

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALURGICO
DIRECCIÓN DE RECURSOS MINERALES Y ENERGÉTICOS
Programa de Metalogenia

MAPA METALOGENETICO DEL PERÚ
2009

Jorge ACOSTA, Raymond RIVERA, Michael VALENCIA, Humberto
CHIRIF, Dina HUANACUNI, Italo RODRÍGUEZ, Eder VILLARREAL,
Deysi PAICO, Alexander SANTISTEBAN & Angel NEYRA.

jacosta@ingemmet.gob.pe, rrivera@ingemmet.gob.pe, mvalencia@ingemmet.gob.pe,
hchirif@ingemmet.gob.pe, dhuanacuni@ingemmet.gob.pe

Julio, 2009

INTRODUCCIÓN

La versión digital del Mapa metalogenético del Perú 2009 (Figura 1), fue elaborado en ArcGIS 9.1 y consiste en un sistema de información geográfica (SIG) formado por 8 capas:

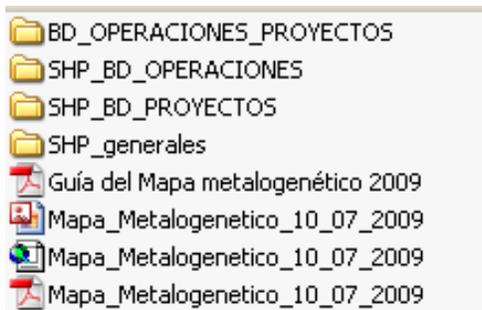
1. Franjas metalogenéticas
2. Sistemas de fallas regionales
3. Estructuras circulares
4. Operaciones con tonelaje fino (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Sn, WO₃)
5. Operaciones con tonelaje igual a cero
6. Proyectos mineros
7. Cuencas hidrográficas de la amazonía
8. Mapa departamental del Perú

El mapa está compuesto por 26 franjas metalogenéticas (Figura 2), 17 sistemas de fallas regionales (Figura 3) y 226 datos de operaciones, proyectos mineros y minas cerradas.

Cualquier observación, corrección o sugerencias que encuentre en los datos, pueden hacerlos llegar a los correos electrónicos que se encuentran en la portada.

MAPA METALOGÉNÉTICO

La base de datos y las capas de información del mapa se encuentran en la carpeta Mapa metalogenético_2009. Esta carpeta contiene 4 subdirectorios y 4 archivos que contienen la información de las 8 capas del SIG y la imagen y guía del mapa.



Para cargar el mapa metalogenético se debe copiar la carpeta “Mapa metalogenético_2009” al directorio de trabajo D:\ y luego debe ejecutar el archivo del entorno del SIG: Mapa_Metalogenetico_10_07_2009.MXD. Si copia la carpeta en otro directorio de trabajo, entonces deberá direccionar cada capa del SIG a esa unidad para que pueda cargar el mapa.

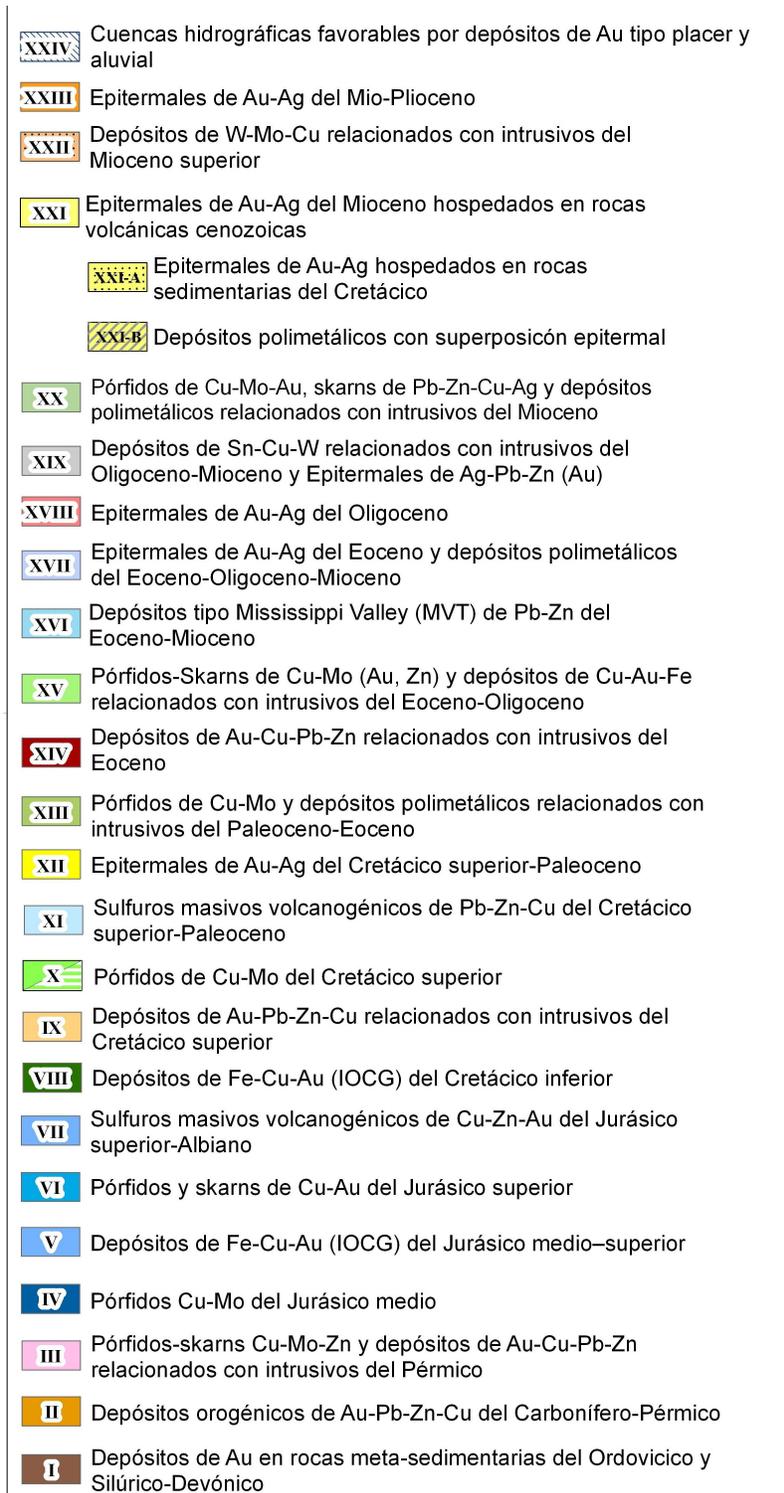


Figura 2: Franjas metalogenéticas

BD_OPERACIONES_PROYECTOS

Este subdirectorío contiene la base original de los 226 datos de operaciones, proyectos y minas cerradas. El archivo tiene extensión XLS y los datos han sido organizados en 22 columnas de la siguiente manera:

No. Columnas	Tipo de información
1	Numeración
1	Calidad
3	Estado del depósito mineral
7	Ubicación
2	Tipo de depósito /Contenido metálico
8	Tonelaje del Contenido metálico

Esta base contiene información de 74 operaciones, 141 proyectos y 11 minas cerradas. La información ha sido validada y actualizada. Fue tomada de anuarios mineros del Ministerio de Energía y Minas (MEM), compañías mineras, revistas especializadas de geología económica, boletines del INGEMMET, prensa especializada del sector minero, etc. recopilada hasta diciembre del 2008. Más del 90% de los datos están validados y son de alta calidad, mientras que la diferencia son datos referenciales de comunicaciones verbales de profesionales del sector minero y notas de prensa.

A continuación, se describe el tipo de información que tienen las columnas de la base de datos:

CALIDAD

Se refiere al grado de veracidad de los datos consignados en cada campo, la cual depende de la fuente de información consultada. La calidad puede ser de 3 tipos:

Calidad Nº 1.- Datos tomados de reportes anuales del Ministerio de Energía y Minas (MEM), boletines de INGEMMET, memorias de compañías mineras, artículos científicos publicados en revistas especializadas y en la comunidad científica (SEG, SGA, etc), tesis de pregrado, MSc y PhD.

Calidad Nº 2.- Notas de prensa especializa del sector minero como: Minería y Petróleo, MinerAndina, Perú Minero, Minas y Petróleo, etc.

Calidad Nº 3.- Comunicación verbal de profesionales del sector minero.

UNIDAD

Se refiere al nombre de la operación minera, proyecto o mina cerrada. En algunos casos, en esta columna se consigna el nombre del Distrito minero, el cual agrupa varias unidades, como es el caso de los Distritos mineros de Orcopampa, Yanacocha, etc.

EMPRESA

Este campo contiene el nombre de la compañía minera (actualizado a diciembre del 2008) que lleva a cabo estudios de exploración o explotación de los recursos que se encuentran dentro de las concesiones.

TIPO

En esta columna se consigna información del estado que se encuentra el depósito mineral:

OPERACIÓN

Mina activa y en desarrollo donde se extrae mineral.

CERRADA, EN CIERRE

Mina cerrada

PROYECTO

Depósito de mineral en un estado avanzado de exploración, donde se ha reconocido sus recursos.

UBICACIÓN

DATUM

El sistema de proyección que presentan los puntos de ubicación de los proyectos y operaciones mineras se encuentran en UTM - WGS 84.

ZONA

Los proyectos y operaciones mineras están ubicados entre las zonas: 17(81^o-78^o), 18(78^o-72^o) ó 19 (72^o-69^o).

TIPO DE DEPÓSITO

El tipo de depósito se ha adaptado a partir de clasificaciones de otros autores ampliamente difundidas: Niggli (1929), Lindgren (1933) y Schneiderhöhn (1941). De esta manera se ha establecido 11 tipos y 50 subtipos de depósitos que se resumen en la siguiente Tabla 1 y Cuadro 1.

Tabla 1: Clasificación de depósitos minerales

CODIGO	TIPO	CODIGO	SUBTIPO
I	Magmático	Ia	Cr tipo alpino
		Ib	Pt en UM
		Ic	Ti-mt-il en UM
		Id	SULs Ni-Cu
		Ie	Carbonatitas
I/II	Transición	I/IIa	Intrusivos c/ mt-PX-ap
		I/IIb	Intrusivos c/ ap-nef
II	Pegmatítico	IIa	Pegmatítico

		IIb	Vetas Sn-W-Mo
		IIc	Reemplazamiento contacto
III	Hidrotermal	IIIa1	Epitermal indiferenciado
		IIIa2	Epitermal alta sulfuración
		IIIa3	Epitermal baja sulfuración
		IIIa4	Epitermal de intermedia sulfuración
		IIIb	Depósitos polimetálicos con superposición epitermal
		IIIc	Skarn
		IIId	IOCG
		IIIe1	Pórfidos Cu-Mo
		IIIe2	Pórfidos Cu-Au
		IIIe3	Pórfidos W-Cu
		IIIe4	Pórfidos Sn-Cu
		IIIf	Orogénicos
		IIIg	Depósitos de Au relacionados con batolitos
IV	Estratoligado Hidrotermal	IVa	Sulfuro masivo volcánogénico de Pb-Zn-Cu, tipo Kuroko
		IVb	Sulfuro masivo volcánogénico de Cu-Zn-Pb-Au
		IVc	Sulfuro masivo volcánogénico, tipo Andino
V	Estratoligados Sedex	V a	Sedex en clásticos
		V b	Sedex en carbonatos
VI	Estratoligados en Sedimentos Clásticos	VIa	Tipo Kupferschiefer
	Estratoligados en Sedimentos Carbonatados	VIb	Tipo Mississippi Valley
	Estratoligados en Sedimentos Moladas	VIc	Tipo Red Bed (Capas Rojas)
VII	Residual	VII	Residual
VIII	Metamórfico	VIII	Metamorfogénico
IX	Depósitos exóticos	IX1	Aluviales
		IX2	Placer
		IX3	Coluviales
		IX4	Morrénicos
		IX5	Intra-kársticos
X	Depósitos Hidrotermales Clasificación Genética Sin	X1	Brechas
		X2	Vetas
		X3	Mantos
		X4	Cuerpo
		X5	Diseminado
		X6	Stockwork
		X7	Gossan
XI	Depósitos de Uranio	XI1	Uranio en granitoides

		XI2	Uranio en rocas volcánicas
		XI3	Uranio en rocas sedimentarias
		XI4	Uranio en rocas metamórficas
		XI5	Uranio en sedimentos

La simbología empleada para el tipo de depósitos fue tomada y modificada del Mapa metalogenético de la región fronteriza entre Argentina, Bolivia, Chile y Perú: 14°S y 28°S (2001), como se muestra en el Cuadro 1.

CONTENIDO METÁLICO

Esta columna tiene información de los principales elementos económicos que tiene el depósito y están ordenados según su importancia.

La simbología y colores empleados se muestran en la Tabla 2.

ESTRUCTURAS

Corresponden a fallas locales y sistemas de fallas regionales (Figura 2) que destacan en el yacimiento. Por ejemplo:

1. Sistema de Fallas Pataz.
2. Sistema de Fallas Cerro de Pasco –Ayacucho.
3. Sistema de Fallas Satipo –Pangoa- San Francisco.
4. Sistema de Fallas Abancay-Andahuaylas-Totos-Licapa.
5. Sistema de Fallas Puyentimari.
6. Sistema de Fallas Tamburco-Patacancha.
7. Sistema de Fallas Urcos-Sicuani-Ayaviri.
8. Sistema de Fallas Cusco-Lagunillas-Mañazo.
9. Sistema de Fallas Abancay-Condoroma-Caylloma.
10. Sistema de Fallas Incapuquio.
11. Sistema de Fallas Cincha- Lluta.
12. Sistema de Fallas Ica-Islay-Ilo.
13. Sistema de Fallas Conchao-Cocachacra.
14. Sistema de Fallas Chonta.
15. Sistema de Fallas Punre- Canchas-Magistral.
16. Sistema de Fallas La Oroya-Huancavelica.
17. Sistema de Fallas Cordillera Blanca.

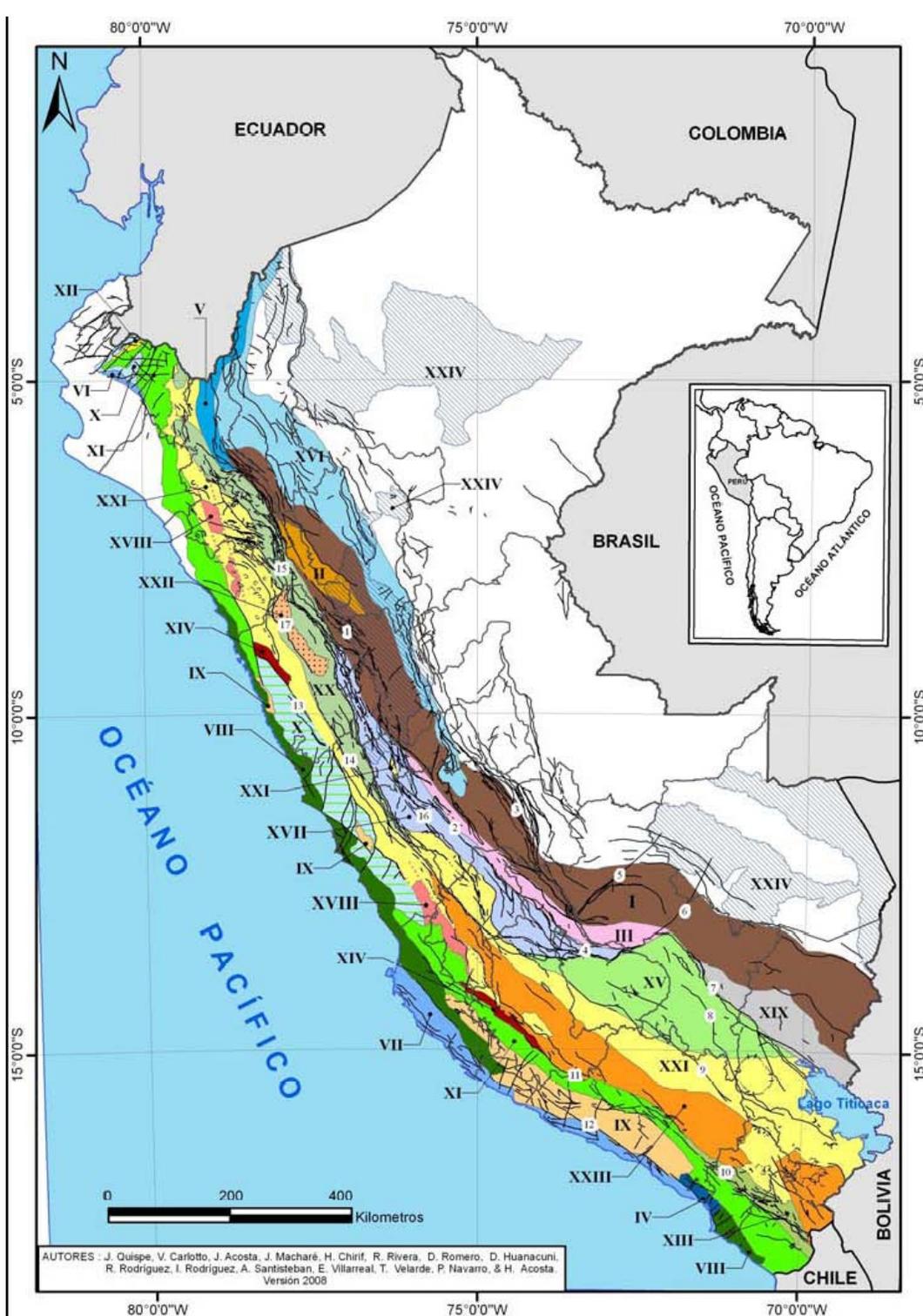


Figura 3. Sistemas de fallas regionales mostradas en números arábigos:1 -17 (Mapa metalogenético 2008: Quispe et al., 2008).

I.-Magmático							
	Sulfuros de Ni-Cu / Cr-Ni-Cu Tipo alpino						
II.-Pegmatíticos							
	Vetas						
III.-Hidrotermal							
	Epitermal indiferenciado						
	Epitermal de alta sulfuración						
	Epitermal de baja sulfuración						
	Epitermal de intermedia sulfuración.						
	Depósitos polimetálicos con superposición epitermal						
	Skarn						
	Depósitos Fe-Cu-Au (IOCG)						
	Pórfido						
	Depósitos Orogénicos						
	Depósitos relacionados con intrusivos						
IV.-Estratoligado Hidrotermal							
	VMS						
V.-Estratoligado Sedex							
	Sedex						
VI.-Estratoligados en sedimentos							
	MVT						
	Tipo Red bed (Capas Rojas)						
VIII.-Metamórfico							
	Metamorfogénico						
IX.- Exóticos							
	Placer		Aluvial				
X.- Depósitos Hidrotermales sin clasificación Genética							
	Manto		Vetas		Cuerpo		Diseminado
XI.- Depósitos de Uranio							
	Uranio						

Cuadro 1: Simbología del tipo de depósitos.

Tabla 2: Asociaciones metálicas y colores

Codigos de colores de los metales	
● Au-Pb-Zn	● Pb-Ag
● Ag-Pb-Zn	● Pb-Zn
● Cu-Au-Fe	● Pb-Cu
● Cu-Mo-Au	● Fe-Zn-Cu
● Cu-Pb-Zn	● Sn-Cu
● Cu-Zn-Ag	● Sb-Ag-Au
● Cu-W-Zn	● Mg
● Cu-Ag-Au	● U
● Zn-Pb-Ag	● Ti
● Zn-Cu-Au	● Zn-Fe

FUENTE

Bibliografía consultada de reportes anuales del Ministerio de Energía y Minas (MEM), boletines de INGEMMET, memorias de compañías mineras, artículos científicos publicados en revistas especializadas y en la comunidad científica (SEG, SGA, etc), tesis de pregrado, MSc y PhD, así como medios digitales.

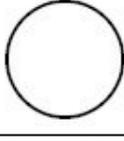
CONTENIDO METÁLICO

Las columnas: tf Au, tf Ag, tf Cu, tf Pb, tf Zn, tf Fe, tf Sn, tf WO₃ tienen datos del contenido metálico total del yacimiento en toneladas finas (tf) y representa el tamaño del depósito:

Tamaño del depósito (tf) = Contenido metálico de reservas + recursos + producción acumulada (desde inicio de operación hasta diciembre de 2008)

Solo se ha calculado el tamaño del depósito (tf) en base al elemento principal de las operaciones y minas cerradas. Las demás celdas (elemento principal y subproductos) de los proyectos mineros, así como de 5 minas artesanales y 4 operaciones están vacías.

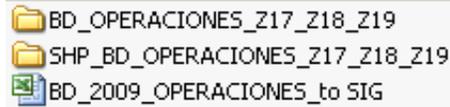
Los depósitos minerales se pueden clasificar según el contenido metálico (tamaño) en: proyecto, depósito pequeño, depósito mediano, depósito grande y depósito muy grande (clasificación tomada del Mapa metalogenético de la región fronteriza entre Argentina, Bolivia, Chile y Perú: 14°S y 28°S. 2001), como se muestra en el Cuadro 2.

TAMAÑO DEL DEPÓSITO MINERAL (TONELADAS)						
						
Elemento	Proyecto	Pequeño	Mediano	Grande	Muy Grande	
Au	----	< 25	25 - 250	250 - 5 000	> 5 000	
Ag	----	< 250	250 - 5 000	5 000 - 10 000	> 10 000	
Cu	----	< 50 000	50 000 - 1 000 000	1 000 000 - 10 000 000	> 10 000 000	
Mo	----	< 2 000	2 000 - 200 000	200 000 - 500 000	> 500 000	
Pb	----	< 50 000	50 000 - 1 000 000	1 000 000 - 5 000 000	> 5 000 000	
Zn	----	< 50 000	50 000 - 1 000 000	1 000 000 - 5 000 000	> 5 000 000	
Fe	----	< 10 ⁷	10 ⁷ - 10 ⁸	10 ⁸ - 10 ⁹	> 10 ⁹	
Sn	----	< 5 000	5 000 - 50 000	50 000 - 500 000	> 500 000	
W	----	< 500	500 - 10 000	10 000 - 50 000	> 50 000	
U	----	< 1 000	1000 - 5 000	5 000 - 50 000	> 50 000	

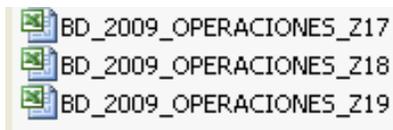
Cuadro 2: Clasificación de los depósitos minerales por su tamaño y tipo de elemento.

SHP_BD_OPERACIONES

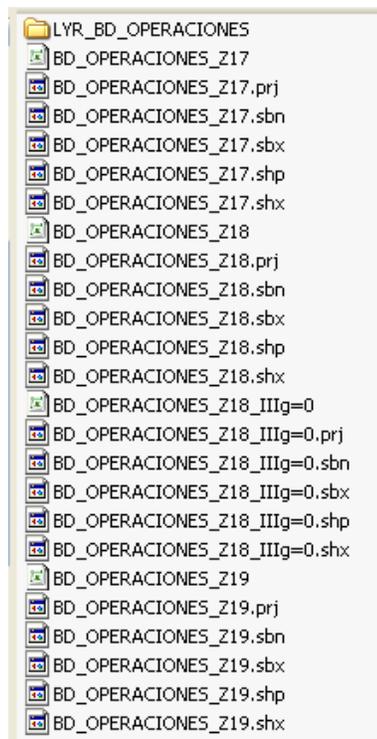
Este subdirectorio los datos de la capa de operaciones del SIG que ha sido dividida, según su ubicación, en tres zonas. Se compone de 2 carpetas y 1 archivo XLS:



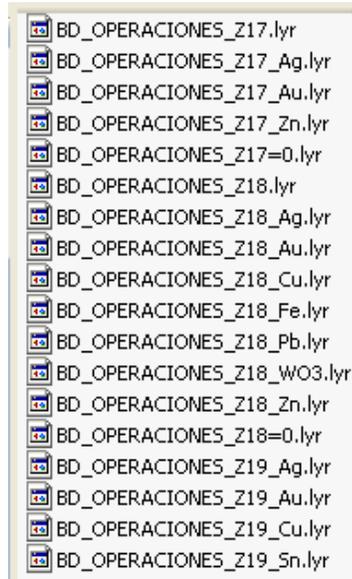
La carpeta BD_OPERACIONES_Z17_Z18_Z19 contiene tres archivos XLS con la base de datos de las operaciones dividida por zonas:



La carpeta SHP_BD_OPERACIONES_Z17_Z18_Z19 contiene el subdirectorio LYR_BD_OPERACIONES y los archivos SHP de las tres zonas de operaciones mineras:



El subdirectorio Lyr_BD_OPERACIONES contiene los archivos para etiquetar las operaciones mineras por tipo de yacimiento, metal y tonelaje:



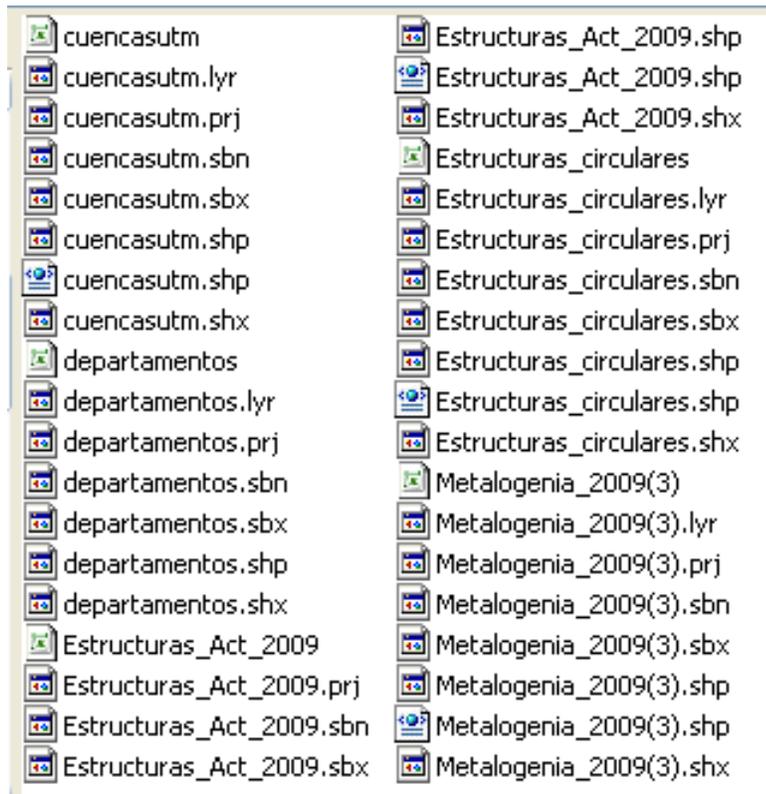
SHP_BD_PROYECTOS

Esta carpeta tiene los archivos SHP de los proyectos mineros divididos por zonas. La carpeta también contiene los archivos LYR para etiqueta los proyectos por tipo de depósito y metal:

-  Proyectos Zona 17
-  Proyectos Zona 18
-  Proyectos Zona 19
-  Proyectos_Zona_17
-  Proyectos_Zona_18
-  Proyectos_Zona_19
-  BD_Proyectos_Z17_08-09.lyr
-  BD_Proyectos_Z18_08-09.lyr
-  BD_Proyectos_Z19_08-09.lyr
-  Proyectos_Zona_17.prj
-  Proyectos_Zona_18.prj
-  Proyectos_Zona_19.prj
-  Proyectos_Zona_17.sbn
-  Proyectos_Zona_18.sbn
-  Proyectos_Zona_19.sbn
-  Proyectos_Zona_17.sbx
-  Proyectos_Zona_18.sbx
-  Proyectos_Zona_19.sbx
-  Proyectos_Zona_17.shp
-  Proyectos_Zona_18.shp
-  Proyectos_Zona_19.shp
-  Proyectos_Zona_17.shx
-  Proyectos_Zona_18.shx
-  Proyectos_Zona_19.shx

SHP_GENERALES

Las demás capas del SIG como las franjas metalogenéticas, los sistemas de fallas regionales, estructuras circulares, cuencas hidrográficas de la amazonía y el mapa departamental del Perú se encuentran en este subdirectorio:



AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial para Jorge Quispe, quien formó parte del Programa de Metalogenia en la Dirección de Recursos Minerales y Energéticos y contribuyó en la elaboración del mapa metalogenético 2009.

REFERENCIAS

Anuarios Mineros del Ministerio Energía y Minas. 1939-2008

LINDGREN, W., 1913. Mineral Deposits, New York: McGraw-Hill.

NIGGLI, P., 1929. Ore Deposits of Magmatic Origin, tr. H. C. Boydell, London: Thomas Murby.

QUISPE, J., CARLOTTO, V., ACOSTA, J., MACHARÉ, J., CHIRIF, H., RIVERA, R., ROMERO, D., HUANACUNI, D. & RODRÍGUEZ, R. 2008. Mapa Metalogenético del Perú 2008. CD Resúmenes del XIV Congreso peruano de Geología. Código C-27

SAMAMÉ, B. 1985. El Perú Minero. Tomo IV(1). 352 pags..

SAMAMÉ, B. 1986. El Perú Minero. Tomo IV(3). 1547 pgs.

SAMAMÉ, B. 1997. El Perú Minero. Tomo VII. 730 pags

SCHNEIDERHÖHN, H., 1941. Lehrbuch der Erzlagertstättenkunde, Jena: Gustav Fischer.

ZAPPETTINI, E., et al. 2001. Mapa metalogenético de la región fronteriza entre Argentina, Bolivia, Chile y Perú: 14°S y 28°S. SERNAGEOMIN – CHILE. Publicación Geológica Multinacional No 2. 222 pags.