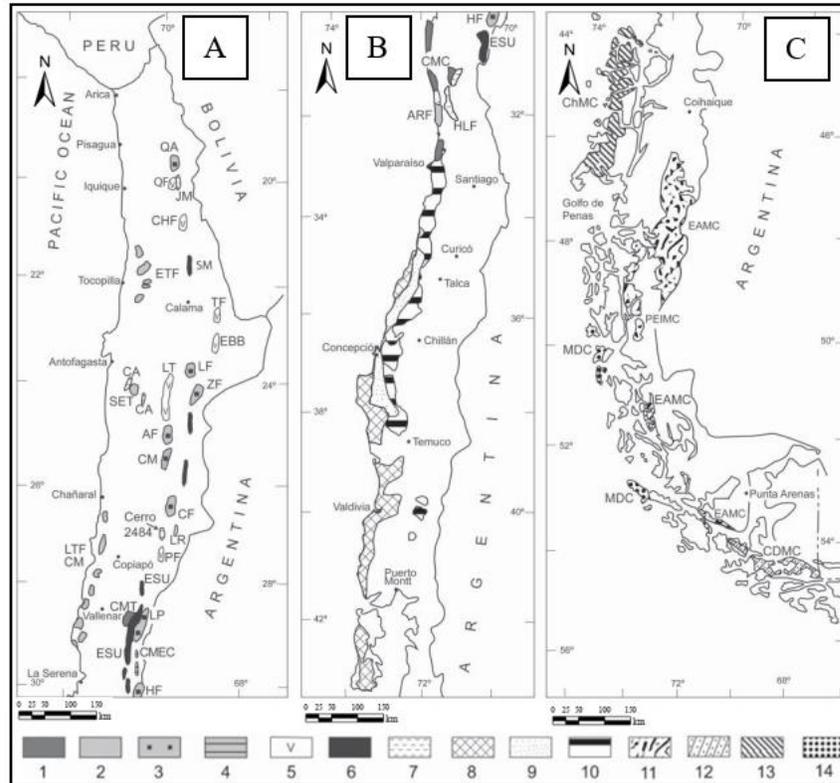


Figura 2.3: Mapa de ubicación de las unidades del ciclo tectónico Gondwánico. A) Al norte de 33°S. B) Entre 33° y 44°S. C) Al sur de 44°S. 1, Unidades metamórficas: complejo metamórfico del Choapa (CMC) y complejo metamórfico El Tránsito (CMT). 2, Unidades metasedimentarias y depósitos sedimentarios occidentales. 3, Depósitos sedimentarios orientales. 4, complejo metamórfico El Cepo (ECMC). 5, Depósitos volcánicos. 6, Unidades plutónicas: Sierra del Medio y Sierra de Moreno (SM) y más al sur a lo largo de la Cordillera de Domeyko entre 24° y 27°S, Superunidad Elqui (ESU). 7, Formación Juan de Morales (JM), Formación Cerro El Árbol (CA), Formación Las Represas (LR), Lecho Cerro 2.484, Formación Huentelauquén y Lecho Quebrada Mal Paso (HLF). 8, Serie Occidental del Basamento metamórfico. 9, Serie Oriental del Basamento Metamórfico. 10, Granitoides del Carbonífero tardío y Pérmico temprano, formando principalmente el Batolito Costero. 11, complejo metamórfico Andes Orientales (EAMC) y complejo ígneo y metamórfico Puerto Edén (PEIMC). 12, complejo metamórfico cordillera Darwin (CMDC). complejos metamórficos occidentales (al oeste del Batolito Patagónico). 13, complejo metamórfico Chonos (ChMC). 14, complejo Madre de Dios (MDC). Modificado de Charrier y otros (2007).

2.1.4. Ciclo tectónico Pre-Andino (Pérmico tardío-Jurásico temprano)

Este ciclo comienza después de la fase final de conformación de Gondwana y antes del crecimiento del arco magmático del Jurásico temprano. Durante este período la subducción a lo largo del

margen continental es interrumpida o al menos considerablemente disminuida. Este ciclo podría ser atribuido principalmente a los períodos Pérmico y Triásico, aunque, concretamente, las condiciones tectónicas de cese de subducción que prevalecieron durante este ciclo inician en el Pérmico temprano tardío, terminando en el Jurásico temprano, con el reinicio de la subducción y su actividad magmática asociada.

Las curvas de migración polar de América del Sur y África (Vilas y Valencio, 1978) muestran que, tras un periodo de rápida deriva continental en el Paleozoico tardío, se produce una pausa completa o casi completa de la deriva continental de Gondwana entre el Pérmico tardío y el Jurásico temprano. Este periodo estacionario se ha atribuido a la consolidación final del megacontinente, lo que produjo nuevas condiciones tectónicas en el margen occidental de Gondwana. Estas condiciones favorecen la acumulación de calor en el manto superior, la fusión de la corteza inferior, y la producción de enormes volúmenes de magmas en la costa norte de Chile (Berg y Breitskreutz, 1983; Berg y otros, 1983), en los altos Andes chilenos (Kay y otros, 1989; Mpodozis y Kay, 1990) y en la vertiente Argentina de los Andes (Llambías y Sato, 1990; Llambías y otros, 1993). Los rasgos distintivos del ciclo Pre-Andino son, por tanto, el desarrollo de una actividad magmática abundante y ampliamente distribuida, esencialmente silícica, y una paleogeografía dominada por cuencas extensionales orientadas en la NNO-SSE (Charrier, 1979). Esta organización paleogeográfica se desarrolla únicamente en el margen continental de Gondwana, es decir, en el actual Chile y la zona occidental de Argentina (Uliana y Biddle, 1988) (Figura 2.4). Este ciclo es separado en 2 etapas de *rifting*: La primera data del Pérmico tardío, mientras que la segunda ocurre en el Noriano (Triásico Superior). Las unidades geológicas formadas en este ciclo corresponden a lavas y depósitos piroclásticos representados por ejemplo por la Formación Peine ubicada al oriente del Salar de Atacama entre los 23°S y los 24°S, sucesiones sedimentarias de origen marino (*e.g.* Formación San Félix) o continental (*e.g.* Formación Cifuncho) e intrusivos que afloran en los altos Andes entre los 24°S y los 31°S (Mpodozis y otros, 1983) y a lo largo de la costa entre Chañaral (26°30'S) y San Antonio (34°S).

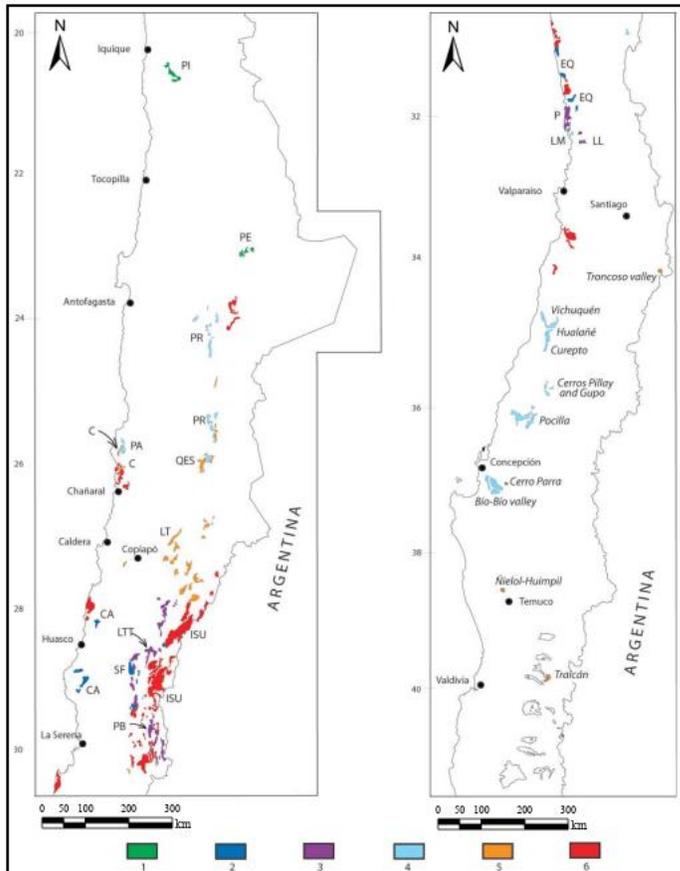


Figura 2.4: Mapa de ubicación de las unidades sedimentarias, volcánicas e intrusivas Pre-andinas entre los 20°S y 41°S. 1, depósitos volcánicos y volcanoclásticos silíceos más antiguos; 2, depósitos marinos de la Primera Etapa; 3, depósitos volcánicos y volcanoclásticos silíceos que preceden a la Segunda Etapa; 4, depósitos marinos de la Segunda Etapa; 5, depósitos continentales de la Segunda Etapa; 6, rocas intrusivas. Abreviaturas de los nombres de las formaciones: C, Cifuncho; CA, Canto del Agua; EQ, El Quereo; LL, La Ligua; LM, Los Molles; LT, La Ternerera; LTT, La Totorera; P, Pichidangui; PA, Pan de Azúcar; PB, Pastos Blancos; PE, Peine y Cas; PI, Pintados; PR, Profeta (parte inferior); QES, Quebrada El Salitre; SF, San Félix; T, Tuina. Abreviatura de unidad granitoide: ISU, Superunidad de Ingaguás. Modificado de Charrier y otros (2007).

2.1.5. Ciclo tectónico Andino (Jurásico temprano tardío-presente)

El ciclo tectónico Andino comienza en el Jurásico temprano, una vez que el período de inactividad en el movimiento de placas cesa y se renueva la subducción. Este ciclo tectónico refleja la evolución del margen continental activo de Gondwana occidental y Sudamérica, durante la ruptura continental de Gondwana. La subducción renovada crea el magmatismo de arco andino que ha continuado casi de manera ininterrumpida hasta la actualidad.

En la evolución de este ciclo en Chile es posible diferenciar 2 regiones con diferentes desarrollos paleogeográficos: Al norte de los 39°S y al Sur de los 42°S. La zona entre estas dos regiones representa una especie de área abovedada (*swell*) con una orientación aproximadamente NNO-SSE que separa las cuencas desarrolladas al norte de 40°S y al sur de 42°S (Maksaev y otros, 2007)

2.1.5.1. Zona al norte de los 39°S

Primera etapa: Jurásico temprano-Cretácico temprano

La primera etapa del ciclo Andino en la región al norte de los 39°S (Figura 2.5) se caracteriza por el desarrollo de una nueva organización paleogeográfica que se distingue por el crecimiento de un arco magmático orientado mayormente N-S, a lo largo de lo que actualmente es la cordillera de la costa, y el crecimiento de una cuenca de trasarco hacia el este.

Es probable que durante esta primera etapa del ciclo tectónico Andino el acople entre la placa oceánica, vieja y por ende fría, con el margen occidental de Gondwana fuera bajo. El señalado bajo acople entre placas sería la principal causa del florecimiento de las condiciones extensionales durante el crecimiento del arco y la cuenca de trasarco. Dichas condiciones son mantenidas por la mayor parte del Jurásico y el Cretácico temprano, lo que permite una intensa actividad magmática que emplaza grandes plutones contemporáneos con el volcanismo a lo largo del arco, y una abundante sedimentación en la cuenca de trasarco.

Esta etapa puede ser subdividida en subetapas. La primera abarca desde el Jurásico Inferior al Jurásico Superior y se caracteriza por actividad intensa en el arco y el desarrollo de un ciclo marino transgresivo-regresivo en las cuencas de trasarco. La segunda comprende desde el Jurásico Superior al Cretácico Inferior y se distingue por una actividad de arco atenuada y por un segundo ciclo transgresivo-regresivo en el trasarco. Durante esta etapa se emplazan depósitos estratoligados de Cu-(Ag) en lo que actualmente es la costa de Chile (entre los 22°S y 26°S) y pórfidos cupríferos, IOCG y depósitos de Fe-Apatito en la cordillera de la costa (entre los 22°S y los 34°S).

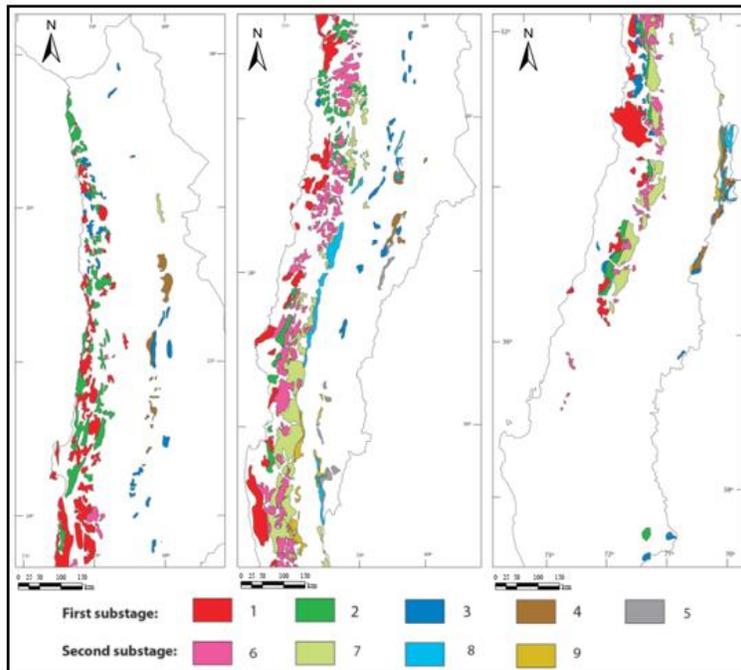


Figura 2.5: Mapa de ubicación de las unidades durante la primera etapa del ciclo Andino al norte de los 39°S. Primer subetapa. 1, rocas intrusivas; 2, depósitos de arco; 3, depósitos marinos de trasarco; 4, depósitos continentales de trasarco; 5, depósitos kimmeridgianos (sucesiones clásticas continentales rojas y lavas). Segunda subetapa. 6, rocas intrusivas; 7, depósitos de arco; 8, depósitos marinos de trasarco; 9, depósitos continentales de trasarco. Modificado de Charrier y otros (2007).

Segunda etapa: Cretácico temprano tardío-Paleógeno temprano

Durante el Cretácico tardío temprano ocurre un cambio en las interacciones entre placas a lo largo del margen de Sudamérica. Este episodio puede estar relacionado a una fase de producción rápida de corteza oceánica en el océano Pacífico primitivo, que tiene lugar desde el Cretácico temprano tardío al Cretácico tardío (Larson, 1991), y probablemente está relacionado a la reducción del ángulo de subducción (subducción tipo chilena). Como consecuencia de estas modificaciones, sucede un proceso de regresión de las condiciones previas, el cual culmina con la emersión del margen continental durante un episodio de intensa deformación contraccional asociado a un levantamiento y erosión de las unidades preexistentes, particularmente las de relleno de la de cuenca de trasarco de edad Jurásico temprano-Cretácico temprano (inversión de cuenca de trasarco). Después de este episodio la organización paleogeográfica en esta región de los Andes cambia completamente: El arco magmático migra hacia el este, se forma una cuenca de antepaís al este de dicho arco y una zona amplia de antearco se emplaza al oeste producto de la migración. La subducción oblicua prevalece durante este período, aunque el movimiento de la placa de Farallón hacia el continente tiene dirección N-S, produciendo desplazamiento dextral en las fallas transcurrentes orientadas en esa dirección.

Durante esta etapa se emplazan depósitos tipo pórfidos cupríferos (Spence y Sierra Gorda), epitermales de metales preciosos (El Peñon), IOCG (Punta del Cobre) (Marschik y Fontboté, 2001) y Fierro-apatito.

A modo de resumen, esta etapa de la evolución andina está caracterizada por episodios extensionales relacionados con intensa actividad magmática que actualmente es representada por plutones de gran extensión y abundantes depósitos volcánicos de naturaleza andesítica o riolítica-dacítica, eventualmente ligados a grandes calderas.

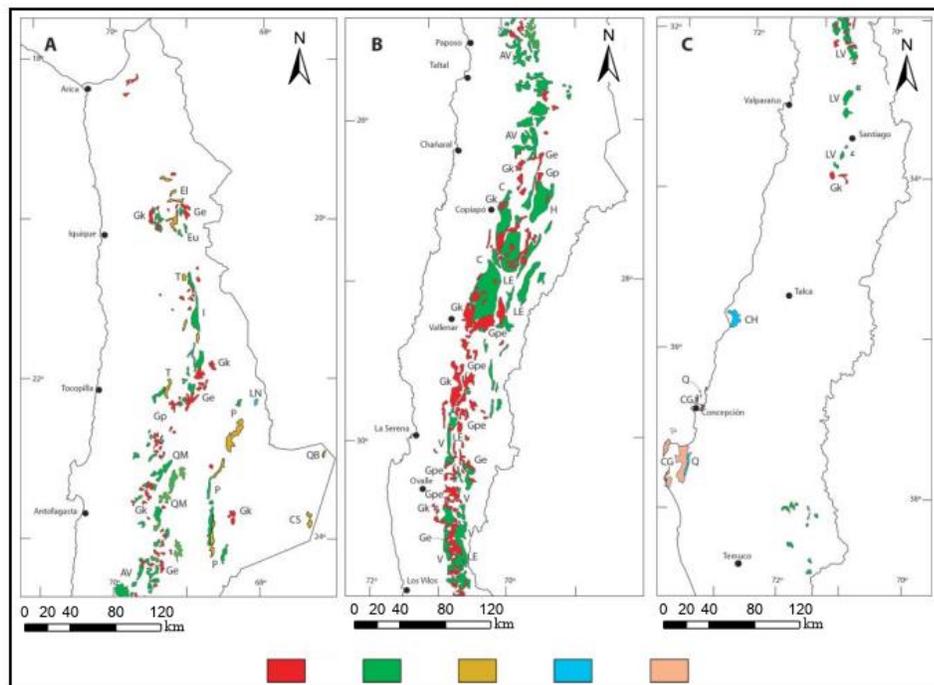


Figura 2.6: Mapa de ubicación de las unidades desarrolladas durante la segunda etapa de la evolución Andina entre 18°S y 39°S. En rojo, granitoides; verde, rocas volcánicas; marrón anaranjado, depósitos continentales clásticos; azul, depósitos marinos; rosa anaranjado, depósitos continentales/marinos. Abreviaturas de formaciones y grupos: AV, Augusta Victoria; C, Cerrillos; CG, Concepción; CH, Chanco; CS, Chojfias y Siglia; El, Empexa Inferior /Tambillos; Eu, Empexa Superior; H, Hornitos; I, Icanche; LE, Los Elquinos; LN, Lomas Negras; LV, Lo Valle; Q, Quiriquina; QB, Quebrada Blanca de Poquis; QM, Quebrada Mala; P, Purilactis y Tonel; T, Tolar; V, Viñita. Modificado de Charrier y otros (2007).

Tercera Etapa: Paleógeno tardío al presente

Corresponde a la última fase del ciclo andino, y durante ella los Andes chileno-argentinos adoptaron su configuración actual. Durante esta etapa, entre otros importantes eventos, ocurre un

levantamiento de la cordillera de los Andes, se desarrollan las unidades morfoestructurales actuales, el arco volcánico alcanza su posición contemporánea y depósitos de cobre posteriores a la fase Incaica son emplazados. También durante este período, en el Mioceno temprano, la dorsal de Juan Fernández colisiona en contra del margen continental en el sur del Perú y el Norte de Chile y, debido a la orientación Este-Oeste de la convergencia desde hace unos 26 Ma, el lugar de la colisión migra hacia el sur a una velocidad de 200 km/Ma, hasta llegar a su posición actual (Yáñez y otros, 2002).

El comienzo de esta tercera fase de la evolución tectónica andina coincide con el fin del aumento en la tasa de convergencia entre la placa Farallón y Sudamericana. Por ende, en la zona de arco/intraarco se forma una cuenca extensional (conocida como cuenca de Abanico) que contiene volcanes activos que erupcionan lavas con afinidades toleíticas a través de una corteza continental adelgazada.

Los depósitos emplazados en esta etapa son de diferente tipo, entre los que se pueden mencionar pórfidos de Cu-Mo (Chuquicamata, El Teniente, Los Bronces-Río Blanco) y epitermales de metales preciosos (Pascua Lama, La Coipa, El Indio).

2.1.5.2. Zona al sur de los 39°S

Primera etapa: Jurásico Medio-Jurásico tardío

En esta zona las rocas más antiguas del Mesozoico datan del Triásico Superior, específicamente de la Formación Potranca que aflora en el archipiélago de los Chonos. Desde ese tiempo hasta el Jurásico Medio no hay registros litológicos que permitan deducir la evolución geológica al inicio del ciclo Andino en la región. En vista de que más al norte durante este período el margen es de tipo pasivo, es posible que en esta zona las condiciones fueran similares.

Las rocas volcánicas con las que se cuenta datan del Jurásico Medio al Jurásico Superior e indican la ocurrencia de un evento de extensión regional, probablemente causado por un ascenso diapírico del manto que culmina con la apertura del océano Atlántico, lo que afecta la zona sur de Sudamérica y África, así como también partes de la Antártica. Este evento produce cuencas extensionales en la región Patagónica. En conjunto con los procesos de extensión cortical tiene lugar un episodio

volcánico félsico con afinidad calcoalcalina que unido con ignimbritas y tobas rellenan las cuencas. La actividad volcánica a su vez fue acompañada por plutonismo riolítico-dacítico, derivado de la anatexis cortical que afecta a la región en general (Charrier y otros, 2007) y que es asignado a la provincia magmática de Chon Aike (Figura 2.7).



Figura 2.7: Mapa de ubicación de los depósitos de la primera etapa de la evolución patagónica. Cuadro: 1, provincia magmática de Chon Aike. 2, Conjunto ofiolítico de la "Cuenca de Rocas Verdes", al sur de 50°S. 3, Límite occidental de los afloramientos. Modificado de Charrier y otros (2007).

Segunda Etapa: Jurásico Superior al límite Cretácico Inferior-Cretácico Superior

Después del gran evento extensional descrito en la etapa anterior, comienza una subsidencia termal en el Jurásico Superior y/o en el Cretácico temprano (Harambour y Soffia, 1988). En este período, se origina una actividad magmática calcoalcalina en el borde occidental del continente, y por ende las cuencas subsidentes se localizan en zonas de trasarco. Dichas cuencas sufren transgresiones marinas, las cuales abarcan desde la región de Palena (43°S) hasta el extremo occidental de Tierra del Fuego, ocupando áreas donde actualmente se halla la cordillera Patagónica.

La actividad magmática antes señalada da lugar al Batolito Patagónico (Figura 2.8) y depósitos de lavas andesíticas, así como también depósitos volcanoclásticos expuestos actualmente en las sucesiones más occidentales de las cuencas de trasarco (Hervé y otros, 1984).



Figura 2.8: Mapa de ubicación de las cuencas de Aysén y Magallanes y del Batolito Patagónico durante la segunda etapa de la evolución andina en la Patagonia. 1, Cuencas de Magallanes y de Aysén. 2, Batolito Patagónico. Modificado de Charrier y otros (2007).

Tercera etapa: Cretácico temprano tardío-presente

Trazas de fisión de Apatito revelan el inicio de un acelerado enfriamiento y denudación hace aproximadamente 30 Ma a lo largo del margen occidental de la Patagonia, y una migración de unos 200 km al este del lugar de máxima denudación hace 12-8 Ma aproximadamente, en lo que actualmente es la divisoria de agua (Thompson y otros, 2001). De acuerdo con este último autor, la migración está relacionada con los efectos de erosión por subducción, o de manera menos probable, con una disminución del ángulo de subducción.

2.2. Franjas metalogénicas

Producto de aproximadamente 550 Ma de historia geológica a lo largo de un margen con más de 4000 km de largo, pero especialmente producto del ciclo más reciente, es decir, el ciclo Andino, con sus episodios extensionales separados por períodos cortos de contracción asociados a modificaciones en la dinámica y geometría de las placas, traducidos en migraciones de arco, trasarco, antearco, así como también la conformación de sistemas de fallas transcurrentes favorables a la circulación de fluidos hidrotermales y el desarrollo de concentraciones de minerales,

es que Chile cuenta con depósitos de diferente tipo, tales como pórfidos, epitermales de metales preciosos, IOCG, estratoligados, entre otros, los cuales se encuentran esparcidos desde la costa hasta la cordillera, convirtiendo al país en el primer productor mundial de Cobre desde hace 40 años.

2.2.1. Modelo de franjas metalogénicas

La metalogénesis es el estudio de la génesis de los depósitos minerales (metálicos o no metálicos) en la corteza terrestre, enfocándose en su relación espaciotemporal y contexto geológico. La formación de estos depósitos puede estar relacionado a procesos magmáticos-hidrotermales (*e.g.* pórfidos cupríferos), metamórficos o sedimentarios (*e.g.* placeres de oro, salares). Sin embargo, la mayor parte de los depósitos de metales en Chile son de origen magmático-hidrotermal.

Un área caracterizada por una agrupación de depósitos minerales de uno o más tipos característicos, se conoce como Provincia Metalogénica, esta, a su vez, se puede subdividir en subprovincias o franjas metalogénicas. Generalmente para referirse al conjunto de los depósitos minerales localizados en la Cordillera de los Andes al sur del Perú y en el norte y centro de Chile, se utiliza el concepto de Provincia Metalogénica de los Andes, la cual se subdivide en franjas metalogénicas, que corresponden a agrupaciones de depósitos minerales dispuestos en cinturones longitudinales de orientación preferentemente N-S formados durante periodos geológicos discretos, donde los más antiguos se ubican al oeste, en la cordillera de la costa, mientras que los más recientes están al este, en la cordillera de los Andes.

2.2.1.1 Modelo actual de franjas metalogénicas

Maksaev y otros (2007) definen 7 franjas metalogénicas en el centro-norte de Chile: franja del Jurásico, franja del Cretácico temprano, franja del Paleoceno- Eoceno temprano, franja del Eoceno tardío-Oligoceno temprano, franja del Mioceno temprano al Mioceno Medio y franja del Mioceno tardío-Plioceno temprano (Figura 2.9). En este trabajo se modifican los rangos de edad de 2 de estas franjas ya que existen depósitos cuyas edades no se encuentran comprendidas en el modelo de franjas propuesto por Maksaev y otros (2007). Las nuevas franjas son franja del Cretácico Inferior-Cretácico Superior y franja del Mioceno temprano-Mioceno tardío que reemplazan a la

franja del Cretácico Inferior y a la franja del Mioceno temprano al Mioceno Medio, respectivamente.

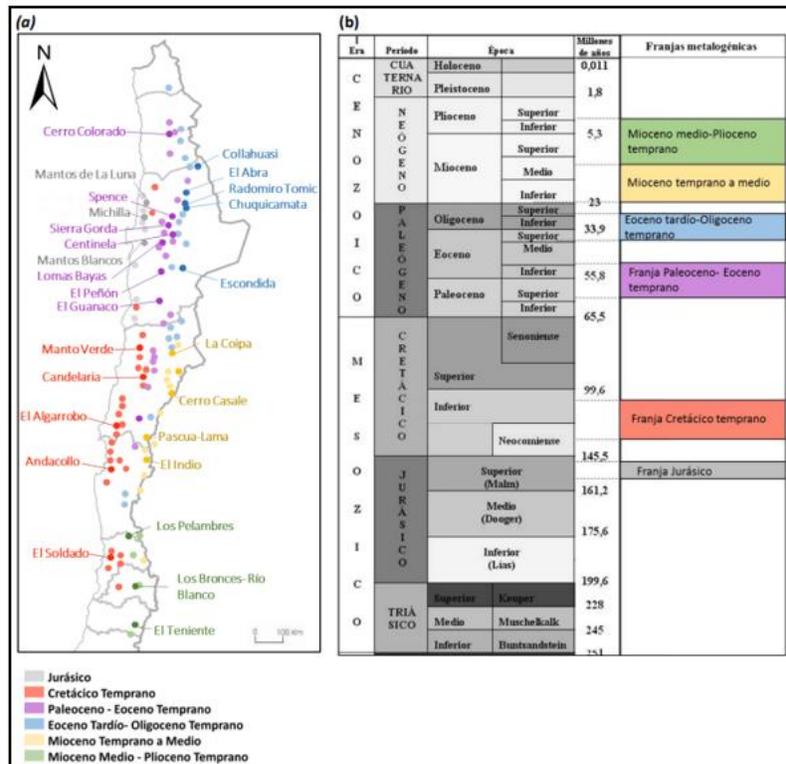


Figura 2.9: a) Mapa del centro-norte de Chile mostrando los depósitos asociados a cada franja metalogénica y (b) Escala de tiempo geológica mostrando el periodo de generación de los depósitos asociados a cada franja. Modificado de COCHILCO (2016).

Franja del Jurásico

Los depósitos de esta franja se ubican en la porción más occidental de la cordillera de la costa (Figura 2.10) y corresponden principalmente a estratoligados de cobre hospedados en rocas volcánicas máficas de composición basáltica a andesítica con textura porfídica y de edades jurásicas como la Formación La Negra (Kojima y otros, 2002). Entre ellos destacan por su volumen y contenido de cobre el depósito Mantos Blancos y el Distrito Michilla (Maksaev y otros, 2007).

La mayoría de los depósitos de cobre estratoligados presentan una zona superior oxidada que se extiende hasta una profundidad máxima de 250 m, donde el grado de oxidación supergénica es variable. El límite entre los minerales supergénicos e hipógenos es gradual, de modo que algunos depósitos incluyen una zona con una mezcla de sulfuros y óxidos de cobre (Maksaev y otros, 2007).

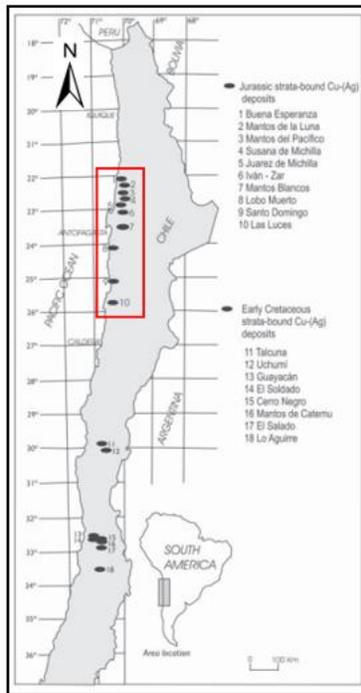


Figura 2.10: Depósitos minerales asociados a la Franja del Jurásico. Los depósitos pertenecientes a la franja del Jurásico se encuentran encerrados por el recuadro de contorno rojo. Modificado de Maksaev y otros (2007).

Franja del Cretácico Inferior-Cretácico Superior

Esta franja metalogénica se extiende a lo largo de la Cordillera de la Costa entre los 22°S y los 34°S (Figura 2.11) y presenta un variado conjunto de depósitos metalíferos, entre ellos pórfidos cupríferos, depósitos de óxidos Fe-Cu-Au (IOCG), depósitos de óxido de Fe-apatito y depósitos estratoligados (Maksaev y otros, 2007). Las edades de la génesis de los depósitos varían entre los 132 y 97 Ma.

Los depósitos de mayor importancia económica asociados a esta franja metalogénica son: Andacollo, el más importante económicamente de esta franja, de tipo “híbrido” con características de pórfido cuprífero con transición a epitermal, Candelaria y Mantoverde de tipo IOCG y El Soldado, del grupo de los estratoligados. Otros depósitos reconocidos pertenecientes a esta franja metalogénica son: El Algarrobo; del grupo de los depósitos de óxidos de Fe-apatito, Lo Aguirre; estratoligado y Punta del Cobre; IOCG.

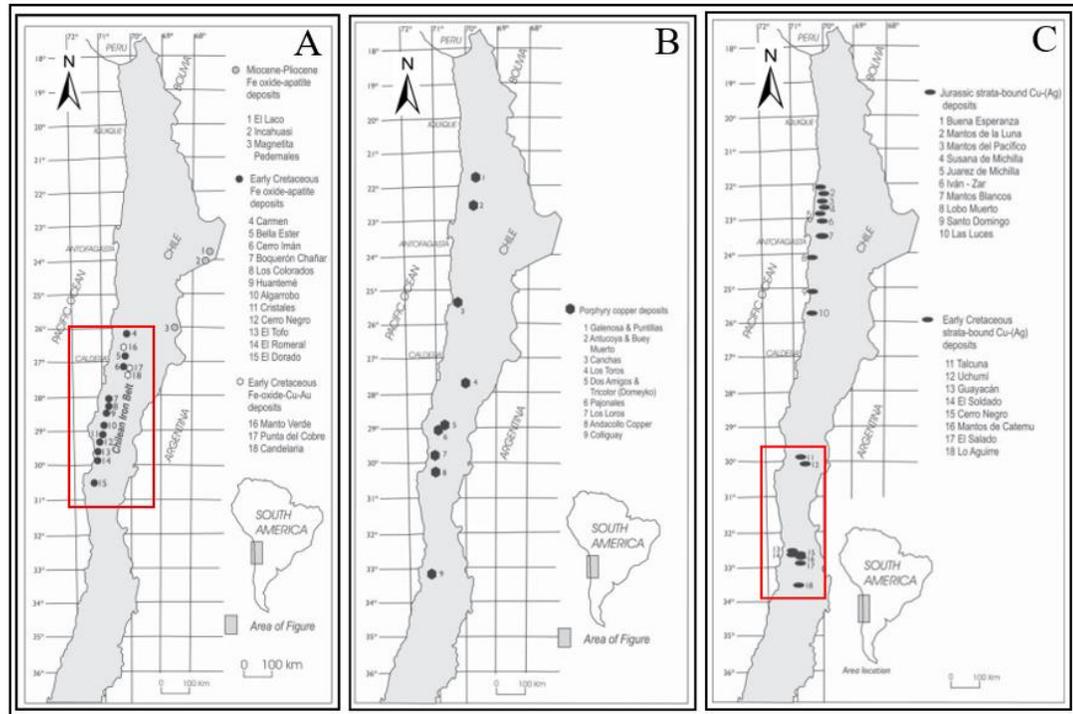


Figura 2.11: Depósitos minerales asociados a la Franja del Cretácico Inferior-Cretácico Superior. A) El recuadro de contorno rojo encierra los depósitos Fe-apatito e IOCG. B) Pórfidos de cobre. C) El recuadro de contornos rojos encierra a los estratoligados de Cu-(Ag). Modificado de MaksaeV y otros (2007).

Franja del Paleoceno-Eoceno temprano

La franja metalogénica del Paleoceno-Eoceno temprano se extiende, en Chile, desde el extremo norte hasta la altura de Vallenar ($29^{\circ}30'S$), ocupando la porción central del país (Depresión Central y Precordillera) (Figura 2.12). Esta franja continúa hacia el norte a Perú y contiene pórfidos de Cu-Mo de gran importancia económica (Cerro Verde-Santa Rosa, Cuajone, Quellaveco y Toquepala). La preservación de estos cuerpos se debe a la baja tasa de denudación en el desierto de Atacama durante el Cenozoico.

Los depósitos metalíferos que presenta esta franja en Chile corresponden principalmente a pórfidos de Cu-Mo y epitermales de Au-Ag. Entre los primeros destacan el Distrito Centinela, Spence, Sierra Gorda, Relincho, Lomas Bayas y Cerro Colorado. Entre los segundos resaltan El Peñón (epitermal de baja sulfuración) y Guanaco (epitermal de alta sulfuración) ambos con mineralización en vetas con alto contenido de oro. En El Inca, Cachinal, y Cerro Bayo (también epitermales) se presentan formas vetiformes ricas en plata.

La mineralización de los pórfidos de Cu-Mo de esta franja es más pobre, si se compara con las demás franjas más jóvenes definidas hacia el este.

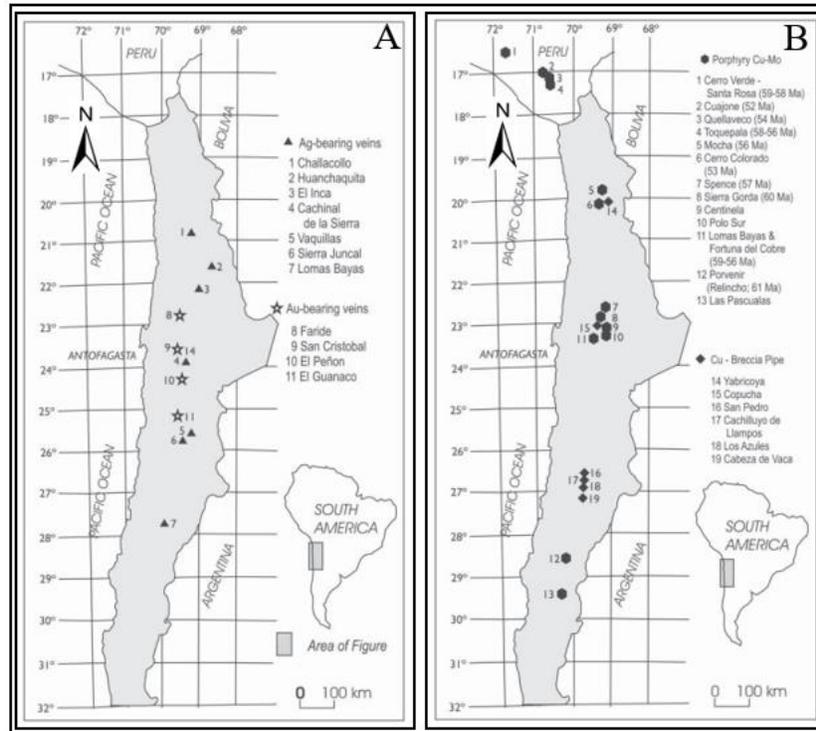


Figura 2.12: Depósitos asociados a la franja del Paleoceno-Eoceno temprano. A) Epitermales de metales preciosos en el norte de Chile. B) Pórfidos de Cu-Mo y chimeneas de brecha de turmalina en el norte de Chile y Sur de Perú. Modificado de MaksaeV y otros (2007).

Franja del Eoceno tardío-Oligoceno temprano

Esta franja se extiende por 1400 km desde el extremo norte del país hasta aproximadamente la localidad de Combarbalá (31°S), a lo largo de la cordillera de Domeyko (Figura 2.13). Según Camus (2002), esta zona contiene la mayor concentración de cobre del mundo, con al menos 220 Mt de dicho mineral considerando los recursos, reservas y la producción. Es el cinturón de pórfidos de Cu-Mo de mayor importancia económica en Chile y contiene los depósitos de cobre más grandes conocidos en el mundo (Chuquicamata y Escondida).

Su característica geológica principal es la relación espacial con el sistema de falla de Domeyko, donde los depósitos ocurren a lo largo de las fallas maestras de este sistema (con orientación N-S)

y en fallas secundarias de orientación NO (Maksaev y otros, 2007). Los depósitos no se distribuyen regularmente a lo largo de este cinturón de tendencia N-S, sino que más bien forman *clusters* (grupos) locales dentro de áreas de menos de 200 km². Estos *clusters* a su vez, siguen una alineación con los centros individuales encadenados ya sea paralela (por ejemplo, el distrito de Chuquicamata) o transversalmente a dicho cinturón (por ejemplo, Copaquire, Quebrada Blanca, Rosario de Collahuasi, y el grupo de depósitos de Ujina a los 21°S; Sillitoe, 2004).

Los depósitos más importantes de la franja son La Escondida, Chuquicamata y Collahuasi. Otros depósitos asociados de gran importancia económica para Chile son El Abra, Gaby, Radomiro Tomic, El Salvador y Zaldívar.

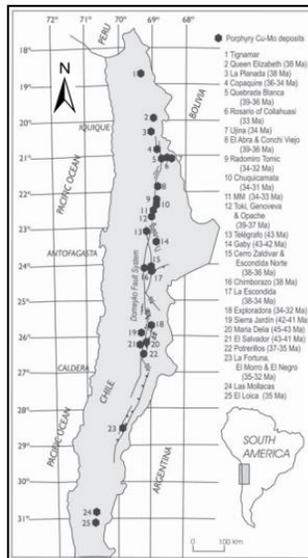


Figura 2.13: Pórfidos de Cu-Mo en el norte de Chile pertenecientes a la franja del Eoceno tardío – Oligoceno temprano. Modificado de Maksaev y otros (2007).

Franja del Mioceno temprano-Mioceno tardío

Esta franja incluye las franjas de Maricunga y de El Indio-Pascua ubicadas ambas en la cordillera de los Andes, entre los 27° y 30° de latitud sur, en la parte más oriental del territorio chileno (Figura 2.14). Se caracteriza por presentar depósitos auríferos, predominantemente de tipo epitermal de alta sulfuración, con mineralización en vetas controladas por fallas, mineralización en brechas o diseminada, aunque también se han encontrado depósitos tipo pórfido ricos en oro.

Los depósitos de la franja corresponden básicamente a complejos sistemas de vetas controlados por fallas (por ejemplo, El Indio, La Pepa), pero algunos también incluyen depósitos alojados en brechas (Choquelimpie, Esperanza, El Tambo) y minerales diseminados (La Coipa, Pascua).

Los más importantes depósitos de esta franja son los ya mencionados El Indio-Pascua y el pórfido aurífero Cerro Casale. Otros cuerpos mineralizados contenidos en esta franja son los depósitos epitermales La Coipa, Caspiche y Pimentón, en Chile, y Veladero, en Argentina, y el pórfido aurífero Lobo-Marte.

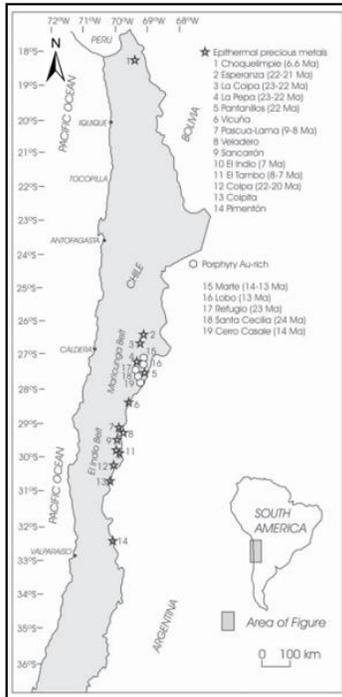


Figura 2.14: Depósitos epitermales de metales preciosos y pórfidos ricos en Au del Mioceno en el norte de Chile. Modificado de Maksiav y otros (2007).

Franja de Mioceno tardío-Plioceno temprano

Esta franja metalogénica se ubica en los Andes de Chile central, entre los 32° y los 34° de latitud sur, en la parte más oriental del territorio, cercano a la frontera con Argentina (Figura 2.15). Es el segundo cinturón metalogénico más importante del país. Presenta pórfidos de Cu-Mo de clase mundial como lo son El Teniente, Los Bronces-Río Blanco y Los Pelambres. Según Camus (2002) estos 3 depósitos totalizan 183 Mt de cobre contenido entre recursos más producción.

Estos depósitos Cu-Mo están típicamente relacionados a *stocks* porfídicos de composición cuarzo diorítica a cuarzo monzonítica y a complejos de brechas magmáticas-hidrotermales. Los cuerpos porfídicos son emplazados en rocas de distinta naturaleza, incluyendo rocas volcánicas y sedimentarias del Cretácico, en el caso de los Pelambres (Rivano y Sepulveda, 1991), un batolito de composición granodiorítica del Mioceno Medio en de Río Blanco-Los Bronces (Batolito San

Francisco) y en rocas volcánicas del Mioceno Inferior (Serrano y otros, 1996), y rocas máficas del Mioceno en El Teniente (Cuadra, 1986).

Zonas de alteración potásica, fílica, propilítica y argílica se localizan en los alrededores de las intrusiones porfídicas, similares al modelo de Lowell y Gilbert (1970). A estas alteraciones se le superponen fases sucesivas de intrusión con eventos hidrotermales de alta temperatura asociados con el desarrollo de cuerpos de brecha tardíos con alteración fílica. Los sulfuros de cobre y molibdeno ocurren como venas a lo largo de grandes volúmenes de roca en las zonas de alteración potásica y fílica (Stern y Skewes, 1995).

El control tectónico y estructural local a gran escala es de suma importancia para centrar la inyección de magma y los fluidos hidrotermales en los sistemas de pórfidos y los depósitos de esta franja no son la excepción ya que se encuentran alineados en sentido general N-S, pero más específicamente parecen estar localizados en intersecciones de fallas de dirección NE y NO.

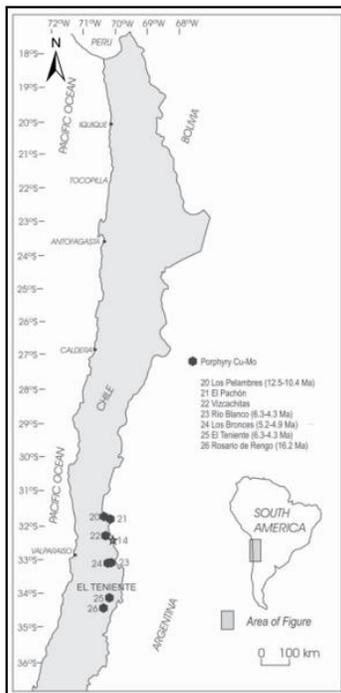


Figura 2.15: Pórfidos de Cu-Mo del Mioceno tardío-Plioceno temprano en Chile central. Modificado de MaksaeV (2007).

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Definición de conceptos

A continuación, se describen algunos conceptos que son ampliamente utilizados a lo largo del texto pero que requieren ser aclarados para un buen entendimiento de los procesos que se llevan a cabo en el desarrollo de este trabajo.

Geodatabase (GDB)

Es el almacenamiento físico de la información geográfica (puntos, líneas, polígonos) para la edición y la administración de ellos.

Clase de entidad

Corresponde a una colección homogénea de información espacial que conforma una GDB. Comparte una misma representación espacial (puntos, líneas o polígonos) y columnas de atributos, a las que también se les denominan campos.

Lista de validación

Es una tabla que posee 2 columnas. En su primera columna tiene valores en formato numérico que se conocen como identificadores, mientras que en la segunda columna se tiene la definición del identificador. A una fila que contiene celdas con un identificador y su definición se le denomina elemento (Tabla 3.1). El concepto “lista de validación” es usado a nivel del SIA Yacimientos.

Los identificadores de las listas de validación son aplicados a los subconjuntos del SIA Yacimientos

ID_INTENSIDAD	INTENSIDAD
1	Débil
2	Moderada
3	Fuerte
999	Sin Información
1000	No Especificada
1001	Débil-Moderada
1002	Leve
1003	Moderada-Fuerte

Tabla 3.1: Lista de validación Intensidad del SIA Yacimientos. En el recuadro rojo se encuentran contenidos los identificadores de la lista. En el recuadro azul la definición de los identificadores. Finalmente, el recuadro amarillo representa un elemento de la lista de validación Intensidad.

para caracterizar a los depósitos.

Dominio

Este término es usado por ESRI para referirse a una lista de validación contenida en una GDB y se puede aplicar a uno o varios campos, lo cual permite por un lado que al ingresar información con los identificadores del dominio al campo donde este aplica, dicha información sea trasmutada directamente a su definición y por otro lado que, al ingresar un punto de manera manual en la clase de entidad, se despliegue una lista con las definiciones contenidas en el dominio.

Agrupar

Es un proceso mediante el cual distintos identificadores de una lista de validación son transformados en otro, otorgándoles su definición (Tabla 3.2).

Tabla 3.2: Primera fila del dominio Intensidad de la GDB de depósitos minerales. La primera columna contiene el identificador “INT-ALT-1” del dominio Intensidad, la segunda su definición y la tercera los identificadores de la lista de validación Intensidad del SIA Yacimientos que son agrupados por el identificador “INT-ALT-1”. Lo anterior implica que, todos aquellos depósitos que en el SIA Yacimientos tienen intensidades con identificador 1 o 1002 que se definen como Débil y Leve, respectivamente, en la GDB de depósitos minerales presentan una intensidad Débil.

Nuevo_ID	Concepto	Incluye
INT-ALT-1	Débil	1;1002

Subconjunto

Refiere a las planillas Excel del SIA Yacimientos en las que se describen ciertas características de los depósitos. Por ejemplo, el subconjunto TIPO ALTERACION describe el o los tipos de alteración presentes en el depósito. En su primera columna muestra el identificador único del tipo de alteración, en la segunda el identificador del depósito al que se le describe la alteración, en la tercera los identificadores de la lista de validación tipo de alteración, en la cuarta los identificadores de la lista de validación intensidad, en la quinta la extensión de la alteración, en la sexta una descripción de la alteración y por último en la séptima columna un esquema de la alteración (Tabla 3.3).

Tabla 3.3: Primeras 21 columnas del subconjunto TIPO ALTERACION del SIA Yacimientos.

ID_TIPO ALTERACION	FK_ID_YACIMIENTO	FK_ID_TIPO ALTERACION	FK_ID_INTENSIDAD	EXTENSION	DESCRIPCION	ESQUEMA
1416	110	22	999			
1417	111	7	999			
1418	111	9	999			
1419	111	15	999			
1420	112	1004	999			
1421	112	7	999			
1422	112	30	999			
1423	112	15	999			
1424	112	28	999			
1425	112	35	999			
1426	115	7	999			
1427	115	21	999			
1428	116	15	999			
1429	117	22	999			
1430	117	30	999			
1431	118	22	999			
1432	118	30	999			
1433	123	30	999			
1434	123	24	999			
1435	123	28	999			
1436	124	8	999			

Programa

Cuando se aplica en el contexto de la programación alude a un conjunto de líneas de código que llevan a cabo una tarea específica.

3.2. SIA Yacimientos

El SIA Yacimientos, tal como se señala en los capítulos previos, nace del Proyecto INNOVACORFO denominado “Información Geocientífica para Fomento de la Exploración Minera en Chile”, el que a través del trabajo conjunto entre la Unidad de Recursos Minerales (URM) y la Unidad de Sistemas de Información Geológica (USIG) se traduce en la base de datos del SIA Yacimientos, en el año 2008, manteniéndose operativo hasta el año 2016, año en el cual el cargo de administrador de la base de datos queda vacante, por lo que desde ese entonces no hay un seguimiento sistemático de la información contenida en la plataforma.

El SIA Yacimientos describe las características de los depósitos a través de subconjuntos de información (en forma de planillas Excel), específicamente 37 de ellos. Estos subconjuntos de información se nombran de acuerdo con la temática del depósito que describen, por el ejemplo el subconjunto SIA LITOLOGIA describe aspectos litológicos de los depósitos valiéndose para ello de identificadores de listas de validación. Dichas listas de validación, en ocasiones, presentan errores conceptuales, tales como considerar un ambiente geológico local como un ambiente

geotectónico (Tabla 3.4) o repiten definiciones para identificadores de distinto valor (Tabla 3.5) por lo que es necesario revisar cada una de ellas y estandarizar los conceptos ahí contenidos.

Tabla 3.4: Identificadores 19, 20 y 21 de la lista de validación Ambiente Geotectónico del SIA Yacimientos.

ID_AMBIENTE_GEOTECTONICO	AMBIENTE_GEOTECTONICO
19	Fluvial
20	Lacustre
21	Litoral

Tabla 3.5: Identificadores 64 y 194 de la lista de validación Litología del SIA Yacimientos con igual definición.

ID_LITOLOGIA	LITOLOGIA
66	Metacaliza
194	Metacaliza

Además de lo recién expuesto hay 3 factores que explican el cese del uso del SIA Yacimientos:

- 1) Ingreso de datos: A la hora de ingresar información, el proceso es de manera manual a través de la plataforma SIA Yacimientos. En ella se deben realizar una gran cantidad de pasos, haciendo engorroso el proceso de subida de información de uno o varios depósitos nuevos o la actualización de uno previo.
- 2) Relación entre datos: La relación existente entre los diferentes subconjuntos de información y los campos contenidos dentro de ellos, en algunos casos, es directa y en otros indirecta. Los casos en que la relación es directa ocurren cuando el ID YACIMIENTO del subconjunto de datos SIA YACIMIENTO, que es el identificador único de cada uno de los depósitos, se encuentra contenido en otros subconjuntos. Este tipo de relación se observa por ejemplo entre el subconjunto SIA YACIMIENTO y los subconjuntos SIA FORMA, SIA ESTRUCTURA, SIA RECURSO_RMM_RMI, SIA MINA, SIA COORDENADAS Y SIA UBICACIÓN (Figura 3.1). La relación indirecta es menos común y se usa para relacionar subconjuntos diferentes del subconjunto SIA Yacimientos, entre sí. Ejemplificando este tipo de relación se encuentra el subconjunto SIA ORIENTACION que se relaciona directamente a SIA FORMA Y SIA ESTRUCTURA, pero de manera indirecta a SIA YACIMIENTO (Figura 3.1).
- 3) Obtención de la información: Debido a que la información dentro del SIA Yacimientos se encuentra distribuida en diferentes subconjuntos de información y además está codificada, al

momento de extraer características de un depósito o contextualizarlo, el proceso es complejo ya que el usuario simultáneamente debe abrir los subconjuntos de información de interés y las listas de validación con los significados de los códigos contenidos en dichos subconjuntos.

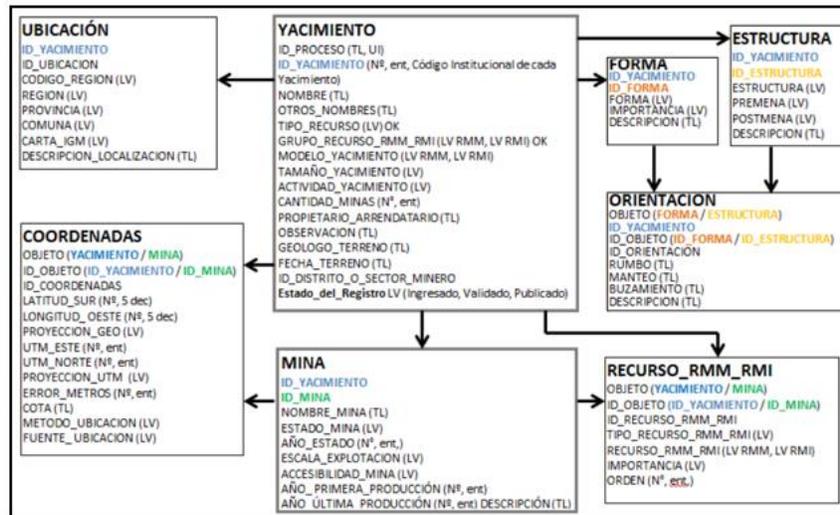


Figura 3.1: Relaciones entre subconjuntos en el SIA Yacimientos. El campo ID_YACIMIENTO contiene el identificador único para cada depósito mineral y permite enlazar los diferentes datos de los depósitos. Extraída de Ulloa y otros (2012)

Para soslayar las problemáticas expuestas, los datos contenidos en el SIA Yacimientos se vuelcan en 2 clases de entidad de una GDB, donde una de ellas contiene los depósitos de Recursos Minerales Metálicos (RMM), mientras que en la otra están comprendidos los depósitos de Rocas y Minerales Industriales (RMI).

3.3. Lenguaje de programación *Python*

Para volcar la información del SIA Yacimientos en las 2 clases de entidad señalada, en primer lugar se debe estructurar la información, lo cual implica que es necesario obtener dicha información en un orden que permita hacerla accesible. Esto se puede abordar de 2 maneras:

1) Manualmente: Esto implica que el usuario lleve a cabo una revisión de cada uno de los subconjuntos de datos del SIA Yacimientos, guardando en el proceso las características de cada depósito sin embargo, esto es impracticable debido a la gran cantidad de depósitos con los que se cuenta (9.146).

2) Mediante programación: Creando un programa que se adapte a los diferentes subconjuntos del SIA Yacimientos y extraiga la información de cada depósito bajo la estructura que se le define. Debido a la cantidad de información contenida, esta es la opción más viable.

El lenguaje de programación seleccionado es *Python*. Para realizar tareas que no se encuentran definidos en el código fuente del lenguaje, es decir, dentro de las funcionalidades de origen, se usan librerías que son conjuntos de funciones que permiten realizar distintos cometidos. Las librerías que se utilizan en este trabajo son *Pandas* y *Openpyxl* que tiene como fin interactuar con archivos delimitados por comas y planillas Excel.

4. METODOLOGÍA

4.1. Catastrado de la información contenida en los subconjuntos del SIA Yacimientos

Para reconocer los identificadores dentro de las diferentes listas de validación que tienen menciones en el SIA Yacimientos se realiza un catastro de cada uno de ellos. Este proceso se efectúa mediante un programa al que, al ingresarle los nombres del subconjunto de datos que contiene la información asociada a la lista de validación y el de la lista de validación misma, crea un archivo Excel que contiene 4 hojas:

Primera hoja: Recibe el nombre “Lista_de_verificacion” y contiene la lista de validación original, es decir, con todos sus identificadores y definiciones.

Segunda hoja: Se le asigna el nombre de “Catastro” y contiene en la primera columna los identificadores de la lista de validación ingresada. La segunda columna contiene la definición de dichos datos, mientras que la tercera y última la cantidad de veces que aparece mencionado cada uno de los identificadores en el subconjunto de datos que se especifica.

Tercera hoja: Se denomina “Repeticiones_mayores_a_0” y contiene todos aquellos identificadores que tiene menciones dentro del subconjunto de datos especificado, por ende, en esta hoja no aparecen aquellos elementos de la lista de validación ingresada que no tiene menciones.

Cuarta Hoja: Llamada “Repes>0_y_sin_duplicados” y en ella se incluyen los elementos de la hoja “Repeticiones_mayores_a_0” filtrados de tal forma que se sumaron las repeticiones de los identificadores de igual definición y se le asignaron al de menor numeración (Tabla 4.1). Es importante aclarar que todas las numeraciones de los identificadores con igual definición son guardadas para trabajar con ellas en procesos posteriores.

El programa que permite llevar a cabo este proceso se encuentra en los Anexo A1, Anexo A2, Anexo A3, Anexo A4 y Anexo A5.

Tabla 4.1: Pórfido dacítico en las hojas Repeticiones mayores_a_0 y Repes>0_y_sin_duplicados del catastro de SIA LITOLOGIA. El recuadro 1 corresponde a una porción de la hoja Repeticiones mayores_a_0. En ella se observan 2 datos codificados con igual definición. El recuadro 2 es una parte de la hoja Repes>0_y_sin_duplicados. En ella se observa que para reducir a un solo identificador aquellos con definiciones iguales, se deja el de menor numeración (249) y se suman las repeticiones dentro del subconjunto de datos ($51 + 4 = 55$).

1		
Identificador	LITOLOGIA	Repeticiones
249	Pórfido Dacítico	51
255	Pórfido Dacítico	4

2		
Identificador	LITOLOGIA	Repeticiones
249	Pórfido Dacítico	55

El objetivo de catastrar la información histórica del SIA Yacimientos es obtener una estadística acerca de cuáles son los identificadores de las listas de validación que realmente se usan, ya que ellos en la etapa de definición de dominios para la GDB serán utilizados.

Luego de aplicar el programa a todas las listas de validación vinculadas a los diferentes subconjuntos de datos del SIA Yacimientos, se da paso a la creación de la estructura y definición de dominios que tendrán las clases de entidad en la GDB de depósitos minerales.

4.2. Estructura común entre clases de entidad para depósitos de tipo RMM y RMI y definición de dominios

Antes de comenzar a leer esta sección debe considerarse que todos aquellos identificadores dentro de una lista de validación del SIA Yacimientos que son agrupados de manera provisoria dentro de un elemento de un dominio de la GDB de depósitos minerales, serán revisados por los geólogos de la URM (Unidad de Recursos Minerales) una vez que esté operativa dicha GDB.

A continuación, se describen los campos que tienen en común las clases de entidad de depósitos RMM y RMI.

Identificador del depósito

Campo individual donde se ingresa el identificador del depósito. En el caso de los depósitos de tipo RMM el identificador parte con “M-” seguido del número del depósito. Para los depósitos de tipo RMI el identificador funciona de la misma manera, cambiando el prefijo a “I-”.

Identificador del depósito en el SIA Yacimientos

Campo individual donde se ingresa el identificador del depósito en el SIA Yacimientos.

Nombre del Depósito

Campo individual de libre llenado donde se escribe el nombre del depósito.

Estado de la información del Depósito

Campo individual donde se ingresa el estado de la información del depósito, el cual hace referencia a si el depósito se encuentra revisado y validado por el geólogo responsable. Tiene asociado el dominio Estado (Tabla 4.3), el cual nace a partir de la lista de validación del mismo nombre del SIA Yacimientos (Tabla 4.2). La lista cuenta con 5 elementos, todos con menciones en la base de datos histórica.

ID_ESTADO	ESTADO
1	Ingresado
2	Borrador
3	Validado
4	Publicado
5	Inactivo

Tabla 4.2: Lista de Validación Estado (con la totalidad de sus elementos) del SIA Yacimientos.

Nuevo_ID	Concepto	Incluye
ESTADO-1	Borrador	1;2;5
ESTADO-2	Validado	3;4

Tabla 4.3: Dominio Estado (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

Los 5 elementos de la lista de validación Estado (Tabla 4.2) son reducidos a 2, debido a que esos elementos indican estados similares. Por ejemplo, para que una información sea publicada debe de

haber sido previamente validada. Además, el objetivo detrás de la creación de la GDB es hacer más eficiente el traspaso de la información, por lo que disminuir la cantidad de elementos disponibles en las listas despegables apunta en esa línea.

El dominio Estado (Tabla 4.3) cuenta con 2 elementos, los cuales agrupan los siguientes identificadores de la lista Estado:

Borrador: Indica que la información del depósito se encuentra en estado de borrador, es decir, que debe ser validada. Incluye a los identificadores 1, 2 y 5 que corresponden a ingresado, borrador e inactivo.

Validado: Alude a que la información ha sido validada. Incluye a los identificadores 3 y 4 que significan validado y publicado, respectivamente.

Usuario

Campo individual donde se inserta el usuario que ingresó la información del depósito. Tiene ligado el dominio Usuario (Tabla 4.4) que se creó en base a la lista de validación homónima del SIA de Yacimientos. Dicha lista cuenta con 54 elementos que son reducidos, por no mención o duplicidad a 18.

Nuevo_ID	Concepto
USU-100	Alejandro Díaz
USU-101	Braulio Aguila
USU-102	Claudia Arredondo Castillo
USU-103	Daniel Calquin P
USU-104	Eric Ridelle
USU-105	Gary Tengco
USU-106	Gilma Yane Pantoja
USU-107	Guillermo López
USU-108	Laura Mateo
USU-109	Miriela María Ulloa Santana
USU-110	Nicolás Cádiz
USU-111	Oscar Ercilla
USU-112	Rodrigo Carrasco
USU-113	Roxana Ortega
USU-114	SIA Superuser
USU-115	Vlamiir Alexis Muñoz Pavlov
USU-116	Ximena Piñana
USU-117	Ximena Prieto Veliz

Tabla 4.4: Dominio Usuario (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

Proyección de las coordenadas geográficas

Campo individual que tiene como predeterminado “SIRGAS 2000”, que es la proyección que tienen las coordenadas geográficas que se insertan.

Huso de las coordenadas proyectadas

Campo individual donde se ingresa el huso donde se ubica el depósito descrito. El datum de las coordenadas proyectadas es WGS 84. Este campo tiene asociado el dominio Proyección UTM (Tabla 4.5) que posee 2 elementos.

Nuevo_ID	Concepto
PRO-UTM-1	UTM18S/WGS84
PRO-UTM-2	UTM19S/WGS84

Tabla 4.5: Dominio Proyección UTM (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

Método de Ubicación

Campo individual que indica como se levanta la ubicación de un depósito. Tiene enlazado el dominio Método Ubicación (Tabla 4.7) que se crea a partir de lista de validación del mismo nombre del SIA Yacimientos (Tabla 4.6). La lista mencionada presenta 12 elementos, todos con menciones.

Tabla 4.6: Lista de validación Método Ubicación (con la totalidad de sus elementos) del SIA Yacimientos.

ID_METODO_UBICACION	METODO_UBICACION
1	Calculado, GPS, UTM19S/WGS84
2	REVISION EN IMAGEN SATELITAL
3	GPS NAVEGADOR, UTM19S/PROYECCION NO ESPECIFICADA (PSAD56,SAD69,WGS84)
4	GPS NAVEGADOR, UTM19S/PSAD56
999	Sin Informacion
1000	Calculado, GPS, UTM19S/PSAD56
1001	Análisis en ArcMap
1002	Calculado, GPS, UTM18S/PSAD56
1003	Interpretación de imágenes satelitales
1004	Calculado, GPS, UTM19S/PROYECCION NO ESPECIFICADA (PSAD56,SAD69,WGS84)
1005	Calculado, GPS, UTM19S/PSAD57
1006	Calculado, GPS, Probablemente SAD69/UTMH18

Tabla 4.7: Dominio Método Ubicación (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

Nuevo ID	Concepto	Incluye
MET-UBI-1	GPS	1; 3; 4; 1000; 1002; 1004; 1005; 1006
MET-UBI-2	Por imagen	2; 1001; 1003
MET-UBI-999	Sin Información	999

El dominio Método Ubicación (Tabla 4.7) posee 3 elementos, los cuales agrupan a los identificadores de la lista del mismo nombre de la siguiente manera:

GPS: Se refiere a que el depósito se ubica mediante el uso de un GPS (*Global Positioning System*). Incluye a los identificadores 1, 3, 4, 1000, 1002, 1004, 1005 y 1006 ya que todos ellos en sus definiciones aluden al uso de un instrumento de posicionamiento global de terreno.

Por imagen: Señala que el depósito se ubica mediante el uso de imágenes de distinto tipo (satelitales, aéreas). Incluye los identificadores 2, 1001 y 1003. Al igual que en el caso del elemento anterior, la decisión de incluir los identificadores mencionados es producto de que en sus definiciones se hace alusión al uso de imágenes satelitales o de programas basados en sistemas de información geográfica para ubicar un depósito.

Sin Información: Significa que no hay información acerca del método de ubicación del depósito. Incluye al identificador 999 que se define como sin información.

Latitud del depósito

Campo individual donde se ingresa de manera automática la latitud del depósito en grados decimales.

Longitud del depósito

Campo individual donde se ingresa automáticamente la longitud del depósito en grados decimales.

Coordenada proyectada Norte

Campo individual donde se ingresa la coordenada proyectada UTM norte en metros.

Coordenada proyectada Este

Campo individual donde se ingresa la coordenada proyectada UTM este en metros.

Cota

Campo individual donde se ingresa la cota del depósito en metros.

Descripción Coordenadas

Campo individual, en el cual, si se desea se puede ingresar una descripción de las coordenadas.

Región

Campo individual donde se ingresa de manera automática la región donde se ubica el depósito.

Provincia

Campo individual donde se ingresa de manera automática la provincia donde se ubica el depósito.

Comuna

Campo individual donde se ingresa de manera automática la comuna donde se ubica el depósito.

Código Carta IGM

Campo individual donde se ingresa de manera automática el código de la carta IGM (Instituto Geográfico Militar) con escala 1:100.000 donde se ubica el depósito.

Nombre Carta IGM

Campo individual donde se ingresa de manera automática el nombre de la carta IGM (Instituto Geográfico Militar) con escala 1:100.000 donde se ubica el depósito.

Distrito o Sector Minero

Campo individual de libre llenado, donde se ingresa el nombre del distrito o del sector minero donde se ubica el depósito.

Tipo de Recurso

Campo individual donde se ingresa la sigla del tipo de recurso que se extrae en el depósito. En el caso de que la clase de entidad corresponda a la de los depósitos de tipo RMM, entonces como predeterminado el campo tendrá "RMM", en caso contrario "RMI".

Tamaño del Depósito

Campo individual donde se ingresa el tamaño del depósito basado en el tonelaje del metal o mena. Tiene ligado el dominio Tamaño Depósito (Tabla 4.9) que se crea a partir de la lista de validación Tamaño Yacimiento del SIA Yacimientos (Tabla 4.8). Esa lista de validación cuenta con 12 elementos, todos con menciones.

ID_TAMANO_YACIMIENTO	TAMANO_YACIMIENTO
1	Sin antecedentes
2	Pequeño
3	Mediano
4	Grande
5	Muy Grande
999	Sin Información
1000	Grande - Muy Grande
1001	Mediano - Grande
1002	Muy Pequeño - Pequeño
1003	Pequeño - Mediano
1004	Muy Pequeño
1005	Artesanal

Tabla 4.8: Lista de validación Tamaño Yacimiento (con la totalidad de sus elementos) del SIA Yacimientos.

Nuevo_ID	Concepto	Incluye
TAM-YAC-1	Pequeño	2;1002;1003;1004;1005
TAM-YAC-2	Mediano	3;1001
TAM-YAC-3	Grande	4;1000
TAM-YAC-4	Muy Grande	5
TAM-YAC-999	Sin Información	1;999

Tabla 4.9: Dominio Tamaño Depósitos (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

El dominio Tamaño Depósito (Tabla 4.9) posee 4 tamaños de depósito los cuales se exhiben en la tabla 4.10, e incluyen a los elementos de la lista Tamaño Yacimientos tal como se muestra a continuación:

Tabla 4.10: Categoría de tamaño de los depósitos metalíferos de acuerdo con el recurso y contenido metálico fino.
Extraído de Piñana y otros (2020).

Metales y Menas	Pequeño	Mediano	Grande	Muy grande
Cobre (1)	<10.000	10.000-1.000.000	1.000.000-10.000.000	>10.000.000
Oro (1)	<2	2-200	>200	-
Plata (1)	<60	60-6.000	>6.000	-
Manganeso (2) (Mena 48%)	<100.000	100.000-10.000.000	>10.000.000	-
Hierro (2) (Mena ca. 60%)	<500.000	500.000-50.000.000	>50.000.000	-
Plomo (1)	<25.000	25.000-2.500.000	>2.500.000	-
Cinc (1)	<20.000	20.000-2.000.000	>2.000.000	-

(1) Las cifras corresponden a contenido de metal fino en toneladas.
(2) Las cifras corresponden a contenido de mineral de mena en toneladas.

Pequeño: Indica que el tamaño del depósito es pequeño. Incluye a los identificadores 2, 1002, 1003, 1004 y 1005, donde el identificador 2 corresponde a pequeño. 1002, 1003 y 1004 son incluidos de manera provisoria en pequeño ya que dentro de su rango de datos se encuentra el término “Pequeño”. Por último, el identificador 1005 que significa artesanal también se agrupa en el tamaño pequeño.

Mediano: Significa que el tamaño del depósito es mediano. Incluye a los identificadores 3 y 1001. 3 corresponde a mediano, mientras que el identificador 1001 equivale a mediano – grande. La decisión de que este último identificador sea incluido en mediano es transitoria y se debe a que este tamaño de depósito posee un 4,2% del total de menciones en el SIA Yacimientos, mientras que grande un 1,6%.

Grande: Señala que el tamaño del depósito es grande. Incluye a los identificadores 4 y 1000 que corresponden a grande y grande – muy Grande, respectivamente. La determinación de que el identificador 1000 se agrupe en Grande es provisoria, pero al igual que en los casos anteriores se basa en probabilidad, ya que solo un 0,7% de los depósitos son de tipo muy grande, mientras que grandes, como se menciona en el punto previo, hay un 1,6%, lo que, a pesar de seguir siendo una probabilidad baja, dobla a la probabilidad de que los depósitos dentro del rango grande – muy grande sean muy grandes.

Muy Grande: Indica que el tamaño del depósito es muy grande. Incluye al identificador 5 cuya definición es muy grande.

Sin Información: Señala que no hay información acerca del tamaño del depósito. Incluye a los identificadores 1 y 999 que corresponden a sin antecedentes y sin información.

Actividad del Depósito

Campo individual que describe la actividad principal que se lleva o que se llevó a cabo en el depósito. Tiene asociado el dominio Actividad Depósito (Tabla 4.12) que nace de la lista de validación Actividad Yacimiento (Tabla 4.11) del SIA Yacimientos. La lista cuenta con 6 elementos, todos con al menos una mención.

ID_ACTIVIDAD_YACIMIENTO	ACTIVIDAD_YACIMIENTO
1	En desarrollo
2	En exploración
3	Con mina
999	Sin Información
1000	Con mina
1001	Explotación antigua

Tabla 4.11: Lista de validación Actividad Yacimiento (con la totalidad de sus elementos) del SIA Yacimientos.

Nuevo_ID	Concepto	Incluye
ACT-YAC-1	Con Exploración	2
ACT-YAC-2	Con Explotación	1;3;1000;1001
ACT-YAC-999	Sin Información	999

Tabla 4.12: Dominio Actividad Depósito (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

El dominio Actividad Depósito (Tabla 4.12) posee 3 elementos que incluyen a los identificadores de la lista Actividad Yacimiento de la siguiente forma:

Con Exploración: Señala que el depósito mineral se encuentra siendo explorado. Incluye al identificador 2 que significa en exploración.

Con Explotación: Significa que el depósito mineral está siendo explotado. Incluye los identificadores 1, 3, 1000 y 1001. La definición de los identificadores enumerados implica que el depósito ya sea actualmente, o en algún momento pasado fue explotado.

Sin Información: Indica que no hay información acerca del tipo de explotación del depósito. Incluye al identificador 999 que significa lo mismo que describe este elemento.

Cantidad Minas

Campo individual de libre llenado donde se ingresa la cantidad de minas que hay dentro del depósito.

Geólogo Terreno

Campo individual en el que se ingresa el nombre del Geólogo que en terreno obtuvo la información del depósito.

Fecha Terreno

Campo individual donde se ingresa la fecha en formato DD/MM/AAAA en que el Geólogo que obtuvo la información del depósito en terreno, realizó la campaña.

Tipo de Explotación

Campo individual que permite ahondar en la actividad que se lleva a cabo en el depósito y la forma en que es extraído el mineral o roca. Tiene enlazado el dominio Tipo Explotación (Tabla 4.14) hecho en base a lista de validación homónima (Tabla 4.13) del SIA Yacimientos. Dicha lista cuenta con 8 elementos, todos con menciones.

ID_TIPO_EXPLORACION	TIPO_EXPLORACION
1	Rajo Abierto
2	Subterránea
3	Rajo Abierto y Subterránea
4	Salmuera
5	Lavadero
6	Cantera
7	Picados
999	Sin Informacion

Tabla 4.13: Lista de validación Tipo Explotación (con la totalidad de sus elementos) del SIA Yacimientos.

Nuevo_ID	Concepto	Incluye
TIP-EXP-1	Cantera	6
TIP-EXP-2	Exploración	
TIP-EXP-3	Lavadero	5
TIP-EXP-4	Picados	7
TIP-EXP-5	Pozo de Bombeo	4
TIP-EXP-6	Pozo de Extracción	
TIP-EXP-7	Rajo Abierto	1
TIP-EXP-8	Rajo Abierto y Subterránea	3
TIP-EXP-9	Subterránea	2
TIP-EXP-999	Sin Informacion	999

Tabla 4.14: Dominio Tipo Explotación (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

Al dominio Tipo Explotación (Tabla 4.14), de los 8 elementos de la lista Tipo Explotación se le agregan 2 más: Exploración y Pozo de Extracción.

En este caso cada concepto incluye al identificador homónimo de la lista Tipo Explotación, explicándose por sí solo sin embargo, lo que si debe ser explicado son los 2 elementos nuevos, es decir, exploración y pozo de extracción:

Exploración: Significa que el depósito se encuentra en exploración. Este concepto proviene desde el campo Actividad del depósito y permite complementar al tipo de explotación.

Pozo de Extracción: Indica que el depósito es explotado mediante un pozo de extracción. Este tipo de explotación aplica solo para los depósitos de tipo RMI y se relaciona a la extracción de áridos.

Estado del Depósito

Campo individual que describe la actividad del depósito, es decir, si se encuentra activa o inactiva. Tiene asociado el dominio Estado Depósito (Tabla 4.16) que nace desde la lista de validación Estado Mina (Tabla 4.15) del SIA Yacimientos. Esta lista cuenta con 20 elementos sin embargo, solo 15 presentan menciones.

Tabla 4.15: Elementos con menciones de la lista de validación Estado Mina del SIA Yacimientos.

Identificador	ESTADO_MINA
2	En explotación (NO OCUPAR)
5	Paralizada
6	Paralizada temporalmente (NO OCUPAR)
7	Paralizada y en exploración (NO OCUPAR)
999	Sin Información
1000	Abandonada
1001	Absorbida por otra Mina
1002	Activa
1003	Activa o Irregular (NO OCUPAR)
1004	Cierre Final
1005	Cierre Temporal
1006	Irregular
1007	Producción detenida (NO USAR reemplazar por Paralizada)
1008	No Especificado (NO USAR reemplazar por Sin Información)
1009	Irregular Operativa

Tabla 4.16: Dominio Estado Depósito (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

Nuevo_ID	Concepto	Incluye
EST-MIN-1	Activa	2;1001;1002;1003;1006;1009
EST-MIN-2	Inactiva	5;6;7;1000;1004;1005;1007
EST-MIN-999	Sin Información	999;1008

A partir de esos 15 elementos con menciones se crea el dominio recién mencionado (Tabla 4.16), el cual contiene 3 elementos. En los siguientes párrafos se explica los identificadores de la lista Estado Mina que agrupa cada elemento del dominio Estado Depósito:

Activa: Alude a que el depósito presenta actividad, es decir, que el depósito se encuentra siendo explotado o explorado. Incluye a los identificadores 2, 1001, 1002, 1003, 1006 y 1009. Por término general estos identificadores indican que el depósito se encuentra siendo explotado, aunque sea de manera irregular.

Inactiva: Señala que los depósitos no presentan actividad de tipo alguno. Contiene los identificadores 5, 6, 7, 1000, 1004, 1005 y 1007. Los identificadores tienen en común el señalar que la explotación en el depósito se encuentra paralizada o detenida, o en caso contrario que el depósito en si se haya abandonado o cerrado.

Sin Información: Indica que no hay información acerca de la actividad del depósito. Incluye a los antiguos identificadores 999 y 1008, que definen que no hay información en este campo.

Escala de Explotación

Campo individual en el que se indica la envergadura de la explotación en el depósito. Tiene enlazado el dominio Escala Explotación (Tabla 4.18) que se crea a partir de la lista de validación homónima (Tabla 4.17) del SIA de Yacimientos. Dicha lista posee 9 elementos, todos con menciones.

ID_ESCALA_EXPLORACION	ESCALA_EXPLORACION
1	Artesanal
2	Extracción desde desmonte
3	Gran minería
4	Industrial
5	Mediana minería
6	Pequeña minería
7	Pirquén
8	Semi-mecanizado
999	Sin Informacion

Tabla 4.17: Lista de validación Escala Explotación (con la totalidad de sus elementos) del SIA Yacimientos.

Nuevo_ID	Concepto	Incluye
ESC-EXP-1	Artesanal	1;7
ESC-EXP-2	Pequeña minería	2;6;8
ESC-EXP-3	Mediana minería	4;5
ESC-EXP-4	Gran minería	3
ESC-EXP-999	Sin Información	999

Tabla 4.18: Dominio Escala Explotación (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

El dominio Escala Explotación (Tabla 4.18) cuenta con 5 elementos que agrupan a los identificadores de la lista del mismo nombre de la siguiente manera:

Artesanal: Indica que la explotación del depósito se lleva a cabo utilizando poca tecnología y/o maquinaria. Para efectos de tributación se define a la minería artesanal como una faena con un máximo de cinco personas dependientes (COCHILCO, 2014). Incluye a los identificadores 1 y 7 que corresponden a artesanal y pirquén, respectivamente.

Pequeña minería: La definición que entrega SERNAGEOMIN para este término señala que son aquellas faenas que poseen una dotación inferior a 80 trabajadores y tienen menos de 200.000 horas trabajadas durante un año (COCHILCO, 2014). Incluye a los identificadores 2, 6 y 8, cuyas definiciones son extracción desde desmonte, pequeña minería y semi-mecanizado, respectivamente.

Mediana minería: La definición más aceptada para este concepto es la propuesta por el Instituto de Ingenieros de Minas de Chile, que indica que son aquellas faenas que procesan entre 300 y 8.000 toneladas de mineral al día (COCHILCO, 2014). Incluye los identificadores 4 y 5, que corresponden a industrial y mediana minería.

Gran minería: Indica que la extracción desde el depósito se encuentra altamente mecanizada, profesionalizada, tecnologizada, con altos estándares de seguridad y además es muy intensiva en capital dado que su segmento de negocio es el de grandes proyectos mineros con producción a gran escala (COCHILCO, 2014). Incluye al identificador 3, que significa lo mismo que este elemento, es decir, gran minería.

Sin Información: Implica que no hay información acerca de la escala de la explotación en el depósito e incluye al identificador 999 que significa sin información.

Descripción del estado y escala de explotación del depósito

Campo individual de libre llenado en el que se ingresa un comentario u observación del estado o de la escala de explotación del depósito.

Accesibilidad Depósito

Campo individual que describe la forma en que se puede acceder al depósito. Tiene asociado el dominio Accesibilidad (Tabla 4.20) el cual se crea en base a la lista de validación del mismo nombre (Tabla 4.19) del SIA Yacimientos. La lista presenta 18 elementos, todos con menciones.

ID_ACCESIBILIDAD	ACCESIBILIDAD
1	Camino en buen estado
2	Camino en mal estado
3	Camino privado
4	Camino de tierra
5	Inaccesible
6	Camino pavimentado
7	Camino ripiado
8	Sendero o huella
9	Sin vías de acceso
999	Sin Informacion
1000	Por mar
1001	Camino
1002	Camino en regular estado
1003	Camino cortado
1004	Acceso estacional
1005	Por helicóptero
1006	Por avión
1007	Por río

Tabla 4.19: Lista de validación Accesibilidad (con la totalidad de sus elementos) del SIA de Yacimientos.

Nuevo ID	Concepto	Incluye
ACC-1	Con camino	1; 2; 3; 4; 6; 7; 8; 1001; 1002; 1004
ACC-2	Sin camino	5; 9; 1000; 1003; 1005; 1006; 1007
ACC-999	Sin Información	999

Tabla 4.20: Dominio Accesibilidad (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

El dominio Accesibilidad (Tabla 4.20) tiene 3 elementos que agrupan a los identificadores de la lista antes mencionada, tal cual se describe a continuación:

Con Camino: Este concepto indica que para acceder al depósito existe al menos un camino o sendero el cual puede o no inhabilitarse de manera estacional. Incluye los identificadores 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 1001, 1002 y 1004. Estos identificadores tienen en común que corresponden a caminos o senderos que sin importar su estado permiten llegar al depósito.

Sin Camino: Hace referencia a que para acceder al depósito no existe un camino, o en el caso de que exista, este no permite llegar hasta el depósito. Incluye a los identificadores 5, 9, 1000, 1003, 1005, 1006 y 1007 que indican que no se puede acceder al depósito mediante un camino o sendero o en el caso de que se puede acceder, dicho acceso es a través de un medio diferente al terrestre.

Sin Información: Implica que no hay información acerca de la forma en que se puede acceder al depósito. Incluye al identificador 999 que significa a sin información.

Descripción del Depósito

Campo individual de libre llenado donde se puede indicar una observación acerca del depósito en general.

Mineral de Alteración

Conjunto de 5 campos en el caso de los depósitos de tipo RMI, y de 25 campos en el caso de los de tipo RMM. En estos campos se ingresan el o los minerales de alteración descritos en el depósito. Tiene ligado el dominio Mineral Alteración (Tabla 4.23) que se diseña a partir de la lista de validación homónima (Tabla 4.22) del SIA Yacimientos. Esa lista contiene 96 elementos, no obstante, debido a no mención son eliminados 13 de ellos (Tabla 4.21).

Identificador	MINERAL_ALTERACION	Repeticiones
3	Ágata	0
21	Celestina	0
25	Corrensita	0
26	Crisotilo	0
29	Diásporo	0
42	Hidroglosularia	0
52	Martita	0
53	Metacinnabrio	0
54	Monazita	0
67	Plumbojarosita	0
80	Xenotima	0
1012	Maghemita	0
1014	Ortoclasa	0

Tabla 4.21: Minerales de la lista de validación Mineral Alteración del SIA Yacimientos eliminados por no mención.

Identificador	MINERAL_ALTERACION
1	Actinolita
2	Adularia
4	Albita
5	Alofano
6	Alunita
7	Anfibola
8	Anhidrita
9	Apatito
10	Arcilla
11	Argentita
12	Augita
14	Azufre
15	Baritina
16	Biotita
17	Calcedonia
18	Calcita
19	Caolinita
20	Carbonato
22	Clinocloro
23	Clinopiroxeno

Tabla 4.22: Primeros 21 de 83 minerales con menciones y sin duplicidades de la lista de validación Mineral Alteración del SIA Yacimientos.

Nuevo_ID	Concepto
MIN-ALT-19	Celadonita
MIN-ALT-20	Cerusita
MIN-ALT-21	Clinocloro
MIN-ALT-22	Clinopiroxeno
MIN-ALT-23	Clorita
MIN-ALT-24	Cristobalita
MIN-ALT-25	Cuarzo
MIN-ALT-26	Dickita
MIN-ALT-27	Diópsido
MIN-ALT-28	Dolomita
MIN-ALT-29	Epidota
MIN-ALT-30	Escapolita
MIN-ALT-31	Esmectita
MIN-ALT-32	Especularita
MIN-ALT-33	Feldespato Potásico
MIN-ALT-34	Flogopita
MIN-ALT-35	Goethita
MIN-ALT-36	Granate
MIN-ALT-37	Halloysita
MIN-ALT-38	Hematita
MIN-ALT-39	Hemimorfita

Tabla 4.23: 21 minerales del Dominio Mineral Alteración de la GDB de depósitos minerales.

Antes de confeccionar el dominio (Tabla 4.23) se realiza una revisión de la lista Mineral Alteración (Tabla 4.22) con el fin de cerciorarse de que ésta contenga solo minerales de este tipo. La revisión permite eliminar los siguientes minerales o elementos por no ser de alteración:

Argentita: Es un sulfuro de plata de color negro, el que por contener aproximadamente un 87,1% (Klein y Hurlburt, 1997) de plata es una mena de dicho elemento y no un mineral de alteración.

Azufre: Es un elemento químico de numero atómico 16 que forma parte de los calcógenos. En vista de que es un elemento químico y no un mineral, no puede ser un mineral de alteración.

Hierro: Elemento químico de peso atómico 26 que conforma los metales de transición. A causa de que es un elemento químico y no un mineral, no puede considerarse como un mineral de alteración.

Titanita: Este nesosilicato de calcio y titanio puede hallarse dentro del conjunto de minerales asociados a alteraciones hidrotermales sin embargo, por no ser una regla común, además de que sus menciones son despreciables (0,2% del total de menciones) es descartado del dominio Mineral Alteración.

Anglesita: Este mineral es un sulfato de plomo incoloro, el cual se forma por la oxidación de galena (Klein y Hurlburt, 1997). Se usa como mena secundaria de plomo y en consideración que sus

menciones son del 0,01% del total, no se considera un mineral importante en la descripción de alteraciones.

Smithsonita: Este mineral es un carbonato de zinc de coloración generalmente pardo sucio y de origen supergénico. Su principal uso es como mena de zinc (Klein y Hurlburt, 1997) y su porcentaje de menciones son del orden de 0,01%, por lo que no se considera un mineral importante en la descripción de alteraciones.

Luego de eliminar los minerales y/o elementos químicos enumerados se realiza el proceso de agrupar los identificadores de la lista Mineral Alteración dentro del dominio del mismo nombre. Los minerales de alteración que agrupan a otros son los siguientes:

Albita: La albita es un tectosilicato que pertenece al grupo de los feldespatos, que se divide en serie de los feldespatos potásicos y los feldespatos plagioclasas. En el caso de la albita, esta forma parte de los feldespatos plagioclasas, que son una serie de minerales que se encuentran entre la anortita y la albita (Klein y Hurlburt, 1997). Incluye a los identificadores 4 y 66, que corresponden a albita y plagioclasa. Las albitas son un tipo de mineral de alteración muy común, por ende, el mineral plagioclasa es agrupado en albita.

Especularita: Corresponde a una variedad de hematita la cual tiene un hábito micáceo y hojoso (Klein y Hurlburt, 1997). Incluye a los identificadores 36 y 59 que se definen como especularita y oligisto. A pesar de que oligisto es sinónimo de hematita, su inclusión se basa en que oligisto en la URM se utiliza para referirse a especularita.

Ceolita: Las ceolitas forman una gran familia de silicatos hidratados que gozan de gran semejanza por su composición y paragénesis. Son silicatos de aluminio con Na, Ca y K y cantidades variables de H₂O (Klein y Hurlburt, 1997). Incluye a los identificadores 82 y 1011 que corresponden a zeolita y laumontita. La laumontita es un tipo de ceolita por lo que se agregó a este elemento. También se rebautizó el elemento como “ceolita” ya que es el término correcto en el idioma español.

Sin Información: Implica que no hay información acerca de el o los minerales de alteración del depósito. Incluye a los identificadores 58 y 999 que corresponden a no especificado y sin información.

El resultado de los 2 procesos descritos es el dominio Mineral Alteración (Tabla 4.23) que contiene 73 minerales de este tipo.

Tipo de alteración depósito

Campo individual en el caso de los depósitos de tipo RMI, mientras que en los de tipo RMM es un conjunto de 8 campos. Describe el o los tipos de alteración observados en el depósito. Tiene asociado el dominio Tipo Alteración (Tabla 4.25) que se construyó teniendo en cuenta la lista de validación del mismo nombre (Tabla 4.24) del SIA Yacimientos. Dicha lista consta de 46 elementos, pero por no mención y/o duplicidad es reducida a 38 elementos.

Identificador	TIPO ALTERACION
1	Actinolítica
2	Albitica
3	Argilica
4	Argilica Avanzada
5	Argilica Intermedia
6	Biotítica
7	Caolinitica
8	Carbonática
9	Clorítica
10	Cuarzo Adularia
13	Sericítica
15	Epidótica
16	Ferrífera
17	Greisen
18	Hematítica
19	Hidrotermal Indiferenciada
21	Limonítica
22	No especificada
23	Pirítica
24	Potásica
25	Prehnita Pumpellita

Tabla 4.24: Primeros 21 de 38 minerales con menciones y sin duplicidades de la lista de validación Tipo Alteración del SIA Yacimientos.

Nuevo_Id	Concepto	Incluye
TIP-ALT-1	Adularia-Sericita	10;27
TIP-ALT-2	Argilica	3;5;7
TIP-ALT-3	Argilica Avanzada	4;29;30;1005
TIP-ALT-4	Calcosilicatada	34
TIP-ALT-5	Calcosódica	1;2;31
TIP-ALT-6	Carbonatada	8
TIP-ALT-7	Clorítica	9
TIP-ALT-8	Cuarzo-Turmalina	35
TIP-ALT-9	Epidotica	15
TIP-ALT-10	Fílica	
TIP-ALT-11	Greissen	17
TIP-ALT-12	Potásica	6;24;1004
TIP-ALT-13	Propilítica	26
TIP-ALT-14	Sericítica	13;28;1001;1006
TIP-ALT-15	Sin Alteración	1003
TIP-ALT-16	Supérgena	16;18;21;33;1007
TIP-ALT-999	Sin Información	19;22;23;25;32;36;999;1002

Tabla 4.25: Dominio Tipo Alteración (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos Minerales.

Basado en Corbett y Leach (1998) y Townley (2006) se propone que los nuevos tipos de alteración contenidos en el dominio Tipo Alteración sean 17 (Tabla 4.25), donde aquellas que incluyen alteraciones de la lista Tipo Alteración diferentes de sí mismas son las siguientes:

Adularia-Sericita: Este tipo de alteración es típica de depósitos epitermales de baja sulfuración. Según Heald y otros (1987) esta alteración se produce dentro de un régimen de flujo elevado por encima o adyacente a una fuente de calor profunda y se caracteriza por un pH neutro y aguas alcalicloradas. Incluye a los identificadores 10 y 27 que corresponden a cuarzo adularia y sericita-adularia. Las alteraciones descritas son típicas de los depósitos epitermales de baja sulfuración, por lo que son agrupadas en la alteración adularia-sericita, que es característica de ese tipo de depósitos.

Argílica: Este tipo de alteración se caracteriza por una mineralogía compuesta principalmente de arcillas (caolinita y montmorillonita), \pm sericita-illita, entre otros. Se forma típicamente a 250°C y su rango de pH abarca desde 4 a 5. Incluye a los identificadores 3, 5 y 7 que corresponden a argílica, argílica intermedia y caolinítica. Se mantiene la alteración argílica ya que es más amplia y puede usarse en el caso de que no se esté seguro del tipo de alteración argílica observada en terreno. La alteración caolinítica indica una cantidad ingente de caolinita, mineral característico de las alteraciones argílicas.

Argílica Avanzada: Tipo de alteración que se caracteriza por una mineralogía compuesta de cuarzo oqueroso, \pm alunita, entre otros. Ocurre dentro de un amplio rango de temperaturas y su pH puede variar entre 1 a 3,5. Incluye a los identificadores 4, 29, 30, 32 y 1005 que corresponden a argílica avanzada, sílica oquerosa, silícica, solfatárica y alunitización. La sílice oquerosa es una característica diagnóstica de la alteración argílica avanzada. La alteración solfatárica según Bishop y otros (2007) se caracteriza por fluidos hidrotermales ácidos y la formación de sílice amorfa y alunita, característica común de regiones superficiales de sistemas epitermales de alta sulfuración. Por último, en el caso de que la alteración argílica avanzada tenga un pH menor a 2, domina el cuarzo por lo que ocurre un proceso de silicificación de la roca. En el caso de que el pH sea mayor a 2 domina la alunita por lo que se dice que hay un proceso de alunitización. Lo recién descrito permite agregar también los términos silícica y alunitización.

Calcosódica: Es una alteración que se asocia con alteraciones propilíticas de altas temperaturas, donde la albita-oligoclasa reemplazan a feldespatos potásicos y la actinolita a minerales máficos.

Incluye a los identificadores 1, 2 y 31 que corresponden a actinolítica, albítica y sódico cálcica. Ya que actinolita y albita son minerales característicos de esta alteración y sódico cálcica es un sinónimo, se agregan los 3 identificadores mencionados a la alteración calcosódica.

Potásica: Alteración hidrotermal que se caracteriza por la asociación mineralógica compuesta de feldespato potásico, biotita y cuarzo. Comprende temperaturas de entre 350°C a 800°C, relacionadas a núcleos de intrusivos. Las condiciones de pH son neutras a alcalinas. Incluye a los identificadores 6, 24 y 1004 que se definen como biotítica, potásica y feldespática. En vista de que la alteración potásica se caracteriza por la presencia de biotita y feldespato potásico, se justifica la inclusión de las alteraciones que hacen alusión a esos minerales en potásica.

Supérgena: Este tipo de alteración es producto de un proceso de reequilibrio de minerales hipógenos a las condiciones oxidantes en las cercanías de la superficie terrestre (sobre el nivel de aguas subterráneas) por la circulación descendente de soluciones supérgenas. Incluye los identificadores 16, 18, 21, 33, 1002 y 1007 que corresponden a ferrífera, hematítica, limonítica, supérgena, lixiviación y laterización. Las primeras 3 alteraciones hacen referencia a la presencia ya sea de fierro u óxidos e hidróxidos de fierro, lo cual es típico de la zona del sombrero de fierro ubicada en la parte superior del perfil de enriquecimiento secundario. La lixiviación es un proceso de intercambio sólido-líquido el cual se puede asociar al sombrero de fierro del perfil de enriquecimiento secundario que es de ambiente supérgeno. Laterización es un tipo de alteración que se da en ambiente supérgeno de zonas tropicales producto de una lixiviación intensa de las rocas. Este proceso moviliza los elementos solubles en solución, dejando a los insolubles tales como el fierro y el aluminio.

Sin Información: Indica que no hay información acerca del tipo de alteración que afecta al depósito o que no se pudo determinar. Incluye los identificadores 19, 22, 23, 25, 36 y 999 que corresponden a hidrotermal indiferenciada, no especificada, pirítica, prehnita pumpellita, zeolítica y sin información. Los términos hidrotermal indiferenciada, no especificada y sin información nos indican que no se logró identificar una alteración en específico, por ello se agrega a sin información. La alteración pirítica no se halla en la bibliografía revisada por lo que es incluida en sin información. Prehnita pumpellita y zeolítica por considerarse más representativas de metamorfismo de bajo grado que de alteraciones se agrupan en sin información.

Intensidad Alteración

Campo individual en el caso de los depósitos de tipo RMI, mientras que en los de tipo RMM es un conjunto de 8 campos. Describe la intensidad de las alteraciones en el depósito y tiene enlazado el dominio Intensidad (Tabla 4.27) originado a partir de la lista del mismo nombre (Tabla 4.26) del SIA Yacimientos. Esta lista cuenta con 8 elementos, todos con menciones.

ID_INTENSIDAD	INTENSIDAD
1	Débil
2	Moderada
3	Fuerte
999	Sin Informacion
1000	No Especificada
1001	Débil-Moderada
1002	Leve
1003	Moderada-Fuerte

Tabla 4.26: Lista de validación Intensidad (con la totalidad de sus elementos) del SIA Yacimientos.

Nuevo_ID	Concepto	Incluye
INT-ALT-1	Débil	1;1002
INT-ALT-2	Moderada	2;1001
INT-ALT-3	Fuerte	3;1003
INT-ALT-999	Sin Información	999;1000

Tabla 4.27: Dominio Intensidad (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

En el dominio Intensidad (Tabla 4.27) los elementos de la antigua lista son reducidos a 4 con el fin de evitar la presencia de rangos. En los siguientes párrafos se indican los elementos de la lista Intensidad (Tabla 4.26) incluidos en los elementos del dominio homónimo:

Débil: Indica que los constituyentes originales de la roca afectada por un tipo de alteración determinado no han sido obliterados por lo que pueden identificarse. Incluye a los identificadores 1 y 1002 que corresponden a débil y leve. El concepto débil es el que más menciones posee y por ende se pasó como un elemento del dominio. Luego, leve es un sinónimo de débil.

Moderada: Indica que los constituyentes originales de la roca afectada por un tipo de alteración determinado, a pesar de encontrarse obliterados pueden ya sea por su forma o características ópticas ser identificados. Incluye a los identificadores 2 y 1001 que corresponden a moderada y débil-moderada. En este caso la inclusión de débil-moderada en moderada se debe a que cuando se presentan rangos de valores, dicho rango es incluido en el elemento mayor para posteriormente ser revisado por la URM.

Fuerte: Indica que los constituyentes de la roca han sido completamente obliterados por la alteración en cuestión, la cual es de naturaleza pervasiva. Incluye a los identificadores 3 y 1003 que corresponden a fuerte y moderada-fuerte. La inclusión de moderada-fuerte en fuerte se realizó teniendo en consideración el concepto explicado en el párrafo anterior.

Sin Información: Indica que no hay información acerca de la intensidad de la alteración. Incluye a los identificadores 999 y 1000 que corresponden a Sin información y no especificado.

Zona

Conjunto de 6 campos tanto para los depósitos de tipo RMI como RMM que describen la o las zonas del perfil de enriquecimiento secundario, en caso de presentarlo el depósito, que se pueden observar en terreno. Tiene ligado el dominio Zona (Tabla 4.29) que se construye considerando la lista de Zona (Tabla 4.28) del SIA Yacimientos. La lista cuenta con 12 elementos, pero 2 de ellos no tienen menciones sin embargo, uno de dichos elementos es cobertura, que por considerarse importante para la caracterización de un perfil de un depósito es incluido en el dominio Zona.

Identificador	ZONA
3	Sombrero de Hierro
4	Zona de Óxidos
5	Zona de Óxidos y Sulfuros Supérgenos
6	Zona de Sulfuros Primarios
7	Zona de Sulfuros Supérgenos
8	Zona Lixiviada
999	Sin Informacion
1000	Zona Mixta
1001	No especificada
1002	Zona de Sulfuros Secundarios

Tabla 4.28: 10 de 10 elementos con menciones de la lista Zona del SIA Yacimientos.

Nuevo_ID	Concepto	Incluye
ZONA-1	Cobertura	
ZONA-2	Zona de Óxidos	4
ZONA-3	Zona de Sulfuros Primarios	6
ZONA-4	Zona de Sulfuros Supérgenos	7;1002
ZONA-5	Zona Lixiviada	8;3
ZONA-6	Zona Mixta	5;1000
ZONA-999	Sin Información	999;1001

Tabla 4.29: Dominio Zona (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

El dominio Zona (Tabla 4.29) cuenta con 7 elementos que incluyen a los de lista del mismo nombre del SIA Yacimientos (Tabla 4.28), tal como se explica a continuación:

Cobertura: Corresponde a aquella zona sin mineralización la cual se encuentra cubriendo al depósito mineral. No incluye a ningún identificador de la lista de validación Zona ya que el término cobertura no posee menciones en aquella lista.

Zona de óxidos: Zona que se forma por sobre el nivel freático en la que predominan óxidos o carbonatos de cobre. Incluye al identificador 4, cuya definición es zona de óxidos.

Zona de Sulfuros Primarios: También conocida como zona primaria, se encuentra en la base del perfil y contiene la mineralogía hipógena a partir de la cual se originan las distintas zonas del perfil. Incluye al identificador 6 que indica zona de sulfuros primarios.

Zona de Sulfuros Supérgenos: Zona que se forma por debajo del nivel freático y que está enriquecida en sulfuros de cobre supérgenos (en el caso de depósitos de cobre), principalmente covelina y calcosina. Incluye a los identificadores 7 y 1002 que corresponden a zona de sulfuros supérgenos y zona de sulfuros secundarios.

Zona Lixiviada: Como su nombre lo dice es una zona que se encuentra profundamente lixiviada y que carece de minerales de interés económico. Incluye a los identificadores 3 y 8 que corresponden al sombrero de hierro y a la zona lixiviada, respectivamente.

Zona Mixta: Zona de transición en la que se pueden encontrar tanto óxidos como sulfuros. Incluye a los identificadores 5 y 1000 que corresponden a zona de óxidos y sulfuros supérgenos y a zona mixta.

Sin Información: Implica que no hay información acerca de zonas de enriquecimiento secundario en el depósito. Incluye a los identificadores 999 y 1001 que se definen como sin información y no especificada, respectivamente.

Profundidad Zona

Conjunto de 6 campos tanto para los depósitos de tipo RMI como RMM. Estos campos son de libre llenado y en ellos se debe ingresar la profundidad en metros de la zona del perfil de enriquecimiento secundario a la que se encuentran asociada. La profundidad se mide desde el techo hasta la base de la zona.

Litología

Conjunto de 3 campos tanto para los depósitos de tipo RMI como RMM. En ellos se indica la o las litologías del depósito. Tiene enlazado el dominio Litología (Tabla 4.31) que se crea sobre la base de la lista de validación con el mismo nombre (Tabla 4.30) del SIA Yacimientos. Dicha lista posee 351 elementos, no obstante, por no mención y/o duplicidad son eliminados 98 de ellos. La lista resultante contiene 253 litologías.

Tabla 4.30: Primeros 21 de 253 elementos con menciones y sin duplicidades de la lista de validación Litología del SIA Yacimientos.

Identificador	LITOLOGIA
1	Aglomerado
2	Aglomerado Andesítico
3	Albitófiro
4	Andesita
5	Andesita a Dacita
6	Andesita Afanítica
7	Andesita Amigdaloidal
8	Andesita Basáltica
9	Andesita Brechosa
10	Andesita Córnea
11	Andesita de Anfíbola
14	Andesita Hialoclástica
16	Andesita Ocoítica
17	Andesita Porfídica
18	Andesita Porfídica Cristalina
19	Andesita Silícea
22	Andesita - Basalto
23	Anfibolitas
25	Aplita
26	Aplita Ferruginosa
27	Arcillolita

Tabla 4.31: Primeras 21 de 88 litologías del dominio Litología de la GDB de depósitos minerales.

Nuevo_ID	Concepto	Incluye	
LITO-1	Aglomerado	1;2	
LITO-2	Albitófiro		3
LITO-3	Andesita	4;5;6;7;9;11;14;16;17;18;19;20;22;173;1008	
LITO-4	Andesita Basáltica		8
LITO-5	Anfibolita		23
LITO-6	Arenisca	29;30;31;33;34;36;40;42;169	
LITO-7	Basalto		47
LITO-8	Brecha	52;204	
LITO-9	Brecha Hidrotermal		54
LITO-10	Brecha Piroclástica		55
LITO-11	Brecha Sedimentaria		56
LITO-12	Brecha Tobácea		57
LITO-13	Brecha Volcánica	58;59;60	
LITO-14	Calcarenita	61;65	
LITO-15	Calclutita		62
LITO-16	Caliza		64
LITO-17	Cataclasita	53;67;68;69;70;71;73;280	
LITO-18	Chert		1009
LITO-19	Conglomerado	78;79;80	
LITO-20	Coquina		81
LITO-21	Córnea	10;82;83;84;1001	

A partir de las litologías descritas en la lista de validación antedicha y teniendo en cuenta las observaciones realizadas por el DDA de 2019, el cual corresponde a un documento elaborado por el Comité Editor del SERNAGEOMIN para la estandarización de conceptos geológicos utilizados en el servicio, se confecciona el dominio Litología (Tabla 4.31) que cuenta con 88 elementos. A continuación, se describen las litologías del dominio que agrupan a más de una litología proveniente del SIA Yacimientos:

Aglomerado: Los aglomerados son rocas piroclásticas que contienen abundantes fragmentos subangulares o redondeados (bombas) en una matriz volcánica de grano fino (Klein y Hurlburt, 1997). Incluye a los identificadores 1 y 2 que corresponden a aglomerado y aglomerado andesítico. Se agrupa aglomerado andesítico en aglomerado ya que el fin de esta lista es describir la litología a nivel general, además no se encuentra en la bibliografía revisada clasificación composicional alguna de aglomerados que permita catalogar una litología de este tipo como andesítico.

Andesita: Las andesitas son rocas ígneas extrusivas o volcánicas de composición intermedia las cuales comúnmente tienen una textura porfídica y se componen principalmente de plagioclasa, anfíbol y piroxeno. Incluye los identificadores 4, 5, 6, 7, 9, 11, 14, 16, 17, 18, 19, 22, 173 y 1008 donde el identificador 4 corresponde a andesita. 5 y 22 indican andesita a dacita y andesita a basalto. Ya que en el dominio se definen litologías y no rangos intermedios entre ellas, de manera temporal estos elementos pasan a la litología con la cual parte el rango, o sea, andesita. 6, 7, 9, 14, 16, 17 y

18 indican andesitas con descripciones texturales, lo cual debe ser descrito en ese campo. Los identificadores 11 y 19 tienen por definición andesita de anfíbola y andesita silícea, respectivamente. Por ser ambos términos muy específicos para lo que busca el dominio, también son definidos como andesita. Por último, los identificadores 173 y 1008 se definen como hipabisal y queratófiro, los que, a pesar de ser incluidos en andesita deben caracterizarse de mejor manera para asignarles una litología más acorde o crearles un elemento propio en el dominio Litología.

Arenisca: Las areniscas son rocas sedimentarias clásticas con más de un 90% de granos tamaño arena (1/16 mm – 2mm) y menos de un 5% de granos tamaño grava. Estas rocas se clasifican por la composición de sus granos, teniendo en consideración sus principales constituyentes (cuarzo, feldespato potásico y líticos). Incluye a los identificadores 29, 30, 31, 33, 34, 36, 40, 42 y 169 donde el identificador 30 corresponde a arenisca. El identificador 29 se define como arcosa, que es un tipo de arenisca con una proporción de 3:1 de feldespato potásico respecto de líticos y menos de un 75% de cuarzo según la clasificación de Folk (1968). 31, 33, 34, 36 y 40 son arenisca calcárea, arenisca volcanoclástica, arenisca cuarcífera, arenisca fina y arenisca tobácea, respectivamente. Al igual que la arenisca arcosa, son clasificaciones particulares por ende se agrupan a arenisca. 42 es arenita, término que alude a los tamaños de grano de las areniscas. Por último, 169 corresponde a grauvacas. El comité editor del SERNAGEOMIN no recomienda el uso de este término y en vista de que según Dott (1964) es una litología transicional entre arenisca y lutita, se decide incluirlo en arenisca, que presenta 392 menciones en el SIA Yacimientos, frente a las 128 de lutita.

Brecha: Equivale a las rocas que presentan textura brechosa y que en el SIA Yacimientos no poseen un origen definido. Incluye a los identificadores 52 y 204 que corresponden a brecha y microbrecha.

Brecha Volcánica: Este término generalmente se aplica a todas aquellas rocas de grano grueso que contienen más de un 10% de fragmentos volcánicos angulares. A pesar de ser un término específico su uso es extendido, por lo cual en este caso se hace una excepción. Incluye a los identificadores 58, 59 y 60 que corresponden a brecha volcánica, brecha andesítica y brecha dacítica. Andesitas y dacitas son rocas ígneas extrusivas, también conocidas como volcánicas y por ello las brechas cuya matriz y clastos se compone de ellas se agrupan en brecha volcánica.

Calcarenita: Según Díaz de Neira y otros (2019) en su el vocabulario de rocas, sedimentos y formaciones superficiales una calcarenita es una caliza compuesta fundamentalmente por granos

carbonáticos de tamaño arena. Incluye a los identificadores 61 y 65 que corresponden a calcarenita y caliza arenosa. En la publicación especificada previamente se define caliza arenosa como una caliza con un contenido arenoso comprendido entre el 10 y el 50% del total, en vista de ello se pasa ese elemento a calcarenita.

Cataclasita: Estas rocas son generadas en niveles superficiales de la corteza terrestre donde el dominio es rígido y frágil, producto de la acción de fallas que produce fracturamiento de las rocas afectadas. Este proceso ocasiona trituraciones o quebramientos de los minerales, así como también una rotación acompañada de fricción de los cristales implicados. Incluye a los identificadores 53, 67, 68, 69, 70, 71, 73 y 280 donde 67 corresponde a cataclasita. 53 es brecha de falla, y se agrega a cataclasita ya que el comité editor de SERNAGEOMIN plantea que las brechas de falla son un tipo de roca cataclástica. En la misma línea, 280 corresponde a salbanda que es aquel material de granulometría fina producido por la abrasión a lo largo de un plano de falla y puesto que las cataclasitas son rocas de falla, salbanda es incluida en ella. 69, 70, 71 y 73 se definen como cataclasita con fragmentos de granitoide, cataclasita con fragmentos de monzonita, cataclasita con fragmentos de roca ígnea y cataclasita con fragmentos de tonalita, respectivamente. Por especificidad se agregan a cataclasita.

Conglomerado: Pueden considerarse como gravas consolidadas. Están conformados por elementos clásticos gruesos, generalmente redondeados por la acción de corrientes de agua (Klein y Hurlburt, 1997). Incluye a los identificadores 78, 79 y 80 que corresponden a conglomerado, conglomerado cuarcífero y conglomerado polimíctico. El término conglomerado cuarcífero no se halla en bibliografía, pero puede equipararse a una cuarzorudita. Este término se enmarca en una clasificación composicional hecha en base a la composición de la matriz o los clastos de la roca, por ende, se considera que es muy específico para los fines de la GDB de depósitos minerales. Finalmente, conglomerado polimíctico es un término que se basa en la composición de los clastos o en su variedad, e indica que la roca posee una gran variedad de clastos o que estos son de distinta composición. En vista de que al igual que el elemento anterior es muy específico, es agrupado en conglomerado.

Córnea: Las córneas son un tipo de roca metamórfica no foliada la cual no posee una orientación preferencial, típicamente son de grano fino y compactas, y se encuentran en las aureolas de

contacto. Incluye a los identificadores 10, 82, 83, 84 y 1001, que se definen como andesita córnea, córnea, córnea de granate, córnea de hornblenda y córnea de piroxeno, respectivamente. El término andesita córnea puede indicar procesos de metamorfismo de contacto que afectaron a andesitas sin embargo, por tratarse de una roca en particular se decide su agrupación en córnea. Las córneas de hornblenda y las córneas de piroxeno son observables típicamente en aureolas de contacto y en metamorfismo regional de contacto. Por su parte el granate es uno de los abundantes minerales que pueden estar presentes en rocas córneas, por lo que, en caso de encontrarse en cantidades copiosas podría pasar a complementar el nombre de la roca. Debido a que las rocas córneas pueden estar conformadas por otros minerales también, tales como albita y epidota, se considera conveniente dejar solamente la litología córnea e incluir aquellas otras córneas que hacen referencia a la presencia de un mineral en específico, dentro de ella.

Dacita: Es una roca volcánica densa equivalente de la granodiorita. Contiene plagioclasa y cuarzo, y ambos pueden aparecer en fenocristales. Los minerales oscuros son generalmente de hornblenda. Puede hallarse presente algo de vidrio en la masa, pero son escasos los equivalentes vítreos de las dacitas (Klein y Hurlburt, 1997). Incluye a los identificadores 86, 87, 88 y 89 que indican dacita, dacita amigdaloidal, dacita fluidal y dacita – andesita, respectivamente. La segunda y tercera litología son dacitas a las que se les especifica su textura, característica que debe ser descrita en ese campo. Dacita – andesita pasa a dacita de manera provisoria ya que las dacitas son rocas extrusivas ácidas, mientras que las andesitas son intermedias, por lo que dependiendo de la clasificación composicional que se esté teniendo en consideración, el rango dacita-andesita podría implicar a litologías diferentes de las 2 incluidas en dicho rango.

Depósito de Arena: A pesar de no ser una litología se mantiene en el dominio Litología ya que los depósitos de arena pueden asociarse a placeres y por ende permiten caracterizar a los depósitos minerales de ese tipo. Incluye a los identificadores 90 y 94 que corresponden a depósito de arena y arena.

Depósito de Grava: Misma explicación que para los depósitos de arena. Incluye los identificadores 91, 92, 93 y 170 que corresponden a depósitos de grava, depósitos de grava aluvial, depósitos de grava y arena y por último grava. Depósitos de grava y arena pasan provisoriamente a depósitos de grava ya que estos tienen más menciones que los depósitos de arena, no obstante, deberán ser

chequeados por los geólogos de la URM para asignarlo a uno u otro depósito. Depósitos de grava aluvial, como su nombre lo menciona, son depósitos de grava formados por transporte y posterior sedimentación por la acción de ríos. Finalmente, la grava es el constituyente principal de los depósitos de este tipo.

Diorita: La diorita es una roca granular caracterizada por la plagioclasa (oligoclasa a andesina), pero que carece de cuarzo y feldespato potásico en cantidades apreciables. La hornblenda es el mineral oscuro más importante, pero la biotita también suele estar presente. Los piroxenos son raros (Klein y Hurlburt, 1997). Incluye los identificadores 100, 102, 103, 104, 105, 106, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 179 y 1006 donde 100 corresponde a diorita. 102, 103, 104 y 105 son rangos entre litologías, donde el primer término es diorita, pero esta asignación es temporal. 115, 116, 117, 118, 119, 120 son dioritas en las que se hace referencia al tamaño de grano, característica de la que se prescindirá en la GDB de depósitos minerales. 106, 122, 123, 124, 125, 1006 son dioritas a la que se les indica una textura, cualidad que debe ser especificada en el campo correspondiente. 113 y 114 atañen a dioritas a las que se les especifica el mineral máfico más común dentro de la misma, lo que se considera específico para los fines de este trabajo. Finalmente, 179 se define como ígnea intermedia, que hace alusión a que la roca cuenta con un 52% a 65% de SiO_2 en peso, característica que cumplen dioritas y andesitas, no obstante, de forma temporal se agrupa en diorita.

Diorita Cuarzifera: Es una diorita la cual presenta entre un 5% y un 20% de cuarzo y sus minerales oscuros son abundantes, especialmente hornblenda y biotita (Klein y Hurlburt, 1997). Incluye los identificadores 107, 108, 109, 110, 111 y 112 donde 107 corresponde a diorita cuarzifera. 109, 110, 111 y 112 conciernen a dioritas cuarziferas a las que se les especifica el mineral máfico más común. 108 se define como diorita cuarzifera a granodiorita, es decir, un rango entre litologías. Este identificador se agrupa en diorita cuarzifera de manera provisoria, para posteriormente ser revisado por la Unidad de Recursos Minerales.

Esquisto: Los esquistos son rocas metamórficas foliadas que tienen cristales visibles a simple vista. Dichos cristales tienen una orientación preferencial en una fábrica planar penetrativa gruesa, por lo cual la roca tiende a partirse con mayor o menor facilidad en hojas subparalelas. Incluye los

identificadores 129, 131 y 132 que corresponden a esquisto, esquisto cuarcífero micáceo y esquisto micáceo.

Gabro: Roca granular caracterizada por plagioclasas (labradorita a anortita) pero que carece de cuarzo y feldespato potásico en cantidades apreciables. El piroxeno es el mineral oscuro principal. El olivino y el ortopiroxeno también aparecen en muchos gabros (Klein y Hurlburt, 1997). Incluye los identificadores 97, 141 y 144 que corresponden a diabasa, gabro y gabro de piroxeno. Diabasa según Klein y Hurlburt (1997), es un gabro de grano fino. Gabro de piroxeno es definido sobre la base del mineral máfico más común, por lo que se agrupa como gabro.

Granito: Roca granular de color claro y textura uniforme formada principalmente por feldespato y cuarzo (Klein y Hurlburt, 1997). Incluye los identificadores 136, 146, 148, 149, 150 y 183 que corresponden a felsita, granito, granito a granodiorita, granito microcristalino, granito muscovítico a granodiorita muscovítica e intrusiva félsica. 148 y 150 indican rangos entre rocas donde se decide dejar la primera litología, es decir, granito de manera provisoria. 150 es un granito al que se le indica la textura. Por último, las rocas félsicas se agrupa en granito debido a que sus colores tienden a tonalidades claras.

Granito Aplítico: Este término es el que propone el comité editor de SERNAGEOMIN en reemplazo de aplita. Esta roca según Haldar y Tišljár (2014) es un equivalente de grano fino del granito y se componen principalmente de cuarzo y feldespato potásico, y cantidades menores de muscovita y biotita. Incluye a los identificadores 25 y 26 que corresponden a aplita y aplita ferruginosa. Este último término no se halla en bibliografía, pero ya que hace referencia a una aplita se agrupa en esta roca.

Granodiorita: Es una roca intrusiva de composición ácida y grano medio a grueso. Contiene cuarzo, plagioclasa y feldespato potásico y minerales máficos tales como biotita y hornblenda. Incluye a los identificadores 147, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 177, 182 y 248 donde 152 es granodiorita. 153, 154, 155, 156, 157, 158 y 159 son rangos de litologías que parten por granodiorita, los cuales temporalmente son agregados a esta roca, para posteriormente ser revisamos uno a uno y asignarles la roca que les corresponde. 161, 162, 163, 164, 165, 166 son granodioritas a las que se les especifica el mineral máfico más común dentro de ella. 147 se define como granito a gabro, que prácticamente abarca todo el rango de las rocas

intrusivas, 177 significa ígnea, 182 intrusiva y 248 plutónico. Como se puede notar los identificadores recién descritos implican un amplio abanico dentro de las rocas ígneas, es por ello que se decide agruparlos en granodiorita, para que posteriormente, cuando la GDB esté lista, realizar una revisión de los depósitos que contienen esos identificadores.

Lutita: En este trabajo se le usa como sinónimo de fangolita ya que es un término ampliamente utilizado por la comunidad geológica en Chile para referirse a rocas sedimentarias de grano fino en general. Las fangolitas son rocas que según Dott (1964) tienen un porcentaje de matriz fina mayor a 75%. Los diámetros de grano de dicha matriz son menores a 1/16 mm. Incluye a los identificadores 27, 135, 187, 189, 191 y 236 donde 189 corresponde a lutita mientras que 135 es fangolita. 27 y 187 indican arcillolita y limolita que son rocas comprendidas en el rango de tamaño de grano abarcado por las fangolitas. 236 significa pelita, que es un concepto que hace referencia a la textura de las fangolitas. Por último, 191 es lutita calcárea, pero por ser muy específica pasa a lutita.

Metasedimentita: Este término hace alusión a una roca la cual sufrió metamorfismo, no obstante, a pesar de ello puede apreciarse la naturaleza sedimentaria de dicha roca. Incluye a los identificadores 199, 201 y 202, donde este último indica metasedimentita. A pesar de ser un término general permite reducir el número de elementos dentro de la lista de validación y esa es la razón principal de su presencia dentro del dominio. 199 y 201 significan metapelita y metarenisca, o sea, rocas sedimentarias que han sufrido procesos metamórficos.

Monzodiorita: Es una roca intermedia entre monzonitas y dioritas/gabros, de acuerdo a la composición de la plagioclasa. Son de grano grueso y están compuestas principalmente de feldespato potásico, ortoclasa, hornblenda y biotita. La plagioclasa es el feldespato dominante, constituyendo entre el 60% y 90% del feldespato total, variando desde oligoclasa a andesina. La presencia de ortoclasa distingue a esta roca de la diorita. Incluye a los identificadores 207, 213, 214, 215, 216, 217 y 227 donde 207 es monzodiorita. 213, 214 y 217 corresponden a monzodioritas a las que se les especifica el o los mineral máficos más comunes. 215, 216 y 227 son monzodioritas a las que se les especifica su textura, la cual deber ser descrita en el campo Textura Roca.

Monzodiorita Cuarcifera: Es un monzodiorita la que según el triángulo QAPF de Streckeisen (1974) contiene entre un 5% y un 20% de cuarzo. Incluye a los identificadores 208, 209, 210, 211

y 212 donde 208 es la monzodiorita cuarcífera. 209 se define como monzodiorita cuarcífera a diorita cuarcífera y pasa a monzodiorita cuarcífera de manera provisoria. 210, 211 y 212 son monzodioritas cuarcíferas a las que se les especifica el o los mineral máficos más comunes.

Monzogranito: Es un término opcional para una variedad de granito el cual tiene aproximadamente cantidades equivalente de feldespato alcalino y plagioclasa (Le Maitre y otros, 2002). Incluye a los identificadores 219, 220 y 221 donde el primer elemento es monzogranito. 220 es monzogranito a monzodiorita y se agrupa provisoriamente en monzogranito. 221 es monzogranito cuarcífero y puesto que no está presente en la clasificación modal QAP de rocas plutónicas (modificado de Streckeisen, 1976; Le Maitre y otros, 2002) pasa a monzogranito, que si lo está.

Monzonita: Término usado comúnmente para referirse a una roca plutónica que contiene cantidades casi iguales de plagioclasa y feldespato alcalino con menores cantidades de anfíbol o piroxeno (Le Maitre y otros, 2002). Incluye a los identificadores 222 y 223 que corresponden a monzonita y monzonita a diorita milonítica. Este último término es un rango de rocas de diferente tipo ya que por un lado se tiene una roca ígnea intrusiva y por otro a una roca metamórfica, por ende, debido a la dificultad de discernir entre una y otra litología se procede a encasillar dentro de monzonita a dicho rango litológico de manera temporal.

Monzonita Cuarcífera: Roca plutónica compuesta por cantidades aproximadamente iguales de feldespato alcalino y plagioclasa y con cuarzo esencial (5%-20% de minerales félsicos), pero no lo suficiente como para que la roca sea un granito (Le Maitre y otros, 2002). Incluye a los identificadores 224 y 225 que corresponden a monzonita cuarcífera y monzonita cuarcífera de biotita y anfíbola. El segundo término especifica los minerales máficos más comunes de la roca sin embargo, esto es muy particular para los fines de la GDB de depósitos minerales.

Pórfido Andesítico: El término pórfido a pesar de hacer alusión a la textura de una roca ígnea y no a la roca en sí, es un término ampliamente utilizado en el léxico minero chileno, además de útil debido a sus connotaciones genéticas, por lo que se mantiene como un elemento del dominio Litología. Este término aplica a rocas ígneas inequigranulares que tienen 2 poblaciones de tamaños de grano que varían de manera significativa, evidenciando 2 etapas de enfriamiento. Según Winter (2001), que un pórfido se considere volcánico o plutónico depende del tamaño de grano de la masa fundamental, no obstante, no define una granulometría para uno u otro caso, por ende, un pórfido

andesítico correspondería a una roca con textura porfídica que no presenta un gran desarrollo de su masa fundamental. Por otro lado, Bard y otros (1986) plantean que en el caso de que la roca presente una masa fundamental holocristalina en la que se encuentran inmersos fenocristales de mayor tamaño, y estos no se tocan, entonces a la roca se le denomina pórfido seguido del nombre de la lava que tiene la composición de la roca examinada, en caso contrario, o sea, que los fenocristales se toquen, entonces se le denomina pórfido seguido del nombre del intrusivo con la composición de la roca en cuestión. Incluye a los identificadores 252, 253 y 258 que corresponden a pórfido andesítico, pórfido andesítico de hornblenda y pórfido de hornblenda, donde este último es agregado de manera temporal.

Pórfido Dacítico: Roca ígnea de composición dacítica que según Winter (2010) tiene una textura porfídica y una masa fundamental de granulometría fina, mientras que según Bard y otros (1986) corresponde a una roca intrusiva de composición granodiorítica la cual tiene una textura porfídica donde los fenocristales no están en contacto entre sí. Incluye a los identificadores 249 y 256 que corresponden a pórfido dacítico y pórfido dacítico a andesítico. Este segundo término es un rango entre litologías el cual temporalmente es asignado a pórfido dacítico.

Pórfido Diorítico: Roca ígnea de composición diorítica que según Winter (2010) tiene una textura porfídica y una masa fundamental de granulometría media o gruesa, mientras que según Bard y otros (1986) corresponde a una roca intrusiva de composición diorítica la cual tiene una textura porfídica en la que los fenocristales se encuentran en contacto. Incluye a los identificadores 259, 260 y 261 donde el primer elemento es el pórfido diorítico. 260 y 261 son pórfidos dioríticos a los que se les especifican el o los minerales máficos más comunes, los cuales debido a su especificidad se agrupan en pórfido diorítico.

Pórfido Granítico: Roca ígnea de composición granítica que según Winter (2010) tiene una textura porfídica y una masa fundamental de granulometría media o gruesa, mientras que según Bard y otros (1986) corresponde a una roca intrusiva de composición granítica la cual tiene una textura porfídica donde los fenocristales se encuentran en contacto. Incluye a los identificadores 263 y 1002 que corresponden a pórfido granítico de hornblenda y pórfido granítico. El primer término debido a su particularidad se agrupa en pórfido granítico.

Pórfido Riolítico: Roca ígnea de composición riolítica que según Winter (2010) tiene una textura porfídica y una masa fundamental de granulometría fina, mientras que según Bard y otros (1986) corresponde a una roca intrusiva de composición granítica la cual tiene una textura porfídica donde los fenocristales no se encuentran en contacto. Incluye a los identificadores 254, 267, 268 y 271 siendo este último el pórfido riolítico. 267 y 268 son pórfidos riolíticos sin embargo, el comité editor del SERNAGEOMIN no menciona dentro las rocas lávicas a la riolita, por lo que transitoriamente ambos términos son agrupados en pórfido riolítico. 254 se define como pórfido cuarcífero. Este término no es de uso general y la escasa bibliografía indica que es utilizado en campo para referirse a una roca de textura porfídica de composición félsica que se encuentra normalmente como *stocks* o diques. En vista de que existen una gran variedad de rocas félsicas se agrupan el pórfido cuarcífero de manera provisoria en pórfido riolítico.

Riolita: Roca de grano fino densa, y el equivalente efusivo (volcánico) de un granito. Esencialmente está formada por feldespato alcalino y cuarzo, pero gran parte de la sílice puede presentarse como tridimita o cristobalita. Los minerales oscuros nunca son abundantes, pero la biotita de color castaño es muy común (Klein y Hurlburt, 1997). Incluye los identificadores 276, 277, 278 y 279 donde 278 es la riolita. 277 es riolita y 278 riolítica y debido a que el comité editor del SERNAGEOMIN no menciona dentro las rocas lávicas a la riolita, ambos elementos son agrupados de manera transitoria en riolita. 279 es riolita – dacita, el cual es un rango litológico que también de manera temporal es agrupado en riolita, que es la litología con la que parte dicho rango.

Sedimentaria: Este tipo de rocas se forman por la erosión química y/o física de materiales geológicos preexistentes, los cuales luego de ser transportados en forma de solución o detritos precipitan o sedimentan, dando lugar a un precipitado químico o sedimento clástico, respectivamente. Luego esos materiales sufren procesos diagenéticos hasta dar lugar a una roca sedimentaria. A pesar de un término muy amplio ya que incluye a todas las rocas sedimentaria, permite disminuir la cantidad de elementos del dominio Litología. Incluye los antiguos identificadores 281, 282 y 283 que corresponden a sedimentaria, sedimentaria calcárea y sedimentaria marina. Los últimos 2 elementos son rocas sedimentarias a las que se les indican características ambientales, por lo que se agrupan como sedimentarias.

Skarn: Roca de contacto metamórfica y metasomática que se encuentra en la aureola de contacto de un cuerpo ígneo intrusivo. Es el resultado del reemplazamiento metasomático de la roca original, comúnmente caliza (Klein y Hurlburt, 1997). Incluye los identificadores 288, 289 y 312 donde 288 es Skarn. 289 y 312 significan Skarn de Granate. Por ser muy particular, este último término se agrupa en Skarn.

Toba: En este término se engloban aquellas rocas piroclásticas que contienen más de un 70% de clastos tamaño ceniza (diámetro menor a 2 mm), es decir, tobas, tobas de lapilli, o sea, las rocas contienen menos de un 75% de clastos tamaño lapilli (64 mm a 2 mm de diámetro) y menos de un 25% de bloques y/o bombas y, por último, también son agrupadas aquellas rocas que tienen entre un 25% y un 75% de bloques y/o bombas y reciben el nombre de tobas brechosas. Lo anterior basado en triángulo de clasificación textural de las rocas volcanoclásticas de Fisher (1966). Incluye los identificadores 74, 180, 241, 275, 293, 294, 295, 297, 298, 299, 300, 302, 303, 304, 305, 306, 308, 309, 310, 334 y 1000 donde 293 es toba. 74 es ceniza y bloques andesíticos y debido a que primero se menciona la ceniza se asume que hay una mayor proporción de ella, por ende, según la clasificación de Fisher (1966) puede clasificarse como una toba. 180 corresponde a ignimbrita que según Best (2003) es un término acuñado por Peter Marshall en 1935 mientras estudiaba depósitos de riolitas. Este término desde entonces ha sido adoptado para referirse a depósitos piroclásticos de flujo, los cuales al litificar forman tobas. 241 y 334 se definen como piroclástica y volcanoclástica que son sinónimos y puesto que toba es una de las rocas de este tipo más común, de manera temporal son agrupados estos términos en ella. 1000 es volcánica sedimentaria y en vista de que las rocas piroclásticas son una transición entre las rocas volcánicas y sedimentarias se propone que pasen a toba de manera provisional, siguiendo el mismo argumento expuesto para el caso de volcanoclástica y piroclástica. 275 es pumicita, concepto que no está definido en los documentos del comité editor de SERNAGEOMIN, por lo que, por sus características genéticas se agrupa a toba. 294, 297, 298, 299, 300, 303, 305 y 309 son tobas a las que se le especifica la composición, lo que es una característica particular. 295, 302, 306, 310 indican tobas con descripciones texturales, lo que debe ser descrito en los campos textura roca. 304 y 308 son tobas a las que se le especifica tamaño de grano, característica que no se usará en la GDB de depósitos minerales.

Tonalita: Roca intrusiva que se compone en esencia de feldespato, plagioclasa y cuarzo con sólo pequeñas cantidades de feldespato potásico (menos de un 5%). La plagioclasa es oligoclasa o andesina. Los minerales oscuros, especialmente biotita y hornblenda, son abundantes; el piroxeno en raras ocasiones (Klein y Hurlburt, 1997). Incluye los identificadores 314, 315, 316, 317, 318 y 319 donde 314 es tonalita. 315, 316, 317 y 318 son tonalitas a las que se les caracteriza un aspecto de su composición lo cual es muy específico para los fines de la GDB de depósitos minerales. Finalmente, 319 es una tonalita a la que se le pormenoriza una textura, característica que debe ser descrita en el campo Textura Roca.

Volcánica: Término que refiere a todos aquellos materiales lávicos eruptados por un volcán y que se enfrían a nivel de la superficie terrestre. A pesar de ser un término general permite reducir elementos dentro del dominio Litología. Incluye los antiguos identificadores 172, 178, 328, 330, 331, 332 y 333 donde 328 es volcánica. 172 se define como hialoclastita que es una roca volcánica formada en erupciones subacuáticas. 178 es ígnea afanítica, que es la descripción textural clásica de las rocas volcánicas. 330, 331, 332 y 333 corresponden a volcánica afanítica, volcánica amigdaloidal, volcánica brechosa y volcánica porfídica, respectivamente. Por ser muy específicas estas 4 últimas litologías se agrupan en volcánica.

Textura Roca

Conjunto de 3 campos que complementan a los de Litología. En estos se ingresa la textura de la roca descrita. Poseen asociado el dominio Textura Roca (Tabla 4.33) que se creó a partir de lista de validación homónima (Tabla 4.32) del SIA de Yacimientos. Dicha lista cuenta con 21 elementos, pero por no mención o duplicidad de elementos, 2 son eliminados.

Identificador	TEXTURA_ROCA
1	Afanítica
2	Bandeada
3	Amigdaloidal
4	Brechosa
5	Cataclástica
7	Fluidal
8	Foliada
9	Hialoclástica
10	Microcristalina
11	Microporfídica
12	Milonítica
13	Obliterada
14	Ocoítica
15	Porfídica
16	Porfídica ; Microcristalina
17	Porfídica ; Cristalina
999	Sin Informacion
1001	Vesicular
1002	Soldada

Tabla 4.32: 19 de 19 texturas con menciones y sin duplicidades de la lista de validación Textura Roca del SIA Yacimientos.

Nuevo_ID	Concepto
TXT-LITO-1	Afanítica
TXT-LITO-2	Alotromórfica
TXT-LITO-3	Amigdaloidal
TXT-LITO-4	Axiolítica
TXT-LITO-5	Bandeada
TXT-LITO-6	Bioclástica
TXT-LITO-7	Brechosa
TXT-LITO-8	Cataclástica
TXT-LITO-9	Clástica
TXT-LITO-10	Cristalina
TXT-LITO-11	Cumulado
TXT-LITO-12	Esferulítica
TXT-LITO-13	Eutaxítica
TXT-LITO-14	Fanerítica Equigranular
TXT-LITO-15	Fanerítica Inequigranular
TXT-LITO-16	Fluidal
TXT-LITO-17	Fragmental
TXT-LITO-18	Gráfica
TXT-LITO-19	Granoblástica
TXT-LITO-20	Granofélsica
TXT-LITO-21	Hipidiomórfica

Tabla 4.33: Primeras 21 de 45 texturas del dominio Textura Roca de la GDB de depósitos minerales.

Los 19 elementos restantes de la lista (Tabla 4.32) son revisados para confirmar que correspondan a texturas. En el caso de que algunos de ellos no lo sean y se pueden asociar a algunas de las presentes, entonces se procede a agruparlo dentro de ese elemento. Finalmente se realiza un estudio bibliográfico que permite agregar más texturas.

El resultado de lo descrito es el dominio Textura Roca que se compone de 45 texturas aplicables para rocas sedimentarias, metamórficas, ígneas y piroclásticas.

Las texturas que agrupan a otras texturas diferentes de sí mismas son las siguientes:

Porfídica: Textura que hace referencia a que en la roca existen 2 tamaños de granos dominantes los cuales difieren de manera significativa. Esta textura implica la presencia de 2 etapas de enfriamiento: Una etapa de enfriamiento temprano y lento que es donde desarrollan los cristales de mayor tamaño y una posterior de enfriamiento rápido donde se forma la masa fundamental con menor desarrollo de cristales (Winter, 2010). Incluye a los identificadores 11, 15, 16 y 17 que corresponden a microporfídica, porfídica, porfídica ; microcristalina y porfídica ; cristalina. Winter (2010) plantea que el término microporfídica corresponde a una textura porfídica que puede ser apreciada en muestra de mano pero que se usa raramente. El término porfídica ; microcristalina puede hacer referencia a que por un lado se tiene una población de cristales de gran tamaño (pórfidos), mientras que los de menor tamaño son microcristalinos. Best (2003) plantea que la textura afanítica que consiste en un mosaico de cristales tan pequeños que no puede ser vistos sin el uso de aumentos puede ser denominada microcristalina. En vista de lo expuesto una textura porfídica microcristalina sería una textura típica de las rocas ígneas extrusivas y no habría inconveniente en incluir dicho término en porfídica. Finalmente, siguiendo el razonamiento previo la textura porfídica ; cristalina haría referencia a cristales de gran tamaño inmersos en una masa fundamental cristalina u holocristalina donde ambas poblaciones de cristales pueden ser observadas a simple vista, tal como el caso de las rocas ígneas intrusivas.

Pizarroso: Según Best (2003) esta textura de rocas metamórficas puede ser definida como una foliación en rocas metamórficas afaníticas la cual permite que la roca se divida fácilmente en placas finas. Incluye al identificador 8 que es foliada. Una foliación no está definida como una textura de roca, sino que es un término que hace referencia a cualquier característica planar repetitiva o penetrativa en un cuerpo rocoso, por ende, es agrupado dentro de la textura pizarrosa.

Fragmental: Esta textura según Winter (2010) se evidencia por la presencia de porciones de cristales ígneos disgregados, los cuales son depositados y posteriormente amalgamados. Los fragmentos pueden incluir partes de rocas, fragmentos cristalinos o vidrio de origen predominantemente ígneo. Incluye al identificador 9 que es hialoclástica. La textura hialoclástica no se encuentra en la bibliografía revisada sin embargo, la etimología de la palabra permite concluir que hace referencia a una característica textural de las hialoclastitas. White y otros (2015) propone que las hialoclastitas son rocas compuestas por un agregado clástico generado por la fragmentación

por enfriamiento de lava en contacto con agua y/o hielo. En virtud de lo anterior, se agrupa el término hialoclástica en fragmental.

Eutaxítica: Esta textura según Best (2003) ocurre en tobas originadas a partir de flujos de ceniza compactados y generalmente soldados, donde las porciones de pumicita presente, así como también el vidrio, son aplanados como resultado del peso de la columna suprayacente. Incluye al identificador 1002 que se define como soldada. Este término es más bien una estructura de las tobas que hace referencia a lo mismo que la textura eutaxítica, o sea, al aplastamiento de vidrio y fragmentos de pumicita por la carga de la columna de material que se le superpone.

Relación Mineralización

Conjunto de 3 campos usados para caracterizar la relación que tiene la litología con la mineralización. Tienen asociado un dominio (Tabla 4.35) con el mismo nombre de la lista de validación (Tabla 4.34) del SIA Yacimientos, es decir, Relación Mineralización. Esta lista contiene 5 elementos, todos mencionados en la base de datos.

ID_RELACION_MINERALIZACION	RELACION_MINERALIZACION
1	Roca de Caja
2	Roca Huésped
3	Roca Mineralizadora
999	Sin Informacion
1000	Roca no Mineralizada

Tabla 4.34: Lista de validación Relación Mineralización (con la totalidad de sus elementos) del SIA de Yacimientos.

Nuevo_ID	Concepto	Incluye
REL-MIN-LITO-1	Roca Caja	1;1000
REL-MIN-LITO-2	Roca Huésped	2
REL-MIN-LITO-3	Roca Huésped/Roca Mineralizadora	
REL-MIN-LITO-4	Roca Mineralizadora	3
REL-MIN-LITO-999	Sin Información	999

Tabla 4.35: Dominio Relación Mineralización (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

La lista Relación Mineralización (Tabla 4.34) contiene los conceptos de roca caja, roca huésped, roca mineralizadora y roca no mineralizadora. Para el dominio homónimo se elimina solo uno de los elementos de la anterior lista, pero se agrega otro. Dicho elemento eliminado es roca no Mineralizadora, el cual es agrupado en roca caja. Por su parte, el elemento agregado es roca huésped/roca mineralizadora el cual sirve para el caso en que para una litología se dé la dualidad descrita. En vista de que el concepto roca huésped/roca mineralizadora no incluye a ningún

identificador en la nueva GDB partirá sin menciones, pero podrá utilizarse para caracterizar las litologías de los próximos depósitos que se ingresen.

Era Máxima Litología

Conjunto de 3 campos en los que se ingresa la Era máxima de formación de la roca. Tienen asociado el dominio Era (Tabla 4.37), el cual nace a partir de la lista de validación Edad Estrat (Tabla 4.36) del SIA Yacimientos. La lista Edad Estrat en un principio contenía 197 edades, pero por no mención o duplicidad de elementos son eliminados 149.

Identificador	EDAD ESTRAT
1	Albiano
8	Cretácico
9	Cretácico Inferior
11	Cretácico Superior
12	Cuaternario
13	Eoceno
14	Eoceno Inferior
15	Eoceno Medio
17	Holoceno
18	Jurásico
19	Jurásico Inferior
20	Jurásico Medio
21	Jurásico Superior
23	Mioceno
24	Mioceno Inferior
25	Mioceno Medio
26	Mioceno Superior
27	Oligoceno
29	Oligoceno Superior
30	Paleoceno
31	Paleogeno

Tabla 4.36: Primeros 21 de 48 elementos con menciones y sin duplicidades de la lista de validación Edad Estrat del SIA Yacimientos.

Id	Era
ERA-1	Cenozoico
ERA-2	Mesozoico-Cenozoico
ERA-3	Mesozoico
ERA-4	Paleozoico-Mesozoico
ERA-5	Paleozoico
ERA-999	Sin información

Tabla 4.37: Dominio Era (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

Como puede notarse, en la lista (Tabla 4.36) existen edades de distinto orden. Por ejemplo, el identificador 1 es un Piso, el 2 un Sistema mientras que el 3 una Serie. Para mantener un mayor orden es que se crearon 3 dominios que permiten caracterizar la edad de la roca de mejor manera. Esos dominios son Era, Sistema y Serie. Cada uno de estos dominios aplica al campo que contiene su nombre. Para construir los dominios se usó como referencia la tabla cronoestratigráfica de Gradstein y otros (2020).

Sistema Máxima Litología

Conjunto de 3 campos en los que se ingresa el Sistema máximo de formación de las rocas. Tienen asociado el dominio Sistema (Tabla 4.38), el cual también nace a partir de la lista de validación Edad Estrat (Tabla 4.36) del SIA Yacimientos y cuenta con 24 elementos.

Id	Sistema
SIS-1	Cuaternario
SIS-2	Neógeno-Cuaternario
SIS-3	Neógeno
SIS-4	Paleógeno-Neógeno
SIS-5	Paleógeno
SIS-6	Cretácico-Paleógeno
SIS-7	Cretácico
SIS-8	Jurásico-Cretácico
SIS-9	Jurásico
SIS-10	Triásico-Jurásico
SIS-11	Triásico
SIS-12	Pérmico-Triásico
SIS-13	Pérmico
SIS-14	Carbonífero-Pérmico
SIS-15	Carbonífero
SIS-16	Devónico-Carbonífero
SIS-17	Devónico
SIS-18	Silúrico-Devónico
SIS-19	Silúrico
SIS-20	Ordovícico-Silúrico
SIS-21	Ordovícico
SIS-22	Cámbrico-Ordovícico
SIS-23	Cámbrico
SIS-999	Sin Información

Tabla 4.38: Dominio Sistema (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

Serie Máxima Litología

Conjunto de 3 campos en los que se ingresa la Serie máxima de formación de las rocas. Tienen asociado el dominio Serie (Tabla 4.39), el cual también nace a partir de la lista de validación Edad Estrat (Tabla 4.36) del SIA Yacimientos y cuenta con 45 elementos.

Id	Serie
SER-1	Holoceno
SER-2	Holoceno Superior
SER-3	Holoceno Medio
SER-4	Holoceno Inferior
SER-5	Pleistoceno-Holoceno
SER-6	Pleistoceno
SER-7	Pleistoceno Superior
SER-8	Pleistoceno Medio
SER-9	Pleistoceno Inferior
SER-10	Plioceno-Pleistoceno
SER-11	Plioceno
SER-12	Plioceno Superior
SER-13	Plioceno Inferior
SER-14	Mioceno-Plioceno
SER-15	Mioceno
SER-16	Mioceno Superior
SER-17	Mioceno Medio
SER-18	Mioceno Inferior
SER-19	Oligoceno-Mioceno
SER-20	Oligoceno
SER-21	Oligoceno Superior

Tabla 4.39: Primeros 21 de 45 elementos del dominio Serie de la GDB de depósitos minerales.

Era Mínima Litología

Conjunto de 3 campos en los que se ingresan la Eras mínimas de formación de las rocas. Tienen ligado el dominio Era (Tabla 4.37).

Sistema Mínimo Litología

Conjunto de 3 campos en los que se ingresan los Sistemas mínimos de formación de las rocas. Tienen asociado el dominio Sistema (Tabla 4.38).

Serie Mínima Litología

Conjunto de 3 campos donde se ingresan la Series mínimas de formación de las rocas. Tiene asociado el dominio Serie (Tabla 4.39).

Descripción Litología

Conjunto de 3 campos de libre llenado donde se ingresa una descripción de la litología a la que se asocian.

Era Máxima Mineralización-Alteración

Campo individual en el que se ingresa la Era máxima en que ocurrió la mineralización o alteración dentro del depósito estudiado. Tiene enlazado el dominio Era (Tabla 4.37).

Sistema Máximo Mineralización-Alteración

Campo individual en el que se ingresa el Sistema máximo en que ocurrió la mineralización o alteración dentro del depósito estudiado. Tiene asociado el dominio Sistema (Tabla 4.38).

Serie Máxima Mineralización-Alteración

Campo individual en el que se ingresa la Serie máxima en que ocurrió la mineralización o alteración dentro del depósito estudiado. Tiene ligado el dominio Serie (Tabla 4.39).

Era Mínima Mineralización-Alteración

Campo individual en el que se ingresa la Era mínima en que ocurrió la mineralización o alteración dentro del depósito estudiado. Tiene vinculado el dominio Era (Tabla 4.37).

Sistema Mínimo Mineralización-Alteración

Campo individual en el que se ingresa el Sistema mínimo en que ocurrió la mineralización o alteración dentro del depósito estudiado. Tiene asociado el dominio Sistema (Tabla 4.38).

Serie Mínima Mineralización-Alteración

Campo individual en el que se ingresa la Serie mínima en que ocurrió la mineralización o alteración dentro del depósito estudiado. Tiene ligado el dominio Serie (Tabla 4.39).

Edad Radiométrica

Conjunto de 3 campos de libre llenado donde se ingresa, si es que se cuenta con ella, la edad radiométrica que permitió caracterizar la edades máximas y mínimas de mineralización o alteración.

Método Datación

Conjunto de 3 campos en los que se ingresa el método de datación utilizado para obtener las edades radiométricas. Tiene enlazado el dominio Método Datación (Tabla 4.40), el cual se creó exclusivamente para la GDB.

id	Concepto
MET-DAT-1	Ar/Ar
MET-DAT-2	K-Ar
MET-DAT-3	Otros
MET-DAT-4	Re-Os
MET-DAT-5	U-Pb
MET-DAT-999	Sin Información

Tabla 4.40: Dominio Método Datación (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

Material Datado

Conjunto de 3 campo de libre llenado en los que se ingresa el material que se dató para obtener las edades.

Descripción Edad Mineralización-Alteración

Campo individual de libre llenado donde se ingresa una observación, si es que se tiene, acerca las edades de mineralización o alteración

Ambiente Geológico de Formación

Campo individual en el que se ingresa el ambiente geológico en el que se originó el depósito en cuestión. Tiene vinculado el dominio Ambiente Formación (Tabla 4.43) que proviene de la unión de 2 listas de validación presentes en el SIA Yacimientos: Ambiente General y Ambiente Específico. La lista Ambiente General (Tabla 4.41) cuenta con 22 elementos, donde por no mención 3 son eliminados. Por su parte, la lista Ambiente Específico (Tabla 4.42) posee 36 elementos sin embargo, por no mención se eliminan 16 de ellos.

Identificador	AMBIENTE_GENERAL
1	Hidrotermal
2	Ígneo
3	Ígneo Intrusivo
4	Metamórfico
5	Plutónico
6	Sedimentario
7	Sedimentario Continental
8	Sedimentario Marino
9	Subvolcánico
10	Supérgeno
11	Tectónico
13	Tectónico Dinámico
15	Volcánico
16	Volcánico Continental
18	Volcánico Sedimentario
19	Volcánico Sedimentario Continental
20	Volcánico Sedimentario Marino
999	Sin Informacion
1000	Epigenético

Tabla 4.41: 19 de 19 elementos con menciones de la lista de validación Ambiente General del SIA Yacimientos.

Identificador	AMBIENTE_ESPECIFICO
2	Aluvial
3	Caldera
4	Coluvial
5	Deltaico
7	Domo
9	Eólico
10	Epitermal
14	Falla Regional
15	Fluvial
18	Hipabisal
19	Hipotermal
21	Lacustre
22	Lagunar
23	Litoral
24	Mesotermal
25	Metamorfismo de Contacto
26	Metamorfismo Dinámico
27	Metamorfismo Regional
30	Pegmatítico
999	Sin Informacion

Tabla 4.42: 20 de 20 elementos con menciones de la lista de validación Ambiente Específico del SIA Yacimientos.

Nuevo_ID	Concepto
AMB-FOR-1	Hidrotermal
AMB-FOR-2	Ígneo Intrusivo
AMB-FOR-3	Metamórfico
AMB-FOR-4	Metamórfico de Contacto
AMB-FOR-5	Pegmatítico
AMB-FOR-6	Sedimentario
AMB-FOR-7	Sedimentario Biogénico
AMB-FOR-8	Sedimentario Continental
AMB-FOR-9	Sedimentario Evaporítico
AMB-FOR-10	Sedimentario Marino
AMB-FOR-11	Sedimentario Químico
AMB-FOR-12	Supérgeno
AMB-FOR-13	Tectónico
AMB-FOR-14	Tectónico Dinámico
AMB-FOR-15	Volcánico
AMB-FOR-16	Volcánico Continental
AMB-FOR-17	Volcánico Marino
AMB-FOR-18	Volcánico Sedimentario
AMB-FOR-19	Volcánico Sedimentario Continental
AMB-FOR-20	Volcánico Sedimentario Marino
AMB-FOR-999	Sin Información

Tabla 4.43: Dominio Ambiente Formación (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

En vista de que los elementos de la lista Ambiente General cuentan con 4744 menciones en el SIA Yacimientos, mientras que Ambiente Específico con 990, es que se decide agrupar las listas de Ambiente General y Ambiente Específico, pero manteniendo como base los elementos de la primera para crear el dominio Ambiente Formación. Para esto, lo que se realiza en primer lugar es

una reducción de la cantidad de ambiente geológicos descritos dentro de Ambiente General (Tabla 4.41), para ello algunos ambientes agrupan a otros, dando como resultado la Tabla 4.44.

Identificador	Ambiente_de_Formacion	Incluye
1	Hidrotermal	1;1000
3	Ígneo Intrusivo	2;3;5,9
4	Metamórfico	
6	Sedimentario	
7	Sedimentario Continental	
8	Sedimentario Marino	
10	Supérgeno	
11	Tectónico	
13	Tectónico Dinámico	
15	Volcánico	
16	Volcánico Continental	
18	Volcánico Sedimentario	
19	Volcánico Sedimentario Continental	
20	Volcánico Sedimentario Marino	
999	Sin Informacion	

Tabla 4.44: 15 de 15 elementos de la lista de validación Ambiente General que conforman el dominio Ambiente Formación de la GDB de depósitos

Los ambientes que agrupan a otros son los siguientes:

Hidrotermal: Este tipo de ambiente implica la presencia de fluidos hidrotermales. Estos fluidos son ricos en agua y se encuentran en un amplio rango de temperaturas. El origen de los fluidos es diverso, y puede abarcar desde agua marina que penetra en la corteza oceánica o rellena poros de rocas en cuencas sedimentarias, hasta fluidos magmáticos liberados por la cristalización de intrusiones ígneas. Los fluidos hidrotermales al ascender por la corteza terrestre interactúan con las rocas que los rodean, lo que involucra un intercambio de componentes fluido-roca (Figura 4.1). Estas interacciones fluido-roca al estar presente un mecanismo de precipitación adecuado, el cual se concentre en un área restringida puede dar lugar a depósitos minerales. Incluye a los identificadores 1 y 1000 que corresponden a hidrotermal y epigenético. Este último término alude a la temporalidad de la mineralización dentro de un depósito, concretamente, apunta a que la mineralización ha sido introducida con posterioridad a la formación de la roca caja. En vista de que el dominio Ambiente Formación incluye ambientes sin especificar una temporalidad de los procesos, es que epigenético es agrupado en hidrotermal.

Ígneo Intrusivo: Este ambiente tiene su origen en las cercanías de límites de placas o puntos calientes, donde roca fundida asciende a través de la corteza terrestre. Cuando el magma se queda atrapado en la corteza, es decir, sin la capacidad de seguir ascendiendo se comienza a enfriar en un proceso lento que puede tomar miles o incluso millones de años. A esto se le conoce como

ambiente ígneo intrusivo. Incluye a los identificadores 2, 3, 5 y 9 que corresponden a ígneo, ígneo intrusivo, plutónico y subvolcánico. El ambiente ígneo implica la cristalización de rocas ígneas, proceso que puede ocasionarse en la profundidad de la corteza, (intrusivos) o en la superficie terrestre, es decir, en un ambiente ígneo efusivo o volcánico. El que el ambiente ígneo sea agrupado en ígneo intrusivo y no en volcánico es provisorio, ya que los depósitos que cuenta con este ambiente deben ser revisados por los geólogos de la URM. El concepto plutónico es un sinónimo de ígneo intrusivo, pero ya que este último es más explicativo es mantenido. Por último, el ambiente subvolcánico es un sinónimo de ambiente hipabisal, el cual ocurre a bajas profundidades de la corteza terrestre, no obstante, el magma solidifica dentro de la corteza y no en la superficie, por lo que se agrupa en ígneo intrusivo.

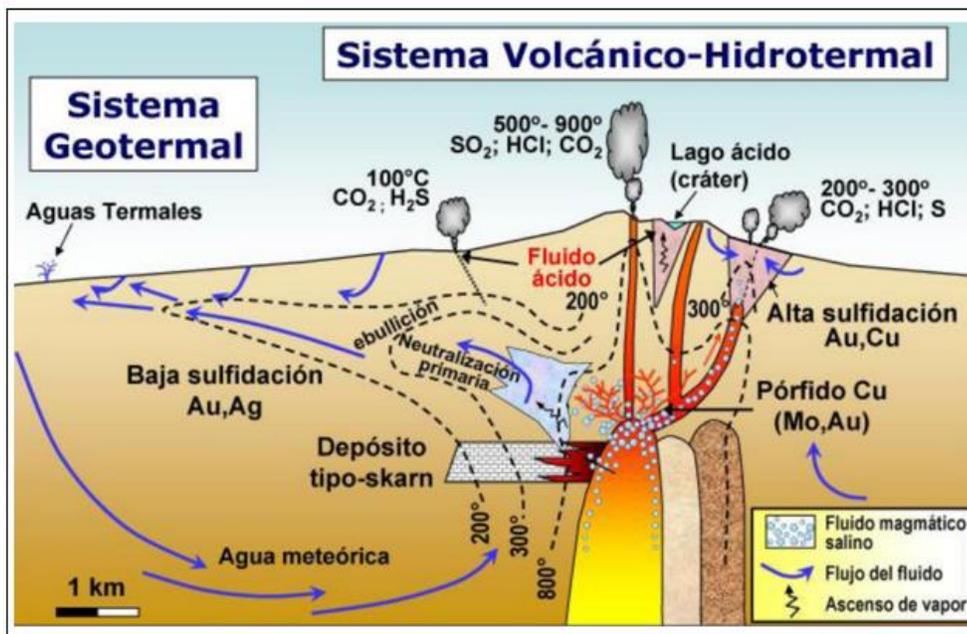


Figura 4.1: Esquema de un sistema hidrotermal asociado a un intrusivo. Extraído de Microscopia de Microscopia de menas (2020).

Uno de los elementos sin menciones de la lista Ambiente General (Tabla 4.41) es el ambiente volcánico marino sin embargo, se decide mantener ya que se conocen depósitos formados en este ambiente.

Desde la lista Ambiente Específico (Tabla 4.42) también se agregan ambientes al dominio Ambiente Formación y son los siguientes:

Pegmatítico: A pesar de que su extensión es más bien reducida, es un paradigma dentro de los ambientes geológicos, por lo que es necesario contar con él dentro del dominio Ambiente Formación. Este ambiente se encuentra genéticamente relacionado a intrusivos graníticos, a los cuales intruye formando filones (Klein y Hurlbut, 1997). Simmons y Webber (2008) plantean que no existe un modelo genético universal que describa la formación de pegmatitas, pero el más aceptado es el que apunta a que provienen de fluidos residuales derivados de la cristalización de intrusiones graníticas.

Metamórfico de Contacto: Al igual que el ambiente pegmatítico es un ejemplo típico de ambiente geológico y a diferencia del ambiente pegmatítico puede tener extensiones kilométricas. Este tipo de ambiente se ve afectado por un metamorfismo local debido a la influencia termal y metasomática de una intrusión en la roca caja (Figura 4.2), lo que genera una aureola de contacto, que es la zona afectada por el metamorfismo. Los efectos son más notorios en rocas someras, es decir, epizonales debido a que hay un mayor contraste de temperaturas.

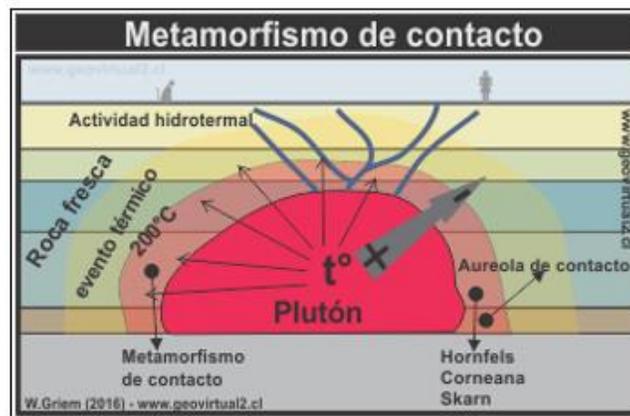


Figura 4.2: Esquema de un ambiente metamórfico de contacto. Extraído de Griem (2016).

Por último, 3 ambiente más son propuestos por la URM para ser añadidos al dominio Ambiente Formación. Su uso se centra en la mejor descripción de los depósitos de tipo RMI. Los ambientes son:

Sedimentario Biogénico: Este tipo de ambiente se relaciona con la desintegración física y química de rocas y minerales preexistentes por la acción de escorrentía superficial y aguas subterráneas. Este material disuelto es transportado a masas de agua estancadas (playas, lagos, el océano), donde

es extraído directa o indirectamente por organismos y se precipita en forma de minerales sólidos y cristalinos (Prothero y Schwab, 2013).

Sedimentario Químico: Este ambiente está vinculado con la desintegración física y la descomposición química de rocas preexistentes lo que genera componentes químicos disueltos en escorrentías superficiales y aguas subterráneas. Este material disuelto se transporta a masas de agua estancadas (playas, lagos, el océano), donde se precipita principalmente por la acción de procesos químicos inorgánicos (Prothero y Schwab, 2013).

Sedimentario Evaporítico: Este ambiente es un subtipo dentro del ambiente sedimentario químico. Se forma en zonas áridas donde producto de las altas temperaturas los iones disueltos en cuerpos de agua, como lo pueden ser lagos salinos (Figura 4.3), precipitan dando lugar a rocas sedimentarias evaporíticas, tales como travertinos.

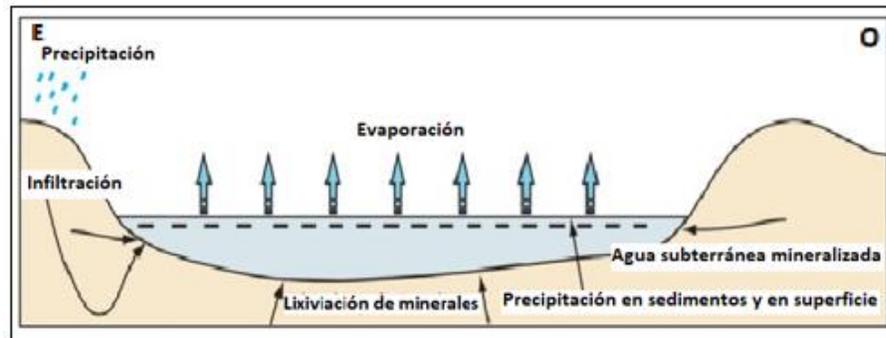


Figura 4.3: Esquema de un lago salino. Modificado de Benham y Coats (2007).

Ambiente Geotectónico

Campo individual que describe el ambiente geotectónico en el que se enmarca el depósito. Tiene asociado el dominio Ambiente Geotectónico (Tabla 4.46) que se crea a partir de la lista de validación del mismo nombre (Tabla 4.45) contenida en el SIA Yacimientos. Esta lista cuenta con 29 elementos, donde por no mención son eliminados 11.

Tabla 4.45: 18 de 18 elementos con menciones de la lista de validación Ambiente Geotectónico del SIA Yacimientos.

ID_AMBIENTE_GEOTECTONICO	AMBIENTE_GEOTECTONICO
6	Arco Magmático
7	Arco Magmático asociado a Subducción de Tipo Chilena
8	Arco Magmático asociado a Subducción Tipo Mariana
9	Arco Magmático asociado a un Sistema de Subducción
10	Arco Volcánico asociado a Subducción Tipo Chilena
11	Arco Volcánico asociado a Subducción Tipo Mariana
12	Cuenca con Magmatismo
13	Cuenca de Trasarco
15	Cuenca Lacustre
16	Cuenca Marina Extensional (Rift)
17	Evaporítico
18	Facies de Relleno Volcánico y Sedimentario Continental de Cuencas Extensionales (Rift)
19	Fluvial
20	Lacustre
22	Plutónico
23	Prisma de Acreción
24	Rocas Calcoalcalinas de Arco o Intraplaca
27	Supralitoral

Nuevo_ID	Concepto	Incluye
AMB-GEO-1	Antearco	
AMB-GEO-2	Antepaís	
AMB-GEO-3	Arco Plutónico/Volcánico	6;7;8;9;10;11;22
AMB-GEO-4	Dorsal Oceánica	
AMB-GEO-5	Intraarco	
AMB-GEO-6	Magmatismo Intraplaca	24
AMB-GEO-7	Prisma de Acreción	23
AMB-GEO-8	Rift	12;16;18
AMB-GEO-9	Trasarco	13
AMB-GEO-999	Sin Información	

Tabla 4.46: Dominio Ambiente Geotectónico (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

Los elementos del dominio Ambiente Geotectónico se basan en los ambientes geotectónicos propuestos por Kearey y otros (2009), quienes para márgenes convergentes sugieren 6 ambientes: Antearco, Antepaís, Arco Plutónico/Volcánico, Intraarco, Prisma de Acreción y Trasarco. Estos 6 ambiente se complementan con 3 ambientes y/o procesos geológicos que pueden hallarse en las inmediaciones de este tipo de márgenes: Dorsal Oceánica, Magmatismo Intraplaca y Rift.

Dentro de los elementos que contiene el dominio, 5 agrupan a elementos de la lista Ambiente Geotectónico, por ende, solo esos 5 ambientes presentan menciones en la GDB de depósitos minerales. Los Ambientes en cuestión son:

Arco Plutónico/Volcánico: En la zona en que la litósfera oceánica subductante alcanza profundidades de entre 65 y 130 km, se desarrolla actividad volcánica (Figura 4.4), generando un arco de islas o un arco continental tipo andino a aproximadamente 150 – 200 km del eje de la trinchera (England y Wilkins, 2004). Los arcos continentales, incluyendo a los Andes y las

Cascadas, son los sistemas de arco estructuralmente más complejos debido a las numerosas heterogeneidades estructurales y composicionales intrínsecas a la litósfera continental (Kearey y otros, 2009). Incluye a los identificadores 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 22 que corresponden a arco magmático, arco magmático asociado a subducción de tipo chilena, arco magmático asociado a subducción tipo mariana, arco magmático asociado a un sistema de subducción, arco volcánico asociado a subducción tipo chilena, arco volcánico asociado a subducción tipo Mariana y plutónico. Todos los identificadores menos el último aluden a un arco, ya sea de tipo volcánico o magmático, por lo cual son agrupados en arco plutónico/volcánico. Con el fin de no perder información, los geólogos de la URM deben revisar estos ambientes agrupados para especificar el tipo de esfuerzo predominante en cada uno, concepto que se precisa en la columna campo de esfuerzo. Finalmente, el termino plutónico es agrupado en arco plutónico/volcánico ya que una gran mayoría de los intrusivos presentes en Chile tienen su origen en un arco sin embargo, esto es provisorio y es necesario que sean asignados sobre una base más sólida.

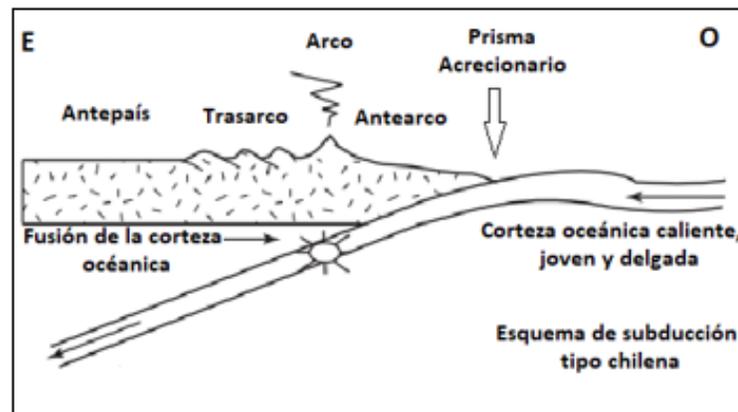


Figura 4.4: Ambientes geotectónicos presentes en una zona de subducción tipo chilena. Modificado de Kearey y otros (2009).

Magmatismo Intraplaca: El magmatismo intraplaca es una actividad ígnea distal de los bordes de placa y por ende se considera que no se relaciona con los procesos de expansión del piso oceánico, subducción y fallas transformantes (Coffin y Whittaker, 2015). Incluye al identificador 24 que corresponde a rocas calcoalcalinas de arco o intraplaca. La decisión de asignarle este elemento es que en su nombre menciona el ambiente intraplaca sin embargo, en vista de que también hace alusión a rocas de arco este agrupamiento es provisorio.

Prisma de Acreción: Los prismas acrecionarios se forman cuando las turbiditas de la fosa y algunos sedimentos pelágicos son raspados de la placa oceánica descendente por el borde anterior de la placa suprayacente, a la que se adhieren (Figura 4.4). Incluyen al identificador 23 que corresponde a prisma de acreción.

Rift: Los rifts continentales son regiones de deformación extensional en las que todo el espesor de la litosfera se ha deformado bajo la influencia de la tensión desviatoria. Los rifts representan la fase inicial de la ruptura continental, en la que la extensión puede provocar la ruptura de la litosfera y la formación de una cuenca oceánica. Si se llega al punto de ruptura, el rift continental acaba por volverse inactivo y se forma un margen continental pasivo (Kearey y otros, 2009). Incluye a los identificadores 12, 16 y 18 que corresponden a cuenca con magmatismo, cuenca marina extensional (rift), facies de relleno volcánico y sedimentario continental de cuencas extensionales (rift). La agrupación de cuenca con magmatismo en rift se debe a que el causante principal de la formación de rifts son plumas mantélicas las cuales producen extensión en la corteza continental, formando cuencas. Estas cuencas se asocian al magmatismo de la pluma, por ende, es una cuenca asociada a magmatismo.

Trasarco: Esta zona se encuentra entre el arco y el antepaís (Figura 4.4). Es una región donde la deformación es controlada por la velocidad absoluta de la placa continental, su reología, y el grado de acople intraplaca en la zona de la trinchera (Yáñez y Cembrano, 2004). Incluye al identificador 13 que corresponde a cuenca de trasarco.

Existen identificadores de la lista de validación Ambiente Geotectónico que tienen menciones en el SIA Yacimientos pero que no fueron ocupados. Dichos identificadores son el 15, 17, 19, 20, 27 que se definen como cuenca lacustre, evaporítico, fluvial, lacustre y supralitoral, respectivamente. Esos ambientes son más bien locales por lo que no fueron agregados en el dominio Ambiente Geotectónico y sus menciones fueron eliminadas del campo donde aplica el dominio, no obstante, los depósitos que cuentan con aquellos ambientes fueron revisados para complementar la información del campo Ambiente Formación de los depósitos.

Campo de Esfuerzo

Campo individual que describe el campo de esfuerzo, valga la redundancia, al que fue sometido el Ambiente Geotectónico (Figura 4.5). Tiene asociado un dominio que recibe el nombre del campo (Tabla 4.47) y que se crea exclusivamente para la GDB. El dominio al no crearse a partir de ninguna lista de validación dentro del SIA Yacimientos no presenta menciones, pero puede utilizarse para describir nuevos depósitos o complementar la información de los depósitos con los que ya cuenta el SIA Yacimientos.

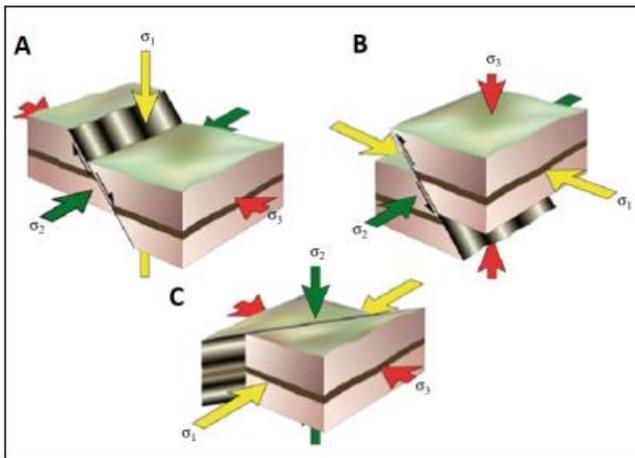


Figura 4.5: Sistemas de esfuerzos principales. A) Esfuerzo Extensional. B) Esfuerzo Compresivo. C) Esfuerzo Transcurrente. Las flechas en amarillo representan el esfuerzo principal máximo, en rojo el esfuerzo principal mínimo y en verde el esfuerzo principal medio. Modificado de Tectonic Regimes (2015).

Nuevo_ID	Concepto
CAM-ESF-1	Compresivo
CAM-ESF-2	Extensional
CAM-ESF-3	Neutro
CAM-ESF-4	Transcurrente
CAM-ESF-5	Transpresivo
CAM-ESF-6	Transtensivo
CAM-ESF-999	Sin Información

Tabla 4.47: Dominio Campo Esfuerzo (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

Forma

Conjunto de 4 campos que describen la forma que presenta el depósito. Tienen enlazado el dominio Forma (Tabla 4.49) que nace desde la lista homónima (Tabla 4.48) del SIA Yacimientos. La lista señalada cuenta con 19 elementos, no obstante, por no mención se elimina uno de ellos. La lista es la siguiente:

Identificador	FORMA
1	Bolsón ((NO USAR), pasa a Irregular)
2	Bolsón Irregular ((NO USAR), pasa a Irregular)
3	Brecha (NO USAR), no es una forma
4	Brecha Tabular (NO USAR)
5	Chimenea de Brecha
7	Domo
8	Duna
9	Estratiforme
10	Estratoligado ((NO USAR), pasa a Estratiforme)
11	Irregular
12	Lenticular ((NO USAR), no es forma)
13	Manto ((NO USAR), pasa a Estratiforme)
1000	Relleno de fracturas ((NO USAR), pasa a Veta)
999	Sin Informacion
14	Stockwork
15	Tabular (NO USAR), no es forma
16	Veta

Tabla 4.48: 18 de 18 elementos con menciones de la lista de validación Forma del SIA Yacimientos.

Nuevo_ID	Concepto	Incluye
FORM-1	Cuerpo de Brecha	3;4;5
FORM-2	Domo	7
FORM-3	Duna	8
FORM-4	Estratiforme	9;10;12;13
FORM-5	Irregular	1;2;11
FORM-6	Stockwork	14
FORM-7	Veta	15;16;1000
FORM-999	Sin Información	999

Tabla 4.49: Dominio Forma (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

Como es posible apreciar, en la lista Forma (Tabla 4.48) hay varios elementos que no se deberían usar, según su descripción, por ende, el dominio Forma solo posee 8 elementos. En los siguientes párrafos se mencionan las formas que contienen a otras, siempre y cuando no incluyan únicamente identificadores dentro de la lista Formas que signifiquen los mismo que en el dominio.

Cuerpo de Brecha: Un cuerpo de brecha es una estructura geológica caracterizada por una acumulación de material fragmentado y angular inmerso en una matriz, producto de actividad magmática, hidrotermal y/o estructural. La mineralización puede estar emplazada tanto en los fragmentos como en la matriz. Incluye a los identificadores 3, 4 y 5 que corresponden a brecha, brecha tabular y chimenea de brecha. Las brechas son el tipo de roca que forma parte de los cuerpos de brecha. Brecha tabular indica la presencia de un cuerpo de brechas de formas tabular. Por último, una chimenea de brecha es un cuerpo de brecha de forma cilíndrica o irregular que en ocasiones están asociadas con chimeneas volcánicas pudiendo presentar una mineralización extensa (Wright, 1989).

Estratiforme: Un depósito estratiforme se define como un depósito que se presenta como un nivel o estrato. Se desarrolla paralelo a la estratificación y es de limitado desarrollo en la dirección perpendicular. Incluye los identificadores 9, 10, 12 y 13 que corresponden a estratiforme, estratoligado, lenticular y manto. Estratoligado y manto son agrupados en estratiforme ya que en su definición plantean que deberían transformarse en estratiforme. Por último, la forma lenticular describe que los depósitos tienen una forma tabular con una reconocida disminución de potencia en sus bordes, que se desarrollan concordantes a los contactos de los estratos. En consideración de las características descritas lenticular es agrupado en estratiforme.

Irregular: Son depósitos que tienen límites externos que cortan a la estructura de la roca encajante, por ejemplo, vetas emplazadas en zonas de fallas, cuerpos cilíndricos de brechas de explosión en series volcánicas, cuerpos irregulares masivos y de mineralización diseminada. Incluye los identificadores 1, 2 y 11 que corresponden a bolsón, bolsón irregular e irregular. Ambos bolsones en su nombre mencionan que debería usarse como irregular y es por ello se agrupan en irregular.

Veta: Es un cuerpo mineral tabular, diseminado dentro de límites definidos en roca o minerales no deseados (ganga). Incluye los identificadores 15, 16 y 1000 que corresponden a tabular, veta y relleno de fracturas.

Corrida Máxima

Conjunto de 4 campos de libre llenado que permiten ingresar la corrida máxima en metros de la forma a la que se relacionan. En el caso de que se relacione a la primera forma descrita para el depósito el campo se denomina Corrida Máxima 1, y así sucesivamente.

Corrida Mínima

Conjunto de 4 campos de libre llenado que permiten ingresar la corrida mínima en metros de la forma a la que se relacionan. En el caso de que se relacione a la primera forma descrita para el depósito el campo se denomina Corrida Mínima 1, y así sucesivamente.

Potencia Máxima

Conjunto de 4 campos de libre llenado que permiten ingresar la potencia máxima en metros de la forma a la que se relacionan. En el caso de que se relacione a la primera forma descrita para el depósito el campo se denomina Potencia Máxima 1, y así sucesivamente.

Potencia Mínima

Conjunto de 4 campos de libre llenado que permiten ingresar la potencia mínima en metros de la forma a la que se relacionan. En el caso de que se relacione a la primera forma descrita para el depósito el campo se denomina Potencia Mínima 1, y así sucesivamente.

Profundidad Máxima

Conjunto de 4 campos de libre llenado que permiten ingresar la profundidad máxima en metros de la forma a la que se relacionan. En el caso de que se relacione a la primera forma descrita para el depósito el campo se denomina Profundidad Máxima 1, y así sucesivamente.

Profundidad Mínima

Conjunto de 4 campos de libre llenado que permiten ingresar la profundidad mínima en metros de la forma a la que se relacionan. En el caso de que se relacione a la primera forma descrita para el depósito el campo se denomina Profundidad Mínima 1, y así sucesivamente.

Superficie de Alteración Hidrotermal

Conjunto de 4 campos de libre llenado que permiten ingresar el área, en kilómetros cuadrados, de la alteración hidrotermal que afecta al depósito. En el caso de que se relacione a la primera forma descrita para el depósito el campo se denomina Superficie de Alteración Hidrotermal 1, y así sucesivamente.

Rumbo Forma

Conjunto de 4 campos de libre llenado que permiten ingresar el rumbo de la forma a la que se relacionan. En el caso de que se relacione a la primera forma descrita para el depósito el campo se denomina Rumbo Forma 1, y así sucesivamente.

Manteo Forma

Conjunto de 4 campos de libre llenado que permiten ingresar el manteo de la forma a la que se relacionan. En el caso de que se relacione a la primera forma descrita para el depósito el campo se denomina Manteo Forma 1, y así sucesivamente.

Descripción de las Formas

Campo individual de libre llenado en el que se ingresan observaciones a las formas del depósito.

Estructura

Conjunto de 3 campos que permiten ingresar las estructuras geológicas presentes en el depósito. Tienen vinculado el dominio Estructura (Tabla 4.51) que se creó a partir de la lista de validación del mismo nombre (Tabla 4.50) del SIA Yacimientos. Esta lista cuenta con 44 elementos, pero por no mención son eliminados 14. La lista de validación resultante es la siguiente:

Identificador	ESTRUCTURA
1	Clivaje
2	Dique
3	Domo
4	Eje de Pliegue Anticlinal
5	Eje de Pliegue Sinclinal
8	Estratificación
9	Falla
10	Falla de Plumbo
11	Falla Dextral
12	Falla Inversa
13	Falla Normal
14	Falla Principal
16	Falla Principal Dextral
18	Falla Principal Normal
20	Falla Secundaria
27	Filón Manto
28	Foliación
29	Fractura
30	Intersección de Fallas
31	Intersección de Fracturas
34	Plano Axial de Sistema de Pliegues
36	Pliegue Sinclinal
37	Sistema de Diaclasas
38	Sistema de Pliegues
999	Sin Información
1000	Pliegue Monoclinal
1001	Zona de Cizalle
1002	Sistema de Fallas
1003	Falla Regional
1004	Intersección de Diaclasas

Tabla 4.50: 30 de 30 elementos con menciones de la lista de validación Estructura del SIA Yacimientos.

Nuevo_ID	Concepto	Incluye
EST-1	Eje de Pliegue Anticlinal	4;34;38
EST-2	Eje de Pliegue Sinclinal	5;36
EST-3	Estratificación	8
EST-4	Falla	9;14;20;30;1002;1003
EST-5	Falla de Rumbo	10;11;16
EST-6	Falla Inversa	12
EST-7	Falla Normal	13;18
EST-8	Foliación	1;28;1001
EST-9	Fractura	29;31;37;1004
EST-999	Sin Información	999

Tabla 4.51: Dominio Estructura (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

El dominio Estructura (Tabla 4.51) posee 10 elementos, donde las estructuras que agrupan a otras diferentes de sí misma de la lista del homónima son las siguientes:

Eje de Pliegue Anticlinal: El eje de un pliegue es una línea imaginaria que nace de la intersección entre el plano axial del pliegue con la superficie del mismo. En este caso, el eje es de un pliegue anticlinal, es decir, un pliegue que tiene las rocas más antiguas en su núcleo. Incluye a los identificadores 4, 34 y 38 que corresponden a eje de pliegue anticlinal, plano axial de sistema de pliegues y sistema de pliegues. Eje de pliegue anticlinal tiene 3 menciones, mientras que eje de pliegue sinclinal una, por ende, plano axial de sistema de pliegues y sistema de pliegues es más probable que correspondan a un pliegue anticlinal sin embargo, esta asignación es provisoria y debe ser revisada por los geólogos de la URM en etapas de validación posteriores.

Eje de Pliegue Sinclinal: La misma explicación para el eje de un pliegue aplica aquí. En este caso el pliegue es de tipo sinclinal, o sea, las rocas más jóvenes se encuentran en su núcleo. Incluye a los identificadores 5 y 35 que corresponden a eje de pliegue sinclinal y pliegue sinclinal.

Falla: Es una superficie a lo largo de la cual ha tenido lugar un desplazamiento apreciable; esta superficie puede ser planar o curviplanar (Ragan, 2009). Incluye los identificadores 9, 14, 20, 30, 1002 y 1003 que corresponden a falla, falla principal, falla secundaria, intersección de fallas, sistema de fallas y falla regional. Estos conceptos se agrupan en falla ya que todos hacen referencia a este tipo de estructura geológica.

Falla de Rumbo: Tipo de falla donde el desplazamiento a lo largo del plano de falla es paralelo al rumbo de la falla. Incluye los identificadores 10, 11 y 16 que corresponden a falla de rumbo, falla dextral y falla principal dextral. Las fallas dextrales son un tipo de falla de rumbo en las que, al

estar de pie frente a la falla, el bloque opuesto se ha desplazado relativamente a la derecha (Ragan, 2009).

Falla Normal: Es una falla con desplazamiento paralelo al manto del plano de falla en donde el bloque colgante o techo se mueve hacia abajo con relación al bloque yacente o piso (Ragan, 2009). Incluye a los identificadores 13 y 18 que corresponden a falla normal y falla principal normal.

Foliación: Como se mencionó previamente una foliación es un término que hace referencia a cualquier característica planar repetitiva o penetrativa en un cuerpo rocoso. Incluye a los identificadores 1, 28 y 1001 que corresponden a clivaje, foliación y zona de cizalle. Clivaje es un sinónimo de foliación. Una zona de cizalle es un área tabular en la cual el esfuerzo es notablemente mayor que en la roca circundante. En las partes centrales de zonas de cizalle plástico la deformación puede llegar a ser tan elevada que las texturas y las estructuras preexistentes se aplanan y transponen totalmente. Las rocas afectadas por este fenómeno se vuelven fuertemente bandeadas y se conocen como milonitas. Estas rocas en general tienen granos más finos que la roca que las hospeda y presentan una foliación y lineamiento bien definido (Fossen, 2016). En consideración de este último punto se agrupa el término zona de cizalle en foliación.

Fractura: El término fractura es general e incluye cualquier rotura en las rocas. Existen cuatro clases principales de fracturas: Diaclasas, fallas, clivajes y pequeñas roturas irregulares (Kelley, 1987). Incluye a los identificadores 29, 31, 37 y 1004 que corresponden a fractura, intersección de fracturas, sistema de diaclasas e intersección de diaclasas.

Relación de la estructura con la mineralización

Conjunto de 3 campos vinculados al dominio Relación Mineralización Estructura (Tabla 4.54) que se construye sobre la base de las listas Premena (Tabla 4.52) y Postmena (Tabla 4.53) del SIA Yacimientos. Todos los elementos de ambas listas poseen menciones. Las listas son las siguientes:

ID_PREMENA	PREMENA
1	Controla
2	No controla
3	Singenética
999	Sin Informacion

Tabla 4.52: Lista de validación Premena (con la totalidad de sus elementos) del SIA Yacimientos.

ID_POSTMENA	POSTMENA
1	Controla
2	No controla
999	Sin Informacion

Tabla 4.53: Lista de validación Postmena (con la totalidad de sus elementos) del SIA Yacimientos.

Nuevo_ID	Concepto
REL-MIN-1	Controla
REL-MIN-2	No Controla
REL-MIN-999	Sin Información

Tabla 4.54: Dominio Relación Mineralización Estructura (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

El dominio Relación Mineralización Estructura cuenta con 3 elementos, y agrupa a los elementos de las listas Premena y Postmena de la siguiente forma:

Controla: Implica que la estructura que está complementado controló el emplazamiento de la mineralización. Incluye a los controla tanto de Premena como de Postmena y a Singenética de Premena.

No Controla: Implica que la estructura que está complementado no controló el emplazamiento de mineralización. Incluye a los no controla de Premena y Postmena.

Sin información: Implica que no hay información acerca de rol de la estructura en la mineralización. Incluye a sin información de Postmena y Premena.

Rumbo Estructura

Conjunto de 3 campos de libre llenado que permiten ingresar el rumbo de la estructura a la que se relacionan. En el caso de que se relacione a la primera estructura recibe el nombre de Rumbo Estructura 1 y así de manera sucesiva.

Manteo Estructura

Conjunto de 3 campos de libre llenado que permiten ingresar el manteo de la estructura a la que se relacionan. En el caso de que se relacione a la primera estructura recibe el nombre de Manteo Estructura 1 y así de manera sucesiva.

Descripción Estructura

Conjunto de 3 campos de libre llenado que permiten ingresar observaciones a las estructuras que se asocia. En el caso de que se relacione a la primera estructura recibe el nombre de Descripción Estructura 1 y así de manera sucesiva.

Descripción Estructuras

Campo individual donde se ingresa una descripción general de las estructuras del depósito.

Producción Anual

Campo individual de libre llenado donde se ingresa la producción anual del depósito en toneladas.

Ley

Campo individual de libre llenado donde se ingresa la Ley del depósito, gr/t o %.

Descripción de la producción

Campo individual de libre llenado donde se ingresa una observación acerca de la producción del depósito.

Tipo Recurso Minero

Conjunto de 3 campos donde se ingresa el tipo de recurso minero con el que cuenta el depósito. Poseen un dominio asociado que tiene el nombre de Tipo Recurso (Tabla 4.55), el cual es idéntico a la lista Homónima del SIA Yacimientos. Dicha lista contiene 3 elementos: Indicado, inferido y medido.

Nuevo_ID	Concepto	Incluye
TIP-REC-MIN-1	Indicado	1
TIP-REC-MIN-2	Inferido	2
TIP-REC-MIN-3	Medido	3
TIP-REC-MIN-999	Sin Información	999

Tabla 4.55: Dominio Tipo Recurso Minero (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

Cuantificación Recurso Minero

Conjunto de 3 campos de libre llenado donde se ingresa la cuantificación del recurso minero al que se asocian.

Ley Recurso Minero

Conjunto de 3 campos de libre llenado donde se ingresa la Ley del recurso minero (gr/t o %) al que se asocian.

Fecha Recurso Minero

Conjunto de 3 campos de libre llenado donde se ingresa el año en la que se estima el recurso minero al que se asocian.

Tipo Reserva

Conjunto de 2 campos donde se ingresa el tipo de reserva con que cuenta el depósito. Tienen ligado el dominio Tipo Reserva (Tabla 4.56) el cual es idéntico a la lista homónima del SIA Yacimientos. Dicha lista contiene 2 elementos: probadas y probables.

Nuevo_ID	Concepto	Incluye
TIP-REV-1	Probadas	1
TIP-REV-2	Probables	2
TIP-REV-999	Sin Información	999

Tabla 4.56: Dominio Tipo Reserva (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

Cuantificación Reserva

Conjunto de 2 campos de libre llenado donde se ingresa la cuantificación de la reserva a la que se asocian.

Ley Reserva

Conjunto de 2 campos de libre llenado donde se ingresa la Ley de la reserva (gr/t o %) a la que se asocian.

Fecha Reserva

Conjunto de 2 campos de libre llenado donde se ingresa el año en la se estima la reserva a la que se asocian.

Descripción Reservas

Campo individual de libre llenado donde se ingresa alguna observación acerca de la o las reservas del depósito.

Código Muestra

Conjunto de 20 campos de libre llenado donde se ingresa el código de las muestras que se obtuvieron del depósito en terreno con el fin de realizar algún tipo de estudio o análisis.

Tipo Análisis Muestra

Conjunto de 20 campos que permiten especificar el tipo de análisis que se le realizó a la muestra a la que se relacionan. Poseen un dominio vinculado, el cual se denominó Tipo Análisis (Tabla 4.57) y se creó en base a las descripciones del conjunto de datos SIA Muestras. Existen 6 tipos de análisis que se repiten y que son agregados el dominio Tipo Análisis.

Id	Concepto
TIP-ANA-1	Análisis Químico
TIP-ANA-2	Datación
TIP-ANA-3	Difracción de Rayos X/TSP
TIP-ANA-4	Muestra de Mano
TIP-ANA-5	Otro
TIP-ANA-6	Sección Delgada/Gruesa
TIP-ANA-999	Sin Información

Tabla 4.57: Dominio Tipo Análisis (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

Resultado Análisis

Conjunto de 20 campos que permiten especificar si es que existe o no un resultado para el análisis que se llevó a cabo. Tienen asociado un dominio denominado Resultado Analítico (Tabla 4.58) que se creó a partir de lo descrito por los campos “Resultado_analítico” del subconjunto de datos SIA

Muestra del SIA Yacimientos. A partir de dichas descripciones se crean 2 elementos: con información y sin información.

Id	Concepto
RES-ANA-1	Con Información
RES-ANA-999	Sin Información

Tabla 4.58: Dominio Resultado Analítico (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

Referencia

Conjunto de 12 campos de libre llenado donde se ingresan las referencias utilizadas para describir el depósito.

Código Referencia

Conjunto de 12 campo de libre llenado donde se ingresa el código que tiene la referencia a la que se asocian dentro de la biblioteca del SERNAGEOMIN.

4.2.1. Campos de información específica según tipo de depósito

Además de la información en común que poseen las clases de entidad para los depósitos de tipo RMM y RMI, cada uno de ellos contiene campos exclusivos.

4.2.1.1. Información específica depósitos RMM

Modelo de depósito

Campo individual que permite definir el modelo del depósito que se está describiendo. Tiene asociado el dominio Modelo Depósito (Tabla 4.60) que se origina a partir de la lista Modelo Yacimiento (Tabla 4.59) del SIA Yacimientos. Dicha lista cuenta con 62 elementos, de los cuales 25 son eliminados por no mención. Además, se eliminan 5 modelos más, ya que resultan redundantes con los ambientes geológicos descritos por el dominio Ambiente de Formación. Los 5 elementos a los que se hace alusión son los siguientes:

Identificador	MODELO_YACIMIENTO
1	Alteración Supérgena
5	Depositos de Skarn relacionado a Pórfidos de Cu
6	Epitermal de Alta Sulfuración
7	Epitermal de Baja Sulfuración
8	Epitermal de metales preciosos
9	Estratoligado de Cu (tipo Manto)
10	Estratoligado de Cu asociado a Rocas Sedimentarias
11	Estratoligado de Cu asociado a Rocas Volcánicas
12	Estratoligado de Mn
14	Exótico de Cu
18	Hidrotermal
22	Mesotermal
23	Mesotermal de Au
24	Mesotermal de Cu-Au
25	Metamórfico
26	Metamorfismo de Contacto
28	No especificado
29	Cu-Au-Óxidos de Fe (IOCG)
30	Pegmatítico
31	Placer
32	Placer Aluvial
36	Pórfido de Au
37	Pórfido de Cu
38	Pórfido de Cu-Mo
40	Sedimentario
43	Skarn de Cu
44	Skarn de Fe
46	Skarn de Zn-Pb
47	Sulfuro Masivo Volcanogénico Exhalativo (VMS)
50	Sulfuros Masivos tipo Siliciclastica-felsica (Kuroko)
52	Tipo Chimenea de Brecha
53	Tipo Estratos Rojos (Red Bed)
54	Tipo Kiruna (Magnetita-Apatito)
55	Tipo Skarn
58	Epitermal de Intermedia Sulfuración
61	Mesotermal de Cu
62	Pórfido de Cu-Au

Tabla 4.59: 37 de 37 elementos con menciones de la Lista de validación Modelo de Yacimiento del SIA Yacimientos.

Nuevo_ID	MODELO_YACIMIENTO
MOD-YAC-1	Chimenea de Brecha
MOD-YAC-2	Cu-Au-Óxidos de Fe (IOCG)
MOD-YAC-3	Depositos de Skarn Relacionado a Pórfidos de Cu
MOD-YAC-4	Epitermal de Alta Sulfuración
MOD-YAC-5	Epitermal de Baja Sulfuración
MOD-YAC-6	Epitermal de Intermedia Sulfuración
MOD-YAC-7	Epitermal de Metales Preciosos
MOD-YAC-8	Estratoligado
MOD-YAC-9	Estratoligado de Cu (Tipo Manto)
MOD-YAC-10	Estratoligado de Cu Asociado a Rocas Sedimentarias
MOD-YAC-11	Estratoligado de Cu Asociado a Rocas Volcánicas
MOD-YAC-12	Estratoligado de Mn
MOD-YAC-13	Estratos Rojos (Red Bed)
MOD-YAC-14	Exótico de Cu
MOD-YAC-15	Kiruna (Magnetita-Apatito)
MOD-YAC-16	Mesotermal
MOD-YAC-17	Mesotermal de Au
MOD-YAC-18	Mesotermal de Cu
MOD-YAC-19	Mesotermal de Cu-Au
MOD-YAC-20	Placer
MOD-YAC-21	Pórfido de Au
MOD-YAC-22	Pórfido de Cu
MOD-YAC-23	Pórfido de Cu-Au
MOD-YAC-24	Pórfido de Cu-Mo
MOD-YAC-25	Skarn
MOD-YAC-26	Skarn de Au
MOD-YAC-27	Skarn de Cu
MOD-YAC-28	Skarn de Fe
MOD-YAC-29	Skarn de Wollastonita
MOD-YAC-30	Skarn de Zn-Pb
MOD-YAC-31	Sulfuro Masivo Volcanogénico Exhalativo (VMS)
MOD-YAC-32	Sulfuros Masivos Tipo Siliciclastica-Félsica (Kuroko)
MOD-YAC-999	Sin Información

Tabla 4.60: Dominio Modelo Depósitos (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

Alteración Supérgena: Este término indica que en el depósito hay un tipo de alteración que ocurre a niveles someros de la corteza terrestre debido a la circulación de fluidos meteóricos. Esta alteración fue agrupada en el ambiente supérgeno del dominio Ambiente Formación.

Hidrotermal: Este tipo de alteración fue descrita previamente en el campo Ambiente Formación y se agrupa en el ambiente hidrotermal.

Metamórfico: Más que un modelo de depósito, este término hace referencia a un conjunto de procesos geológicos que pueden agruparse en el ambiente metamórfico.

Pegmatítico: Al igual que en el caso de metamórfico, más que un modelo de depósito es un ambiente geológico que se agrupa en el elemento homónimo del dominio Ambiente Formación.

Sedimentario: Más que un modelo de depósito es un ambiente geológico que se agrupa en el ambiente sedimentario del dominio Ambiente Formación.

Es importante mencionar que estos identificadores se eliminaron del campo donde aplica el dominio Modelo Depósitos, no obstante, esa información no se pierde ya que pasaron al campo Ambiente de Formación.

Posteriormente, se agrupan modelos de depósitos dentro de otros. Los modelos de depósitos que agrupan a otros son:

Placer: Este tipo de depósitos pueden definirse como depósitos minerales superficiales formados por la concentración mecánica de partículas minerales procedentes de restos meteorizados. El agente mecánico suele ser aluvial, marino, eólico, lacustre o glaciario, y el mineral suele ser un metal pesado, como el oro (Roonwal, 1986). Incluye al identificador 32 de la lista Modelo de Yacimiento que corresponde a placer aluvial.

Skarn: Los depósitos de tipo skarn se forman en un proceso similar al de los depósitos de pórfidos. Este tipo de depósitos se desarrollan debido a la sustitución, alteración y metasomatismo de contacto de las rocas circundantes a un cuerpo intrusivo máfico, ultramáfico, félsico o granítico

debido a la circulación de una solución hidrotermal portadora de minerales (Haldar y Tisljar, 2014). Agrupa al identificador 26 que corresponde a metamorfismo de contacto.

Por último, se incluyen 3 modelos de depósitos al dominio. Los modelos provienen de la lista de modelos de yacimientos de minerales metálicos de Chile del subcomité de geología económica. Dichos modelos son: Estratoligado, skarn de Au (propuesto por Theodore y otros (1991)) y skarn de wollastonita (propuesto por Orris (1991)). El Dominio resultante cuenta con 33 elementos (Tabla 4.60).

Recurso Principal

Conjunto de 3 campos donde se ingresa el o los elementos metálicos principales que se obtiene a partir de la o las menas en explotación en el depósito. Tienen asociado el dominio RMM (Tabla 4.62) que se crea a partir de lista de validación Recurso RMM RMI (Tabla 4.61) del SIA Yacimientos. La lista Recurso RMM RMI contiene 150 elementos, pero por no mención y/o duplicidad dicha lista es reducida a 79 elementos. A continuación, los primeros 33 elementos contenidos en lista reducida.

Identificador	RECURSO_RMM_RMI
1	Ag
2	As
3	Au
4	Co
5	Cr
6	Cu
7	Fe
8	Hg
9	Mn
10	Mo
11	Pb
12	Sb
13	Ti
14	U
15	V
16	W
17	Zn
18	Sn
19	Ni
20	No especificado
26	Alumbres
27	Alunita
29	Andalucita
30	Anhidrita
31	Apatita
33	Arcilla Bauxítica
34	Arcilla Común
35	Arcilla Plástica
38	Arena Silíceo
39	Áridos
42	Azufre
44	Baritina
45	Basalto

Tabla 4.61: Primeros 33 de 79 elementos con menciones y sin duplicidad de la lista de validación Recurso RMM RMI del SIA Yacimientos.

Nuevo_ID	Concepto	Incluye
REC-RMM-1	Ag	1
REC-RMM-2	Al	1000
REC-RMM-3	As	2
REC-RMM-4	Au	3
REC-RMM-5	Co	4
REC-RMM-6	Cr	5
REC-RMM-7	Cu	6
REC-RMM-8	Fe	7
REC-RMM-9	Hg	8
REC-RMM-10	Mg	1001
REC-RMM-11	Mn	9
REC-RMM-12	Mo	10
REC-RMM-13	Ni	19
REC-RMM-14	Pb	11
REC-RMM-15	Sb	12
REC-RMM-16	Sn	18
REC-RMM-17	Ti	13
REC-RMM-18	U	14
REC-RMM-19	V	15
REC-RMM-20	W	16
REC-RMM-21	Zn	17
REC-RRM-999	Sin Información	20;96;999

Tabla 4.62: Dominio RMM (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

Como se puede observar, dentro de la lista Recurso RMM RMI (Tabla 4.61) hay definiciones que corresponden a elementos químicos. Dichas definiciones son las que ocupan los depósitos de tipo RMM, por lo que fueron seleccionados para crear el dominio del mismo nombre. El único elemento dentro del dominio RMM que agrupa a otros es sin información, que incluye a los identificadores 20, 96 y 999 lo que se debe a que corresponden a repeticiones del elemento sin información dentro de la lista Recurso RMM RMI. Los demás incluyen al identificador con su misma definición de la lista homónima.

Recurso Secundario

Conjunto de 3 campos donde se ingresa el o los elementos metálicos secundarios que se obtiene a partir de la/s menas en explotación en el depósito. Al igual que los campos Recurso Principal tienen asociado el dominio RMM (Tabla 4.62).

Grupo Recurso RMM

Campo individual que concatena los campos de Recurso Principal y Recurso Secundario. Los recursos principales se mencionan al principio y se separan por comas, mientras que los recursos secundarios, en caso de haberlos, se separan de los principales por un guion seguido de paréntesis donde se ingresan los recursos secundarios, separados también mediante comas.

Anomalía

Conjunto de 6 campos donde se ingresan el o los elementos anómalos contenidos en el depósito y que son definidos por el geólogo que está realizando el estudio sobre la base de los análisis químicos. Tiene asociado el dominio Anomalía (Tabla 4.63) el cual se crea de manera exclusiva para la GDB y no se asocia con la información contenida en el SIA Yacimientos, por ende, no contiene menciones en un principio, pero puede ser utilizado para caracterizar de mejor manera los depósitos que se vayan ingresando. El dominio cuenta con 56 elementos. A continuación, sus primeros 21 elementos.

Nuevo_ID	Concepto
ANOM-1	Ag
ANOM-2	Al
ANOM-3	As
ANOM-4	Au
ANOM-5	Ba
ANOM-6	Bi
ANOM-7	Cd
ANOM-8	Ce
ANOM-9	Co
ANOM-10	Cr
ANOM-11	Cs
ANOM-12	Cu
ANOM-13	Dy
ANOM-14	Er
ANOM-15	Eu
ANOM-16	Fe
ANOM-17	Gd
ANOM-18	Hf
ANOM-19	Hg
ANOM-20	Ho
ANOM-21	Ir

Tabla 4.63: Primeros 21 de 56 elementos del Dominio Anomalía de la GDB de depósitos minerales.

Anomalías

Campo individual donde se concatenan los elementos anómalos contenidos en el depósito separándolos con comas.

Mena

Conjunto de 25 campos donde se ingresa el o los minerales de mena que se reconocen en el depósito. Tiene asociado el dominio Mena (Tabla 4.65), el cual se crea en base a la lista Mineral Mena Ganga (Tabla 4.64) del SIA Yacimientos. Esta lista contiene 445 minerales sin embargo,

luego de eliminar aquellos que no se mencionan o bien están duplicados se obtiene una lista con 289 minerales.

Identificador	MINERAL_MENA_GANGA
1	Actinolita
2	Adularia
3	Albita
4	Allanita
5	Almagre
7	Alunita
8	Anfibola
9	Anhidrita
10	Ankerita
11	Apatita
12	Arcilla
13	Arsenopirita
14	Augita
15	Azufre
16	Baritina
18	Biotita
20	Calcedonia
21	Calcita
22	Caolinita
23	Carbonato
24	Chalcantita

Tabla 4.64: Primeros 24 de 289 elementos con menciones y sin duplicidades de la lista de validación Mineral Mena Ganga del SIA Yacimientos.

Nuevo_ID	Concepto
MIN-MEN-1	Almagre
MIN-MEN-2	Anglesita
MIN-MEN-3	Alargento
MIN-MEN-4	Antlerita
MIN-MEN-5	Argentita
MIN-MEN-6	Argentojarosita
MIN-MEN-7	Arsenopirita
MIN-MEN-8	Asbolana
MIN-MEN-9	Atacamita
MIN-MEN-10	Azulillo de Plata
MIN-MEN-11	Azurita
MIN-MEN-12	Baritina
MIN-MEN-13	Beegerita
MIN-MEN-14	Beudantita
MIN-MEN-15	Bismutinita
MIN-MEN-16	Boleita
MIN-MEN-17	Bornita
MIN-MEN-18	Braunita
MIN-MEN-19	Brochantita
MIN-MEN-20	Bromargyrita
MIN-MEN-21	Bromerita

Tabla 4.65: Primeros 21 de 150 elementos del dominio Mena de la GDB de depósitos minerales.

Para crear el dominio Mena se toman todos los minerales de la lista Mineral Mena Ganga con menciones y sin duplicidades. Posteriormente se revisa en el SIA Yacimientos cuales de esos minerales son clasificados como menas. Estos minerales por último son examinados para confirmar que son menas, lo que permite eliminar los siguientes minerales por no ser de este tipo:

Arcilla: Es un mineral de alteración.

Arsénico Nativo: No se conocen ocurrencias de arsénico nativo en Chile y por ende no es necesaria su inclusión en la GDB.

Calcita: Puede considerarse como un mineral de alteración o una ganga.

Caolinita: Es un mineral de alteración.

Chrysolita: También conocida como peridoto, es una gema (Klein y Hurlbut, 1997) no un mineral de mena.

Cuarzo: Es una mineral que puede considerarse como ganga o de alteración.

Escorodita: Es un mineral secundario que resulta de la oxidación de arsenopirita u otros minerales portadores de arsénico.

Goethita: Este mineral es un hidróxido de hierro el cual típicamente forma parte del sombrero de hierro en filones metalíferos (Klein y Hurlbut, 1997). A pesar de que puede ser una importante mena de hierro, no se consideró como tal ya que en Chile la explotación de este elemento no es preponderante, además se tienen ya otras menas más importantes de hierro en el dominio, tales como hematita y magnetita.

Granate: No es un mineral de mena, aunque todos los granates excepto la uvarovita pueden tallarse y formar gemas (Klein y Hurlbut, 1997).

Jarosita: Es un mineral de alteración que se encuentra formando costras y recubrimientos en ciertas menas ferríferas (Klein y Hurlbut, 1997).

Marcasita: Es un polimorfo de la piritita y se ocupa como mena de azufre (Klein y Hurlbut, 1997) elemento de relevancia menor en la industria minera de Chile.

Marialita: Es un tectosilicato de colores blanco, gris a verde pálido el cual se utiliza como gema, mas no como mineral de mena.

Melnikovita: Es un sulfuro de hierro amorfo, a menudo botroidal el cual no constituye mena de un mineral importante para la industria chilena.

Minerales de Mena: Debido a lo vago del concepto se elimina del dominio.

Óxido: Al igual que en el caso anterior, este concepto es muy amplio ya que existen óxidos de diferentes elementos, por ende, se elimina del dominio.

Pirita: Se usa como mena de hierro en países que no cuentan con óxidos de este elemento. Su uso principal es suministrar azufre para la producción de ácido sulfúrico y caparrosa (Klein y Hurlbut, 1997). Como se expuso previamente el azufre no es un elemento que se explote en Chile.

Pirrotita: Sulfuro de hierro que se puede utilizar como mena de azufre y hierro sin embargo, por lo expuesto anteriormente se elimina del dominio.

Rejalgar: Es un sulfuro de arsénico que se emplea como pigmento (Klein y Hurlbut, 1997) y que no constituye una mena.

Sulfato: Al igual que con los óxidos existen sulfatos de diferentes elementos, por ende, para evitar ambigüedades es eliminado del dominio.

Sulfoarsénico: Este término no se encuentra en la bibliografía revisada, no obstante, ambos elementos de los cuales se compondría el mineral al que hace referencia no son importantes económicamente para la minería chilena.

Sulfosal: Al igual que con los sulfatos y óxidos, este es un término que abarca a distintos minerales, por ende, para evitar confusiones se elimina del dominio.

Sulfuro: Al igual que con los sulfatos y óxidos, este es un término que abarca a distintos minerales, por ende, para evitar confusiones se elimina del dominio.

Teluro: Al igual que con los sulfatos y óxidos, este es un término que abarca a distintos minerales, por ende, para evitar confusiones se elimina del dominio.

Ulexita: Este mineral es un borato del cual se puede extraer bórax (Klein y Hurlbut, 1997) sin embargo, no constituye una mena.

Uralita: Es una variedad de anfíbol el cual se usaba como material de construcción sin embargo, debido a que puede ocasionar cáncer de pulmón dejó de utilizarse.

Uranio: Es un elemento químico y no un mineral.

Vermiculita: Es un filosilicato del grupo de las micas que se usa como sustrato en cultivos hidropónicos y no constituye mineral de mena.

Luego se procede a asociar los minerales restantes contenidos en el dominio Mena con los identificadores dentro de la lista de validación Mineral Mena Ganga. En los siguientes párrafos se mencionan aquellos elementos del dominio Mena que incluyen más de un identificador de la lista antes mencionada, siempre y cuando no hagan mención solamente al elemento del mismo significado en dicha lista.

Chenexivita: Este mineral es un arseniato de cobre y fierro. Incluye los identificadores 110 y 1129 que corresponden a arseniato y chenevixita.

Cerargirita: Cloruro de plata que contiene un 75,3% de este último elemento y que se emplea como mena de plata (Klein y Hurlbut, 1997). Incluye los identificadores 135, 136 y 1020 que corresponden a clorargirita, cloruro de plata y cerargirita. Por considerarse que cerargirita es el nombre más común que se le da al mineral y en vista de que clorargirita es un sinónimo de él, es que este último pasa a cerargirita. Finalmente, la cerargirita como se mencionó es un cloruro de plata, por lo que ese compuesto también pasa a cerargirita.

Cobre: Término que alude al cobre en forma nativa. Incluye los identificadores 138 y 139 que corresponden a cobre y cobre nativo.

Crisocola: Filossilicato de cobre cuyos análisis químicos muestran que contiene entre un 32,4% y un 42,2% de CuO, lo que lo convierte en una mena menor de cobre (Klein y Hurlbut, 1997). Incluye los identificadores 28, 146, 1048 y 1125 que corresponden a crisocola, crisocola, silicato de cobre y silicato de cobre. En vista de que la crisocola es un silicato de cobre, dicho mineral fue asimilado por crisocola.

Digenita: Sulfuro de cobre que contiene altas concentraciones del este último elemento (78,1%), por ende, constituye una importante mena de cobre. Incluye los identificadores 150 y 196 que corresponden a digenita y neodigenita. Neodigenita es un sinónimo de digenita y por ello es amalgamado a este último.

Especularita: Es una hematita con hábito micáceo y hojoso (Klein y Hurlbut, 1997). La hematita es la mena más importante de hierro. Incluye los identificadores 40, 68, 159 y 198 que corresponden a especularita, oligisto, especularita y oligisto. La inclusión de oligisto dentro de especularita es por las mismas razones expuestas en el apartado de minerales de alteración.

Estibina: Este mineral es un sulfuro de antimonio que contiene un 71% de dicho elemento, lo que lo convierte en la principal mena de antimonio (Klein y Hurlbut, 1997). Incluye los identificadores 105, 161 y 1109 que corresponden a estibina, antimonio y estibina. Debido a que la estibina es una de las principales menas de antimonio es que se agregó antimonio a estibina.

Galena: Sulfuro de plomo que contiene un 86,6% de este elemento. Es prácticamente la única fuente de plomo y también una importante mena de plata (Klein y Hurlbut, 1997). Incluye los identificadores 164, 165 y 1098 que corresponden a galena, galena argentífera y galena. Puesto que los 3 elementos hacen referencia a galena se agregan a dicho mineral.

Lollingita: Es un arseniuro de hierro que se usa como mena de arsénico e incluye a los identificadores 178 y 179 que significan a lollingita y lollingita cobaltífera, respectivamente.

Mushketovita: Es una variedad de magnetita. Incluye los identificadores 180, 1115 y 1200 que corresponden a mushketovita, maghemita y mushketovita.

Oro: Término que alude a oro nativo. Incluye los identificadores 200, 1036 y 1039 que corresponden a oro, mineral de oro y oro nativo. La inclusión de mineral de oro dentro del elemento oro se debe a que en la naturaleza los minerales de oro son poco comunes, por lo que es más probable que se encuentre como nativo. Por último, oro nativo pasa a oro.

Oxidado de Cobre Negro: El término oxidado de cobre negro se usa para referirse a *copper pitch* y *copper wad* (Hernandez y otros, 2015). Estos conceptos son informales y se usan para aludir a

masas negras de óxidos de cobre (Pincheira y otros, 2003). Incluye los identificadores 141, 142 y 203 que corresponden a *copper pitch*, *copper wad* y oxidado de cobre negro.

Oxidado de Cobre Verde: Término propuesto para aquellos minerales de cobre de color verde que no pueden ser diferenciados en terreno. Incluye los identificadores 73 y 202, donde ambos corresponden a oxidados de cobre.

Oxidado de Manganeso: Término que hace referencia a oxidados de manganeso en general, el cual a pesar de ser amplio permite disminuir la cantidad de elementos del dominio. Incluye los identificadores 75, 205 y 245 que corresponden a oxidado de manganeso, oxidado de manganeso y *wad*. Este último término es informal y Pellant (1992) lo define como una mezcla de varios óxidos e hidróxidos, sobre todo de manganeso.

Plata: Término que alude a plata nativa. Incluye los identificadores 212 y 213 que corresponden a plata y plata nativa.

Torbernita: Es un fosfato de cobre e incluye los identificadores 1034 y 1057 que corresponden a torbernita y metatorbernita. En vista de que ambos minerales son poco usados dentro del SIA de Yacimientos y a pesar de que la metatorbernita corresponda a una torbernita hidratada, se decide incluir metatorbernita dentro de torbernita.

El resultado del proceso de eliminar minerales que no eran de mena, en conjunto con el agrupamiento de minerales dentro de otros es el dominio Mena (Tabla 4.65), compuesto de 150 minerales de este tipo.

Ganga

Conjunto de 25 campos donde se ingresan los minerales de ganga contenidos en el depósito. Tiene asociado el dominio Ganga (Tabla 4.66), el cual al igual que el dominio Mena se crea a partir de la lista Mineral Mena Ganga (Tabla 4.64) del SIA Yacimientos. En dicha lista existen 134 minerales que se mencionan como gangas. Esos 134 minerales son revisados para eliminar aquellos identificadores cuyas definiciones fueran inexactas (*e.g.* grupos minerales, tales como fosfatos, silicatos, entre otros) o que en su defecto nombre elementos químicos en vez de minerales. De esa

revisión se eliminan de manera definitiva, tanto de la lista de validación como del SIA Yacimientos los siguientes minerales o elementos:

Nuevo_ID	Mineral_ganga	Incluye
MIN-GAN-1	Actinolita	1
MIN-GAN-2	Adularia	2
MIN-GAN-3	Albita	3;1062;1136
MIN-GAN-4	Allanita	4
MIN-GAN-5	Almagre	5;102
MIN-GAN-6	Alunita	7;1063;1137
MIN-GAN-7	Alunógeno	1126
MIN-GAN-8	Amarantita	1099
MIN-GAN-9	Anfibola	8;1199
MIN-GAN-10	Anhidrita	9
MIN-GAN-11	Ankerita	10
MIN-GAN-12	Apatita	11
MIN-GAN-13	Arcilla	12;1191
MIN-GAN-14	Arsenopirita	13;112
MIN-GAN-15	Augita	14
MIN-GAN-16	Azufre	15
MIN-GAN-17	Baritina	16;116
MIN-GAN-18	Biotita	18;1065;1139
MIN-GAN-19	Birnessita	1100
MIN-GAN-20	Calcedonia	20
MIN-GAN-21	Calcita	21;1067;1147

Tabla 4.66: Primeros 21 de 114 elementos del dominio Ganga de la GDB de depósitos minerales.

Arsénico Nativo: No se conocen ocurrencias de arsénico nativo en Chile y por ende no es necesaria su inclusión en la GDB.

Mineral de Fosfato: Es un término inexacto el cual puede referirse a distintos minerales tales como trifioloita, litiolita y monacita, por mencionar algunos.

Óxido de Aluminio: Al igual que mineral de fosfato es un término ambiguo ya que hay distintos óxidos que presentan aluminio en su estructura, ejemplo de ello son el corindón, espinela, ghanita y el crisoberito.

Silicatos: Es un grupo de minerales muy amplio, el cual a su vez se encuentra dividido según la disposición del silicio y el oxígeno en la red cristalina. En vista de lo anterior es contraproducente mantener este concepto.

Sulfosal de Antimonio: Este concepto puede aludir a uno de los extremos de las soluciones sólidas pirargirita-proustita o tetraedrita-tennantita e incluso a valores intermedios entre los minerales recién mencionados, por ende, se decide eliminar el término.

Posteriormente, se realiza una segunda revisión para descartar aquellos minerales que no correspondan a gangas. Dichos minerales, son pasados a los campos Mena sino estaban incluidos. Los minerales que se trataron de la forma descrita son:

Calcosina: Es un sulfuro de cobre que cuenta con un 79,8% de este elemento lo que lo convierte en una mena importante de Cu (Klein y Hurlbut, 1997).

Chalcantita: Sulfato de cobre pentahidratado que se forma en las partes oxidadas de los filones de sulfuros de cobre (Pellant, 1992). Puede constituir una mena de Cu.

Cubanita: Sulfuro de hierro y cobre el cual puede constituir una mena de cobre.

Cuprita: Óxido de cobre que posee un 88,8% de dicho elemento en su estructura, lo que lo convierte en una importante mena del elemento (Klein y Hurlbut, 1997).

Malaquita: Carbonato de cobre de color verde brillante que se emplea como mena de Cu (Klein y Hurlbut, 1997).

Mineral de Plata: Los minerales de plata debido a que contienen este elemento corresponden a menas, por lo que no podría ser una ganga.

Óxido de Cobre Negro: Los óxidos de cobre constituyen menas del elemento.

Óxido de Cobre Verde: Los óxidos de cobre constituyen menas del elemento.

Posteriormente se agrupan dentro del dominio Ganga identificadores de la lista de validación Mineral Mena Ganga. Al igual que con el Dominio Mena, solo se mencionarán los casos donde el mineral incluya a otros diferentes de sí mismo.

Cinabrio: Es una de las principales fuentes de mercurio, pero se halla en grandes cantidades en unos cuantos lugares (Klein y Hurlbut, 1997). Incluye los identificadores 134, 1103 y 1173 donde los 2 primeros corresponden al cinabrio, mientras que el último significa mineral de mercurio. Ya que el cinabrio es uno de los principales minerales que contiene mercurio el término mineral de mercurio es incluido en cinabrio de manera provisoria.

Especlarita: Incluye los identificadores 40, 68, 159 y 198 que corresponden a especlarita, oligisto, especlarita y oligisto. La inclusión de oligisto dentro de especlarita es por las mismas razones expuestas en el apartado de minerales de alteración.

Feldespatos Potásicos: Es un componente importante de granitos, granodioritas y sienitas que se han enfriado a moderada profundidad y con bastante rapidez (Klein y Hurlbut, 1997). También es un mineral característico de la alteración potásica. Incluye los identificadores 41, 1007 y 1144 donde el primer y el último identificador corresponde a feldespato potásico, mientras que el segundo es feldespato. Para reducir elementos y en vista de que el elemento feldespato potásico tiene 81 menciones dentro del SIA Yacimientos, mientras que plagioclasa 22, es más probable que el término feldespato corresponda a uno de tipo potásico. Pese a lo anterior, estos registros serán revisados por los geólogos de la URM una vez finalizada la confección de la GDB.

Limonita: Es un mineral amorfo que se encuentra en masas terrosas, a menudo como pseudomorfo de pirita y otros minerales de hierro (Pellant, 1992). Incluye los identificadores 53, 74, 177, 204, 1081, 1113, 1135, 1153, 1157 y 1175. Estos identificadores presentan significados que se repiten, pero al reducirlo a elementos únicos se tiene lo siguiente: limonita, óxido de hierro, hidróxido de hierro, mineral de hierro. Teniendo en cuenta que limonita es un mineral con un gran número de menciones (4,7% del total de datos) y que, a su vez, contiene óxidos e hidróxidos de hierro, lo que lo hace un mineral de hierro es que se incluyeron los identificadores mencionados dentro de limonita.

Mineral de Manganeso: A pesar de ser un término vago contiene una cantidad no despreciable de menciones (165 sobre 40528) y es por ello que se mantiene dentro del dominio. Incluye a los identificadores 62, 75, 191, 205 y 245. Dentro de los identificadores señalados hay significados que se repiten, pero al reducirlos a elementos únicos se tiene lo siguiente: mineral de manganeso, óxido de manganeso y *wad*. Ya que el término *wad* indica óxidos de manganeso en general, hay 2 elementos que significan prácticamente lo mismo (*wad* y óxido de manganeso), no obstante, debido a que no se pueden encasillar fácilmente en un óxido de manganeso determinado, es que fueron absorbidos por el término mineral de manganeso.

Mushketovita: Es una variedad de magnetita. Incluye a los identificadores 180, 1115, 1200 donde los primeros 2 identificadores corresponden a maghemita y el último a mushketovita.

Pirita: Sulfuro de hierro más común que se forma tanto a altas como bajas temperaturas. Aparece como segregación magmática directa y como mineral accesorio en rocas ígneas. También se halla en depósitos metamórficos de contacto y en filones hidrotermales (Klein y Hurlbut, 1997). Incluye a los identificadores 77, 209 y 1127 donde los primeros 2 son pirita propiamente tal, mientras que el último corresponde a sulfuro de hierro. Este último término es agregado a pirita ya que es el sulfuro de hierro con más menciones en el SIA Yacimientos (5,01% del total de menciones), aunque esto es de manera provisoria puesto que deberán ser revisados los depósitos que cuentan con dicho término entre sus minerales.

Siderita: Carbonato de hierro de color generalmente castaño oscuro a claro (Klein y Hurlbut, 1997). Ya que en el caso de que en el depósito no se explote hierro puede considerarse una ganga se halla en el dominio homónimo. Incluye a los identificadores 87, 1101 y 1168 donde el primero y el último corresponden a siderita, mientras que el segundo significa carbonato de hierro.

Luego de los procesos de eliminación y agrupamiento de minerales el resultado es el dominio Ganga (Tabla 4.66) que contiene 114 minerales.

Es importante tener en cuenta que hay elementos en común entre los dominios Mena y Ganga, lo que se debe a que un mineral que es considerado como mena en un depósito, puede ser considerado ganga en otro.

Abundancia

Conjunto de 50 campos que complementan a los campos Mena y Ganga. Tienen asociado el dominio Abundancia (Tabla 4.67), que es una copia de la lista del mismo nombre contenida en el SIA Yacimientos. La lista contiene 4 elementos, todos con menciones. A continuación, los elementos del dominio Abundancia.

Nuevo_ID	Concepto	Incluye
ABU-1	Abundante	1
ABU-2	Escasa	2
ABU-3	Regular	3
ABU-999	Sin Información	999

Tabla 4.67: Dominio Abundancia (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

Estilo Mineralización

Par de campos donde se ingresan los estilos de mineralización observados en el depósito. Tienen enlazado el dominio Estilo Mineralización (Tabla 4.69) el cual se crea a partir de la lista de validación Textura Mineral (Tabla 4.68). Permiten complementar a los minerales de mena y de ganga. Dicha lista cuenta con 46 elementos, no obstante, por no mención son eliminados 17 de ellos.

Identificador	TEXTURA_MINERAL
1	Amigdaloides
3	Bandeada
4	Botroidal
5	Boxwork
7	Coloforme
8	Columnar
9	Concéntrica
12	Dendrítica
14	Diseminada
15	Drusa
16	Escamosa
19	Esquistosa
23	Fibrosa
26	Granular
27	Hojosa
28	Laminar
29	Maciza
31	Matriz de Brecha
32	Micácea
33	Nodular
35	Pátina
37	Plumosa
38	Pulverulenta
39	Radial
42	Stockwork
43	Vetilla
999	Sin Información
1000	Vesicular
1001	Relleno de fracturas

Tabla 4.68: Lista de validación Textura Mineral (con la totalidad de sus elementos) del SIA Yacimientos.

Nuevo_ID	Concepto	Incluye
EST-MIN-1	Amigdaloidal	1;5;1000
EST-MIN-2	Bandeada	3;7
EST-MIN-3	Clasto de Brecha	
EST-MIN-4	Diseminada	14
EST-MIN-5	Maciza	29
EST-MIN-6	Matriz de Brecha	31
EST-MIN-7	Otro	4;8;9;12;15;16;19;23;26;27;28;32;33;37;38;39
EST-MIN-8	Pátina	35
EST-MIN-9	Stockwork	42
EST-MIN-10	Vetilla	43;1001
EST-MIN-999	Sin información	999

Tabla 4.69: Dominio Estilo Mineralización (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

El dominio Estilo Mineralización contiene 11 elementos, de los cuales solo 5 incluyen identificadores de la lista Textura Mineral diferentes a sí mismos:

Amigdaloidal: Es una textura de tipo vesicular. Las texturas vesiculares están asociadas a la exsolución de volátiles en el magma, proceso generado por descompresión tanto en rocas ígneas extrusivas como intrusivas. Incluye a los identificadores 1, 5 y 1000 que corresponden a amigdaloides, *boxwork* y vesicular. Un *boxwork* es un espacio que se genera por la lixiviación de un mineral, es similar a una amígdala, pero con diferente génesis. En ambos casos se pueden rellenar por otros minerales.

Bandeada: Este estilo de mineralización indica que los minerales se encuentran dispuestos en un conjunto de bandas alternantes. Incluye a los identificadores 3 y 7 que corresponden a bandeado y colorfome. La textura colorfome está íntimamente relacionada con la textura crustiforme, pero en esta, las bandas generadas se disponen de manera sinuosa, mostrando formas esféricas, botroidales, reniformes y mamilares las cuales se conocen como textura colorfome (Leguizamón y otros, 2009).

Otro: Incluye a todos los identificadores con menciones en el SIA Yacimiento que no son incluidos dentro de alguno de los elementos del dominio Estilo Mineralización.

Vetilla: Las vetillas son estructuras geológicas de relleno las cuales se originan principalmente (1) por deposición en espacios libres dentro de una fractura (fisura) que se abrió o se fue abriendo gradualmente durante el período de deposición del mineral, o (2) por sustitución de la roca huésped a lo largo de una fractura no abierta (Kutina, 1981). Incluye a los antiguos identificadores 43 y 1001 que corresponden a vetilla y relleno de fracturas.

Nombre Unidad Metalogénica Mineralizadora

Conjunto de 6 campos donde se ingresa el nombre de la unidad geológica involucrada en el proceso de mineralización. Tienen ligado el dominio Unidad Metalogénica Mineralizadora (Tabla 4.70) que se crea sobre la base de la lista homónima del SIA Yacimientos. Dicha lista cuenta con 11 campos de información y uno de ellos es el que contiene los nombres de las unidades metalogénicas o mineralizadoras. La lista en cuestión posee 37 unidades geológicas sin embargo, por no mención

son eliminadas 7. Para crear el dominio Unidad Metalogénica Mineralizadora se usan las 30 unidades restantes luego de la eliminación por no mención, cambiando solo el identificador.

Tabla 4.70: Dominio Unidad Metalogénica Mineralizadora (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

Nuevo_ID	Nombre de la Unidad
NOM-UNI-MET-1	Centros Volcánicos y Secuencias Volcánico - Sedimentarias del Mioceno inferior - Medio
NOM-UNI-MET-2	Rocas Intrusivas del Mioceno inferior - Medio
NOM-UNI-MET-3	Centros Volcánicos y Secuencias Volcánico - Sedimentarias del Oligoceno - Mioceno inferior
NOM-UNI-MET-4	Rocas Volcánicas y Sedimentarias del Eoceno - Oligoceno
NOM-UNI-MET-5	Rocas Intrusivas del Eoceno
NOM-UNI-MET-6	Rocas Intrusivas del Paleoceno
NOM-UNI-MET-7	Rocas Volcánicas del Paleoceno
NOM-UNI-MET-8	Rocas Intrusivas del Cretácico Superior Alto
NOM-UNI-MET-9	Rocas Volcánicas y Sedimentarias Continentales del Cretácico Superior
NOM-UNI-MET-10	Rocas Intrusivas del Cretácico Superior Bajo
NOM-UNI-MET-11	Rocas Intrusivas del Cretácico inferior
NOM-UNI-MET-12	Rocas Sedimentarias Continentales del Cretácico inferior
NOM-UNI-MET-13	Rocas Sedimentarias Marinas con Intercalaciones Volcánicas del Cretácico inferior
NOM-UNI-MET-14	Rocas Volcánicas y Sedimentarias del Cretácico inferior
NOM-UNI-MET-15	Rocas Intrusivas del Jurásico Superior - Cretácico inferior
NOM-UNI-MET-16	Rocas Sedimentarias Marinas del Jurásico Superior - Cretácico inferior
NOM-UNI-MET-17	Rocas Volcánicas y Sedimentarias Marinas del Jurásico Superior - Cretácico inferior
NOM-UNI-MET-18	Rocas Intrusivas del Jurásico Medio - Superior
NOM-UNI-MET-19	Rocas Sedimentarias Marinas A Transicionales con Intercalaciones Volcánicas del Jurásico
NOM-UNI-MET-20	Rocas Volcánicas con Intercalaciones Sedimentarias del Jurásico
NOM-UNI-MET-21	Rocas Volcánicas y Sedimentarias Marinas del Jurásico
NOM-UNI-MET-22	Rocas Intrusivas del Jurásico inferior
NOM-UNI-MET-23	Rocas Intrusivas del Triásico Medio - Jurásico inferior
NOM-UNI-MET-24	Rocas Sedimentarias Continentales del Triásico - Jurásico inferior
NOM-UNI-MET-25	Rocas Volcánicas y Sedimentarias Continentales del Triásico - Jurásico inferior
NOM-UNI-MET-26	Rocas Volcánicas y Sedimentarias Marinas del Triásico - Jurásico inferior
NOM-UNI-MET-27	Rocas Intrusivas del Paleozoico Superior - Triásico
NOM-UNI-MET-28	Rocas Metamórficas del Paleozoico Superior
NOM-UNI-MET-29	Rocas Sedimentarias Continentales con Intercalaciones Marinas del Paleozoico Superior
NOM-UNI-MET-30	Rocas Volcánicas Paleozoico Superior

Código Unidad Metalogénica Mineralizadora

Conjunto de 6 campos donde se ingresa el código de la unidad metalogénica mineralizadora a la que se asocian. Tienen ligado el dominio Código Unidad Metalogénica Mineralizadora (Tabla 4.71) que se crea usando el campo Código Unidad Metalogénica Mineralizadora de la lista Unidad Metalogénica Mineralizadora del SIA Yacimientos. El dominio mencionado cuenta con 30 elementos.

Nuevo_ID	Código de la Unidad
COD-UNI-MET-1	Mimcv
COD-UNI-MET-2	Mimp
COD-UNI-MET-3	Omicv
COD-UNI-MET-4	TEOvs
COD-UNI-MET-5	TEg
COD-UNI-MET-6	TFg
COD-UNI-MET-7	TFvs
COD-UNI-MET-8	Ksag
COD-UNI-MET-9	Ksvs
COD-UNI-MET-10	Ksbg
COD-UNI-MET-11	Kig
COD-UNI-MET-12	Kis
COD-UNI-MET-13	Kism
COD-UNI-MET-14	Kivs
COD-UNI-MET-15	JKig
COD-UNI-MET-16	JKism
COD-UNI-MET-17	JKivsm
COD-UNI-MET-18	Jmsg
COD-UNI-MET-19	Jsmc
COD-UNI-MET-20	Jvs
COD-UNI-MET-21	Jvsm
COD-UNI-MET-22	Jig
COD-UNI-MET-23	TrJig
COD-UNI-MET-24	TrJis
COD-UNI-MET-25	TrJivs
COD-UNI-MET-26	TrJivsm
COD-UNI-MET-27	PsTrg
COD-UNI-MET-28	Psm
COD-UNI-MET-29	Ppsc
COD-UNI-MET-30	Psvs

Tabla 4.71: Dominio Código Unidad Metalogénica Mineralizadora (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

Descripción Ambiente Unidad Metalogénica Mineralizadora

Conjunto de 6 campos de libre llenado donde se puede ingresar una descripción acerca del ambiente geológico en el que se formó la unidad metalogénica mineralizadora.

4.2.1.2. Información específica depósitos RMI

Recurso principal

Conjunto de 3 campos donde se ingresan los recursos principales explotados en el depósito. Tiene vinculado el dominio RMI (Tabla 4.72) que cuenta con 95 elementos, los cuales son utilizados en la URM. Esos recursos se relacionan con los identificadores de la lista Recurso RMM RMI (Tabla 4.61) del SIA Yacimientos ya que aplican a los mismos campos.

Nuevo_ID	Concepto	Incluye
REC-RMI-1	Almandino	25
REC-RMI-2	Alumbre	26
REC-RMI-3	Alunita	27
REC-RMI-4	Alunógeno	1025
REC-RMI-5	Andacollita	1018
REC-RMI-6	Andesita	1011
REC-RMI-7	Anhidrita	30
REC-RMI-8	Apatita	31
REC-RMI-9	Arcilla	32
REC-RMI-10	Arcilla Bauxítica	33
REC-RMI-11	Arcilla Común	34
REC-RMI-12	Arcilla Plástica	35
REC-RMI-13	Arcilla Refractaria	36
REC-RMI-14	Arena Silícea	38;1023
REC-RMI-15	Arenisca Cuarzifera	1020
REC-RMI-16	Áridos	37;39;1006
REC-RMI-17	Atacamita	41
REC-RMI-18	Azufre	42
REC-RMI-19	Azurita	43
REC-RMI-20	Baritina	44
REC-RMI-21	Basalto	45

Tabla 4.72: Primeros 21 de 95 elementos del Dominio RMI de la GDB de depósitos minerales.

Los recursos que incluyen a un solo identificador de la lista Recurso RMM RMI son aquellos que incluyen al elemento homónimo dentro de dicha lista sin embargo, hay elementos que agrupan a más de un identificador, los cuales contienen definiciones diferentes de la del identificador agrupador y por ende a continuación son explicados.

Áridos: Incluye a los identificadores 37, 39 y 1006 los que significan arena, áridos y depósito sedimentario aluvial, respectivamente. Se decide incluir a arena y depósito sedimentario aluvial

dentro del elemento áridos, ya que en el espectro de los áridos la arena es una parte integral, mientras que los depósitos sedimentarios de tipo aluvial son una fuente importante de áridos.

Caliza: Roca sedimentaria carbonatada cuyo constituyente principal es el carbonato cálcico; de los componentes restantes, el más frecuente y dominante es el carbonato de magnesio, siendo accesorios los silicatos o los productos de su alteración (como arcillas y sílice), así como la pirita y la siderita (Díaz de Neira y otros, 2019). Incluye a los identificadores 53, 55 y 56 que corresponden a caliza, carbonato de calcio y carbonato de calcio blanco.

Cuarzo: Es un tectosilicato compuesto únicamente de Si y O. Incluye a los identificadores 28, 66, 67, 68 que significan amatista, cuarzo, cuarzo ahumado y cuarzo rosado. Amatista, cuarzo ahumado y cuarzo rosado son variedades cristalinas del cuarzo (Klein y Hurlburt, 1997).

Limonita: Es un término de campo que alude a hidróxidos y óxidos masivos de hierro no identificados, sin cristales visibles y con un vetado amarillo-marrón. La "limonita" suele ser la especie mineral goethita, pero también puede consistir en proporciones variables de lepidocrocita, hematitas y/o maghemita, junto con impurezas de otros minerales como cuarzo y arcillas (Palache y otros, 1944). Incluye a los identificadores 99, 1002 y 1016 que corresponden a óxido de hierro, óxido de hierro y limonita.

Quiastolita: Es una variedad de andalucita que se caracteriza porque en sección transversal se observa una forma de cruz por la inclusión de impureza entre los cristales durante su crecimiento. Incluye a los identificadores 29, 1007 y 1009. Los 3 identificadores se definen como andalucita.

Sin Información: Implica que no hay información acerca de recursos RMI en el depósito. Incluye a los identificadores 96 y 999 que indican no especificado y sin información, respectivamente.

Característica Relevante

Conjunto de 3 campos que complementan al recurso principal. Tiene ligado al dominio Característica Relevante (Tabla 4.73). Este dominio cuenta con 15 elementos, los cuales incluyen los identificadores de la lista Textura Mineral mencionados en los depósitos de tipo RMI.

Nuevo_ID	Concepto	Incluye
CAR-REL-1	Bandeada	3
CAR-REL-2	Brechosa	31
CAR-REL-3	Coloforme	7
CAR-REL-4	Columnar	8
CAR-REL-5	Cristales bien formados	
CAR-REL-6	Drusa	15
CAR-REL-7	Esquistosa	19
CAR-REL-8	Fanerítica Fina	
CAR-REL-9	Fanerítica Grueso	
CAR-REL-10	Maciza	29
CAR-REL-11	Orbicular	
CAR-REL-12	Porfídica	
CAR-REL-13	Pulverulenta	38
CAR-REL-14	Vetilla	43
CAR-REL-999	Sin Información	

Tabla 4.73: Dominio Característica Relevante (con la totalidad de sus elementos) de la GDB de depósitos minerales.

El único elemento del dominio Característica Relevante (Tabla 4.73) que incluye un identificador de lista Textura Mineral diferente de sí mismo es brechosa que incluye a identificador 31 que se define como matriz de brecha.

4.3. Proveniencia de datos

Luego del proceso de definición de la estructura de la GDB y de la creación de dominios se da paso al proceso de extracción de la información asociada a cada uno de los depósitos. Antes de describir dicho proceso, se debe tener en cuenta que el SIA Yacimientos ordena su información con una relación de muchos es a muchos (Tabla 4.74).

ID_LITOLOGIA	FK_ID_YACIMIENTO	FK_ID_LITOLOGIA
4	6132	4
5	6134	52
6	6135	17
7	6136	64
9	6138	64
10	6139	17
11	6139	64
12	6140	17
13	6141	17
16	6144	4
18	6148	78

Tabla 4.74: Forma de ordenamiento de la información en el SIA Yacimientos.

La Tabla 4.74 corresponde a las primeras 3 columnas del subconjunto LITOLOGIA que se encarga de describir esa temática del depósito. Como se puede apreciar, la columna FK_ID_LITOLOGIA, que es la que contiene los códigos asociados a la lista de validación Litología, se relaciona con los identificadores de yacimiento, lo que permite caracterizar cada depósito mineral. Este tipo de ordenamiento ocasiona que en el caso de que un depósito tenga más de una litología, estas se guardan en filas diferentes (Tabla 4.75). En este caso, el depósito con el identificador 108 cuenta con 3 litologías.

Tabla 4.75: Identificadores de la lista de validación Litología asociados al depósito 108 del SIA Yacimientos.

ID_LITOLOGIA	FK_ID_YACIMIENTO	FK_ID_LITOLOGIA
17180	108	100
17181	108	4
17182	108	30

Para la GDB de depósitos minerales el ordenamiento de la información se realiza teniendo en cuenta que el identificador de depósito es único y se ubica en la primera columna. Las características del depósito por su parte van en las columnas contiguas, lo que permite que todas las características del depósito estén contenidas en una fila (Tabla 4.76).

Tabla 4.76: Formato de ordenamiento de la GDB de depósitos minerales.

Id_Yac	Litologia_1	Litologia_2	Litologia_3
108	100	4	30

La ventaja de este ordenamiento es que toda la información gira entorno al identificador del depósito y no al revés, como ocurre con la forma de ordenamiento previa.

Para hacer la transición desde la anterior forma de ordenamiento a la nueva, se usó, al igual que en el caso de la creación de catastros, el lenguaje de programación *Python*. Cada uno de los programas usados con ese propósito se encuentran desde el Anexo A6 al Anexo A12.

Luego de aplicar lo programas correspondientes se obtienen los subconjuntos de información ordenados con la relación mostrada en la Tabla 4.76, donde en la primera columna se encuentran siempre todos los identificadores de depósito, presenten o no información en el subconjunto de información, ya que esto permite mantener una misma estructura para todos los subconjuntos.

Luego, en las columnas contiguas está la información ligada al depósito que se extrajo de un subconjunto determinado (Tabla 4.77).

Tabla 4.77: Porción del subconjunto LITOLOGIA de los depósitos de tipo RMM. En ella se puede apreciar que a pesar de que los depósitos con identificador M-6435 al M-6440 y M-6446 al M-6449 no tienen información litológica, se mencionan dentro del subconjunto para mantener una estructura de datos uniforme.

Nuevo_ID	Antiguo_ID	Yacimiento	Litologia_1	Textura_litol	Relacion_min	Era_maxima	Sistema_ma	Serie_maxim	Era_minima	Sistema_min	Serie_minim
M-6434	9090	Lago Atravezado	LITO-3	TXT-LITO-99	REL-MIN-LIT	ERA-999	SIS-999	SER-999	ERA-999	SIS-999	SER-999
M-6435	9091	Delia									
M-6436	9092	Fabiola									
M-6437	9093	Estatuas									
M-6438	9094	Doña Rosa									
M-6439	9095	Concordia									
M-6440	9096	Exploraciones Proyecto Carbones									
M-6441	9097	Isabel	LITO-33	TXT-LITO-99	REL-MIN-LIT	ERA-999	SIS-999	SER-999	ERA-999	SIS-999	SER-999
M-6442	9098	San Joaquín	LITO-33	TXT-LITO-99	REL-MIN-LIT	ERA-999	SIS-999	SER-999	ERA-999	SIS-999	SER-999
M-6443	9099	Santo Domingo	LITO-33	TXT-LITO-99	REL-MIN-LIT	ERA-999	SIS-999	SER-999	ERA-999	SIS-999	SER-999
M-6444	9100	Bellavista	LITO-33	TXT-LITO-99	REL-MIN-LIT	ERA-999	SIS-999	SER-999	ERA-999	SIS-999	SER-999
M-6445	9101	Piedra Negra	LITO-33	TXT-LITO-99	REL-MIN-LIT	ERA-999	SIS-999	SER-999	ERA-999	SIS-999	SER-999
M-6446	9102	Faenas de Prospección									
M-6447	9103	Guadalupe 1-60									
M-6448	9104	Juanito 1 al 4									
M-6449	9105	La Kalicia									
M-6450	9478	El Rubio7	LITO-3	TXT-LITO-7	REL-MIN-LIT	ERA-3	SIS-7	SER-42	ERA-3	SIS-7	SER-42
M-6451	9479	Santo Tomás	LITO-6	TXT-LITO-99	REL-MIN-LIT	ERA-3	SIS-7	SER-42	ERA-3	SIS-7	SER-42

Posteriormente, cada subconjunto es dividido en base al tipo de recurso explotado (RMM o RMI) de tal forma que un subconjunto contuviera solo depósitos de tipo RMM y el otro solo de tipo RMI, para después seleccionar la información que forma parte de los campos definidos en la estructura de las clases de entidad presentes en la GDB.

4.3.1. Campos comunes depósitos RMM y RMI

El origen de los datos son los subconjuntos del SIA Yacimientos a los que se les aplicó el nuevo formato de orden, es decir, aquellos donde el identificador del depósito está en la primera columna (y es único) acompañado de la información asociada a ese depósito en las columnas contiguas. Debe tenerse en consideración de que a pesar de que cada uno de dichos subconjuntos fueron separados en 2 según tipo de depósito (RMM o RMI), estas divisiones mantienen el mismo número de columnas.

Identificador del depósito

Los valores en este campo no provienen de ningún subconjunto del SIA Yacimientos, ya que son los identificadores que presentarán los depósitos en la GDB de depósitos minerales. En el caso de que la clase entidad sea la de los depósitos RMM, el identificador del depósito posee el prefijo “M-

” seguido de un número entero positivo, mientras que en el caso de los RMI el prefijo es “I-”, seguido también de un entero positivo.

Identificador del depósito en el SIA Yacimientos

Los valores de este campo provienen de la columna “Yacimiento” del subconjunto SIA YACIMIENTO.

Nombre del Depósito

La información de este campo, al igual que en el caso anterior proviene del subconjunto SIA YACIMIENTO, específicamente de la columna “Nombre”.

Estado Información del Depósito

Los valores en este campo provienen también del subconjunto SIA YACIMIENTO, concretamente de la columna “Id_estado”.

Usuario

La información de este campo proviene de la columna “Id_usuario” del subconjunto SIA YACIMIENTO.

Proyección de las coordenadas geográficas

Los valores provienen de la columna “proyección_geo_1” del subconjunto SIA COORDENADAS. Es importante mencionar que en un principio los depósitos tenían 2 sistemas de proyección: PSAD 56 y WGS 84. Sin embargo, a todos los depósitos se les cambió el sistema de proyección a SIRGAS 2000 luego de realizar las proyecciones adecuadas.

Proyección coordenadas proyectadas

La información insertada en este campo proviene de la columna “proyección_utm_1” del subconjunto SIA COORDENADAS. En dicha columna los depósitos usan como datum PSAD 56

y WGS 84, no obstante, los depósitos cuyo datum es PSAD 56 son proyectados a WGS 84, de tal forma que exista un solo datum. Los husos que caen territorio nacional son 18S y 19S.

Método de Ubicación

Los valores ingresados en este campo provienen de la columna “metodo_ubicacion_1” del subconjunto SIA COORDENADAS.

Latitud del depósito

La información proviene de la columna “lat_sur_1” del subconjunto SIA COORDENADAS. En el caso de que el datum de las coordenadas es PSAD 56, estas son recalculadas usando como datum SIRGAS 2000. En los casos que el depósito no presenta latitud, pero si sus coordenadas proyectadas, la latitud se obtiene por conversión entre sistemas de coordenadas.

Longitud del depósito

Los valores ingresados en este campo provienen de la columna “long_oeste_1” del subconjunto SIA COORDENADAS. En el caso de que el datum de las coordenadas es PSAD 56, estas son recalculadas usando como datum SIRGAS 2000. En el supuesto de que el depósito no tenga su longitud, pero si sus coordenadas proyectadas, la longitud se obtiene por conversión entre sistemas de coordenadas.

Coordenada proyectada Norte

La información ingresada en este campo proviene de la columna “utm_norte_1” del subconjunto SIA COORDENADAS. En el caso de que el datum de las coordenadas es PSAD 56 estas son recalculadas usando como datum WGS 84. Si el depósito no tiene su coordenada proyectada norte, pero si sus coordenadas geográficas, la coordenada proyectada norte se obtiene por conversión entre sistemas de coordenadas.

Coordenada proyectada Este

Los valores ingresados en este campo provienen de la columna “utm_este_1” del subconjunto SIA COORDENADAS. En el caso de que el datum de las coordenadas es PSAD 56 estas son

recalculadas usando como datum WGS 84. Si el depósito no tiene su coordenada proyectada este, pero si sus coordenadas geográficas, la coordenada proyectada este se obtiene por conversión entre sistemas de coordenadas.

Cota

La información ingresada en este campo proviene de la columna “cota_1” del subconjunto SIA COORDENADAS. Los datos de dicha columna son trabajados, ya que ciertos depósitos poseen rangos de altura. En los casos mencionados se calcula el promedio entre las alturas y se deja ese dato como la cota del depósito.

Descripción Coordenadas

En este campo se ingresa una concatenación de las columnas “descripción_coord_n” del subconjunto SIA COORDENADAS.

Región

En este campo se inserta la región en la que se ubica cada uno de los depósitos. Para ello se realiza una intersección de los depósitos con el *shapefile* de regiones usado por la SUBDERE (2022).

Provincia

En este campo se ingresa la provincia en la que se ubica cada uno de los depósitos. Para ello se realiza una intersección de los depósitos con el *shapefile* de provincias usado por la SUBDERE (2022).

Comuna

En este campo se insertó la comuna en la que se ubica cada uno de los depósitos. Para ello se realizó una intersección de los depósitos con el *shapefile* de comunas usado por la SUBDERE (2022).

Código Carta IGM

En este campo se ingresó el código de la carta del Instituto Geográfico Militar (IGM) con escala 1:100.000 en la que se ubica cada uno de los depósitos. Para ello se realizó una intersección de los depósitos con el *shapefile* de Cartas del IGM.

Nombre Carta IGM

En este campo se inserta el nombre de la carta del IGM con escala 1:100.000 en la que se ubica cada uno de los depósitos. Para ello se realiza una intersección de los depósitos con el *shapefile* de Cartas IGM.

Distrito o Sector Minero

Los valores ingresados en este campo provienen de la columna “Id_distrito_o_sector_minero” del subconjunto SIA YACIMIENTOS. Dicha columna tiene valores codificados, los cuales fueron traducidos a su definición antes de ser pasados a este campo.

Tipo de recurso

En este campo, en el caso de que los depósitos sean de tipo RMM por defecto se ingresa RMM. En caso contrario RMI.

Tamaño del Depósito

En este campo se ingresa la información proveniente de la columna “Id_tamano_yacimiento” del subconjunto SIA YACIMIENTO.

Actividad del Depósito

En este campo se ingresan los valores provenientes de la columna “id_actividad_yacimiento” del subconjunto SIA YACIMIENTO.

Cantidad Minas

En este campo se inserta el resultado del conteo de los diferentes identificadores de mina ligados a cada depósito. Dicho conteo se realiza a partir del subconjunto SIA MINA.

Geólogo Terreno

En este campo se ingresan los valores provenientes de la columna “Geologo_terreno” del subconjunto SIA YACIMIENTO.

Fecha Terreno

En este campo se ingresa la información proveniente de la columna “Fecha_terreno” del subconjunto SIA YACIMIENTO.

Tipo de Explotación

En este campo se insertan los valores provenientes de la columna “Id_tipo_explotación” del subconjunto SIA YACIMIENTO. Esos datos además son complementados por el subconjunto SIA LABOR MINERA y el elemento “Con exploración” de la columna “id_actividad_yacimiento” del subconjunto SIA YACIMIENTO, siempre y cuando el depósito no posea información en la columna “id_tipo_explotacion”.

Estado del Depósito

En este campo incluye la información proveniente de la columna “Estado_mina_1” del subconjunto SIA MINA.

Escala de Explotación

En este campo se ingresan los valores provenientes de la columna “Escala_explotacion_mina_1” del subconjunto de datos SIA MINA.

Descripción del estado y escala de explotación del depósito

En este campo se inserta la concatenación de las columnas “descripcion_mina_n” del subconjunto SIA MINA.

Accesibilidad Depósito

En este campo se ingresa la información de la columna “id_accesibilidad_1” del subconjunto SIA ACCESIBILIDAD.

Descripción del Depósito

En este campo se ingresan los valores de la columna “Observación” del subconjunto SIA YACIMIENTOS.

Mineral Alteración

En este conjunto de 5 campos en el caso de los depósitos RMI y 25 en el de los RMM, los datos provienen de las columnas “tipo_alteracion_n_mineral_alteracion_n” del subconjunto SIA MINERAL ALTERACION. Dichas columnas debieron ser trabajadas ya que los minerales al asociarse a un tipo de alteración en específico, debido a que algunos depósitos tenían más minerales para sus alteraciones que otros, había espacios en blanco entre minerales, los que fueron eliminados.

Tipo de alteración depósito

En este conjunto de 8 campos se ingresan los valores de las columnas “id_tipo_alteracion” del subconjunto SIA TIPO ALTERACION.

Intensidad Alteración

En este conjunto de 8 campos se ingresa la información de las columnas “id_intensidad” del subconjunto SIA TIPO ALTERACION.

Zona

En este conjunto de 6 campos los datos ingresados provienen de los campos “id_zona” del subconjunto SIA ZONACION. Debe tenerse en consideración que hay solo 4 columnas (“id_zona_1”, “id_zona_2”, “id_zona_3” e “id_zona_4”) que presentan información, por ende, habrá 2 columnas en la GDB de depósitos minerales que no poseen información desde un inicio.

Profundidad zona

En este conjunto de 6 campos que complementan a los campos Zona, la información ingresada proviene de las columnas “profundidad_techo_zona” que al igual que en el caso anterior son 4 y tienen su origen en el subconjunto SIA ZONACION.

Litología

En este conjunto de 3 campos los valores ingresados provienen de las 3 primeras columnas “Litologia” del subconjunto SIA LITOLOGIA.

Textura Roca

En este conjunto de 3 campos que complementan a los de Litología, se inserta la información de las 3 primeras columnas “textura_roca_litologia_n” del subconjunto SIA LITOLOGIA.

Relación Mineralización

En este conjunto de 3 campos que complementan a los de Litología se ingresan los valores de las 3 primeras columnas “relación_mineralizacion_litologia_n” del subconjunto SIA LITOLOGIA.

Era máxima Litología

La información contenida en estos 3 campos proviene de la reestructuración de las edades contenidas en las columnas “edad_strat_max_litologia_n” del subconjunto SIA LITOLOGIA. Es importante recordar que la lista de validación a la que se asocian esas columnas presenta edades de distinto orden, las cuales fueron separadas en Era, Sistema y Serie. En este caso se ingresan los datos de Era.

Sistema máximo Litología

Los valores contenidos en estos 3 campos provienen de la reestructuración de las edades presentes en las columnas “edad_estrat_max_litologia” del subconjunto SIA LITOLOGIA. En este caso se ingresan los datos de Sistema

Serie máxima Litología

La información contenida en estos 3 campos proviene de la reestructuración de las edades contenidas en las columnas “edad_estrat_max_litologia” del subconjunto SIA LITOLOGIA. En este caso se ingresan los datos de Serie.

Era mínima Litología

La información contenida en estos 3 campos proviene de la reestructuración de las edades contenidas en las columnas “edad_estrat_min_litologia” del subconjunto SIA LITOLOGIA. En este caso se ingresan los datos de Era.

Sistema mínima Litología

La información contenida en estos 3 campos proviene de la reestructuración de las edades contenidas en las columnas “edad_estrat_min_litologia” del subconjunto SIA LITOLOGIA. En este caso se ingresan los datos de Sistema.

Serie mínima Litología

La información contenida en estos 3 campos proviene de la reestructuración de las edades contenidas en las columnas “edad_estrat_min_litologia” del subconjunto SIA LITOLOGIA. En este caso se ingresan los datos de Serie.

Descripción Litología

La información contenida en estos 3 campos proviene de las 3 primeras columnas “descripción_litologia” del subconjunto SIA LITOLOGIA.

Era Máxima Mineralización-Alteración

La información que se ingresa en este campo proviene de la columna “id_edad_estrat_max_1” del subconjunto de datos SIA EDAD MINERALIZACION. La columna antedicha sufrió el mismo proceso de reestructuración de edades descrito previamente. Las edades de este y los demás campos de edad relacionados a la mineralización o alteración fueron complementados de 2 formas: La primera en base a las descripciones que existen en el subconjunto de datos SIA EDAD MINERALIZACION y la segunda a partir de edades obtenidas directamente del subconjunto SIA YACIMIENTO, específicamente de la columna “id_edad_geologica”.

Sistema Máximo Mineralización-Alteración

La información que se ingresó en este campo proviene de la columna “id_edad_estrat_max_1” del subconjunto de datos SIA EDAD MINERALIZACION. Presenta el mismo proceso de reestructuración y complementación de edades descrito previamente, asignándose el Sistema correspondiente a cada depósito.

Serie Máxima Mineralización-Alteración

La información que se ingresa en este campo proviene de la columna “id_edad_estrat_max_1” del subconjunto de datos SIA EDAD MINERALIZACION. Se mantiene el proceso de reestructuración y complementación de edades descrito previamente, asignándose la Serie correspondiente a cada depósito.

Era Mínima Mineralización-Alteración

La información que se ingresa en este campo proviene de la columna “id_edad_estrat_min_1” del subconjunto de datos SIA EDAD MINERALIZACION. Se utiliza el mismo proceso de reestructuración y complementación de edades descrito previamente, asignándose la Era correspondiente a cada depósito.

Sistema Mínimo Mineralización-Alteración

La información que se ingresa en este campo proviene de la columna “id_edad_estrat_min_1” del subconjunto de datos SIA EDAD MINERALIZACION. Se aplica el mismo proceso de reestructuración y de complementación de edades descrito previamente, asignándose el Sistema correspondiente a cada depósito.

Serie Mínima Mineralización-Alteración

La información que se ingresa en este campo proviene de la columna “id_edad_estrat_min_1” del subconjunto de datos SIA EDAD MINERALIZACION. Mantiene el mismo proceso de reestructuración y complementación de edades descrito previamente, asignándose la Serie correspondiente a cada depósito.

Edad Radiométrica

La información que se ingresa en este conjunto de 3 campos proviene de la columna “rango_edad_1” del subconjunto SIA EDAD MINERALIZACION. Dicha información se extrae de manera manual, ya que corresponde a cadenas de texto.

Método Datación

La información contenida en este conjunto de 3 campos, al igual que en el caso anterior provienen de la columna “rango_edad_1” del subconjunto SIA EDAD MINERALIZACION, ya que en las cadenas de texto que conforman las columnas, en ocasiones además del rango de la edad radiométrica, también se menciona el método de datación utilizado.

Material Datado

Este conjunto de campos es nuevo y debido a que no había columnas desde donde obtener la información para rellenarlo parten vacíos.

Descripción Edad Mineralización-Alteración

Al igual que el de Material Datado, es un nuevo campo.

Ambiente Geológico de Formación

En este campo la información proviene de la columna “id_ambiente_general_1” del subconjunto SIA GENESIS AMBIENTE. Además, es complementado por otras 2 fuentes: la primera es la columna “id_ambiente_especifico_1” del mismo subconjunto de datos y los ambientes desestimados del campo “Modelo_yacimientos” del subconjunto SIA YACIMIENTO.

Ambiente Geotectónico

En este campo los valores que se ingresan provienen de la columna “unidad_metalogenica_mineralizadora_1_ambiente_geotectonico_1” del subconjunto SIA AMBIENTE GEOTECTONICO.

Campo de esfuerzo

Este campo es nuevo y en el SIA Yacimientos no hay información que haga referencia a un apartado como este.

Forma

En estos 4 campos la información proviene de las columnas “Forma” del subconjunto SIA FORMA.

Corrida Máxima

La información de estos 4 campos proviene de las primeras cuatro columnas “corrida” del subconjunto SIA DIMENSION. Los datos son modificados, ya que se presentan como rangos o en unidades de medidas diferentes al metro (m) que es con la que se trabaja en la GDB.

Corrida Mínima

Al igual que los campos Corrida Máxima, la información de estos 4 campos provienen de las primeras cuatro columnas “corrida” del subconjunto SIA DIMENSION. Los datos de estos campos pasan por los mismos procesos descritos para “Corrida Máxima”.

Potencia Máxima

La información de estos 4 campos proviene de las primeras 4 columnas “potencia” del subconjunto SIA DIMENSION. Al igual que las columnas de corrida los datos pasan por los procesos ahí descritos.

Potencia Mínima

La información de estos 4 campos proviene de las primeras 4 columnas “potencia” del subconjunto SIA DIMENSION. Al igual que las columnas de corrida los datos pasan por los procesos ahí descritos.

Profundidad Máxima

La información de estos 4 campos proviene de las primeras 4 columnas “profundidad” del subconjunto SIA DIMENSION. Al igual que las columnas de corrida, los datos pasaron por los procesos ahí descritos.

Profundidad Mínima

La información de estos 4 campos proviene de las primeras 4 columnas “profundidad” del subconjunto SIA DIMENSION. Al igual que las columnas de corrida, los datos pasan por los procesos ahí descritos.

Superficie de alteración hidrotermal

Los valores ingresados en estos 4 campos provienen de las primeras 4 columnas “superficie” del subconjunto SIA DIMENSION.

Rumbo Forma

La información de estos 4 campos proviene de las columnas “forma_n_rumbo_1” del subconjunto SIA ORIENTACION.

Manteo Forma

La información de estos 4 campos proviene de las columnas “forma_n_manteo_1” del subconjunto SIA ORIENTACION.

Descripción Formas

En este campo individual se insertan las concatenaciones de las descripciones asociadas a cada forma dentro de los subconjuntos SIA DIMENSION y SIA FORMA.

Estructura

En este conjunto de 3 campos se ingresa la información de las primeras 3 columnas “Estructura” del subconjunto SIA ESTRUCTURA.

Relación de la estructura con la mineralización

En este conjunto de 3 campos se ingresa la información procesada de las primeras columnas tanto de “Premena” como “Postmena”. El procesamiento realizado consiste en revisar si es que tanto en las columnas “Premena” como “Postmena” controla o no la mineralización la estructura. En caso de que al menos una de las columnas indicara que la estructura controla la mineralización, se procede a ingresar en el presente campo, “Controla”, mientras que si tanto la columna “Premena” como “Postmena” indicaran no controla, se ingresa “No controla”.

Rumbo Estructura

En este conjunto de 3 campos se ingresa la información contenida en las columnas “estructura_n_rumbo_1” del subconjunto SIA ORIENTACION.

Manteo Estructura

En este conjunto de 3 campos se ingresa la información contenida en las columnas “estructura_n_manteo_1” del subconjunto SIA ORIENTACION.

Descripción Estructura

En este conjunto de 3 campos se ingresa la información contenida en las 3 primeras columnas “Descripcion” del subconjunto SIA ESTRUCTURA.

Descripción General Estructura

La información contenida en este campo es la de las estructuras de aquellos depósitos a los que se les reporta más de 3 estructuras.

Producción Anual Depósito

La información de este campo procede de la columna “mina_1_produccion_anual_1” del subconjunto SIA PRODUCCION.

Ley

La información contenida en este campo proviene de la columna “mina_1_ley_anual_1” del subconjunto SIA PRODUCCION.

Descripción Producción Depósito

En este campo los valores ingresados provienen de la concatenación de las columnas “mina_n_descripcion” del subconjunto SIA PRODUCCION.

Tipo de recurso minero

La información de estos 3 campos proviene de las 3 primeras columnas “tipo_recurso_minero” del subconjunto SIA RECURSO MINERO.

Cuantificación recurso minero

La información contenida en estos 3 campos proviene de las 3 primeras columnas “cuantificación_recurso_minero” del subconjunto SIA RECURSO MINERO.

Ley recurso minero

La información contenida en estos 3 campos proviene de las 3 primeras columnas “ley_recurso_minero” del subconjunto SIA RECURSO MINERO.

Fecha recurso minero

La información de estos 3 campos proviene de las 3 primeras columnas “fecha_recurso_minero” del subconjunto SIA RECURSO MINERO.

Tipo Reserva Depósito

La información contenida en estos 2 campos procede de las 2 primeras columnas “tipo_reserva” del subconjunto SIA RESERVA.

Cuantificación Reserva Depósito

La información contenida en estos 2 campos proviene de las 2 primeras columnas “cuantificación_reserva” del subconjunto SIA RESERVA.

Ley de reserva

La información contenida en estos 2 campos proviene de las 2 primeras columnas “ley_reserva” del subconjunto SIA RESERVA.

Fecha Reserva Depósito

La información contenida en estos 2 campos proviene de las 2 primeras columnas “fecha_reserva” del subconjunto SIA RESERVA.

Código Muestra

La información contenida en estos 20 campos proviene de las 20 columnas “Muestra” de subconjunto SIA MUESTRA.

Tipo Análisis Muestra

La información contenida en estos 20 campos proviene de las 20 columnas “tipo_analisis_muestra” del subconjunto SIA MUESTRA.

Resultado Análisis Muestra

La información de estos 20 campos proviene de las primeras 20 columnas “Resultado_analitico_muestra” del subconjunto SIA MUESTRA.

Referencia

La información contenida en estos 12 campos proviene de las primeras 12 columnas “referencia” del subconjunto SIA REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.

Código Referencia

La información contenida en estos 12 campos proviene de las primeras 12 columnas “código_biblioteca_sernageomin” del subconjunto SIA REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.

4.3.2. Campos de información específica según tipo de depósito

4.3.2.1. Información específica depósitos RMM

Modelo de depósito

La información de este campo procede principalmente de la columna “id_modelo_yacimiento” del subconjunto SIA YACIMIENTO. Además, este campo es complementado por la descripción del tipo de yacimiento del subconjunto SIA UNIDAD METALOGENICA MINERALIZADORA. En este último caso se considera que, en el caso de que el depósito presente más de una unidad metalogénica mineralizadora asociada, siempre y cuando esas unidades tengan la misma descripción del tipo de yacimiento, se complementa con el tipo de yacimiento que ahí se menciona.

Recurso Principal

La información ingresada en estos 3 campos proviene de las 3 primeras columnas “recurso_rmm_rmi” del subconjunto de datos SIA RECURSO RMM RMI. Los elementos de esas columnas son ordenados basándose en la columna “importancia_recurso_rmm_rmi”. La lista de validación asociada a esa columna se denomina “Importancia” y contiene 4 elementos: Principal, No especificada, Subordinada y Sin Información. Para ordenar las estructuras se considera el siguiente orden de prioridad: Principal> Subordinada> No especificada>Sin Información. Luego de ordenar los datos, los elementos de las 3 primeras columnas corresponden a Recurso Principal.

Recurso Secundario

La información ingresada en estos 3 campos proviene de las 3 ultimas columnas resultantes del proceso de orden descrito para Recurso Principal.

Grupo Recurso RMM

La información de este campo procede de concatenar los campos recurso principal y recurso secundario. Como se explicó previamente, los recursos principales se mencionan al principio y se separan por comas, mientras que los recursos secundarios, en caso de haberlos, se separan de los principales por un guion seguido de un paréntesis donde se ingresan los recursos secundarios y se separan también mediante comas.

Anomalía

Estos 5 campos no contienen información, pero podrán ser rellenos a *posteriori* con la información obtenida de los análisis químicos de muestras.

Anomalías

Corresponde a la concatenación de los elementos contenidos en los campos Anomalía.

Mena

La información contenida en estos 25 campos tiene su origen en los 36 campos “id_mineral_mena_ganga” del subconjunto SIA MINERAL MENA GANGA. En este caso para filtrar los minerales de mena y de ganga, en primer lugar, se revisa la asignación que se le dio en su momento al mineral, para ello se examina la columna “id_tipo_mineral_mena_ganga” ya que ahí se especifica si el mineral corresponde a uno de mena o de ganga, seleccionándose los del primer tipo. Luego se efectúa un segundo filtro para verificar si el mineral seleccionado está dentro del dominio Mena definido previamente, en el caso de estar se selecciona el mineral, en caso contrario no.

Ganga

La información contenida en estos 25 campos proviene de los 36 campos “id_mineral_mena_ganga” del subconjunto SIA MINERAL MENA GANGA. En este caso para filtrar los minerales de mena y de ganga, en primer lugar, se revisa la asignación que se le dió en su momento al mineral, para ello se chequea la columna “id_tipo_mineral_mena_ganga” ya que ahí se especifica si correspondía a mena o ganga, seleccionándose el de segundo tipo. Luego se hace un segundo filtro para verificar si es que el mineral seleccionado está dentro del dominio Ganga definido previamente, en el caso de estar se selecciona el mineral, en caso contrario no.

Abundancia

La información contenida en estos 50 campos proviene de los 36 campos “id_abundancia_mineral” del subconjunto SIA MINERAL MENA GANGA. En este caso se extrae la abundancia relacionada al mineral ya sea de mena o de ganga, pero asignándose siempre al mineral que están caracterizando.

Estilo Mineralización

La información contenida en estos 2 campos procede de las columnas “mineral_mena_ganga_n_textura_n” de subconjunto SIA FORMA TEXTURA MINERAL. En esas columnas se describen las texturas de los minerales ya sea de mena o de ganga del depósito y

por lo mismo hay texturas que se repiten. Para los casos descritos se eliminan los duplicados. Luego de este proceso se dejan como estilos de mineralización del depósito los datos contenidos en las 2 primeras columnas.

Nombre Unidad Metalogénica Mineralizadora

En estos 6 campos la información ingresada tiene su origen en las 6 primeras columnas “nombre_unidad_metalogenica_mineralizadora” del subconjunto SIA UNIDAD METALOGENICA MINERALIZADORA.

Código Unidad Metalogénica Mineralizadora

En estos 6 campos la información ingresada proviene de las 6 primeras columnas “codigo_unidad_metal_mineralizadora” del subconjunto SIA UNIDAD METALOGENICA MINERALIZADORA.

Descripción Ambiente Unidad Metalogénica Mineralizadora

En estos 6 campos la información ingresada procede de las 6 primeras columnas “Descripcion_ambiente_geotectonico_unidad_metalogenica_mineralizadora” del subconjunto SIA UNIDAD METALOGENICA MINERALIZADORA.

4.3.2.2. Información específica depósitos RMI

Recurso principal

A la información ingresada en estos 3 campos se le aplica el mismo proceso descrito para los recursos principales de tipo RMM, es decir, son ordenados en base a importancia y posteriormente seleccionados. En el caso de los depósitos de tipo RMI no hay recursos secundarios, por lo que solo se toman las 3 primeras columnas de recursos obtenidos luego del ordenamiento en base a importancia.

Característica Relevante

La información ingresada en estos 3 campos proviene de las columnas “mineral_mena_ganga_n_textura_n” del subconjunto SIA FORMA TEXTURA MINERAL.

4.4. Traducción de identificadores

Al terminar de recopilar la información a partir de los subconjuntos del SIA Yacimientos se obtiene como resultado 2 planillas Excel que contienen la información de los depósitos de tipo RMM y RMI. No obstante, esa información se encuentra codificada, es decir, muestra los identificadores de las listas de validación del SIA Yacimientos, por lo que el paso siguiente consiste en traducir esos códigos a los de los dominios diseñados para la GDB de depósitos minerales. El programa utilizado para realizar este proceso de transmutación entre identificadores de las listas de validación de SIA Yacimientos y los identificadores de los dominios de la GDB de depósitos minerales está en el Anexo A13.

Luego de traducir todos los campos codificados se hacen revisiones con el fin de eliminar depósitos minerales que cumplieran con la o las siguientes características:

- 1) Su nombre sugiera que es un depósito de prueba.
- 2) Carezca de ambos tipos de coordenadas (geográficas y proyectadas).
- 3) No contenga información acerca del recurso principal que se explota o explotaba en el depósito mineral.
- 4) No mencione a que tipo de depósito corresponde (RMM o RMI).

Los depósitos que cumplen con las últimas 2 características son guardados en conjunto con todos sus datos para ser revisados, y una vez operativa la GDB buscar la información faltante e ingresarlos. Esta labor debe ser realizada por los geólogos de la URM.

Por último, se chequea visualmente la ubicación de los depósitos con el fin de cerciorarse de que todos ellos se encuentran en territorio nacional. En caso contrario se examina la bibliografía de cada depósito para ubicarlo de manera apropiada en el espacio.

4.5. Volcado de la información en la GDB de depósitos minerales

La información de los depósitos de ambos tipos hasta este punto se encuentra en planillas Excel, por lo que para volcar la información dentro de clases de entidad de una GDB se tienen que realizar los siguientes pasos:

- 1) Crear una GDB que funcionará como un contenedor de las clases de entidad.
- 2) Insertar 2 clases de entidad vacías dentro de la GDB creada en el punto 1: La primera para los depósitos de tipo RMM y la segunda para los de tipo RMI. A esas clases de entidad se les define SIRGAS 2000 como su sistema de coordenadas.
- 3) Ingreso de los dominios definidos en los pasos previos a la GDB.
- 4) Incorporar los campos definidos en la estructura para las clases de entidad vacías que se mencionan en el punto 2. Dichas estructuras se encuentran en los Anexos A13 y A14.

Luego, las planillas Excel con la información de los depósitos de tipo RMM y RMI son transformadas a clases de entidad que funcionan como un contenedor de información.

Posteriormente, esa información es volcada en las clases de entidad que contienen la estructura y, puesto que la GDB tiene ligados dominios, esto permite que los códigos de los campos codificados sean traducidos a la definición de cada identificador.

Para finalizar, en ambas clases de entidad se crean reglas de atributos y valores contingentes.

4.6. Reglas de atributo

Estas reglas son definidas por el usuario y para las clases de entidad de la GDB se usaron de 2 tipos:

Reglas de Cálculo: Permiten rellenar automáticamente los campos que se especifiquen.

Reglas restrictivas: Restringen las ediciones no válidas durante la operación de actualización de la información de depósitos o la inserción de nuevos depósitos.

4.6.1. Reglas de cálculo

Las clases de entidad para los depósitos de tipo RMM y RMI comparten 7 reglas de este tipo:

Inserción automática Región: Al ingresar un depósito en la clase de entidad, el campo “Región” se rellena automáticamente con el nombre de la región donde se ubica el depósito. Para ello se usa el *shapefile* de regiones obtenido de la SUBDERE (2022).

Inserción automática Provincia: Al ingresar un depósito en la clase de entidad, el campo de “Provincia” se rellena automáticamente con la provincia donde se ubica el depósito. Para ello se usa el *shapefile* de provincias obtenido de la SUBDERE (2022).

Inserción automática Comuna: Al ingresar un depósito en la clase de entidad, el campo “Comuna” se rellena automáticamente con la comuna donde se ubica el depósito. Para ello se usa el *shapefile* de comunas obtenido de la SUBDERE (2022).

Inserción automática Código IGM: Al ingresar un depósito en la clase de entidad, el campo de “Código Carta IGM” se rellena automáticamente con el código de la carta del IGM donde se ubica el depósito. Para ello se usa el *shapefile* de Cartas del IGM con escala 1:100.000.

Inserción automática Nombre Carta IGM: Al ingresar un depósito en la clase de entidad, el campo “Nombre carta IGM” se rellena automáticamente con el nombre de la carta IGM donde se ubica el depósito. Para ello se usa el *shapefile* de Cartas del IGM con escala 1:100.000.

Inserción automática Latitud: Al ingresar un depósito en la clase de entidad, el campo “Latitud” se rellena automáticamente con la latitud del depósito.

Inserción automática Longitud: Al ingresar un depósito en la clase de entidad, el campo “Longitud” se rellena automáticamente con la longitud del depósito.

En cuanto a las reglas exclusivas, la clase de entidad RMM tiene las siguientes:

Concatenación automática Recursos: Regla que permite concatenar automáticamente los recursos primarios y secundarios siguiendo la estructura descrita previamente.

Concatenación automática anomalías: Regla que permite concatenar automáticamente los elementos anómalos del depósito, siguiendo para ello la estructura explicada previamente.

Inserción automática Código UMM: Conjunto de 6 reglas las que permiten que al ingresar el nombre de la unidad metalogénica mineralizadora asociada al depósito, automáticamente en el campo contiguo, es decir, en los campos “Código unidad metalogénica mineralizadora” se ingrese el código de la unidad.

Por su parte la clase de entidad RMI tiene la siguiente regla exclusiva:

Inserción automática Grupos de Recursos: Regla que concatena los diferentes Grupos de Recurso y los inserta en el campo “Conjunto Grupos Recursos RMI”.

4.6.2. Reglas restrictivas

Existen 2 tipos de reglas restrictivas, las primeras no permite que ciertos campos estén vacíos (Tabla 4.78), mientras que las segundas no toleran duplicidad de valores en los conjuntos de campos que describen el mismo tópico (Tabla 4.79), por ejemplo, mineral de mena del depósito.

Tabla 4.78: Campos con reglas de restrictivas para campos vacíos según clase de entidad. En la columna “Campo no nulo” se especifica el campo que no puede contener valores nulos o vacíos, mientras que en las columnas “Depósitos RMM” y “Depósitos RMI” con una X se indica si está presente la regla en clase de entidad.

Campo no nulo	Depósitos RMM	Depósitos RMI
Identificador del depósito	X	X
Usuario	X	X
Huso	X	X
Coordenada proyectada este	X	X
Coordenada proyectada norte	X	X
Tipo de recurso	X	X
Recurso principal 1	X	X
Grupo recurso principal 1		X

Tabla 4.79: Campos con reglas de restrictivas para duplicidades según clase de entidad. En la primera columna se especifican los conjuntos de campos que no pueden tener valores duplicados, mientras que en las columnas “Depósitos RMM” y “Depósitos RMI” con una X se indica si está presente la regla en clase de entidad.

Campos que no pueden tener valores duplicados	Depósitos RMM	Depósitos RMI
Recurso	X	X
Mineral de alteración	X	X
Zona	X	X
Litología	X	X
Código muestra	X	X
Referencia	X	X
Código referencia	X	X
Anomalía	X	
Mineral de mena	X	
Mineral de ganga	X	
Tipo de alteración	X	
Nombre unidad metalogénica	X	

4.7. Valores contingentes

Estos valores son una entidad de diseño de datos que permite hacer que valores de un campo sean dependientes de los valores de otro campo. En vista de estas propiedades es que se aplican principalmente en 2 conjuntos de campos.

Campos de edades geológicas: Aplican a todos los campos de edades geológicas que se asocian a las litologías y a la mineralización y/o alteración. Esto permite que, al ingresar una edad de cualquier orden, esta restrinja las demás edades disponibles. Por ejemplo, si se ingresa la Era cenozoica los Sistemas disponibles serán Holoceno, Pleistoceno, Plioceno, Mioceno, Oligoceno, Eoceno y Paleoceno. La misma forma de restricción ocurre para la Series.

Campos de recursos y grupo de recurso: Esto aplica exclusivamente a la clase de entidad de los depósitos RMI y permite que al ingresar un recurso, las opciones disponibles en el campo “Grupo recurso” se reduzcan solo a él o los grupos donde encaja el recurso ingresado y viceversa.

4.8. Creación de *dashboards*

Con la información estandarizada y aplicados los dominios, reglas de atributo y valores contingentes a la GDB de depósitos minerales se pueden generar paneles de control o *dashboards*. Un *dashboard* es una interfaz de usuario interactiva donde se organiza y se presenta la información de una manera didáctica y fácil de entender. El *dashboard* creado en este trabajo se encuentra disponible para el libre acceso del público mediante los servicios *web* de SERNAGEOMIN.

Para poder crear el *dashboard*, la GDB de depósitos minerales es cargada en la cuenta de ArcGIS *Enterprise* institucional del SIA Yacimientos (que es propiedad de SERNAGEOMIN), y posteriormente se llevan a cabo los siguientes procesos.

4.8.1. Creación de mapas

Una vez que la GDB se encuentra cargada en ArcGIS *Enterprise*, se diseña un mapa web que contiene las capas con la información que se desea mostrar en el *dashboard*. En vista de que las clases de entidad de depósitos minerales que contiene la GDB son 2, deben crearse 2 mapas web. Uno de ellos contiene la capa de depósitos de tipo RMM y el otro los depósitos de tipo RMI. En ambos mapas además de los depósitos se agregan 2 capas proporcionadas por SERNAGEOMIN: una capa de dataciones radiométricas y otra de análisis químicos para las regiones de Coquimbo y Antofagasta.

4.8.2. Configuración de mapas

Luego de agregar las capas, estas se deben configurar. En este caso, ambos mapas llevan la misma configuración, por lo que puede describirse como una sola. Los pasos realizados para configurar los mapas son los siguientes:

- 1) Selección de un mapa base estilo *National Geographic*.
- 2) Aplicación de una “clusterización” a la capa de depósitos. Esto permite disminuir la cantidad de puntos que representan a cada depósito desde una vista a nivel continental, facilitando la carga de la información cuando la red es deficiente, tal como suele ocurrir en campañas de terreno.

3) Definición de una simbología para las capas de depósitos minerales. La simbología de ambos tipos de depósitos se basa en el recurso principal explotado y los colores aplicados a cada recurso son los usados por SERNAGEOMIN para sus publicaciones. Los depósitos de tipo RMM son representados por triángulos, mientras que los RMI con círculos.

4) Definición de simbología a las capas de dataciones radiométricas y análisis químicos. La simbología de las dataciones radiométricas se basa en el evento datado, es decir, formación de roca o de la alteración/mineralización que la afecta, y tiene tonalidades celestes mientras que la de análisis químico no depende de ningún campo y es de color naranja. En ambos casos se usan cuadrados.

5) Configuración de la etiqueta que exhibirán los depósitos. Los depósitos de tipo RMM exhiben su nombre y debajo del mismo los recursos que se explotan en el depósito. Los de tipo RMI indican su nombre y el recurso principal explotado en el depósito.

6) Se fijan las escalas de visibilidad para las capas de dataciones radiométricas y análisis químicos. Para no saturar el mapa se decide hacer visibles estas capas desde una escala de 1:4.600.000.

7) Personalización de ventanas emergentes. Se eligen los campos que serán mostrados por la ventana emergente en el *dashboard* cuando un usuario seleccione un depósito mediante un *click*.

4.8.3. Configuración de los *dashboards*

A partir del mapa creado se genera los *dashboard*. Sin embargo, a pesar de que las clases de entidad de depósitos minerales poseen campos comunes, tal como se mostró previamente, existen campos que son únicos según clase de entidad. Ejemplo de ello es el campo modelo de depósito que se encuentra únicamente en la clase de entidad de depósitos RMM, por lo que gráficos generados a partir de dicho campo solamente estarán disponibles en el *dashboard* creado para los depósitos de este tipo.

4.8.3.1. *Dashboard* depósitos RMM

En el encabezado del *dashboard* se agregan selectores de categoría relacionados a los campos de recurso principal y recurso secundario, lo que posibilita el filtrado de depósitos teniendo en cuenta todos los recursos explotados en ellos (Figura 4.6).

	Recurso Principal Primario Ninguna	Recurso Principal Secundario Ninguna	Recurso Principal Terciario Ninguna	Recurso Secundario Primario Ninguna	Recurso Secundario Secundario Ninguna	Recurso Secundario Terciario Ninguna
---	---------------------------------------	---	--	--	--	---

Figura 4.6: Selectores de categoría aplicados a los recursos de los depósitos minerales.

En la parte central del *dashboard* se ubica el mapa previamente confeccionado (Figura 4.7) por lo que guarda todas las características descritas.

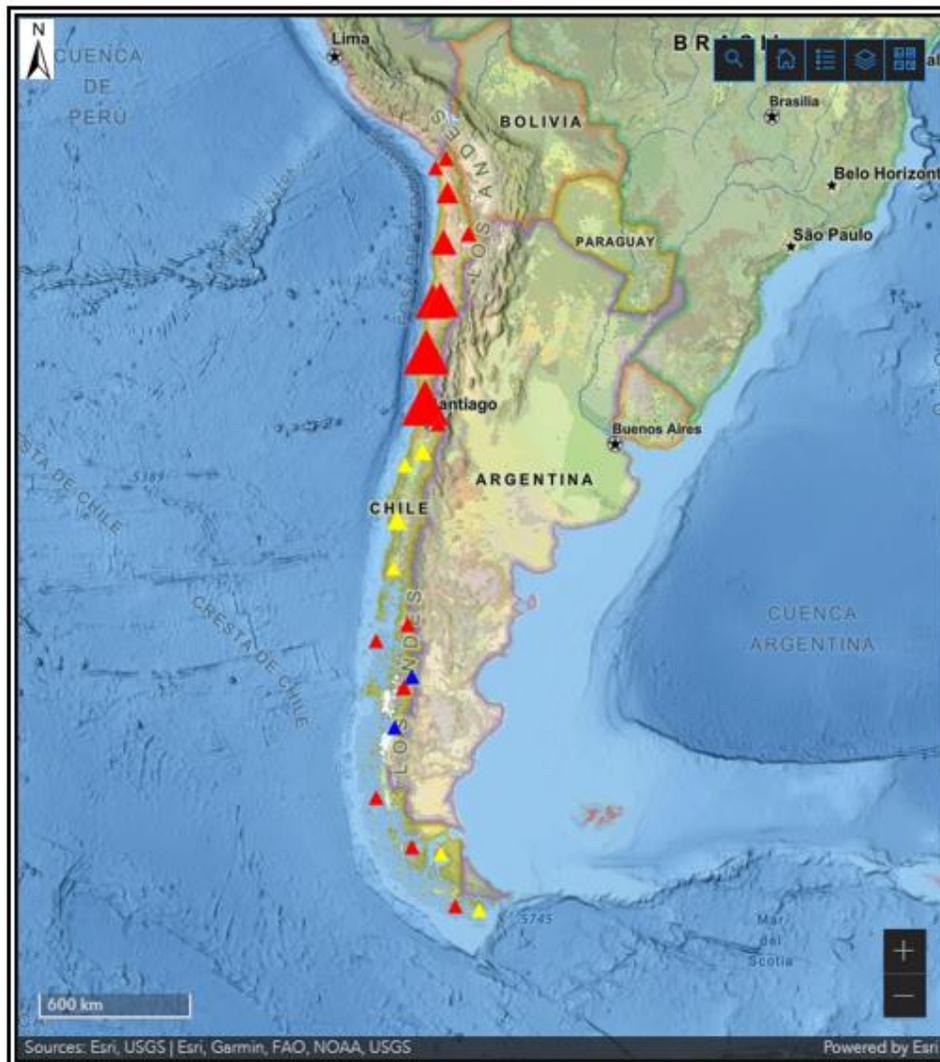


Figura 4.7: Mapa central del *dashboard* depósitos RMM.

En el lateral izquierdo hay 2 conjuntos de información (Figura 4.8):

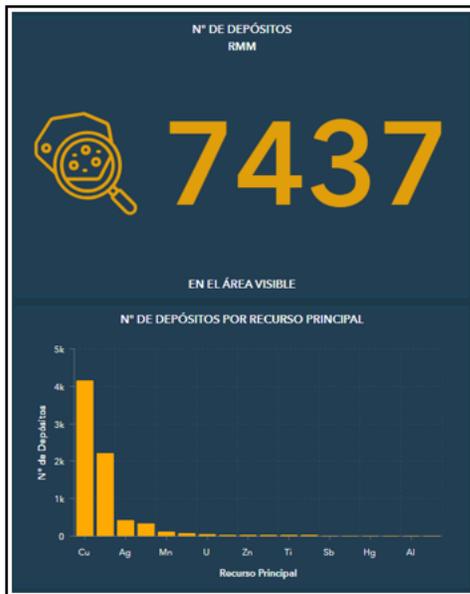


Figura 4.8:Lateral izquierdo del *dashboard* de depósitos RMM. En la parte superior el contador de depósitos. En la parte inferior un gráfico barras con el número de depósitos por recurso principal.

- 1) Contador de depósitos: Cuenta la cantidad de depósitos que hay en el área enfocada en el mapa.
- 2) Gráfico de barras con la cantidad de depósitos por recurso principal.

En el lateral derecho hay 3 conjuntos de información (Figura 4.9):

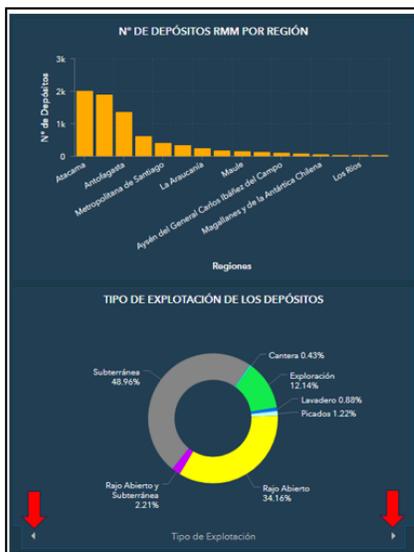


Figura 4.9:Lateral derecho del *dashboard* de depósitos RMM. En la parte superior el gráfico de barras de depósitos por región. En la parte inferior un gráfico de torta acerca del tipo de explotación de los depósitos. Las flechas en rojo apuntan a las puntas de flecha blancas que permiten cambiar entre gráficos de torta.

- 1) Gráfico de barras con el número de depósitos por región.

2) Gráficos de torta: Conjunto de 5 gráficos que abordan distintas características del depósito (tipo de explotación, recurso principal primario, edad de mineralización o alteración, modelo de depósito y tamaño del depósito).

3) Referencias: Se encuentra en la misma zona de los gráficos de torta y aquí se define lo que es la GDB de depósitos minerales, las políticas de uso, como citar el servicio y el equipo de trabajo.

La vista general del *dashboard* se observa en la Figura 4.10



Figura 4.10: *Dashboard* depósitos RMM.

4.8.3.2. *Dashboard* depósitos RMI

El *dashboard* en el encabezado cuenta con 2 selectores de categoría que permiten filtrar el grupo del recurso principal y el recurso principal de los depósitos (Figura 4.11).

Grupo del Recurso Principal Ninguna	Recurso Principal Ninguna
--	------------------------------

Figura 4.11: Selectores de categoría aplicados al grupo del recurso principal y el recurso principal explotado en el depósito.

En el lateral izquierdo hay 2 conjuntos de información (Figura 4.12):

1) Contador de depósitos: Cuenta la cantidad de depósitos que hay en el área enfocada en el mapa.

2) Gráfico de barras de depósitos por grupo del recurso principal.

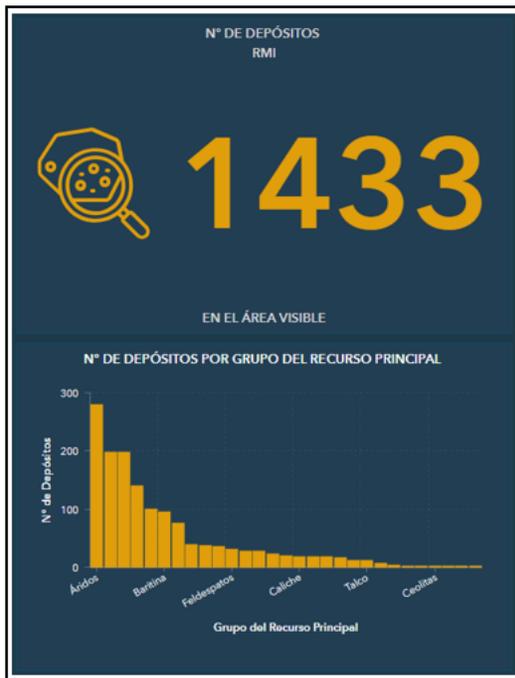


Figura 4.12: Lateral izquierdo del *dashboard* de depósitos RMI. En la parte superior un contador de depósitos. En la parte inferior un gráfico de depósitos por grupo del recurso principal.

En el lateral derecho hay 3 conjuntos de información (Figura 4.13):

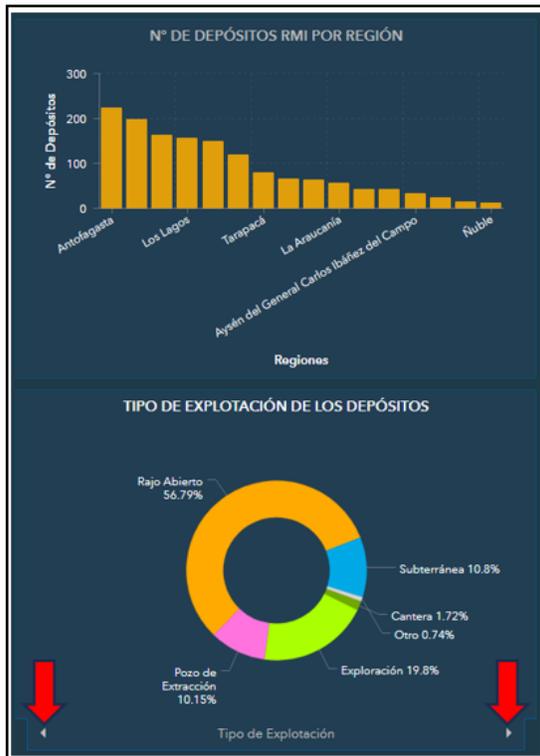


Figura 4.13: Lateral derecho del *dashboard* de depósitos RMI. En la parte superior un gráfico de barras de depósitos por región. En la parte inferior un gráfico de torta de tipo de explotación. Las flechas en rojo apuntan a las puntas de flecha blancas que permiten cambiar entre gráficos de torta.



Figura 4.15: Visor institucional del SIA Yacimientos. Permite intercambiar entre *dashboards* usando las pestañas encerradas en el recuadro en rojo (esquina inferior izquierda).

4.9. Creación formulario de terreno

Un formulario de terreno es un grupo de campos que forman parte de una clase de entidad y que son seleccionados para realizar captura de datos en terreno. La toma de datos puede hacerse tanto en modo *offline* como *online* sin embargo, los cambios realizados en el primer modo se ven reflejados una vez que el usuario se conecta a una red de internet. Para la GDB de depósitos minerales las clases de entidad utilizadas para crear el formulario son las de depósitos RMM y depósitos RMI.

4.9.1. Creación de mapa

Al igual que con los *dashboard*, para crear un formulario de terreno se requiere de un mapa que tenga las capas a utilizar en terreno. El mapa que se utiliza para crear el formulario de terreno cuenta con los depósitos de tipo RMM y RMI con la misma simbología, etiquetado y agrupamiento que se aplica a los mapas para crear los *dashboard* previos.

4.9.2. Selección de campos por tipo de depósitos

Una vez creado el mapa con las capas a utilizar en terreno, en el módulo *Field Maps* se selecciona dicho mapa y se escogen los campos de las clases de entidad contenidas en el mapa cuya

información será obtenida en terreno. Los campos seleccionados para los depósitos de tipo RMM y para los de tipo RMI se pueden observar en los ANEXOS B1 y B2.

5. RESULTADOS

Luego de estar operativos los productos del presente trabajo se realizan pruebas para verificar su correcto funcionamiento.

Prueba GDB: Las pruebas realizadas a la GDB consisten en la inserción, eliminación y actualizaciones de depósitos minerales, chequeando por una parte el correcto funcionamiento de las reglas de atributo, valores contingentes y dominios y por otra la sincronización GDB-*dashboard*-formulario de terreno. El resultado de las pruebas es satisfactorio.

Prueba *dashboard*: Se interactúa con el *dashboard* y se verifica que los gráficos se filtren entre sí y que a su vez filtren al mapa central. Al igual que con la GDB se comprueba que al ingresar un nuevo depósito o al actualizar la información de un depósito preexistente desde la GDB o el formulario de terreno esto se vea reflejado en el *dashboard*. El resultado de estas pruebas es satisfactorio.

Prueba formulario de terreno: Se comprueba el correcto funcionamiento del formulario en una campaña de terreno realizada en la carta Aguas Blancas, región de Antofagasta. Las pruebas consistieron en ingresar nuevos depósitos y actualizar la información de depósitos preexistentes. El resultado de las pruebas es satisfactorio.

5.1. Características generales GDB, *dashboard* y formulario de terreno

5.1.2. GDB

La GDB de depósitos minerales cuenta con 2 clases de entidad, una para cada tipo de depósito. La clase entidad para depósitos de tipo RMM contiene 7.436 depósitos, mientras que la clase de entidad para los RMI 1.432, lo equivale a un total de 8.868 depósitos minerales cuya información se obtuvo mediante una minuciosa revisión de las listas de validación del SIA Yacimientos, garantizando que la información contenida en ellos, así como de los futuros depósitos que se

ingresen en la GDB cumplan con los estándares, terminología y condiciones actuales de SERNAGEOMIN.

Los depósitos de ambas clases de entidad se encuentran completamente poblados de datos en el conjunto de campos relativo a la ubicación espacial (región, provincia, comuna), mientras que en los campos “Estado de la información del Depósito”, “Tamaño del depósito”, “Actividad del depósito”, “Tipo de explotación del depósito”, “Escala de explotación del depósito” y “Recurso Principal” al menos el 50% de los depósitos poseen información.

Ya que las clases de entidad de la GDB se encuentran constreñidas mediante dominios, reglas de atributo y valores contingentes, al ingresar datos de manera manual el usuario puede insertar en la GDB solamente información contenida en las opciones que ofrece el dominio del campo que está siendo llenado, lo que controla la calidad de los datos ingresados. Además, las reglas de atributo restrictivas no permiten que se guarde un depósito en la GDB si es que hay campos específicos nulos (identificador del depósito, huso de las coordenadas proyectadas, entre otros) o que la información contenida en conjuntos de campos que describen la misma característica esté duplicada. Finalmente, los valores contingentes facilitan el ingreso de la información en los campos en los que se aplican (*e.g.* el geólogo al ingresar Mesozoico en el campo Era, automáticamente el campo de Sistema se restringe a Cretácico, Jurásico y Triásico. Lo mismo ocurre con el campo Serie con sus respectivos datos).

Puesto que las GDB forman parte de los productos de ESRI también es posible realizar cargas masivas dentro de sus clases de entidad, facilitando la inserción de un gran número de depósitos (cargas masivas) en un tiempo acotado.

Si se compara con el anterior SIA Yacimientos, la GDB de depósitos minerales ha eliminado los prolongados pasos necesarios para ingresar información, además de mantener la integridad de los datos. Ahora, gracias a la estructura de la GDB, los profesionales de la URM pueden insertar nuevos depósitos o actualizar los preexistentes de manera rápida y eficiente, ahorrando tiempo y asegurando la calidad del dato.

5.1.3. Dashboard

El *dashboard* se generó con la información contenida en la GDB de depósitos minerales por lo que se encuentran sincronizados, esto implica las actualizaciones realizadas en la GDB se ven reflejadas también en el *dashboard*.

Algunas observaciones y estadísticas interesantes son rápidamente extraíbles al usar el *dashboard*:

5.1.3.1. Depósitos RMM

Distribución Regional

Al analizar el gráfico de barras de número de depósitos por región se aprecia que hay depósitos RMM en todas las regiones del país (Figura 5.1), no obstante, las regiones con más depósitos son Atacama con 2.005, Coquimbo con 1.881 y Antofagasta con 1.344. Dichas regiones representan un 26,96%, 25,30% y 18,07% del total de depósitos, respectivamente. Por otra parte, las regiones con menor cantidad de depósitos son Ñuble con 14, Los Ríos con 24 y Los Lagos con 33. En conjunto estas 3 regiones no alcanzan a representar un 1% del total de depósitos.

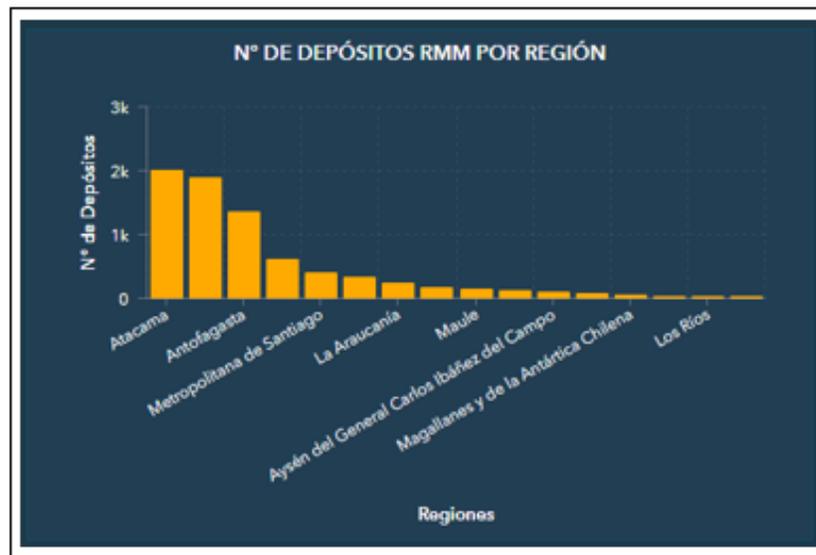


Figura 5.1: Gráfico de barras de número de depósitos por región.

Tipo de explotación

Del total de depósitos, 5.799, es decir, 77,99% poseen información en este apartado. Los porcentajes que se entregan en este y los próximos gráficos de torta se calculan tomando en consideración que los depósitos con información son el 100%. El tipo de explotación más común es subterránea, con 2.839 (48,96%) depósitos, seguido de rajo abierto con 1.981 (34,16%), exploración con 704 (12,14%), mientras que rajo abierto y subterránea (ambos tipos de explotación en un mismo depósito), picados, cantera y lavadero se reparten los 275 (4,74%) depósitos restantes (Figura 5.2).



Figura 5.2: Gráfico de torta del tipo de explotación de los depósitos.

Recurso principal primario

En este apartado todos los depósitos se encuentran caracterizados, lo que posibilita aseverar que 5 elementos químicos son explotados por 7.214 (97,01%) depósitos. El recurso más explotado es el cobre con 4.158 (55,92%) depósitos, le siguen el oro con un 2.216 (29,8%), plata con 409 (5,5%), hierro con 321 (4,32%) y finalmente manganeso con 110 (1,48%) (Figura 5.3). Los 221 (2,99%) depósitos restantes se lo reparten elementos como plomo, uranio, cobalto y zinc.

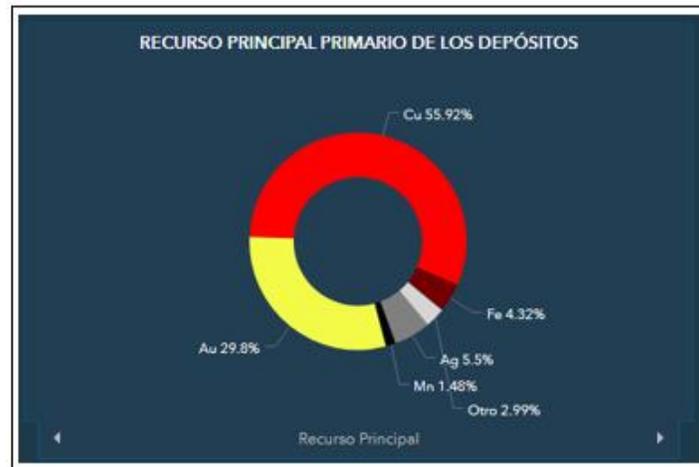


Figura 5.3: Gráfico de torta del recurso principal primario de los depósitos.

Modelo de depósito

En esta temática 2.017 depósitos se encuentran caracterizados. Los modelos de depósito más comunes en el país son placer con 389 (19,3%) depósitos, estratoligado de Cu (tipo manto) con 332 (16,47%), IOCG con 268 (13,29%), epitermal de baja sulfuración con 221 (10,96%) y mesotermal con 187 (9,28%) (Figura 5.4). El restante 30,7% se reparte entre los demás modelos de depósitos, donde los pórfidos de Cu-Mo representan un 1,49% del total de depósitos.

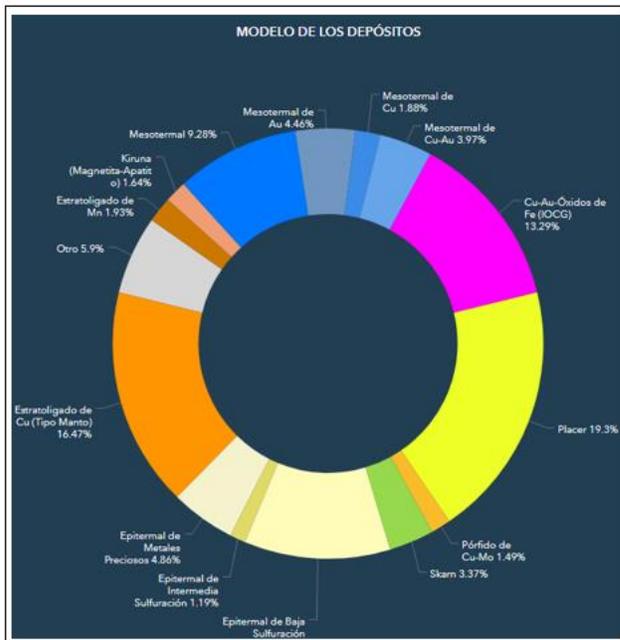


Figura 5.4: Gráfico de torta del modelo de depósitos.

Al agrupar los modelos de depósitos en un modelo genético general, por ejemplo, agrupar epitermal de baja sulfuración y epitermal de alta sulfuración en epitermal de metales preciosos, se puede observar que 395 (19,58%) depósitos son mesotermales, también 395 son estratoligados, 361 (17,9%) epitermales, 79 (3,92%) tipo Skarn y 64 (3,17%) pórfidos. Los depósitos tipo Placer e IOCG al no agruparse con otros modelos mantienen sus porcentajes.

Tamaño de depósito

Del total de depósitos 5.642 tienen información en esta materia. Al observar el gráfico de torta se observa que 5.268 (93,37%) depósitos tienen un tamaño pequeño, 269 (4,77%) mediano, 93 (1,65%) grande y 12 (0,21%) muy grande (Figura 5.5). Al seleccionar los tamaños de depósitos grande y muy grande se puede notar que 64,3% de los depósitos de dicho tamaño son de tipo pórfido (Figura 5.6), cuyas mineralizaciones o alteraciones ocurrieron principalmente en el Paleógeno y Neógeno (94,45%) (Figura 5.7).

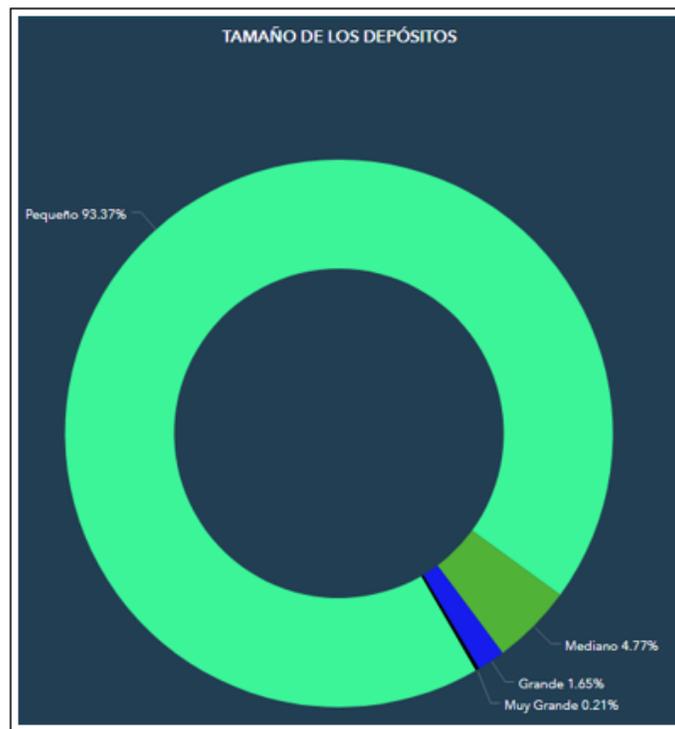


Figura 5.5: Gráfico de torta del tamaño de depósitos.

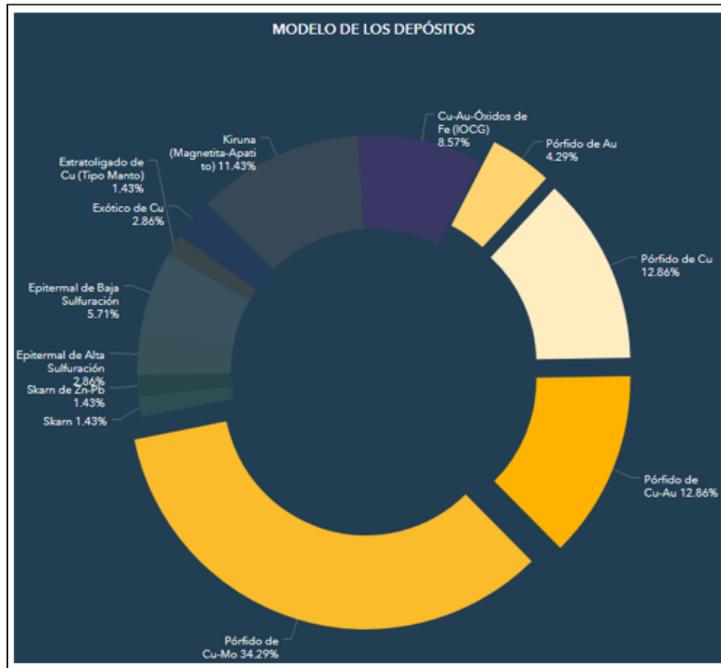


Figura 5.6: Gráfico de torta de modelo de depósitos filtrados por tamaños de depósitos grande o muy grande.

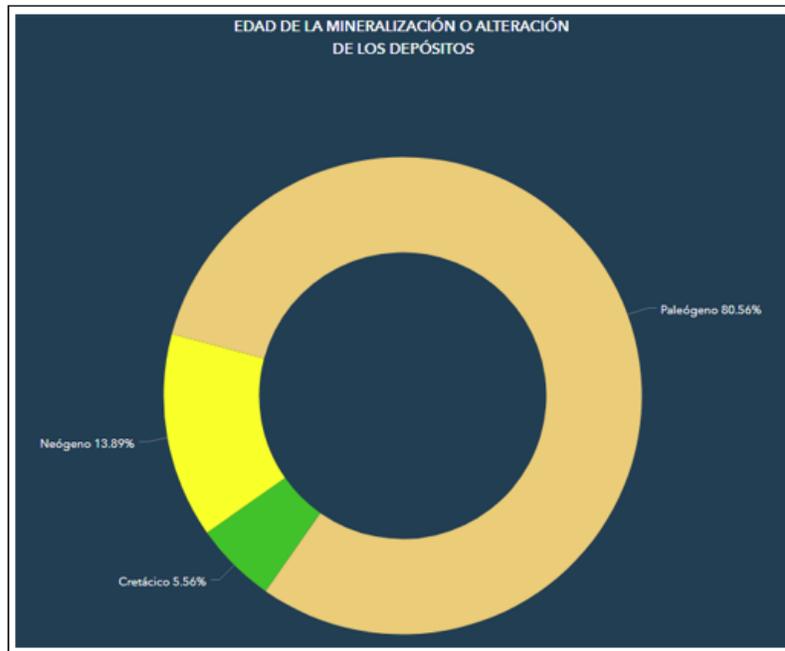


Figura 5.7: Gráfico de edad de mineralización o alteración de los depósitos filtrados por tamaños de depósitos grande o muy grande.

Edades de mineralización o alteración en depósitos

Del total de los depósitos 623 poseen información en este tópico. Se puede notar que un gran porcentaje de los depósitos, específicamente 99,68% (621 depósitos), son producto de procesos de metalogénesis ocurridos entre el Jurásico y el Paleógeno. Esto va en la misma línea que el modelo de franjas, el cual expone que los procesos geológicos que tuvieron lugar durante el ciclo Andino son los responsables de la formación de la mayoría de los depósitos minerales en Chile.

Concretamente, 351 (56,34%) depósitos son del Jurásico, 19 (3,05%) se hallan en el límite Jurásico-Cretácico, 165 (26,48%) datan del Cretácico, 56 (8,99%) del Paleógeno, 30 (4,82%) del Neógeno y los restantes 2 depósitos (0,32%) se lo reparten a partes iguales el Triásico y el límite Devónico-Carbonífero (Figura 5.8).

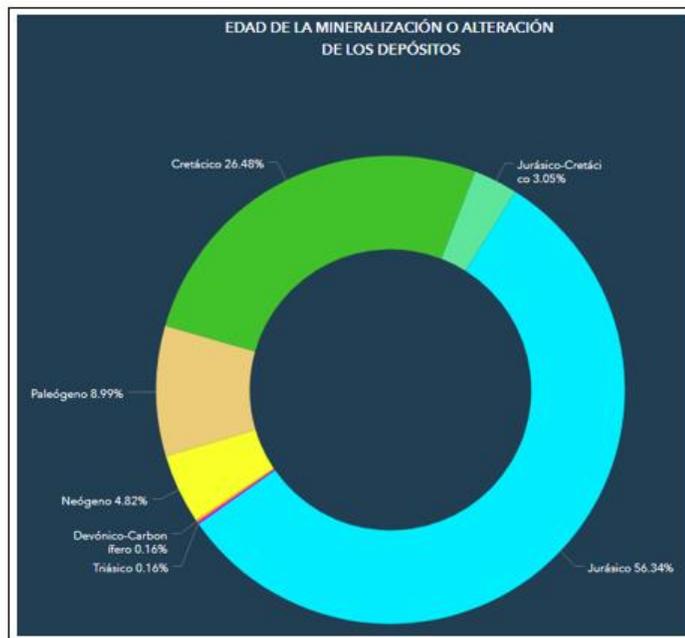


Figura 5.8: Gráfico de torta de las edades de mineralización o alteración de los depósitos.

5.1.3.2. Depósitos RMI

Algunas observaciones interesantes respecto de los depósitos minerales de tipo RMI que son posibles observar al usar este *dashboard* son las siguientes:

Distribución regional

Al analizar el gráfico de número de depósitos por región, puede notarse que depósitos de este tipo al igual que los RMM hay en todas las regiones de Chile (Figura 5.9), pero las regiones con mayor número de depósitos son Antofagasta con 222 (15,5%), Coquimbo con 198 (13,83%) y Metropolitana con 162 (11,31%). Las regiones con menor cantidad de depósitos son Ñuble con 12 (0,83%), Los Ríos con 15 (1,05%) y Magallanes con 23 (1,61%).

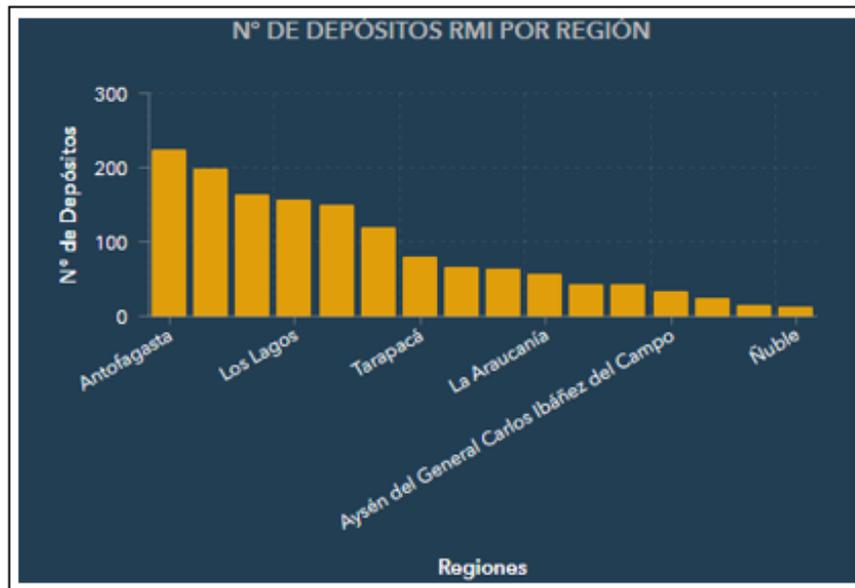


Figura 5.9: Gráfico de barras de número de depósitos por región.

Grupo del recurso principal

En este apartado la totalidad de depósitos se encuentran caracterizados y como se puede notar el porcentaje de depósitos por grupo de recurso es más equitativo (Figura 5.10). El grupo con mayor cantidad de depósitos son los áridos con 278 (19,41%), seguido por arcillas y carbonatos de calcio, ambos con 197 (13,76%). Luego siguen cuarzo con 139 (9,71%) depósitos, azufre con 100 (6,98%), baritina con 94 (6,56%), rocas ornamentales con 76 (5,31%), vidrio volcánico con 39 (2,72%), diatomita con 37 (2,58%) y feldespatos con 30 (2,09%). El restante 14,59% se lo reparten entre los grupos de recurso sobrantes.

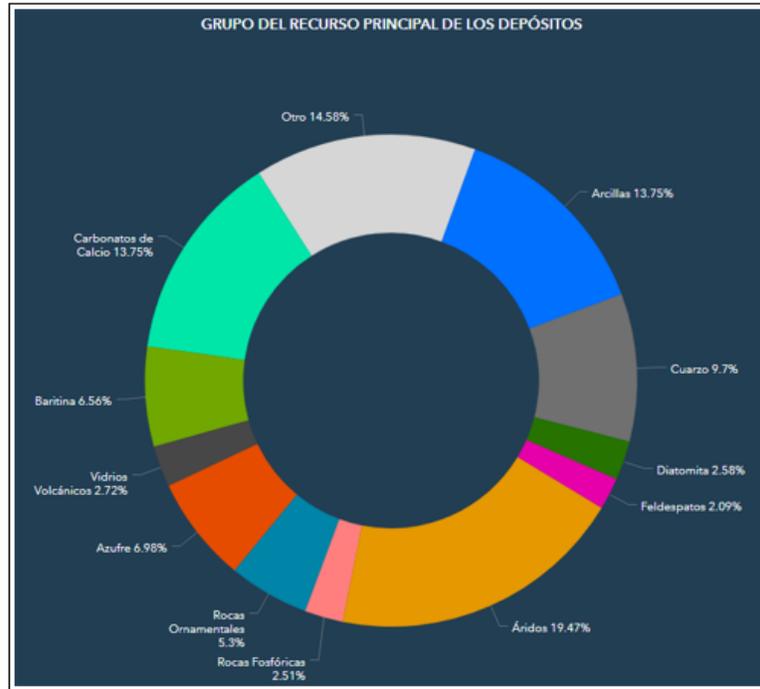


Figura 5.10: Gráfico de torta de depósitos por grupo del recurso principal.

Ambiente geológico local

Del total de depósitos presentes en la clase de entidad de depósitos RMM 1.426 (99,58%) presentan información en este apartado, donde el ambiente más común es el sedimentario con 503 (35,27%) depósitos, le sigue el ambiente ígneo intrusivo con 317 (22,23%), volcánico con 158 (11,08%), supérgeno con 152 (10,66%), sedimentario marino con 106 (7,43%), metamórfico con 50 (3,51%), hidrotermal y volcánico sedimentario, ambos con 40 (2,81%), volcánico sedimentario con 31 (2,17%) y sedimentario continental con 24 (1,68%). Los 5 depósitos (0,35%) restantes se lo reparten entre otros tipos ambientes (Figura 5.11).

Tamaño de depósitos

En esta temática 448 (31,28%) depósitos poseen información. Al igual que los depósitos de tipo RMM el tamaño de depósito más común es el pequeño, con 216 (48,21%) depósitos, 122 (27,23%) son medianos, 57 (12,72%) grandes y 53 (11,83%) muy grandes (Figura 5.12). A diferencia de los depósitos de tipo RMM, los RMI tienen una distribución más equitativa en sus tamaños de depósito.

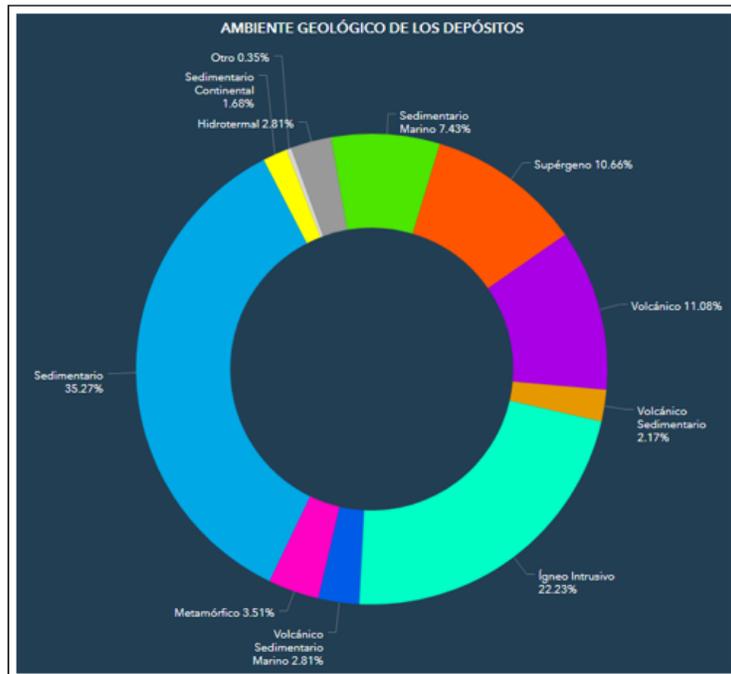


Figura 5.11: Gráfico de torta del ambiente geológico local por depósitos.

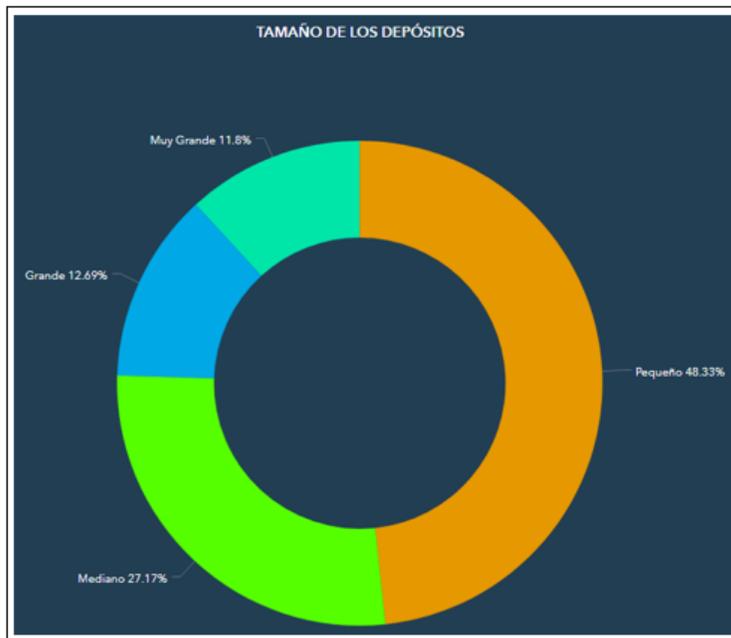


Figura 5.12: Gráfico de torta del tamaño de los depósitos.

El *link* del visor institucional del SIA Yacimientos es el siguiente:
<https://sdnsgis.sernageomin.cl/portalsdng/apps/dashboards/af7d0230bb174d62bde4564a060dac27>

5.1.3. Formulario de terreno

El formulario generado para los depósitos de tipo RMM cuentan con 159 campos disponibles (Anexo B1) para llenar en terreno, de los cuales 5 son obligatorios y 11 se rellenan de manera automática. Los restantes campos son opcionales. La clase de entidad RMI posee 140 campos disponibles (Anexo B2), donde 6 son obligatorios y 11 se rellenan de manera automática.

Ya que este formulario se crea a partir de las clases de entidad contenidas en la GDB de depósitos minerales, al igual que el *dashboard* se encuentra sincronizado con ella, por lo que los cambios realizados en los depósitos o la inserción de depósitos nuevos se aplican en la GDB y por ende también en el *dashboard*.

6. DISCUSIÓN

6.1. Necesidad de un usuario encargado de la GDB

A pesar de que la GDB actual de depósitos minerales posee grandes ventajas si se la compara con el anterior SIA Yacimientos, aún sigue siendo necesario realizar una mantención de los datos contenidos en ella. Partiendo por aquellos elementos de las listas de validación del SIA Yacimientos que fueron incluidos de manera provisoria dentro de elementos de los diferentes dominios de la GDB de depósitos minerales. Además, deben realizarse búsquedas de aquellos depósitos que en ciertos conjuntos de campos (*e.g.* Litología, Recurso RMM) presentan desde su origen duplicidades, con el fin de corregir esos errores y de paso entregar una información de mayor calidad a los usuarios que interactúen con la plataforma.

También debe tenerse en consideración que, en el caso de que se requiera modificar la estructura de la GDB, es decir, cambiar el número de campos con los que cuenta las clases de entidad o eliminar o agregar elementos a un dominio o valores contingentes, es necesario un profesional que tenga conocimiento acerca de cómo realizar este proceso. Dicho profesional debe contar con conocimiento geológico y además estar familiarizado en el manejo de bases datos, ya que esto permitiría asegurar que la GDB se use y actualice adecuadamente, teniendo en cuenta siempre las mejores prácticas para evitar problemas de rendimiento y corrupción de datos. En la misma línea, un usuario encargado puede facilitar o promover los siguientes aspectos relacionados con la GDB:

1) Asegurar la integridad de los datos: A pesar de que a la GDB de depósitos minerales se le pueden realizar cargas masivas de datos, si es que estos datos presentan codificaciones que no corresponden al dominio del campo en cuestión, estas cargas aun así se pueden llevar adelante, por lo que esto es una fuente de error que podría ser reducida al mínimo por un usuario encargado que se cerciore de la correcta inserción de información a la GDB de depósitos minerales.

2) Validar cambios de la información de depósitos preexistentes: Debido a la gran cantidad de campos con los que cuenta la GDB, es posible que al ingresar datos ocurran ambigüedades entre dichos campos, por ende, un usuario encargado que revise la relación de la información entre campos es una figura necesaria.

3) Chequear depósitos que ameritan revisiones o actualizaciones: Tal como se expuso previamente, hay depósitos que presentan información provisoria o duplicidades de información entre campos que describen la misma característica. En vista de ello, un usuario encargado que se encuentre capacitado en el manejo de datos podría encontrar y solucionar estas situaciones de manera rápida y eficiente.

4) Resolución de problemas: El usuario encargado de la GDB puede hacer un diagnóstico expedito de los posibles errores asociados a la base de datos, minimizando el tiempo de inactividad y a la vez asegurando que la GDB esté siempre disponible y funcional. Algunos errores comunes que pueden ocurrir a nivel de la GDB de depósitos minerales son, por ejemplo, los errores a la hora de ingresar nuevos depósitos minerales los cuales no cumplan con las reglas de atributos y valores contingentes establecidos para la GDB. Otros problemas comunes ocurren a la hora de sincronizar las capas presentes en el formulario de terreno, con el fin de que estas puedan ser utilizadas en terreno.

5) Apoyo a otros usuarios: El usuario encargado puede proporcionar soporte y capacitación a otros usuarios que necesiten trabajar con la GDB de depósitos minerales. Esto incluye enseñarles cómo ingresar, actualizar, descargar y consultar datos.

6) Mantenimiento y mejoramiento de las tecnologías asociadas a la GDB de depósitos minerales: El *dashboard* y formulario de terreno creados a partir de la GDB de depósitos minerales pueden ser objeto de fallos, actualizaciones o mejoras, las cuales deben ser llevadas a cabo por un profesional capacitado en la materia.

7) Creación del manual de uso: El usuario encargado de la GDB de depósitos minerales es una figura necesaria a la hora de crear manuales para el uso de los resultados de este trabajo.

8) Interacción entre unidades de SERNAGEOMIN: El usuario encargado de la base de datos puede funcionar como un nexo entre la URM y la USIG, permitiendo agilizar los flujos de trabajo en la transmisión de la información desde una a otra unidad, asegurando el correcto entendimiento de las partes involucradas.

6.2. Selección de datos para *dashboards*

Los campos seleccionados para generar el *dashboard* son aquellos en que el total de depósitos poseen información en porcentajes altos y/o que aportan información geológica importante acerca de los depósitos. Otras características que podrían ser de interés son las litologías, minerales de mena, minerales de ganga, minerales de alteración, estructuras y formas. Estos campos no fueron agregados con el fin de no saturar el *dashboard* con demasiada información. No obstante, lo anterior no implica que en algún momento puedan ser agregados en el *dashboard* actual o que se cree un *dashboard* exclusivo para las características netamente geológicas de los depósitos.

6.3. Selección de campos para el formulario de terreno

Los campos seleccionados desde la GDB para el formulario de terreno son aquellos que se consideran necesarios en una campaña de terreno. Ejemplo de esto último es la ausencia de los campos de elementos anómalos, de edades de litologías o mineralización o alteraciones. La decisión de seleccionar solamente un número limitado de campos se debe a que por término general en una sola revisión en terreno se dificulta describir de manera sumamente detallada un depósito mineral, por lo que al limitar la cantidad de campos disponibles, por un lado facilitan la navegación del geólogo a través del formulario y por otra hacen más eficiente la toma de datos. Muchas columnas de las clases de entidad se completan con posterioridad al terreno, basándose en estudios de laboratorio u observaciones de muestras traídas desde terreno.

Es importante tener en consideración que los campos presentes en el formulario de terreno permiten robustecer las estadísticas mostradas en el *dashboard* ya que son los mismos a partir de los que se generan dichas estadísticas, lo que posibilita mantener la concordancia entre ambos productos.

7. CONCLUSIÓN

El trabajo realizado a lo largo de la presente memoria de título permitió pasar desde el anterior SIA Yacimientos, plataforma donde SERNAGEOMIN almacenaba la información de los depósitos minerales, hacia una GDB de depósitos minerales.

La construcción del SIA Yacimiento se manejó como una caja negra donde la única forma de utilizar la información en su totalidad era mediante tablas Excel, las cuales se encontraban codificadas, por lo que su uso implicaba tener varias planillas abiertas a la vez, ya que una de ellas caracterizada a los depósitos minerales, mientras que en las demás se definían los códigos presentes en la planilla encargada de caracterizar al depósito. Además, al realizar actualizaciones de los depósitos preexistentes o el ingreso de nuevos depósitos, debido al mal funcionamiento de la plataforma el trabajo se hacía engorroso, tal como ocurría al trabajar con su aplicativo de terreno en terreno. Estas 2 razones recién expuestas son las causantes de que el SIA Yacimientos quedara en desuso desde 2016, año en el cual el cargo de administrador de la base de datos queda vacante, llevando a que la estructura y/o funcionalidad del SIA Yacimientos se corrompiera o mal usara, dejando libertad para agregar conceptos en forma poco coherentes a las listas de validación, así como hacer uso erróneo de los campos de libre llenado, que en ocasiones llevaban a generar información contradictoria y duplicada para un depósito, así como a guardar información que terminaba no teniendo sentido debido a la ausencia de campos vitales para el entendimiento de las características de un depósito.

Debido a la gran cantidad de información contenida en el SIA Yacimientos y de lo vital que es para SERNAGEOMIN, se decide migrar desde las antiguas planillas Excel hacia una GDB, razón por la cual se desarrolla este trabajo. La GDB generada posee una estructura definida por los profesionales de la URM y se encuentra constreñida por dominios, reglas de atributo y valores contingentes, lo que dificulta el ingreso de valores no definidos para los campos donde aplican. Los dominios creados son producto de una revisión sistemática y rigurosa de las listas de validación del SIA Yacimientos, por lo que se adaptan a la terminología y lineamientos actuales usados por SERNAGEOMIN en sus publicaciones. Por su parte las reglas de atributo tienen 2 beneficios: por un lado, facilitan la inserción de datos y por otro no permiten la carencia de información en ciertos campos que se consideran fundamentales a la hora de ingresar un nuevo depósito en la GDB.

Finalmente, los valores contingentes posibilitan un ingreso de información correcta entre campos que se encuentran relacionados. Estas características hacen de la GDB de depósitos minerales una herramienta robusta que salvaguardará la integridad de los datos sobre los depósitos minerales de Chile.

Como resultado, la GDB de depósitos minerales cuenta con 2 clases de entidad, una para los depósitos de tipo RMM y otra para los depósitos de tipo RMI. La primera clase de entidad posee 7.436 depósitos mientras que la segunda 1.432. Para liberar la información de estas clases de entidad al público en general, se creó un *dashboard* que contiene la información de ambos tipos de depósitos. Este *dashboard* presenta la información de los depósitos en forma de un mapa central con el cual se puede interactuar, y de gráficos ubicados en los laterales del mapa central, los cuales al interactuar con ellos, filtran a los demás gráficos y al mapa mismo, lo que permite visualizar las diferentes relaciones estadísticas entre datos.

Al haber agregado al *dashboard*, además de los depósitos, otras capas de información como dataciones radiométricas y análisis químicos de las regiones de Coquimbo y Antofagasta, el usuario puede contextualizarse acerca de las edades de roca y concentraciones de los elementos químicos presentes en las inmediaciones del depósito o en el depósito mismo.

También a partir de la GDB de depósitos minerales se creó un formulario de terreno mediante el módulo *Field Maps* de ArcGIS *online*. Este formulario es una herramienta que permite la actualización de la información de depósitos preexistentes o el ingreso de nuevos depósitos en terreno, de manera rápida y eficiente ya que al generarse a partir de la GDB puede interactuar con su información, ya sea modificándola o agregando nuevos depósitos.

En vista de que tanto el *dashboard* como el formulario de terreno se crearon a partir de GDB de depósitos minerales y además se encuentran conectados a ella, los cambios realizados ya sea en el formulario o en la GDB misma puedan ser visualizados en las demás plataformas, por lo que, si en una campaña de terreno un usuario modifica o agrega depósitos minerales mediante el formulario, esto se aplica en la GDB y puede ser visualizado a través del *dashboard*. En caso de que los cambios se realicen directamente en la GDB de depósitos minerales, dichos cambios aplican en el formulario de terreno y en el *dashboard*.

Contar con una GDB de depósitos minerales era una de las grandes necesidades de la URM, y su implementación abre un nuevo espectro de opciones a la hora de gestionar la información con las que cuenta esta unidad. Sin embargo, a pesar de las grandes ventajas con las que cuentan las GDB, es menester un encargado de la base de datos, quien debe preocuparse de 3 temas principales:

1) Funcionamiento de la GDB, revisión de conceptos y validación: Las GDB si bien no son difíciles de manejar, requieren de cierto conocimiento acerca de programación y bases de datos en general a la hora de modificar su estructura, pero por sobre todo al momento de agregar dominios, reglas de atributos y valores contingentes. Modificaciones tales, es posible que sean requeridas a la hora de revisar algunos conceptos geológicos que quedan pendientes, como por ejemplo aquellos elementos de las listas de validación del SIA Yacimientos que fueron agrupados de manera provisoria en elementos de la GDB de depósitos minerales.

2) Mantenimiento y modificación de productos asociados a la GDB: En caso de que se requieran realizar modificaciones en el *dashboard* o en el formulario de terreno, es necesario que este profesional también posea conocimientos acerca de mapas *web* y en la creación de formularios mediante *Field Maps*.

3) Fluidez de la comunicación entre la URM y USIG: Frente a las futuras actualización que puedan presentar las GDB y de las ventajas y desventajas que estas puedan traer consigo, el encargado de la GDB de depósitos minerales se encargaría de transmitir la información a la URM para llevar a cabo la toma de decisiones. Además, en el caso de que la URM requiera actualizar la GDB o crear alguna nueva y esta precise agregar funcionalidades no abarcadas en este trabajo, el encargado de la base de datos se ocuparía de hacer el nexo con la USIG con el fin de aprender dichas funcionalidades y aplicarlas.

En vista de lo recién expuesto es que se propone que el encargado de dicha GDB sea un profesional de las geociencias que tenga un conocimiento amplio acerca de conceptos geológicos, así como también que tenga la capacidad de programar en un lenguaje permitido para la interacción con los aplicativos de ESRI, de preferencia *Python*. En caso de que se carezca de un profesional como el recién descrito los procesos de modificación de la GDB se pueden llevar a cabo sin embargo, el proceso será lento y engorroso ya que deberá hacerse de manera manual, retardándose con ello la mejora de la GDB de depósitos minerales y de las plataformas que se le asocia

8. REFERENCIAS

- Bahlburg, H. Y Hervé, F. 1997. *Geodynamic evolution and tectonostratigraphic terranes of northwestern Argentina and Northern Chile*. GSA Bulletin: 869-884.
- Bard, J.P. 1986. *Microtextures of igneous and metamorphic rocks*. D. Reidel Publishing Co.: 264 pp.
- Benham, A. Y Coats, J. 2007. *Minerals in Afghanistan: rare-metal deposits*.
- Berg, K. Y Breitzkreuz, C. 1983. *Mesozoische Plutone in der nordchilenischen Küstenkordillere: petrogenese, geochronologie, Geochemie und Geodynamik mantelbetonter Magmatite. Geotektonische Forschungen: 1–107.*
- Berg, K.; Breitzkreuz, C.; Damm, K.W.; Pichowiak, S. Y Zeil, W. 1983. *The North-Chilean Coast Range—an example for the development of an active continental margin. Geologische Rundschau: 715-731.*
- Bertens, A.; Deckart, K. Y Gonzalez, A. 2003. Geocronología U-Pb, Re-Os y 40Ar-39Ar del pórfido de Cu-Mo Los Pelambres, Chile Central. Congreso Geológico Chileno N° 10.
- Best, M.G. 2003. *Igneous and metamorphic petrology. Blackwell Science Ltd: 729 pp.*
- Bishop, J.L.; Schiffman, P.; Murad, E.; Dyar, M.D.; Drief, A. Y Lane, M.D. 2007. *Characterization of alteration products in tephra from Haleakala, Maui: A visible-infrared spectroscopy, Mossbauer spectroscopy, XRD, EMPA and TEM study. Clays and Clay Minerals. Vol 55: 1-17.*
- Bouzari, F. Y Clark, A.H. 2002. *Anatomy, evolution and metallogenic significance of the supergene ore body of the Cerro Colorado porphyry copper deposit, I Region, northern Chile. Econ. Geol. Vol 97: 1701–1740.*
- Camus, F. 2002. *Giant Ore Deposits: Characteristics, Genesis and Exploration. The Andean porphyry systems. Centre for Ore Deposit Research, University of Tasmania: 5-21.*
- Charrier, R. 1979. El Triásico en Chile y regiones adyacentes de Argentina: Una reconstrucción paleogeográfica y paleoclimática. Universidad de Chile, Departamento de Geología. Comunicaciones 26: 1-47. Santiago
- Charrier, R.; Pinto, L. Y Rodríguez, M.P. 2007. *Tectonostratigraphic evolution of the Andean Orogen in Chile. The Geology of Chile. Geological Society of London: 440 pp. Londres.*
- COCHILCO. 2014. Monitoreo de la mediana y Pequeña minería chilena.
- COCHILCO. 2016. Franjas metalogénicas de los Andes Centrales: blancos claves para la exploración minera.

- Coffin, M.F. Y Whittaker, J.M. 2015. *Intraplate Magmatism. Encyclopedia of Marine Geosciences* (Harff, J.; Meschede, M.; Petersen, S. Y Thiede, J. editors). Springer. Dordrecht.
- Corbett, G.J. Y Leach, T.M. 1998. *Southwest Pacific rim gold-copper systems: Structure, alteration and mineralization: Economic Geology, Special Publication*. Vol **6**: 238 pp.
- Cuadra, P. 1986. Geocronología K-Ar del yacimiento El Teniente y áreas adyacentes. *Revista geológica de Chile: An international journal on andean geology*. Vol **27**: 3-26.
- Dalziel, I.W.; Dalla Salda, L. Y Gahagan, L.M. 1994. *Laurentia - Gondwana interactions and the origin of the Appalachian - Pre-Andean mountain systems*. *GSA Bulletin*: 243-252.
- Damm, K.W.; Pichowiak, S.; Harmon, R.S.; Todt, W.; Kelley, S.; Omarini, R. Y Niemeyer, H. 1990. *Pre-Mesozoic evolution of the central Andes; the basement revisited. Geological Society of America Special Paper*. Vol **241**: 101 – 126.
- Deckart, K. 2003. *Geochronology of the Rio Blanco porphyry Cu (-Mo) deposit, Principal Cordillera, Central Chile (33 ° 08'S)*. Congreso Geológico Chileno N° 10.
- Diaz, M.; Cordani, U.G.; Kawaschita, K.; Baeza, L.; Venegas, R.; Herve, F. Y Munizaga, F. 1985. Edades radiométricas preliminares de la Península de Mejillones, Norte de Chile.
- Díaz de Neira, J.A.; Gallastegui, G.; González, L. Y Mancebo, M.J. 2019. *Vocabulario de rocas, sedimentos y formaciones superficiales*: 160 pp.
- Dott, R.H. 1964. *Wacke, graywacke and matrix; what approach to immature sandstone classification?*. *Journal of Sedimentary Research*. Vol **34**: 625-632.
- England, P. Y Wilkins, C. 2004. *A simple analytical approximation to the temperature structure in subduction zones*. *Geophys. J. Int*. Vol **159**: 1138-54.
- Fisher, R.V. 1966. *Rocks composed of volcanic fragments and their classification*. *Earth Sci. Rev*. Vol **1**: 287-298.
- Folk, R.L. 1968. *Petrology of Sedimentary Rocks*. Hemphill Publishing Co.: 182 pp. Austin, Estados Unidos.
- Fossen, H. 2016. *Structural geology*. Cambridge University Press: 2036 pp.
- Gajardo, A.; López, M.C.; Carrasco, R. Y Mendoza, J.L. 2003. Mapa de yacimientos de rocas y minerales industriales de Chile, Escala 1:1.000.000. SERNAGEOMIN.
- Gradstein, F.M.; Ogg, J.G.; Schmitz, M.D. Y Ogg, G.M. 2020. *Geologic time scale 2020*. Elsevier: 1.357 pp. Amsterdam.

Griem, W. 2016. Apuntes Geología General: Tipos del metamorfismo y facies. <https://www.geovirtual2.cl/geologiageneral/ggcap06a.htm#:~:text=El%20metamorfismo%20de%20contacto%20es,dirigido%20hacia%20al%20cuerpo%20intrusivo.>

Haldar, S.K. Y Tišljár, J. 2014. *Igneous Rocks. Introduction to Mineralogy and Petrology* (Haldar, S.K. Y Tišljár, J. editors). Elsevier: 93-120.

Harambour, S. Y Soffia, J.M. 1988. Transición de margen pasivo a cuenca de antepaís: síntesis evolutiva para el extremo norte de Ultima Esperanza, Magallanes, Chile. Congreso Geológico Chileno N° 5.

Heald, P.; Foley, N.K. Y Hayba, D.O. 1987. *Comparative anatomy of volcanic-hosted epithermal deposits; acid-sulfate and adularia-sericite types. Economic geology.* Vol **82**: 1-26.

Hernández, V.; Menzies, A.; Campos, E. Y Barraza, M. 2015. Caracterización de óxidos de Cu negros en yacimientos exóticos del Norte de Chile mediante QEMSCAN. *International Seminar on Geology for the Mining Industry* N°4.

Hervé, F. (1988). *Late Paleozoic Subduction and Accretion in Southern Chile.*

Hervé, M.; Suárez, M. Y Puig, A. 1984. *The Patagonian Batholith S of Tierra del Fuego, Chile: timing and tectonic implications. Journal of the Geological Society:* 909-917.

Jordán, T.E.; Isacks, B.L.; Allmendinger, R.W.; Brewer, J.A.; Ramos, V.A. Y Ando, C.J. 1983. *Andean tectonics related to geometry of subducted Nazca plate. Geological Society of America Bulletin.* Vol **94**: 341-361.

Kay, S.M.; Mpodozis, C. Y Coira, B. 1999. *Neogene Magmatism, Tectonism, and Mineral Deposits of the Central Ande (22° to 33° S Latitude). Geology and Ore Deposits of the Central Andes.*

Kay, S.M.; Ramos, K.; Mpodozis C. Y Sruoga, P. 1989. *Late Paleozoic to Jurassic silicic magmatism at the Gondwana margin: Analogy to the Middle Proterozoic in North America?. Geology:* 324–328.

Kearey, P.; Klepeis, K. A. Y Vine, F. J. 2009. *Global tectonics.* John Wiley & Sons: 482 pp.

Kelley, V.C. 1987. *Joints and fractures. Structural Geology and Tectonics.* Springer. Berlín.

Klein, C. Y Hurlburt, C. 1997. *Manual de Mineralogía.* Editorial Reverté. Vol **2**: 370-679.

Kojima, S.; Astudillo, J.; Rojo, J.; Tristá, D.; Hayashi, K. 2003. *Ore mineralogy, fluid inclusion, and stable isotopic characteristics of stratiform copper deposits in the coastal Cordillera of northern Chile. Mineralium Deposita.* Vol **38**: 208-216.

Kutina, J. 1981. *Vein minerals. Mineralogy.* Springer, Boston.

Larson R.L. 1991. *Geological consequences of superplumes. Geology:* 963–966.

- Leguizamón, R.; Molano, J. C. Y Carrasco, E. 2009. Rasgos epitermales encontrados en las rocas ubicadas al SW de la Vereda Santa Lucía, departamento del Cauca.
- Le Maitre, R.W. 2002. *Igneous rocks a Classification and Glossary of Terms Recommendations of the International Union of Geological Sciences, Sub-Commission on the Systematics of Igneous Rocks*. Cambridge University Press: 236 pp.
- Llambías, E.J. Y Sato, A.M. 1990. El Batolito de Colangüil, cordillera frontal de Argentina: Estructura y marco tectónico. *Revista Geológica de Chile*. Vol **17**: 89-108.
- Llambías, E.J.; Kleiman, L.E. Y Salvarredi, J.A. 1993. El Magmatismo Gondwánico. Congreso Geológico Argentino N° 12.
- Llaumett, C.; Olcay, L.; Marín, C.; Marquardt, C. Y Reyes, E. 1975. El yacimiento cobre porfidico 'Andacollo' provincia de Coquimbo, Chile. *Revista Geológica de Chile*: 56-66.
- Loewy S.L.; Connelly J.N. Y Dalziel, I.W. 2004. *An orphaned basement block: The Arequipa-Antofalla Basement of the central Andean margin of South America*. *GSA Bulletin*: 171-187.
- Lowell, J.D. Y Guilbert, J.M. 1970. *Lateral and Vertical Alteration-Mineralization Zoning in Porphyry Ore Deposits*. *Economic Geology*. Vol **65**: 373-408.
- Lucassen, F.; Becchio, R.; Wilke, H.G.; Franz G.; Thirwall, M.F.; Viramonte, J. Y Wemmer, K. 2000. *Proterozoic-Paleozoic development of the basement of the Central Andes (18°-26° S): A mobile belt of the South American craton*. *Journal of South American Earth Sciences*. Vol. **13**: 697-715.
- Maksaev, V.; Townley, B.; Palacios, C. Y Camus, F. 2007. *Metallic ore deposits*. *Geological Society Special Publication*. 179-199.
- Marschik, R. Y Fontboté, L. 2001. *The Candelaria-Punta del Cobre Iron Oxide Cu-Au(-Zn-Ag) Deposits, Chile*. *Economic Geology*. Vol **96**:1799-1826.
- Mpodozis, C Y Kay, S.M. 1990. Provincias magmáticas ácidas y evolución tectónica de Gondwana: Andes chilenos (28°-31°S). *Revista Geológica de Chile*. Vol. **17**: 153-180.
- Muñoz, V.; Astudillo, N.; Morales, V.J.; Muñoz, N. Y Ulloa, M. 2009. Descripción de conjuntos de datos, listas de validación y procesamiento de la información para la Base de Datos de Recursos Minerales de Chile. Congreso Geológico Chileno N° 12.
- Orris, G.J. 1991. *Descriptive Model of Wollastonite Skarn; in Some Industrial Mineral Deposit Models: Descriptive Deposit Models*. Books and Open-File Reports Section, US Geological Survey.
- Ossandón G.C.; Fréaut R.C.; Gustafson L.B.; Lindsay, D. Y Zentilli, M. 2001. *Geology of the Chuquicamata Mine: A Progress Report*. *Economic Geology*. Vol **96**: 249-270.

- Palache, C.; Berman, H. Y Frondel, C. 1944. *The System of Mineralogy*. Vol 1. Nueva York.
- Pellant, C. 1992. *Manual de identificación de rocas y minerales*. Ediciones OMEGA, S.A: 256 pp. Barcelona.
- Pincheira, M.; Dagnino, A.; Kelm, U. Y Helle, S. 2003. *Copper pitch y Copper wad: Contraste entre las fases presentes en las cabezas y en los ripios en pruebas de lixiviación de materiales de Mina Sur, Chuquicamata*. Congreso Geológico Chileno N°10.
- Piñana, X; Munster, H Y López, G. 2020. *BASE DE DATOS DE DEPÓSITOS METALÍFEROS ENTRE LA CORDILLERA DE LA COSTA Y EL FLANCO OCCIDENTAL DE LA CORDILLERA DE DOMEYKO, 25-26° S, CHILE*. SERNAGEOMIN.
- Prothero D.R. Y Schwab F. 2013. *Sedimentary Geology An Introduction to Sedimentary Rocks and Stratigraphy*. W. H. Freeman and Company. 593 pp: Nueva York.
- Ragan D.M. 2009. *STRUCTURAL GEOLOGY: An Introduction to Geometrical Techniques*. Cambridge University Press: 602 pp. Nueva York.
- Ramos, V.; Jordan, T.; Allmendinger R.; Mpodozis C.; Kay S.; Cortés J. Y Palma M. 1984. *Chilenia: un terreno alóctono en la evolución paleozoica de los Andes Centrales*. Congreso Geológico Argentino N° 9. Actas 2: 84-106.
- Ramos, V. 1994. *Terranes in Southern Gondwanaland and their control in the Andean Structure (30° - 33° latitude)*. *Tectonics of the Sourthern Central Andes*: 249-260.
- Rivano, S. Y Sepúlveda, P. 1991. Hoja Illapel. Carta Geológica de Chile. Servicio Nacional de Geología y Minería.
- Roonwal, G.S. 1986. *Placer Deposits. The Indian Ocean: Exploitable Mineral and Petroleum Resources*. Springer, Berlín.
- Rowland M.G. Y Clark A.H. 2001. *Temporal overlap of supergene alteration and high-sulfidation in the Spence porphyry copper deposit, II Region, Chile*. *Geological Society of America, Annual Meeting*. Boston.
- Serrano, L.; Vargas, R.; Stambuk, V.; Aguilar, C.; Galeb, M.; Holmgren, C. Y Stern, C.R. 1996. *The late Miocene to early Pliocene Río Blanco-Los Bronces copper deposit, central Chilean Andes*. *Society of Economic Geologists Special Publication*.
- Simmons, W.B. Y Webber, K.L. 2008. *Pegmatite genesis: state of the art*. *European Journal of Mineralogy*. Vol 20: 421-438.
- Stern, C.R. Y Skewes, M.A. 1995. *Miocene to present magmatic evolution at the northern end of the Andean Southern Volcanic Zone, Central Chile*. *Andean Geology*. Vol 22: 261-272.
- Streckeisen, A. 1974. *Classification and Nomenclature of Plutonic Rocks*. *Geologische Rundschau*. Vol 63: 773-786.

- Streckeisen, A. 1976. *To each plutonic rock its proper name. Earth-science reviews. Vol 12: 1-33.*
- SUBDERE. (2022). División Político Administrativa. <https://datos.gob.cl/dataset/15883>.
- TAVERA, J. 1983. Noticias sobre la presencia de Graptoloideos en rocas del Basamento Cristalino (Formación Lumaco, Lat. 38° S). Imprenta Gráfica: 20 pp. Santiago.
- Tectonic regimes and stress. 2015. *Learning Geology: A Geology Outreach Website.* <http://geologylearn.blogspot.com/2015/06/tectonic-regimes-and-stress.html>.
- Theodore, T.G.; Orris, G.J.; Hammerstrom, J.M. Y Bliss, J.D. 1991. *Gold-bearing skarns. Books and Open-File Reports Section, US Geological Survey.*
- Thomas, W.A. Y Astini, R.A. 2003. *Ordovician accretion of the Argentine Precordillera terrane to Gondwana: a review. Journal of South American Earth Sciences. Vol. 16: 67-79.*
- Thomson, S.N.; Hervé, F. Y Stöckhert, B. 2001. *Mesozoic-Cenozoic denudation history of the Patagonian Andes (southern Chile) and its correlation to different subduction processes. Tectonics. Vol 20: 693-711.*
- Thorpe, R.S.; Francis, P.W. Y O'Callaghan, L. 1984. *Relative roles of source composition, fractional crystallization and crustal contamination in the petrogenesis of Andean volcanic rocks. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Vol 310: 675-692.*
- Townley, B. 2006. *Metalogénesis: Hidrotermalismo y Modelos de Yacimientos.* Universidad de Chile.
- Uliana, M.A., Y Biddle, K.T. 1988. *Mesozoic-Cenozoic paleogeographic and geodynamic evolution of southern south America.*
- Ulloa, M.; Muñoz, V.; Pantoja, G.; Moscoso, R.; Muñoz, N.; Astudillo, N.; Morales, V.J. Y Vega, N. 2012. Características Principales de la Base de Datos de Yacimientos Minerales de Chile. SERNAGEOMIN
- Ulloa, M.; Muñoz, V.; Muñoz, N.; Astudillo, N. Y Morales, V.J. 2009. Estructura del Sistema de Base de Datos para las Fichas Mineras Metalogénicas del SERNAGEOMIN. Congreso Geológico Chileno N° 12.
- Villas, H. Y Valencio, D.A. 1978. *Paleomagnetism and K-Ar dating of the Carboniferous Andacollo Series (Argentina) and the age of the hydrothermal overprinting. Earth and Planetary Science Letters. Vol. 40: 101-106.*
- Vivallo, W.; Díaz, D. Y Jorquera, R. 2008. Yacimientos Metalíferos de la Región de Atacama. Servicio Nacional de Geología y Minería.
- White, J.D.; McPhie, J. Y Soule, S.A. 2015. *Submarine lavas and hyaloclastite. The encyclopedia of volcanoes: 363-375.*

Winter, J.D. 2001. *An introduction to igneous and metamorphic petrology*. Prentice Hall: 697 pp. Nueva Jersey.

Wright, A.E. 1989. *Breccia pipe*. *Petrology*. Springer. Boston.

Yáñez, G. Y Cembrano, J. 2004. *Role of viscous plate coupling in the late Tertiary Andean tectonics*. *J. geophys.*

Yáñez, G.; Cembrano, J.; Pardo, M.; Romero, C. Y Sellés, D. 2002. *The Challenger-Juan Fernández-Maipo major tectonic transition of the Nazca-Andean subduction system at 33-34°S: geodynamic evidence and implications*. *Journal of South American Earth Sciences*. Vol **15**: 23-38.

ANEXOS

Anexo A: Metodología

```

from openpyxl import Workbook #1

def creadora_excel(nombre): #2
    ruta = "J:\Memoria\Datos Sja Yacimientos\codigo_python\Resultados_2/" #3
    libro = Workbook(ruta+"INFO_"+nombre[7:]+".xlsx") #4
    libro.create_sheet("Lista de verificacion") #5
    libro.create_sheet("Catastro") #6
    libro.create_sheet("Repeticiones mayores a 0") #7
    libro.create_sheet("Repes>0 y sin duplicados") #8
    libro.save(ruta+"INFO_"+nombre[7:]+".xlsx") #9

```

Anexo A1: Módulo encargado de la creación del libro Excel para catastros

```

import pandas as pd #1

def crea_hoja_lv(nombre): #2
    doc_lv = pd.read_excel("J:\Memoria\Datos Sja Yacimientos\Datos Sja Yacimientos\BBDD_datos\Base_datos-SIA-YACIMIENTOS.xlsx", nombre[0:-4]) #3

    identificadores = doc_lv["ID_"+ nombre[7:-4]].tolist() #4
    caracteres = doc_lv[nombre[7:-4]].tolist() #5
    df1 = pd.DataFrame({"ID_"+nombre[7:-4]:identificadores,
                       nombre[7:-4]:caracteres,}) #6

    ruta = "J:\Memoria\Datos Sja Yacimientos\codigo_python\Resultados_2/" #7
    with pd.ExcelWriter(ruta+"INFO_"+nombre[7:-4]+".xlsx", mode="a",
engine="openpyxl", if_sheet_exists = "replace") as writer: #8
        df1.to_excel(writer, sheet_name="Lista de verificacion",
index=False) #9

```

Anexo A2: Módulo encargado de crear la hoja con la lista de validación del SIA Yacimiento a catastrar.

```

import pandas as pd #1

def crea_hoja_catastro(nom_hoja_info, nom_hoja_lv): #2

    bd_sia1 = pd.read_excel("J:\Memoria\Datos Sia Yacimientos\Datos Sia
Yacimientos\BBDD_datos\Base_datos-SIA-YACIMIENTOS.xlsx", nom_hoja_info[0:-4])
#3
    bd_sia2 = pd.read_excel("J:\Memoria\Datos Sia Yacimientos\Datos Sia
Yacimientos\BBDD_datos\Base_datos-SIA-YACIMIENTOS.xlsx", nom_hoja_lv[0:-4])
#4

    indices = bd_sia2["ID_" + nom_hoja_lv[7:-4]].tolist() #5

    nombres = bd_sia2[nom_hoja_lv[7:-4]].tolist() #6
    indice_yac = bd_sia1["FK_ID_" + nom_hoja_lv[7:-4]].tolist() #7
    repe_indice = [] #8

    for indice in indices: #9

        repe_indice.append(indice_yac.count(indice)) #10

    df1 = pd.DataFrame({"Identificador": indices,
                        nom_hoja_lv[7:-4]: nombres,
                        "Repeticiones": repe_indice
    }) #11

    ruta = "J:\Memoria\Datos Sia Yacimientos\codigo_python\Resultados_2/" #12
    with pd.ExcelWriter(ruta + "INFO_" + nom_hoja_lv[7:-4] + ".xlsx", mode="a",
engine="openpyxl", if_sheet_exists = "replace") as writer: #13
        df1.to_excel(writer, sheet_name="Catastro", index=False) #14

```

Anexo A3: Módulo encargado de crear la hoja "Catastro" de la lista de validación a catastrar.

```

import pandas as pd #1
def crea_hoja_repe_mayor_0(nombre_excel): #2
    ruta = "J:\Memoria\Datos Sja Yacimientos\codigo_python\Resultados_2/" #3

    bd_procesada = pd.read_excel(ruta+nombre_excel, "Catastro") #4

    repes = bd_procesada["Repeticiones"].tolist() #5

    identificadores_mayor_0= [] #6
    caracteres_mayor_0 = [] #7
    repes_mayor_0 = [] #8

    for i in range(len(repes)): #9
        if bd_procesada.iloc[i,2] != 0: #10
            identificadores_mayor_0.append(bd_procesada.iloc[i,0]) #11
            caracteres_mayor_0.append(bd_procesada.iloc[i,1]) #12
            repes_mayor_0.append(bd_procesada.iloc[i,2]) #13

    df1 = pd.DataFrame({"Identificador":identificadores_mayor_0,
                        nombre_excel[5:-5]:caracteres_mayor_0,
                        "Repeticiones":repes_mayor_0
    }) #14

    with pd.ExcelWriter(ruta+"INFO_"+nombre_excel[5:-5]+".xlsx", mode="a",
engine="openpyxl", if_sheet_exists = "replace") as writer: #15
        df1.to_excel(writer, sheet_name="Repeticiones_mayores_a_0",
index=False) #16

```

Anexo A4: Módulo encargado de crear la hoja "Repeticiones_mayores_a_0" de la lista de validación a catastrar.

```

import pandas as pd #1
def crea_hoja_sin_dupl(nombre_excel): #2
    ruta = "J:\Memoria\Datos Sja Yacimientos\codigo_python\Resultados_2/" #3
    bd_procesada = pd.read_excel(ruta+nombre_excel,
"Repeticiones_mayores_a_0") #4
    caracteres = bd_procesada[nombre_excel[5:-5]].tolist() #5
    df_sin_dupl = bd_procesada.drop_duplicates(subset=[nombre_excel[5:-5]])
#6
    caracteres_sin_dupl = df_sin_dupl[nombre_excel[5:-5]].tolist() #7
    valores_repetidos = [] #8

    for caracter in caracteres: #9
        if caracteres.count(caracter)>1: #10
            valores_repetidos.append(caracter) #11

    repetidos_limpios = [*set(valores_repetidos)] #12
    repetidos_repe = {} #13

    for repetido in repetidos_limpios: #14
        contador = 0 #15
        for i in range(len(caracteres)): #16
            if repetido == bd_procesada.iloc[i,1]: #17
                contador+=bd_procesada.iloc[i,2] #18
                repetidos_repe[repetido]=[contador] #19

    for i in range(len(caracteres_sin_dupl)): #20
        if df_sin_dupl.iloc[i,1] in repetidos_limpios: #21
            df_sin_dupl.iloc[i,2] = repetidos_repe[df_sin_dupl.iloc[i,1]][0]
#22

    with pd.ExcelWriter(ruta+"INFO_"+nombre_excel[5:-5]+".xlsx", mode="a",
engine="openpyxl", if_sheet_exists="replace") as writer: #23
        df_sin_dupl.to_excel(writer, sheet_name="Repes>0_y_sin_duplicados",
index=False) #24

```

Anexo A5: Módulo encargado de crear la hoja “Repes>0_y_sin_duplicados” de la lista de validación a catastrar

```

import pandas as pd #1
df_mina = pd.read_excel("J:\Memoria\Datos Sja Yacimientos\Datos Sja
Yacimientos\BBDD_datos/Base_datos-SIA-YACIMIENTOS.xlsx", "sia_MINA") #2
df_yac = pd.read_excel("J:\Memoria\Datos Sja Yacimientos\Datos Sja
Yacimientos\BBDD_datos/Base_datos-SIA-YACIMIENTOS.xlsx", "sia_YACIMIENTO") #3
id_yac_totales = df_yac["ID_YACIMIENTO"] #4
id_yac_minas = df_mina["FK_ID_YACIMIENTO"].tolist() #5
id_minas = df_mina["ID_MINA"].tolist() #6
primer_id_repe = [] #7
primer_id_segundo_id = {} #8

for id in id_yac_totales: #9

    if id in id_yac_minas: #10
        if id_yac_minas.count(id) > 1 and id not in primer_id_repe: #11
            #esta lista busca los indices del identificador de yac
            yac_repes = [id_minas[i] for i in range(len(id_yac_minas))
if id_yac_minas[i]==id] #12
                primer_id_segundo_id[id]=yac_repes #13
                primer_id_repe.append(id) #14
                #en el caso de que el primer id no se repita entonces lo
agregamos directo al diccion con su segundo_id asociado
                elif id_yac_minas.count(id) == 1 and id not in primer_id_repe:
#15
                    #obtenemos el index del primer_id
                    indice_yac = id_yac_minas.index(id) #16
                    #le pasamos al diccionario la clave Id que es una de los que
está en primer id y le decimos que su valor asociado es el id de
                    #segundo_id con el mismo index
                    primer_id_segundo_id[id]=[id_minas[indice_yac]] #17
                else:

                    primer_id_segundo_id[id]=[] #18

df = pd.DataFrame.from_dict(primer_id_segundo_id, orient="index") #19
df.to_excel("J:\Memoria\Datos Sja
Yacimientos\codigo_python\Codigo_creador_BD_excel\Archivos_resultantes/yac_y
minas_relacionadas.xlsx") #20

```

Anexo A6: Módulo encargado de estructurar y relacionar el identificador de yacimiento con el o los identificadores de mina que se le asocian.

```

import pandas as pd #1
from openpyxl import Workbook #2

def
obten_info(estructura_datos,relacionado_caja_principal,campo_yac,campo_buscado ):#3
    estructura_datos = pd.read_excel("J:\Memoria\Datos SIA Yacimientos\codigo_python\Codigo_creador_BD_excel\Archivos_resultados/" + estructura_datos) #4
    df = pd.read_excel("J:\Memoria\Datos SIA Yacimientos\Datos SIA Yacimientos\BBDD_datos/Base_datos-SIA-YACIMIENTOS.xlsx",relacionado_caja_principal) #5
    yac =pd.DataFrame (estructura_datos["Id_Yac"]) #6
    primer_id = df[campo_yac].tolist() #7
    segundo_id = df[campo_buscado].tolist() #8
    primer_id_repe = [] #9
    primer_id_segundo_id = {} #10

    for id in primer_id: #11

        if primer_id.count(id)>1 and id not in primer_id_repe:
#12
            yac_repes = [segundo_id[i] for i in
range(len(primer_id) if primer_id[i]==id] #13
            primer_id_segundo_id[id]=yac_repes #14

            primer_id_repe.append(id) #15
        elif primer_id.count(id) == 1 and id not in
primer_id_repe: #16

            indice_yac = primer_id.index(id) #17
            primer_id_segundo_id[id]=[segundo_id[indice_yac]]
#18

```

Anexo A7: Parte 1 del módulo encargado de estructurar y relacionar el identificador de yacimiento con los identificadores de una lista de validación presentes en una columna dada de un determinado subconjunto del SIA Yacimientos.

```

primer_id_limpio = list(primer_id_segundo_id.keys()) #19
segundo_id_limpio = list(primer_id_segundo_id.values()) #20
lista_x=[] #21
lista_yacimientos = estructura_datos["Id_Yac"].tolist() #22
for fila in range(len(lista_yacimiento_c_minas)): #23
    if yac.iloc[fila,0] in primer_id_limpio: #24
        indice =
primer_id_limpio.index(yac_con_minas.iloc[fila,0]) #25
        lista_x.append(segundo_id_limpio[indice]) #26
    else: #27
        lista_x.append([]) #28
Nuevo_df = pd.DataFrame(lista_x) #29
Nuevo_df.insert(0, "Yacimiento", lista_yacimiento_c_minas,
True) #30
ruta = "J:\Memoria\Datos SIA
Yacimientos\codigo_python\Codigo_creador_BD_excel\Archivos_resulta
ntes/" #31
libro = Workbook(ruta+"Yacimiento_"+campo_buscado+".xlsx") #32
libro.create_sheet("Yacimiento_"+campo_buscado) #33
libro.save(ruta+"Yacimiento_"+campo_buscado+".xlsx") #34
with pd.ExcelWriter(ruta+"Yacimiento_"+campo_buscado+".xlsx",
mode="a", engine="openpyxl", if_sheet_exists = "replace") as
writer: #35
    Nuevo_df.to_excel(writer,
sheet_name="Yacimiento_"+campo_buscado, index=False) #36

```

Anexo A8: Parte 2 del módulo encargado de estructurar y relacionar el identificador de yacimiento con los identificadores de una lista de validación presentes en una columna dada de un determinado subconjunto del SIA Yacimientos.

```

import pandas as pd #1
from openpyxl import Workbook #2
from math import isnan #3
def obten_dato_relacionado_mina(estructura_de_datos, hoja_buscada,
campo_relacionado_a_mina): #4
    estructura_datos = pd.read_excel("J:\Memoria\Datos Sia
Yacimientos\codigo_python\Codigo_creador_BD_excel\Archivos_resulta
ntes/"+ estructura_de_datos) #5 # "FK_ID_YACIMIENTO+ID_MINA -
copia.xlsx"
    df = pd.read_excel("J:\Memoria\Datos Sia Yacimientos\Datos Sia
Yacimientos\BBDD_datos/Base_datos-SIA-
YACIMIENTOS.xlsx",hoja_buscada) #6
    data_frame = df[["FK_ID_MINA", campo_relacionado_a_mina]] #7
    minas = [] #8
    dato_rel =[] #9
    for fila in range(len(data_frame)): #10
        if isnan(data_frame.iloc[fila,0]) == False: #11
            minas.append(data_frame.iloc[fila, 0]) #12
            dato_rel.append(data_frame.iloc[fila,1]) #13
    minas_repe = [] #14
    mina_dato={} #15
    for mina in minas: #16

        if minas.count(mina)>1 and mina not in minas_repe: #17

            minas_repes = [dato_rel[i] for i in range(len(minas)) if
minas[i]==mina] #18
            mina_dato[mina]=minas_repes #19
            minas_repe.append(mina) #20

```

Anexo A9: Parte 1 del módulo encargado de estructurar y relacionar el identificador de mina con los identificadores de una lista de validación presentes en una columna dada de un determinado subconjunto del SIA Yacimientos.

```

        elif minas.count(mina)== 1 and id not in minas_repe: #21
            indice_mina = minas.index(mina) #22
            mina_dato[mina]=[dato_rel[indice_mina]] #23
minas_sin_repe= list(mina_dato.keys()) #24
dato_relacionado_mina = list(mina_dato.values()) #25
df_final = pd.DataFrame(dato_relacionado_mina) #26
df_final.insert(0, "Mina", minas_sin_repe, True) #27
ruta ="J:\Memoria\Datos SIA
Yacimientos\codigo_python\Codigo_creador_BD_excel\Archivos_resulta
ntes/" #28
    libro =
Workbook(ruta+"FK_ID_MINA_"+campo_relacionado_a_mina+".xlsx") #29
    libro.create_sheet("Estructura de datos") #30
    libro.create_sheet("FK_ID_MINA_"+campo_relacionado_a_mina) #31
    libro.save(ruta+"FK_ID_MINA_"+campo_relacionado_a_mina+".xlsx"
) #32
    with
pd.ExcelWriter(ruta+"FK_ID_MINA_"+campo_relacionado_a_mina+".xlsx"
, mode="a", engine="openpyxl", if_sheet_exists = "replace") as
writer: #
        estructura_datos_to_excel(writer,
sheet_name="Estructura de datos", index=False) #33
    with
pd.ExcelWriter(ruta+"FK_ID_MINA_"+campo_relacionado_a_mina+".xlsx"
, mode="a", engine="openpyxl", if_sheet_exists = "replace") as
writer:
        df_final.to_excel(writer,
sheet_name="FK_ID_MINA_"+campo_relacionado_a_mina, index=False)
#34

```

Anexo A10: Parte 2 del módulo encargado de estructurar y relacionar el identificador de mina con los identificadores de una lista de validación presentes en una columna dada de un determinado subconjunto del SIA Yacimientos.

```

Import pandas as ps #1
from openpyxl import Workbook #2
df_id_yac_id_interes = pd.read_excel(r"J:\Memoria\Datos Sia
Yacimientos\codigo_python\Codigo_creador_BD_excel\Archivos_resulta
ntes\yacimiento\unidad_metalogenica_mineralizadora_yac/Yacimiento_
FK_ID_UNIDAD_METALOGENICA_MINERALIZADORA.xlsx") #3
df_id_interes_conjunto_datos = pd.read_excel(r"J:\Memoria\Datos
Sia
Yacimientos\codigo_python\Codigo_creador_BD_excel\Archivos_resulta
ntes\yacimiento\unidad_metalogenica_mineralizadora_yac\Ambiente_ge
otectonico\FK_ID_TIPO_ALTERACION_OBSERVACION.xlsx",
"FK_ID_TIPO_ALTERACION_OBSERVACION") #4
df_id_interes_conjunto_datos.rename(columns={"Mina": "Id_mineral_M_
G"}, inplace=True) #5
id_elementos_rel =
df_id_interes_conjunto_datos.set_index("Id_mineral_M_G").T.to_dict
("list") #6
ids = list(id_elementos_rel.keys()) #7
elemento_rel = list(id_elementos_rel.values()) #8
cols_indices = df_id_yac_id_interes.columns.tolist()[1:] #9
contador = 0 #10
for elemento in cols_indices: #11
    lista_indices = df_id_yac_id_interes [elemento].tolist()#12
    contador +=1 #13
    for id in ids: #14

```

Anexo A11: Parte 1 del módulo encargado de estructurar y relacionar el identificador de yacimiento con la información de subconjuntos que no se conectan directamente con el subconjunto SIA Yacimientos.

```

for i in range(len(lista_indices)): #15
    if id == lista_indices[i]: #16
        lista_indices[i] = elemento_rel[ids.index(id)] #17
for elemento in lista_indices: #18
    if type(elemento) != list: #19
        indice = lista_indices.index(elemento) #20
        lista_indices[indice] = [] #21
df_nuevo = pd.DataFrame(lista_indices) #22
yacimientos = df_id_yac_id_interes[["Yacimiento"].tolist()] #23
df_nuevo.insert(0, "Yacimientos", yacimientos, True) #24
ruta = "J:\Memoria\Datos SIA
Yacimientos\codigo_python\Codigo_creador_BD_excel\Archivos_resulta
ntes/" #25
libro =
Workbook(ruta+"yac_forma_mineral_min_mena_ganga_"+str(contador)+".
xlsx") #26
libro.create_sheet("datos") #27
libro.save(ruta+"yac_forma_mineral_min_mena_ganga_"+str(contad
or)+".xlsx") #28
with
pd.ExcelWriter(ruta+"yac_forma_mineral_min_mena_ganga_"+str(contad
or)+".xlsx", mode="a", engine="openpyxl", if_sheet_exists =
"replace") as writer:
    df_nuevo.to_excel(writer, sheet_name="datos", index=False)
#30
print("listo")

```

Anexo A12: Parte 2 del módulo encargado de estructurar y relacionar el identificador de yacimiento con la información de subconjuntos que no se conectan directamente con el subconjunto SIA Yacimientos.

```

import pandas as pd
ruta_bd_estructurada = "J:\Memoria\Datos Sja
Yacimientos\Resultados\Bases_de_datos_estructuradas"
nombre_carpeta = "Sja_MINA"
nombre_archivo = "Sja_MINA_info_compilada"
ruta_catastros = "J:\Memoria\Datos Sja Yacimientos\Resultados\Catastros"
hoja = "Estado_mina"
lv_definitivas =
pd.read_excel(ruta_catastros+"/"+nombre_carpeta.lower()+"/lv_definitivas.xls
x", hoja.upper())
bd_estructurada =
pd.read_excel(ruta_bd_estructurada+"/"+nombre_carpeta+"/"+nombre_archivo+".x
lsx")
Concepto = lv_definitivas.iloc[:,1].tolist()
id_incluido = lv_definitivas.iloc[:,2].tolist()
listas_id_incluidos = []
for i in id_incluido:
    try:
        lista_indices = i.split(";")
        lista_indices_numericos = [int(i) for i in lista_indices]
        listas_id_incluidos.append(lista_indices_numericos)
    except:
        listas_id_incluidos.append([i])
for col in bd_estructurada.columns:
    if "Estado_mina" in col:
        for numero_fila in range(len(bd_estructurada)):
            for indice in range(len(listas_id_incluidos)):
                if bd_estructurada.loc[numero_fila,col] in
listas_id_incluidos[indice]:
                    bd_estructurada.loc[numero_fila,col] = Concepto[indice]
bd_estructurada.to_excel("J:\Memoria\Datos Sja
Yacimientos\codigo_python\Codigo_traductor_bd_estructuradas\Resultados/"+"pr
ueba estado mina.xlsx")

```

Anexo A13: Módulo encargado de transmutar los identificadores de las listas de validación del SIA Yacimientos a los identificadores de los dominios de la GDB de depósitos minerales.

Anexo A14: Estructura de la clase de entidad de los depósitos tipo RMI.

Campos	Alias
ID_DEPOSIT	Identificador del depósito
ID_ANTIGUO	identificador antiguo usado en Sig Yacimientos
NOMBRE	Nombre del depósito
ESTADO	Estado de la información del depósito
USUARIO	Usuario que subió la información del depósito
PROYEC_GEO	Proyección de las coordenadas geográficas
PROYEC_UTM	Huso de las coordenadas proyectadas
MET_UBI	Método de ubicación del depósito
LATITUD	Latitud del depósito
LONGITUD	Longitud del depósito
UTM_NORTE	Coordenada proyectada norte
UTM_ESTE	Coordenada proyectada este
COTA	Cota del depósito
DESC_COORD	Descripción de las coordenadas del depósito
REGION	Región donde se ubica el depósito
PROVINCIA	Provincia donde se ubica el depósito
COMUNA	Comuna donde se ubica el depósito
CODIGO_IGM	Código de la carta IGM donde cae el depósito
NOM_CARTA	Nombre de la carta IGM donde cae el depósito
DIST_SECT	Distrito o sector minero donde se ubica el depósito
TIPO_REC	Tipo de recurso del depósito
TAM_DEP	Tamaño del depósito
ACT_DEP	Actividad del depósito
NUM_MINAS	Cantidad de minas del depósito
GEOLO_TERR	Geólogo que observó la característica del depósito en terreno
FECH_TERR	Fecha en la que el geólogo fue a terreno
TIPO_EXPLO	Tipo de explotación del depósito
EST_DEP	Estado de explotación del depósito
ESC_EXPLO	Escala de explotación del depósito
DES_EST_ES	Descripción del estado y escala de la explotación del depósito
ACCESIBILI	Accesibilidad del depósito
DESC_DEP	Descripción del depósito
G_RE_RMI_1	Grupo recurso minero 1
G_RE_RMI_2	Grupo recurso minero 2
G_RE_RMI_3	Grupo recurso minero 3
G_RE_RMI_T	Conjunto de grupos RMI del depósito
REC_PRI_1	Recurso principal 1
CAR_REL_1	Característica relevante del recurso minero 1
REC_PRI_2	Recurso principal 2
CAR_REL_2	Característica relevante del recurso minero 2
REC_PRI_3	Recurso principal 3
CAR_REL_3	Característica relevante del recurso minero 3

Continúa en la página 196

Continuación del Anexo A14

DES_RMI	Descripción del grupo o del RMI
MIN_ALT_1	Minerales de alteración 1 del depósito
MIN_ALT_2	Minerales de alteración 2 del depósito
MIN_ALT_3	Minerales de alteración 3 del depósito
MIN_ALT_4	Minerales de alteración 4 del depósito
MIN_ALT_5	Minerales de alteración 5 del depósito
TIP_ALT_1	Tipo de alteración 1 del depósito
INT_ALT_1	Intensidad de alteración 1 del depósito
ZONA_1	Zona 1 del perfil de enriquecimiento secundario
PROF_ZON_1	Profundidad de la zona 1 del perfil de enriquecimiento secundario
ZONA_2	Zona 2 del perfil de enriquecimiento secundario
PROF_ZON_2	Profundidad de la zona <u>2</u> del perfil de enriquecimiento secundario
ZONA_3	Zona 3 del perfil de enriquecimiento secundario
PROF_ZON_3	Profundidad de la zona 3 del perfil de enriquecimiento secundario
ZONA_4	Zona 4 del perfil de enriquecimiento secundario
PROF_ZON_4	Profundidad de la zona 4 del perfil de enriquecimiento secundario
ZONA_5	Zona 5 del perfil de enriquecimiento secundario
PROF_ZON_5	Profundidad de la zona 5 del perfil de enriquecimiento secundario
ZONA_6	Zona 6 del perfil de enriquecimiento secundario
PROF_ZON_6	Profundidad de la zona 6 del perfil de enriquecimiento secundario
LITO_1	Litología 1 del depósito
TEX_LITO_1	Textura de la litología 1
R_M_LITO_1	Relación de la litología 1 con la mineralización
E_MA_LIT_1	Era máxima de la litología 1
S_MA_LIT_1	Sistema máximo de la litología 1
SE_MA_LI_1	Serie máxima de la litología 1
E_MI_LIT_1	Era mínima de la litología 1
S_MI_LIT_1	Sistema mínimo de la litología 1
SE_MI_LI_1	Serie mínima de la litología 1
DES_LITO_1	Descripción litología 1
LITO_2	Litología 2 del depósito
TEX_LITO_2	Textura de la litología 2
R_M_LITO_2	Relación de la litología 2 con la mineralización
E_MA_LIT_2	Era máxima de la litología 2
S_MA_LIT_2	Sistema máximo de la litología 2
SE_MA_LI_2	Serie máxima de la litología 2
E_MI_LIT_2	Era mínima de la litología 2
S_MI_LIT_2	Sistema mínimo de la litología 2
SE_MI_LI_2	Serie mínima de la litología 2
DES_LITO_2	Descripción litología 2
LITO_3	Litología 3 del depósito
TEX_LITO_3	Textura de la litología 3
R_M_LITO_3	Relación de la litología 3 con la mineralización

Continúa en la página 197

Continuación Anexo A14

E_MA_LIT_3	Era máxima de la litología 3
S_MA_LIT_3	Sistema máximo de la litología 3
SE_MA_LI_3	Serie máxima de la litología 3
E_MI_LIT_3	Era mínima de la litología 3
S_MI_LIT_3	Sistema mínimo de la litología 3
SE_MI_LI_3	Serie mínima de la litología 3
DES_LITO_3	Descripción litología 3
E_M_AL_MAX	Era máxima en la que se formó la mineralización o alteración
S_M_AL_MAX	<u>Sistema máxima</u> en la que se formó la mineralización o alteración
SE_M_AL_MX	Serie máxima en la que se formó la mineralización o alteración
E_M_AL_MIN	Era mínima en la que se formó la mineralización o alteración
S_M_AL_MIN	<u>Sistema mínima</u> en la que se formó la mineralización o alteración
SE_M_AL_MN	Serie mínima en la que se formó la mineralización o alteración
EDAD_RAD_1	Edad radiométrica 1 de la mineralización o alteración
MET_DAT_1	Método usado para obtener la edad radiométrica 1
MAT_DAT_1	Material datado para obtener la edad radiométrica 1
EDAD_RAD_2	Edad radiométrica 2 de la mineralización o alteración
MET_DAT_2	Método usado para obtener la edad radiométrica 2
MAT_DAT_2	Material datado para obtener la edad radiométrica 2
EDAD_RAD_3	Edad radiométrica 3 de la mineralización o alteración
MET_DAT_3	Método usado para obtener la edad radiométrica 3
MAT_DAT_3	Material datado para obtener la edad radiométrica 3
D_GENE_EMA	Descripción acerca de las edades de mineralización o alteración
AMB_FORM	Ambiente geológico local de formación del depósito
AMB_GEO	Ambiente geotectónico en el que se formó el depósito
CAMP_ESF	Campo de esfuerzo del ambiente geotectónico en el que se formó el depósito
FORMA_1	Forma 1 observable en el depósito
CORR_MIN_1	Corrida mínima de la forma 1
CORR_MAX_1	Corrida máxima de la forma 1
POT_MIN_1	Potencia mínima de la forma 1
POT_MAX_1	Potencia máxima de la forma 1
PROF_MIN_1	Profundidad mínima de la forma 1
PROF_MAX_1	Profundidad máxima de la forma 1
S_ALT_HI_1	Superficie de alteración hidrotermal en km cuadrados
RUMBO_1	Rumbo de la forma 1
MANTEO_1	Manteo de la forma 1
FORMA_2	Forma 2 observable en el depósito
CORR_MIN_2	Corrida mínima de la forma 2
CORR_MAX_2	Corrida máxima de la forma 2
POT_MIN_2	Potencia mínima de la forma 2
POT_MAX_2	Potencia máxima de la forma 2
PROF_MIN_2	Profundidad mínima de la forma 2
PROF_MAX_2	Profundidad máxima de la forma 2

Continúa en la página 198

Continuación del Anexo A14

S_ALT_HI_2	Superficie de alteración hidrotermal en km cuadrados
RUMBO_2	Rumbo de la forma 2
MANTEO_2	Manteo de la forma 2
FORMA_3	Forma 3 observable en el depósito
CORR_MIN_3	Corrida mínima de la forma 3
CORR_MAX_3	Corrida máxima de la forma 3
POT_MIN_3	Potencia mínima de la forma 3
POT_MAX_3	Potencia máxima de la forma 3
PROF_MIN_3	Profundidad mínima de la forma 3
PROF_MAX_3	Profundidad máxima de la forma 3
S_ALT_HI_3	Superficie de alteración hidrotermal en km cuadrados
RUMBO_3	Rumbo de la forma 3
MANTEO_3	Manteo de la forma 3
FORMA_4	Forma 4 observable en el depósito
CORR_MIN_4	Corrida mínima de la forma 4
CORR_MAX_4	Corrida máxima de la forma 4
POT_MIN_4	Potencia mínima de la forma 4
POT_MAX_4	Potencia máxima de la forma 4
PROF_MIN_4	Profundidad mínima de la forma 4
PROF_MAX_4	Profundidad máxima de la forma 4
S_ALT_HI_4	Superficie de alteración hidrotermal en km cuadrados
RUMBO_4	Rumbo de la forma 4
MANTEO_4	Manteo de la forma 4
DES_FORM	Descripción de las formas
ESTRUC_1	Estructura 1 dentro del depósito
RE_MI_ES_1	Relación de la estructura 1 con la mineralización del depósito
RUM_EST_1	Rumbo de la estructura 1
MAN_EST_1	Manteo de la estructura 1
DES_EST_1	Descripción de la estructura 1
ESTRUC_2	Estructura 2 dentro del depósito
RE_MI_ES_2	Relación de la estructura 2 con la mineralización del depósito
RUM_EST_2	Rumbo de la estructura 2
MAN_EST_2	Manteo de la estructura 2
DES_EST_2	Descripción de la estructura 2
ESTRUC_3	Estructura 3 dentro del depósito
RE_MI_ES_3	Relación de la estructura 3 con la mineralización del depósito
RUM_EST_3	Rumbo de la estructura 3
MAN_EST_3	Manteo de la estructura 3
DES_EST_3	Descripción de la estructura 3
DES_GEN_ES	Descripción general de las estructuras
PROD_ANUAL	Producción anual del depósito
LEY	Ley del depósito
DES_PROD	Descripción de la producción del depósito

Continúa en la página 199

Continuación del Anexo A14

T_R_MIN_1	Tipo de recurso minero 1
CU_R_MIN_1	Cuantificación del recurso minero 1
L_R_MIN_1	Ley del recurso minero 1
F_R_MIN_1	Fecha en la que se definió el recurso minero 1
T_R_MIN_2	Tipo de recurso minero 2
CU_R_MIN_2	Cuantificación del recurso minero 2
L_R_MIN_2	Ley del recurso minero 2
F_R_MIN_2	Fecha en la que se definió el recurso minero 2
T_R_MIN_3	Tipo de recurso minero 3
CU_R_MIN_3	Cuantificación del recurso minero 3
L_R_MIN_3	Ley del recurso minero 3
F_R_MIN_3	Fecha en la que se definió el recurso minero 3
DES_RECUR	Descripción del recurso minero
TIP_RES_1	Tipo de reserva 1 del depósito
CUAN_RES_1	Cuantificación de la reserva 1 del depósito
LEY_RES_1	Ley de reserva 1 del depósito
FECH_RES_1	Fecha en la que se definió la reserva 1
TIP_RES_2	Tipo de reserva 2 del depósito
CUAN_RES_2	Cuantificación de la reserva 2 del depósito
LEY_RES_2	Ley de reserva 2 del depósito
FECH_RES_2	Fecha en la que se definió la reserva 2
DES_RES	Descripción de la/s reserva del depósito
COD_MU_1	Código muestra 1
T_AN_MU_1	Tipo análisis muestra 1
R_AN_MU_1	Resultado análisis muestra 1
COD_MU_2	Código muestra 2
T_AN_MU_2	Tipo análisis muestra 2
R_AN_MU_2	Resultado análisis muestra 2
COD_MU_3	Código muestra 3
T_AN_MU_3	Tipo análisis muestra 3
R_AN_MU_3	Resultado análisis muestra 3
COD_MU_4	Código muestra 4
T_AN_MU_4	Tipo análisis muestra 4
R_AN_MU_4	Resultado análisis muestra 4
COD_MU_5	Código muestra 5
T_AN_MU_5	Tipo análisis muestra 5
R_AN_MU_5	Resultado análisis muestra 5
COD_MU_6	Código muestra 6
T_AN_MU_6	Tipo análisis muestra 6
R_AN_MU_6	Resultado análisis muestra 6
COD_MU_7	Código muestra 7
T_AN_MU_7	Tipo análisis muestra 7
R_AN_MU_7	Resultado análisis muestra 7

Continúa en la página 200

Continuación del Anexo A14

COD_MU_8	Código muestra 8
T_AN_MU_8	Tipo análisis muestra 8
R_AN_MU_8	Resultado análisis muestra 8
COD_MU_9	Código muestra 9
T_AN_MU_9	Tipo análisis muestra 9
R_AN_MU_9	Resultado análisis muestra 9
COD_MU_10	Código muestra 10
T_AN_MU_10	Tipo análisis muestra 10
R_AN_MU_10	Resultado análisis muestra 10
COD_MU_11	Código muestra 11
T_AN_MU_11	Tipo análisis muestra 11
R_AN_MU_11	Resultado análisis muestra 11
COD_MU_12	Código muestra 12
T_AN_MU_12	Tipo análisis muestra 12
R_AN_MU_12	Resultado análisis muestra 12
COD_MU_13	Código muestra 13
T_AN_MU_13	Tipo análisis muestra 13
R_AN_MU_13	Resultado análisis muestra 13
COD_MU_14	Código muestra 14
T_AN_MU_14	Tipo análisis muestra 14
R_AN_MU_14	Resultado análisis muestra 14
COD_MU_15	Código muestra 15
T_AN_MU_15	Tipo análisis muestra 15
R_AN_MU_15	Resultado análisis muestra 15
COD_MU_16	Código muestra 16
T_AN_MU_16	Tipo análisis muestra 16
R_AN_MU_16	Resultado análisis muestra 16
COD_MU_17	Código muestra 17
T_AN_MU_17	Tipo análisis muestra 17
R_AN_MU_17	Resultado análisis muestra 17
COD_MU_18	Código muestra 18
T_AN_MU_18	Tipo análisis muestra 18
R_AN_MU_18	Resultado análisis muestra 18
COD_MU_19	Código muestra 19
T_AN_MU_19	Tipo análisis muestra 19
R_AN_MU_19	Resultado análisis muestra 19
COD_MU_20	Código muestra 20
T_AN_MU_20	Tipo análisis muestra 20
R_AN_MU_20	Resultado análisis muestra 20
REF_1	Referencia 1 de la información del depósito
REF_2	Referencia 2 de la información del depósito
REF_3	Referencia 3 de la información del depósito
REF_4	Referencia 4 de la información del depósito

Continúa en la página 201

Continuación del Anexo A14

REF_5	Referencia 5 de la información del depósito
REF_6	Referencia 6 de la información del depósito
REF_7	Referencia 7 de la información del depósito
REF_8	Referencia 8 de la información del depósito
REF_9	Referencia 9 de la información del depósito
REF_10	Referencia 10 de la información del depósito
REF_11	Referencia 11 de la información del depósito
REF_12	Referencia 12 de la información del depósito
C_BI_RE_1	Código de la referencia 1 en la biblioteca del sernageomin
C_BI_RE_2	Código de la referencia 2 en la biblioteca del sernageomin
C_BI_RE_3	Código de la referencia 3 en la biblioteca del sernageomin
C_BI_RE_4	Código de la referencia 4 en la biblioteca del sernageomin
C_BI_RE_5	Código de la referencia 5 en la biblioteca del sernageomin
C_BI_RE_6	Código de la referencia 6 en la biblioteca del sernageomin
C_BI_RE_7	Código de la referencia 7 en la biblioteca del sernageomin
C_BI_RE_8	Código de la referencia 8 en la biblioteca del sernageomin
C_BI_RE_9	Código de la referencia 9 en la biblioteca del sernageomin
C_BI_RE_10	Código de la referencia 10 en la biblioteca del sernageomin
C_BI_RE_11	Código de la referencia 11 en la biblioteca del sernageomin
C_BI_RE_12	Código de la referencia 12 en la biblioteca del sernageomin

Anexo A15: Estructura de la clase de entidad de los depósitos tipo RMM.

Campos	Alias
ID_DEPOSIT	Identificador del depósito
ID_ANTIGUO	identificador antiguo usado en Sja Yacimientos
NOMBRE	Nombre del depósito
ESTADO	Estado de la información del depósito
USUARIO	Usuario que subió la información del depósito
PROYEC_GEO	Proyección de las coordenadas geográficas
PROYEC_UTM	Huso de las coordenadas proyectadas
MET_UBI	Método de ubicación del depósito
LATITUD	Latitud del depósito
LONGITUD	Longitud del depósito
UTM_NORTE	Coordenada proyectada norte
UTM_ESTE	Coordenada proyectada este
COTA	Cota del depósito
DESC_COORD	Descripción de las coordenadas del depósito
REGION	Región donde se ubica el depósito
PROVINCIA	Provincia donde se ubica el depósito
COMUNA	Comuna donde se ubica el depósito
CODIGO_IGM	Código de la carta IGM donde cae el depósito
NOM_CARTA	Nombre de la carta IGM donde cae el depósito
DIST_SECT	Distrito o sector minero donde se ubica el depósito
TIPO_REC	Tipo de recurso del depósito
TAM_DEP	Tamaño del depósito
ACT_DEP	Actividad del depósito
NUM_MINAS	Cantidad de minas del depósito
GEOLO_TERR	Geólogo que observó la característica del depósito en terreno
FECH_TERR	Fecha en la que el geólogo fue a terreno
TIPO_EXPLO	Tipo de explotación del depósito
EST_DEP	Estado de explotación del depósito
ESC_EXPLO	Escala de explotación del depósito
DES_EST_ES	Descripción del estado y escala de la explotación del depósito
ACCESIBILI	Accesibilidad del depósito
DESC_DEP	Descripción del depósito
MOD_DEP	Modelo del depósito
REC_PRIN_1	Recurso principal 1 extraído en el depósito
REC_PRIN_2	Recurso principal 2 extraído en el depósito
REC_PRIN_3	Recurso principal 3 extraído en el depósito
REC_SEC_1	Recurso secundario 1 extraído en el depósito
REC_SEC_2	Recurso secundario 2 extraído en el depósito
REC_SEC_3	Recurso secundario 3 extraído en el depósito
G_REC_RMM	Grupo recurso de los RMM
ANOMALIA_1	Elemento anómalo 1 dentro del yacimiento
ANOMALIA_2	Elemento anómalo 2 dentro del yacimiento

Continúa en la página 203

Continuación Anexo A15

ANOMALIA_3	Elemento anómalo 3 dentro del yacimiento
ANOMALIA_4	Elemento anómalo 4 dentro del yacimiento
ANOMALIA_5	Elemento anómalo 5 dentro del yacimiento
ANOMALIAS	Conjunto de elementos anómalos dentro de depósito
DES_RE_RMM	Descripción de los recursos o los elementos anómalos del depósito
MIN_MEN_1	Mineral de mena 1 del depósito
AB_M_ME_1	Abundancia del mineral de mena 1
MIN_MEN_2	Mineral de mena 2 del depósito
AB_M_ME_2	Abundancia del mineral de mena 2
MIN_MEN_3	Mineral de mena 3 del depósito
AB_M_ME_3	Abundancia del mineral de mena 3
MIN_MEN_4	Mineral de mena 4 del depósito
AB_M_ME_4	Abundancia del mineral de mena 4
MIN_MEN_5	Mineral de mena 5 del depósito
AB_M_ME_5	Abundancia del mineral de mena 5
MIN_MEN_6	Mineral de mena 6 del depósito
AB_M_ME_6	Abundancia del mineral de mena 6
MIN_MEN_7	Mineral de mena 7 del depósito
AB_M_ME_7	Abundancia del mineral de mena 7
MIN_MEN_8	Mineral de mena 8 del depósito
AB_M_ME_8	Abundancia del mineral de mena 8
MIN_MEN_9	Mineral de mena 9 del depósito
AB_M_ME_9	Abundancia del mineral de mena 9
MIN_MEN_10	Mineral de mena 10 del depósito
AB_M_ME_10	Abundancia del mineral de mena 10
MIN_MEN_11	Mineral de mena 11 del depósito
AB_M_ME_11	Abundancia del mineral de mena 11
MIN_MEN_12	Mineral de mena 12 del depósito
AB_M_ME_12	Abundancia del mineral de mena 12
MIN_MEN_13	Mineral de mena 13 del depósito
AB_M_ME_13	Abundancia del mineral de mena 13
MIN_MEN_14	Mineral de mena 14 del depósito
AB_M_ME_14	Abundancia del mineral de mena 14
MIN_MEN_15	Mineral de mena 15 del depósito
AB_M_ME_15	Abundancia del mineral de mena 15
MIN_MEN_16	Mineral de mena 16 del depósito
AB_M_ME_16	Abundancia del mineral de mena 16
MIN_MEN_17	Mineral de mena 17 del depósito
AB_M_ME_17	Abundancia del mineral de mena 17
MIN_MEN_18	Mineral de mena 18 del depósito
AB_M_ME_18	Abundancia del mineral de mena 18
MIN_MEN_19	Mineral de mena 19 del depósito

Continúa en la página 204

Continuación Anexo A15

AB_M_ME_19	Abundancia del mineral de mena 19
MIN_MEN_20	Mineral de mena 20 del depósito
AB_M_ME_20	Abundancia del mineral de mena 20
MIN_MEN_21	Mineral de mena 21 del depósito
AB_M_ME_21	Abundancia del mineral de mena 21
MIN_MEN_22	Mineral de mena 22 del depósito
AB_M_ME_22	Abundancia del mineral de mena 22
MIN_MEN_23	Mineral de mena 23 del depósito
AB_M_ME_23	Abundancia del mineral de mena 23
MIN_MEN_24	Mineral de mena 24 del depósito
AB_M_ME_24	Abundancia del mineral de mena 24
MIN_MEN_25	Mineral de mena 25 del depósito
AB_M_ME_25	Abundancia del mineral de mena 25
MIN_GAN_1	Mineral ganga 1 del depósito
AB_M_GA_1	Abundancia del mineral de ganga 1
MIN_GAN_2	Mineral ganga 2 del depósito
AB_M_GA_2	Abundancia del mineral de ganga 2
MIN_GAN_3	Mineral ganga 3 del depósito
AB_M_GA_3	Abundancia del mineral de ganga 3
MIN_GAN_4	Mineral ganga 4 del depósito
AB_M_GA_4	Abundancia del mineral de ganga 4
MIN_GAN_5	Mineral ganga 5 del depósito
AB_M_GA_5	Abundancia del mineral de ganga 5
MIN_GAN_6	Mineral ganga 6 del depósito
AB_M_GA_6	Abundancia del mineral de ganga 6
MIN_GAN_7	Mineral ganga 7 del depósito
AB_M_GA_7	Abundancia del mineral de ganga 7
MIN_GAN_8	Mineral ganga 8 del depósito
AB_M_GA_8	Abundancia del mineral de ganga 8
MIN_GAN_9	Mineral ganga 9 del depósito
AB_M_GA_9	Abundancia del mineral de ganga 9
MIN_GAN_10	Mineral ganga 10 del depósito
AB_M_GA_10	Abundancia del mineral de ganga 10
MIN_GAN_11	Mineral ganga 11 del depósito
AB_M_GA_11	Abundancia del mineral de ganga 11
MIN_GAN_12	Mineral ganga 12 del depósito
AB_M_GA_12	Abundancia del mineral de ganga 12
MIN_GAN_13	Mineral ganga 13 del depósito
AB_M_GA_13	Abundancia del mineral de ganga 13
MIN_GAN_14	Mineral ganga 14 del depósito
AB_M_GA_14	Abundancia del mineral de ganga 14
MIN_GAN_15	Mineral ganga 15 del depósito
AB_M_GA_15	Abundancia del mineral de ganga 15

Continúa en la página 205

Continuación Anexo A15

MIN_GAN_16	Mineral ganga 16 del depósito
AB_M_GA_16	Abundancia del mineral de ganga 16
MIN_GAN_17	Mineral ganga 17 del depósito
AB_M_GA_17	Abundancia del mineral de ganga 17
MIN_GAN_18	Mineral ganga 18 del depósito
AB_M_GA_18	Abundancia del mineral de ganga 18
MIN_GAN_19	Mineral ganga 19 del depósito
AB_M_GA_19	Abundancia del mineral de ganga 19
MIN_GAN_20	Mineral ganga 20 del depósito
AB_M_GA_20	Abundancia del mineral de ganga 20
MIN_GAN_21	Mineral ganga 21 del depósito
AB_M_GA_21	Abundancia del mineral de ganga 21
MIN_GAN_22	Mineral ganga 22 del depósito
AB_M_GA_22	Abundancia del mineral de ganga 22
MIN_GAN_23	Mineral ganga 23 del depósito
AB_M_GA_23	Abundancia del mineral de ganga 23
MIN_GAN_24	Mineral ganga 24 del depósito
AB_M_GA_24	Abundancia del mineral de ganga 24
MIN_GAN_25	Mineral ganga 25 del depósito
AB_M_GA_25	Abundancia del mineral de ganga 25
DES_MENGAN	Descripción de <u>los mineral</u> de mena o ganga
EST_MIN_1	Estilo de la mineralización 1 del depósito
EST_MIN_2	Estilo de la mineralización 2 del depósito
MIN_ALT_1	Minerales de alteración 1 del depósito
MIN_ALT_2	Minerales de alteración 2 del depósito
MIN_ALT_3	Minerales de alteración 3 del depósito
MIN_ALT_4	Minerales de alteración 4 del depósito
MIN_ALT_5	Minerales de alteración 5 del depósito
MIN_ALT_6	Minerales de alteración 6 del depósito
MIN_ALT_7	Minerales de alteración 7 del depósito
MIN_ALT_8	Minerales de alteración 8 del depósito
MIN_ALT_9	Minerales de alteración 9 del depósito
MIN_ALT_10	Minerales de alteración 10 del depósito
MIN_ALT_11	Minerales de alteración 11 del depósito
MIN_ALT_12	Minerales de alteración 12 del depósito
MIN_ALT_13	Minerales de alteración 13 del depósito
MIN_ALT_14	Minerales de alteración 14 del depósito
MIN_ALT_15	Minerales de alteración 15 del depósito
MIN_ALT_16	Minerales de alteración 16 del depósito
MIN_ALT_17	Minerales de alteración 17 del depósito
MIN_ALT_18	Minerales de alteración 18 del depósito
MIN_ALT_19	Minerales de alteración 19 del depósito
MIN_ALT_20	Minerales de alteración 20 del depósito

Continúa en la página 206

Continuación Anexo A15

MIN_ALT_21	Minerales de alteración 21 del depósito
MIN_ALT_22	Minerales de alteración 22 del depósito
MIN_ALT_23	Minerales de alteración 23 del depósito
MIN_ALT_24	Minerales de alteración 24 del depósito
MIN_ALT_25	Minerales de alteración 25 del depósito
TIP_ALT_1	Tipo de alteración 1 del depósito
INT_ALT_1	Intensidad de alteración 1 del depósito
TIP_ALT_2	Tipo de alteración 2 del depósito
INT_ALT_2	Intensidad de alteración 2 del depósito
TIP_ALT_3	Tipo de alteración 3 del depósito
INT_ALT_3	Intensidad de alteración 3 del depósito
TIP_ALT_4	Tipo de alteración 4 del depósito
INT_ALT_4	Intensidad de alteración 4 del depósito
TIP_ALT_5	Tipo de alteración 5 del depósito
INT_ALT_5	Intensidad de alteración 5 del depósito
TIP_ALT_6	Tipo de alteración 6 del depósito
INT_ALT_6	Intensidad de alteración 6 del depósito
TIP_ALT_7	Tipo de alteración 7 del depósito
INT_ALT_7	Intensidad de alteración 7 del depósito
TIP_ALT_8	Tipo de alteración 8 del depósito
INT_ALT_8	Intensidad de alteración 8 del depósito
ZONA_1	Zona 1 del perfil de enriquecimiento secundario
PROF_ZON_1	Profundidad de la zona 1 del perfil de enriquecimiento secundario
ZONA_2	Zona 2 del perfil de enriquecimiento secundario
PROF_ZON_2	Profundidad de la zona 2 del perfil de enriquecimiento secundario
ZONA_3	Zona 3 del perfil de enriquecimiento secundario
PROF_ZON_3	Profundidad de la zona 3 del perfil de enriquecimiento secundario
ZONA_4	Zona 4 del perfil de enriquecimiento secundario
PROF_ZON_4	Profundidad de la zona 4 del perfil de enriquecimiento secundario
ZONA_5	Zona 5 del perfil de enriquecimiento secundario
PROF_ZON_5	Profundidad de la zona 5 del perfil de enriquecimiento secundario
ZONA_6	Zona 6 del perfil de enriquecimiento secundario
PROF_ZON_6	Profundidad de la zona 6 del perfil de enriquecimiento secundario
NOM_UMM_1	Nombre de la unidad metalogénica mineralizadora 1 con la que se relaciona el depósito
COD_UMM_1	Código de la unidad metalogénica mineralizadora 1 con la que se relaciona el depósito

Continúa en la página 207

Continuación Anexo A15

D_AM_UMM_1	Descripción del ambiente de la unidad metalogénica mineralizadora 1 con la que se relaciona el depósito
NOM_UMM_2	Nombre de la unidad metalogénica mineralizadora 2 con la que se relaciona el depósito
COD_UMM_2	Código de la unidad metalogénica mineralizadora 2 con la que se relaciona el depósito
D_AM_UMM_2	Descripción del ambiente de la unidad metalogénica mineralizadora 2 con la que se relaciona el depósito
NOM_UMM_3	Nombre de la unidad metalogénica mineralizadora 3 con la que se relaciona el depósito
COD_UMM_3	Código de la unidad metalogénica mineralizadora 3 con la que se relaciona el depósito
D_AM_UMM_3	Descripción del ambiente de la unidad metalogénica mineralizadora 3 con la que se relaciona el depósito
NOM_UMM_4	Nombre de la unidad metalogénica mineralizadora 4 con la que se relaciona el depósito
COD_UMM_4	Código de la unidad metalogénica mineralizadora 4 con la que se relaciona el depósito
D_AM_UMM_4	Descripción del ambiente de la unidad metalogénica mineralizadora 4 con la que se relaciona el depósito
NOM_UMM_5	Nombre de la unidad metalogénica mineralizadora 5 con la que se relaciona el depósito
COD_UMM_5	Código de la unidad metalogénica mineralizadora 5 con la que se relaciona el depósito
D_AM_UMM_5	Descripción del ambiente de la unidad metalogénica mineralizadora 5 con la que se relaciona el depósito
NOM_UMM_6	Nombre de la unidad metalogénica mineralizadora 6 con la que se relaciona el depósito
COD_UMM_6	Código de la unidad metalogénica mineralizadora 6 con la que se relaciona el depósito
D_AM_UMM_6	Descripción del ambiente de la unidad metalogénica mineralizadora 6 con la que se relaciona el depósito
LITO_1	Litología 1 del depósito
TEX_LITO_1	Textura de la litología 1
R_M_LITO_1	Relación de la litología 1 con la mineralización
E_MA_LIT_1	Era máxima de la litología 1
S_MA_LIT_1	Sistema máximo de la litología 1
SE_MA_LI_1	Serie máxima de la litología 1
E_MI_LIT_1	Era mínima de la litología 1
S_MI_LIT_1	Sistema mínimo de la litología 1
SE_MI_LI_1	Serie mínima de la litología 1
DES_LITO_1	Descripción litología 1
LITO_2	Litología 2 del depósito
TEX_LITO_2	Textura de la litología 2
R_M_LITO_2	Relación de la litología 2 con la mineralización
E_MA_LIT_2	Era máxima de la litología 2

Continúa en la página 208

Continuación Anexo A15

S_MA_LIT_2	Sistema máximo de la litología 2
SE_MA_LI_2	Serie máxima de la litología 2
E_MI_LIT_2	Era mínima de la litología 2
S_MI_LIT_2	Sistema mínimo de la litología 2
SE_MI_LI_2	Serie mínima de la litología 2
DES_LITO_2	Descripción litología 2
LITO_3	Litología 3 del depósito
TEX_LITO_3	Textura de la litología 3
R_M_LITO_3	Relación de la litología 3 con la mineralización
E_MA_LIT_3	Era máxima de la litología 3
S_MA_LIT_3	Sistema máximo de la litología 3
SE_MA_LI_3	Serie máxima de la litología 3
E_MI_LIT_3	Era mínima de la litología 3
S_MI_LIT_3	Sistema mínimo de la litología 3
SE_MI_LI_3	Serie mínima de la litología 3
DES_LITO_3	Descripción litología 3
E_M_AL_MAX	Era máxima en la que se formó la mineralización o alteración
S_M_AL_MAX	<u>Sistema máxima</u> en la que se formó la mineralización o alteración
SE_M_AL_MX	Serie máxima en la que se formó la mineralización o alteración
E_M_AL_MIN	Era mínima en la que se formó la mineralización o alteración
S_M_AL_MIN	<u>Sistema mínima</u> en la que se formó la mineralización o alteración
SE_M_AL_MN	Serie mínima en la que se formó la mineralización o alteración
EDAD_RAD_1	Edad radiométrica 1 de la mineralización o alteración
MET_DAT_1	Método usado para obtener la edad radiométrica 1
MAT_DAT_1	Material datado para obtener la edad radiométrica 1
EDAD_RAD_2	Edad radiométrica 2 de la mineralización o alteración
MET_DAT_2	Método usado para obtener la edad radiométrica 2
MAT_DAT_2	Material datado para obtener la edad radiométrica 2
EDAD_RAD_3	Edad radiométrica 3 de la mineralización o alteración
MET_DAT_3	Método usado para obtener la edad radiométrica 3
MAT_DAT_3	Material datado para obtener la edad radiométrica 3
D_GENE_EMA	Descripción acerca de las edades de mineralización o alteración
AMB_FORM	Ambiente geológico local de formación del depósito
AMB_GEO	Ambiente geotectónico en el que se formó el depósito
CAMP_ESF	Campo de esfuerzo del ambiente geotectónico en el que se formó el depósito
FORMA_1	Forma 1 observable en el depósito
CORR_MIN_1	Corrida mínima de la forma 1
CORR_MAX_1	Corrida máxima de la forma 1
POT_MIN_1	Potencia mínima de la forma 1
POT_MAX_1	Potencia máxima de la forma 1

Continúa en la página 209

Continuación Anexo A15

PROF_MIN_1	Profundidad mínima de la forma 1
PROF_MAX_1	Profundidad máxima de la forma 1
S_ALT_HI_1	Superficie de alteración hidrotermal en km cuadrados
RUMBO_1	Rumbo de la forma 1
MANTEO_1	Manteo de la forma 1
FORMA_2	Forma 2 observable en el depósito
CORR_MIN_2	Corrida mínima de la forma 2
CORR_MAX_2	Corrida máxima de la forma 2
POT_MIN_2	Potencia mínima de la forma 2
POT_MAX_2	Potencia máxima de la forma 2
PROF_MIN_2	Profundidad mínima de la forma 2
PROF_MAX_2	Profundidad máxima de la forma 2
S_ALT_HI_2	Superficie de alteración hidrotermal en km cuadrados
RUMBO_2	Rumbo de la forma 2
MANTEO_2	Manteo de la forma 2
FORMA_3	Forma 3 observable en el depósito
CORR_MIN_3	Corrida mínima de la forma 3
CORR_MAX_3	Corrida máxima de la forma 3
POT_MIN_3	Potencia mínima de la forma 3
POT_MAX_3	Potencia máxima de la forma 3
PROF_MIN_3	Profundidad mínima de la forma 3
PROF_MAX_3	Profundidad máxima de la forma 3
S_ALT_HI_3	Superficie de alteración hidrotermal en km cuadrados
RUMBO_3	Rumbo de la forma 3
MANTEO_3	Manteo de la forma 3
FORMA_4	Forma 4 observable en el depósito
CORR_MIN_4	Corrida mínima de la forma 4
CORR_MAX_4	Corrida máxima de la forma 4
POT_MIN_4	Potencia mínima de la forma 4
POT_MAX_4	Potencia máxima de la forma 4
PROF_MIN_4	Profundidad mínima de la forma 4
PROF_MAX_4	Profundidad máxima de la forma 4
S_ALT_HI_4	Superficie de alteración hidrotermal en km cuadrados
RUMBO_4	Rumbo de la forma 4
MANTEO_4	Manteo de la forma 4
DES_FORM	Descripción de las formas
ESTRUC_1	Estructura 1 dentro del depósito
RE_MI_ES_1	Relación de la estructura 1 con la mineralización del depósito
RUM_EST_1	Rumbo de la estructura 1
MAN_EST_1	Manteo de la estructura 1
DES_EST_1	Descripción de la estructura 1
ESTRUC_2	Estructura 2 dentro del depósito
RE_MI_ES_2	Relación de la estructura 2 con la mineralización del depósito

Continúa en la página 210

Continuación del Anexo A15

RUM_EST_2	Rumbo de la estructura 2
MAN_EST_2	Manteo de la estructura 2
DES_EST_2	Descripción de la estructura 2
ESTRUC_3	Estructura 3 dentro del depósito
RE_MI_ES_3	Relación de la estructura 3 con la mineralización del depósito
RUM_EST_3	Rumbo de la estructura 3
MAN_EST_3	Manteo de la estructura 3
DES_EST_3	Descripción de la estructura 3
DES_GEN_ES	Descripción general de las estructuras
PROD_ANUAL	Producción anual del depósito
LEY	Ley del depósito
DES_PROD	Descripción de la producción del depósito
T_R_MIN_1	Tipo de recurso minero 1
CU_R_MIN_1	Cuantificación del recurso minero 1
L_R_MIN_1	Ley del recurso minero 1
F_R_MIN_1	Fecha en la que se definió el recurso minero 1
T_R_MIN_2	Tipo de recurso minero 2
CU_R_MIN_2	Cuantificación del recurso minero 2
L_R_MIN_2	Ley del recurso minero 2
F_R_MIN_2	Fecha en la que se definió el recurso minero 2
T_R_MIN_3	Tipo de recurso minero 3
CU_R_MIN_3	Cuantificación del recurso minero 3
L_R_MIN_3	Ley del recurso minero 3
F_R_MIN_3	Fecha en la que se definió el recurso minero 3
DES_RECUR	Descripción del recurso minero
TIP_RES_1	Tipo de reserva 1 del depósito
CUAN_RES_1	Cuantificación de la reserva 1 del depósito
LEY_RES_1	Ley de reserva 1 del depósito
FECH_RES_1	Fecha en la que se definió la reserva 1
TIP_RES_2	Tipo de reserva 2 del depósito
CUAN_RES_2	Cuantificación de la reserva 2 del depósito
LEY_RES_2	Ley de reserva 2 del depósito
FECH_RES_2	Fecha en la que se definió la reserva 2
DES_RES	Descripción de la/s reserva del depósito
COD_MU_1	Código muestra 1
T_AN_MU_1	Tipo análisis muestra 1
R_AN_MU_1	Resultado análisis muestra 1
COD_MU_2	Código muestra 2
T_AN_MU_2	Tipo análisis muestra 2
R_AN_MU_2	Resultado análisis muestra 2
COD_MU_3	Código muestra 3
T_AN_MU_3	Tipo análisis muestra 3
R_AN_MU_3	Resultado análisis muestra 3

Continúa en la página 211

Continuación Anexo A15

COD_MU_4	Código muestra 4
T_AN_MU_4	Tipo análisis muestra 4
R_AN_MU_4	Resultado análisis muestra 4
COD_MU_5	Código muestra 5
T_AN_MU_5	Tipo análisis muestra 5
R_AN_MU_5	Resultado análisis muestra 5
COD_MU_6	Código muestra 6
T_AN_MU_6	Tipo análisis muestra 6
R_AN_MU_6	Resultado análisis muestra 6
COD_MU_7	Código muestra 7
T_AN_MU_7	Tipo análisis muestra 7
R_AN_MU_7	Resultado análisis muestra 7
COD_MU_8	Código muestra 8
T_AN_MU_8	Tipo análisis muestra 8
R_AN_MU_8	Resultado análisis muestra 8
COD_MU_9	Código muestra 9
T_AN_MU_9	Tipo análisis muestra 9
R_AN_MU_9	Resultado análisis muestra 9
COD_MU_10	Código muestra 10
T_AN_MU_10	Tipo análisis muestra 10
R_AN_MU_10	Resultado análisis muestra 10
COD_MU_11	Código muestra 11
T_AN_MU_11	Tipo análisis muestra 11
R_AN_MU_11	Resultado análisis muestra 11
COD_MU_12	Código muestra 12
T_AN_MU_12	Tipo análisis muestra 12
R_AN_MU_12	Resultado análisis muestra 12
COD_MU_13	Código muestra 13
T_AN_MU_13	Tipo análisis muestra 13
R_AN_MU_13	Resultado análisis muestra 13
COD_MU_14	Código muestra 14
T_AN_MU_14	Tipo análisis muestra 14
R_AN_MU_14	Resultado análisis muestra 14
COD_MU_15	Código muestra 15
T_AN_MU_15	Tipo análisis muestra 15
R_AN_MU_15	Resultado análisis muestra 15
COD_MU_16	Código muestra 16
T_AN_MU_16	Tipo análisis muestra 16
R_AN_MU_16	Resultado análisis muestra 16
COD_MU_17	Código muestra 17
T_AN_MU_17	Tipo análisis muestra 17
R_AN_MU_17	Resultado análisis muestra 17
COD_MU_18	Código muestra 18

Continúa en la página 212

Continuación Anexo A15

T_AN_MU_18	Tipo análisis muestra 18
R_AN_MU_18	Resultado análisis muestra 18
COD_MU_19	Código muestra 19
T_AN_MU_19	Tipo análisis muestra 19
R_AN_MU_19	Resultado análisis muestra 19
COD_MU_20	Código muestra 20
T_AN_MU_20	Tipo análisis muestra 20
R_AN_MU_20	Resultado análisis muestra 20
REF_1	Referencia 1 de la información del depósito
REF_2	Referencia 2 de la información del depósito
REF_3	Referencia 3 de la información del depósito
REF_4	Referencia 4 de la información del depósito
REF_5	Referencia 5 de la información del depósito
REF_6	Referencia 6 de la información del depósito
REF_7	Referencia 7 de la información del depósito
REF_8	Referencia 8 de la información del depósito
REF_9	Referencia 9 de la información del depósito
REF_10	Referencia 10 de la información del depósito
REF_11	Referencia 11 de la información del depósito
REF_12	Referencia 12 de la información del depósito
C_BI_RE_1	Código de la referencia 1 en la biblioteca del sernageomin
C_BI_RE_2	Código de la referencia 2 en la biblioteca del sernageomin
C_BI_RE_3	Código de la referencia 3 en la biblioteca del sernageomin
C_BI_RE_4	Código de la referencia 4 en la biblioteca del sernageomin
C_BI_RE_5	Código de la referencia 5 en la biblioteca del sernageomin
C_BI_RE_6	Código de la referencia 6 en la biblioteca del sernageomin
C_BI_RE_7	Código de la referencia 7 en la biblioteca del sernageomin
C_BI_RE_8	Código de la referencia 8 en la biblioteca del sernageomin
C_BI_RE_9	Código de la referencia 9 en la biblioteca del sernageomin
C_BI_RE_10	Código de la referencia 10 en la biblioteca del sernageomin
C_BI_RE_11	Código de la referencia 11 en la biblioteca del sernageomin
C_BI_RE_12	Código de la referencia 12 en la biblioteca del sernageomin

Anexo B: Resultados

Anexo B1: Estructura formulario clase de entidad depósitos RMM

Campo	Aplica regla de cálculo automático	Aplica regla de nulidad
Identificador del depósito		X
Nombre del depósito		
Estado de la información del depósito		
Sistema de coordenadas	X	
Huso de coordenadas		X
Método de ubicación del depósito		
Latitud del depósito	X	
Longitud del depósito	X	
Coordenada proyectada norte		X
Coordenada proyectada este		X
Cota del depósito	X	
Descripción de las coordenadas del depósito		
Región	X	
Provincia	X	
Comuna	X	
Nombre Carta Instituto Geográfico Militar	X	
Código Carta Instituto Geográfico Militar	X	
Distrito o sector minero donde se ubica el depósito		
Tipo de recurso del depósito	X	
Tamaño del depósito		
Actividad del depósito		
Cantidad de minas del depósito		
Geólogo que observó las características del depósito en terreno		
Fecha en la que el geólogo fue a terreno		
Tipo de explotación del depósito		
Estado de la explotación del depósito		
Escala de la explotación en el depósito		
Descripción del estado y la escala de explotación del depósito		
Accesibilidad del depósito		
Descripción del depósito		
Modelo del depósito		
Recurso principal 1		X
Recurso principal 2		
Recurso principal 3		
Recurso secundario 1		
Recurso secundario 2		
Recurso secundario 3		
Grupo de recursos	X	
Mineral de mena 1		
Abundancia mineral mena 1		

Continúa en página 214

Continuación Anexo B1

Mineral de mena 2		
Abundancia mineral mena 2		
Mineral de mena 2		
Abundancia mineral mena 2		
Mineral de ganga 1		
Abundancia mineral ganga 1		
Mineral de ganga 2		
Abundancia mineral de ganga 2		
Mineral de ganga 3		
Abundancia mineral de ganga 3		
Descripción de los minerales de mena o ganga		
Estilo de mineralización 1		
Estilo de mineralización 2		
Mineral de alteración 1		
Mineral de alteración 2		
Mineral de alteración 3		
Tipo de alteración 1		
Intensidad de la alteración 1		
Tipo de alteración 2		
Intensidad de la alteración 2		
Zona 1 del perfil de enriquecimiento secundario		
Profundidad zona 1		
Zona 2 del perfil de enriquecimiento secundario		
Profundidad zona 2		
Zona 3 del perfil de enriquecimiento secundario		
Profundidad zona 3		
Zona 4 del perfil de enriquecimiento secundario		
Profundidad zona 4		
Zona 5 del perfil de enriquecimiento secundario		
Profundidad zona 5		
Zona 6 del perfil de enriquecimiento secundario		
Profundidad zona 6		
Nombre Unidad metalogénica 1		
Código Unidad metalogénica 1		
Descripción ambiente Unidad metalogénica 1		
Nombre Unidad metalogénica 2		
Código Unidad metalogénica 2		
Descripción ambiente Unidad metalogénica 2		

Continúa en página 215

Continuación Anexo B1

Litología 1		
Textura litología 1		
Relación de la litología 1 con la mineralización		
Descripción litología 1		
Litología 2		
Textura litología 2		
Relación de la litología 2 con la mineralización		
Descripción litología 2		
Ambiente geológico local		
Ambiente geotectónico		
Forma 1 del depósito		
Corrida mínima Forma 1		
Corrida máxima Forma 1		
Potencia mínima Forma 1		
Potencia máxima Forma 1		
Profundidad mínima Forma 1		
Profundidad máxima Forma 1		
Superficie de alteración hidrotermal		
Rumbo de la Forma 1		
Manteo Forma 1		
Forma 2 del depósito		
Corrida mínima Forma 2		
Corrida máxima Forma 2		
Potencia mínima Forma 2		
Potencia máxima Forma 2		
Profundidad mínima Forma 2		
Profundidad máxima Forma 2		
Superficie de alteración hidrotermal		
Rumbo de la Forma 2		
Manteo Forma 2		
Descripción de las formas del depósito		
Estructura 1 del depósito		
Relación de la estructura 1 con la mineralización		
Rumbo estructura 1		
Manteo estructura 1		
Descripción de la estructura 1		
Estructura 2 del depósito		
Relación de la estructura 2 con la mineralización		
Rumbo estructura 2		
Manteo estructura 2		
Descripción de la estructura 2		

Continúa en página 216

Continúa Anexo B1

Descripción de la producción en el depósito		
Código muestra 1		
Tipo análisis muestra 1		
Código muestra 2		
Tipo análisis muestra 2		
Código muestra 3		
Tipo análisis muestra 3		
Código muestra 4		
Tipo análisis muestra 4		
Código muestra 5		
Tipo análisis muestra 5		
Código muestra 6		
Tipo análisis muestra 6		
Código muestra 7		
Tipo análisis muestra 7		
Código muestra 8		
Tipo análisis muestra 8		
Código muestra 9		
Tipo análisis muestra 9		
Código muestra 11		
Tipo análisis muestra 12		
Código muestra 13		
Tipo análisis muestra 13		
Código muestra 14		
Tipo análisis muestra 14		
Código muestra 15		
Tipo análisis muestra 15		
Código muestra 16		
Tipo análisis muestra 16		
Código muestra 17		
Tipo análisis muestra 17		
Código muestra 18		
Tipo análisis muestra 18		
Código muestra 19		
Tipo análisis muestra 19		
Código muestra 20		
Tipo análisis muestra 20		

Anexo B2: Estructura formulario clase de entidad depósitos RMI

Campo	Aplica regla de cálculo automático	Aplica regla de nulidad
Identificador del depósito		X
Nombre del depósito		
Estado de la información del depósito		
Sistema de coordenadas	X	
Huso de coordenadas		X
Método de ubicación del depósito		
Latitud del depósito	X	
Longitud del depósito	X	
Coordenada proyectada norte		X
Coordenada proyectada este		X
Cota del depósito	X	
Descripción de las coordenadas del depósito		
Región	X	
Provincia	X	
Comuna	X	
Nombre Carta Instituto Geográfico Militar	X	
Código Carta Instituto Geográfico Militar	X	
Distrito o sector minero donde se ubica el depósito		
Tipo de recurso del depósito	X	
Tamaño del depósito		
Actividad del depósito		
Cantidad de minas del depósito		
Geólogo que observó las características del depósito en terreno		
Fecha en la que el geólogo fue a terreno		
Tipo de explotación del depósito		
Estado de la explotación del depósito		
Escala de la explotación en el depósito		
Descripción del estado y la escala de explotación del depósito		
Accesibilidad del depósito		
Descripción del depósito		
Grupo Recurso 1		X
Grupo Recurso 2		
Grupo Recurso 3		
Conjunto de Grupos de Recurso	X	
Recurso Principal 1		X
Característica relevante recurso 1		
Recurso Principal 2		
Característica relevante recurso 2		
Recurso Principal 3		
Característica relevante recurso 3		

Continúa en la página 218

Continuación Anexo B2

Descripción de los recursos o grupos de recurso		
Míneral de alteración 1		
Míneral de alteración 2		
Míneral de alteración 3		
Tipo de alteración 1		
Intensidad de la alteración 1		
Zona 1 del perfil de enriquecimiento secundario		
Profundidad zona 1		
Zona 2 del perfil de enriquecimiento secundario		
Profundidad zona 2		
Zona 3 del perfil de enriquecimiento secundario		
Profundidad zona 3		
Zona 4 del perfil de enriquecimiento secundario		
Profundidad zona 4		
Zona 5 del perfil de enriquecimiento secundario		
Profundidad zona 5		
Zona 6 del perfil de enriquecimiento secundario		
Profundidad zona 6		
Litología 1		
Textura litología 1		
Relación de la litología 1 con la mineralización		
Descripción litología 1		
Litología 2		
Textura litología 2		
Relación de la litología 2 con la mineralización		
Descripción litología 2		
Ambiente geológico local		
Ambiente geotectónico		
Forma 1 del depósito		
Corrida mínima Forma 1		
Corrida máxima Forma 1		
Potencia mínima Forma 1		
Potencia máxima Forma 1		
Profundidad mínima Forma 1		
Profundidad máxima Forma 1		
Superficie de alteración hidrotermal		

Continúa en la página 219

Continuación Anexo B2

Rumbo de la Forma 1		
Manteo Forma 1		
Forma 2 del depósito		
Corrida mínima Forma 2		
Corrida máxima Forma 2		
Potencia mínima Forma 2		
Potencia máxima Forma 2		
Profundidad mínima Forma 2		
Profundidad máxima Forma 2		
Superficie de alteración hidrotermal		
Rumbo de la Forma 2		
Manteo Forma 2		
Descripción de las formas del depósito		
Estructura 1 del depósito		
Relación de la estructura 1 con la mineralización		
Rumbo estructura 1		
Manteo estructura 1		
Descripción de la estructura 1		
Estructura 2 del depósito		
Relación de la estructura 2 con la mineralización		
Rumbo estructura 2		
Manteo estructura 2		
Descripción de la estructura 2		
Descripción de la producción en el depósito		
Código muestra 1		
Tipo análisis muestra 1		
Código muestra 2		
Tipo análisis muestra 2		
Código muestra 3		
Tipo análisis muestra 3		
Código muestra 4		
Tipo análisis muestra 4		
Código muestra 5		
Tipo análisis muestra 5		
Código muestra 6		
Tipo análisis muestra 6		
Código muestra 7		
Tipo análisis muestra 7		
Código muestra 8		
Tipo análisis muestra 8		
Código muestra 9		
Tipo análisis muestra 9		
Código muestra 11		

Continúa en la página 220

Continuación Anexo B2

Tipo análisis muestra 12		
Código muestra 13		
Tipo análisis muestra 13		
Código muestra 14		
Tipo análisis muestra 14		
Código muestra 15		
Tipo análisis muestra 15		
Código muestra 16		
Tipo análisis muestra 16		
Código muestra 17		
Tipo análisis muestra 17		
Código muestra 18		
Tipo análisis muestra 18		
Código muestra 19		
Tipo análisis muestra 19		
Código muestra 20		
Tipo análisis muestra 20		
Código muestra 1		
Tipo análisis muestra 1		
Código muestra 1		
Tipo análisis muestra 1		
Código muestra 1		
Tipo análisis muestra 1		
Código muestra 1		
Tipo análisis muestra 1		