

REPÚBLICA DEL PERÚ
SECTOR DE ENERGÍA Y MINAS

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

PLAN DE TRABAJO 2,000 – 2,005

- *Actualización de la Carta Geologica*
- *Inventario Regional de Recursos Minerales en el Perú*



INGEMMET

DIRECCIÓN GENERAL DE GEOLOGÍA

ENERO 1999

LIMA - PERÚ

REPÚBLICA DEL PERÚ
SECTOR DE ENERGÍA Y MINAS

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

PLAN DE TRABAJO 2,000 – 2,005

- *Actualización de la Carta Geologica*
- *Inventario Regional de Recursos Minerales en el Perú*



INGEMMET

DIRECCIÓN GENERAL DE GEOLOGÍA

ENERO 1999

LIMA - PERÚ

CARTA GEOLÓGICA NACIONAL

PLAN DE ACTUALIZACIÓN

(2000 - 2005)

FUNDAMENTACIÓN

OBJETIVOS

PLAN A DESARROLLAR

ESTRUCTURA DEL ESTUDIO

ÁMBITO DEL ESTUDIO

ESTRATEGÍAS DE EJECUCIÓN

METODOLOGÍA

CARTA GEOLOGICA NACIONAL

PLAN DE ACTUALIZACION (2000 - 2005)

FUNDAMENTACIÓN

El conocimiento geológico del territorio peruano, logrado en base a la 1ra. edición de la **CARTA GEOLOGICA NACIONAL** a escala 1:100,000 ha permitido tener una visión general de la composición, estructura e historia geológica del país.

Este conocimiento nos permite ahora darle diversos usos a los mapas geológicos que conforman este importante documento de infraestructura básica acorde con las necesidades del desarrollo social económico de las diferentes regiones del país. Sin embargo en áreas con evidente importancia en la búsqueda de Recursos Minerales, se requiere contar con una información a mayor detalle y sobre todo actualizada en lo concerniente a la petrografía, petrogénesis, dataciones, eventos, evolución tectónica, magmatismo y procesos metamórficos asociados.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que los primeros mapas de la **CARTA GEOLOGICA** tienen una antigüedad del orden entre 30 y 38 años, y dado el avance de la tecnología, ahora se cuenta con herramientas modernas que permiten los estudios con mejor precisión, lo que conlleva a tener que actualizar dichos mapas.

Teniendo en cuenta este requerimiento y a su vez la amplitud del territorio peruano, se hace necesario efectuar esta actualización en áreas selectivas, priorizando áreas de interés para el desarrollo nacional.

Acorde con la política del sector Energía y Minas, es necesario que esta priorización se oriente a las regiones que tengan un mayor potencial minero.

OBJETIVOS

- Promover la inversión privada para la exploración minera de nuevas áreas
- Obtener un conocimiento más detallado de la geología del país
- Contar con mapas que faciliten su uso en forma eficiente en las distintas aplicaciones, que les den los agentes socio-económicos en el País

PLAN A DESARROLLAR

Teniendo en cuenta que paralelo a la actualización de la **CARTA GEOLOGICA** se iniciará el **INVENTARIO DE RECURSOS MINERALES**, se requiere que dichos trabajos se ejecuten en forma simultánea pero independiente, toda vez que el conocimiento geológico actualizado servirá de base para un mejor resultado del Inventario de Recursos Mineros.

Por lo expuesto, se propone desarrollar dicho plan en forma sistemática por **REGIONES**, , pero en áreas selectivas, empezando por los Departamentos del Sur del Perú, donde los planos de la Carta Geológica datan de la década del 60

ESTRUCTURA DEL ESTUDIO

- El Plan de Actualización de la Carta Geológica consistirá en lo siguiente:
 - a) Cartografiado geológico a escala 1:50,000
 - b) Revisión de la Estratigrafía
 - c) Dataciones Radiométricas de las rocas volcánicas e intrusivas
 - d) Revisión de las estructuras y por consiguiente, el tectonismo regional

- La publicación de las hojas actualizadas se presentará en mapas que tengan leyenda explicada (descripción geológica general), por lo tanto, no se considera la edición de nuevos boletines

AMBITO DEL ESTUDIO

El Plan de Actualización de la Carta Geológica propuesto por Regiones y Departamentos, comprendería un plazo de 6 años: 2000 - 2005, de acuerdo a las siguientes metas:

REGION SUR, AÑOS: 2000 - 2001

- Departamentos: Tacna - Moquegua - Puno
Cuadrángulos: Puquina (34t), Omate (34u), Huaitire (34v), MazoCruz (34x), Moquegua (35u), Tarata (35v), Maure (35x), Pachia (36v), Palca (36x), Ichuña (33u)
- Departamentos: Arequipa - Apurímac - Cuzco
Cuadrángulos: Arequipa (33s), Characato (33t), Andahuaylas (28p), Abancay (28q), Cotabambas (28r), Cuzco (28s), Livitaca (29s), Sto. Tomás (29r), Atabamba (29q), Chalhuanca (29p), Chulca (30q), Cayarani (30r)

REGION CENTRO, AÑOS: 2002 - 2003

- Departamentos: Ayacucho - Ica - Huancavelica
Cuadrángulos: Nazca (30n), Acari (31n), Stgo. de Chocorvos (28m), Paras (28n), Tantarà (27t), Castrovirreyña (27m), Pampas (25n), Chaviña (30o), Huancavelica (26n), Córdova (29m), Conaica (26m)
- Departamentos: Lima - Pasco - Junin - Huánuco
Cuadrángulos: Oyón (22j), Canta (23j), Tupe (26l), Andamarca (24n), Yanahuanca (21j), Cerro de Pasco (22k), Matucana (24k)

REGION NORTE, AÑOS: 2004 - 2005

- Departamentos: Ancash - La Libertad - Lambayeque
Cuadrángulos: Carhuaz (19h), Huaraz (20h), Pataz (16h), Cajabamba (16g), Otuzco (16f), Stgo. de Chuco (17g), Pallasca (17h), Tayabamba (17i), Corongo (18h)

- Departamentos: Piura - Cajamarca - Amazonas
Cuadrángulos: Bolívar (15h), Chota (14f), Celendín (14g), Incahuasi (13e), Cutervo (13f), Olmo (12d), Pomaruca (12e), Morropón (11d), Huancabamba (11e), Las Lomas (10e), Ayabaca (10d).

ESTRATEGIAS DE EJECUCIÓN

El trabajo estará a cargo de Equipos de Trabajo de Geología Regional, conformada de la siguiente manera:

- 1 Geólogo - Jefe de Brigada
 - 1 Geólogo Asistente
 - 2 Egresados y/o Estudiantes de los últimos años
- N° de Brigadas 10 (Dependiendo de los Recursos Presupuestales)

Cada brigada tendrá a su cargo la Revisión y Actualización de un mapa de la 1ra. edición de la **CARTA GEOLÓGICA** (4 hojas a escala 1/50 000) siguiendo la metodología establecida y resumida en el gráfico secuencial

Cada brigada presentará en el año 4 hojas actualizadas a escala 1/50 000 para su publicación conteniendo una leyenda explicativa, por lo menos un perfil-sección y columna estratigráfica

De contar con las 10 brigadas el avance anual sería de 10 mapas a escala 1/100 000 (40 hojas a escala 1/50 000)

METODOLOGÍA

La Metodología de Trabajo para la actualización de la Carta Geológica será siguiendo las etapas que se han venido desarrollando en los estudios de la 1ra. edición, es decir, con una etapa previa de Gabinete I, en la que se recopilará y analizará la información existente; luego los estudios de Campo I y II y finalmente la etapa de Gabinete III en la que se elaborará los mapas e informes.

Para este estudio de actualización se tendría en cuenta lo siguiente:

GABINETE I

- Se tendrá como base la hoja de la Carta Geológica publicada a la escala 1/100 000 así como las hojas colindantes para efectos de correlación y amarre del cartografiado
- Se buscará información adicional en los Bancos de Datos de INGEMMET así como en Instituciones y/o Empresas que puedan tener información minera del área.
- Se analizará las imágenes satelitales, radar y fotografías aéreas
- Se preparará las hojas topográficas en las que se recogerá la información en campo a escala 1/25 000, registrándola luego en mapas a escala 1/50 000
- Se analizará las áreas que requieren una revisión del cartografiado y a la luz de los nuevos conocimientos estratigráficos, tectónicos, volcanogénicos, etc.
- Se programará un muestreo de rocas sedimentarias para dataciones radiométricas
- Se preparará un plan de recorrido de campo (Plan de Trabajo de Campo)

CAMPO I, GABINETE II Y CAMPO II

- De acuerdo al Plan elaborado en Gabinete se estudiará las áreas que requieren revisión
- En dichas áreas se ejecutará un nuevo cartografiado en las hojas fotogramétricas básicas, escala 1/50 000
- En las áreas estudiadas y revisadas, se hará un muestreo de rocas para estudios petrográficos en áreas de alteración, estudios minerográficos y dónde hay zonas faunísticas se recogerá muestras para estudios paleontológicos
- En las áreas dónde se tiene unidades de roca volcánicas y/o intrusivos y que se requiere dataciones, se tomarán las muestras respectivas
- Las muestras serán debidamente catalogadas y ubicadas por sus coordenadas

En la etapa de Gabinete II (intermedia entre las dos campañas de campo)

- Se seleccionará las muestras para estudios de laboratorio
- Se hará los ajustes necesarios en el mapa obtenido en la 1ra. campaña de campo
- Se revisará las imágenes satelitales y fotos aéreas

En la Etapa de Campo II

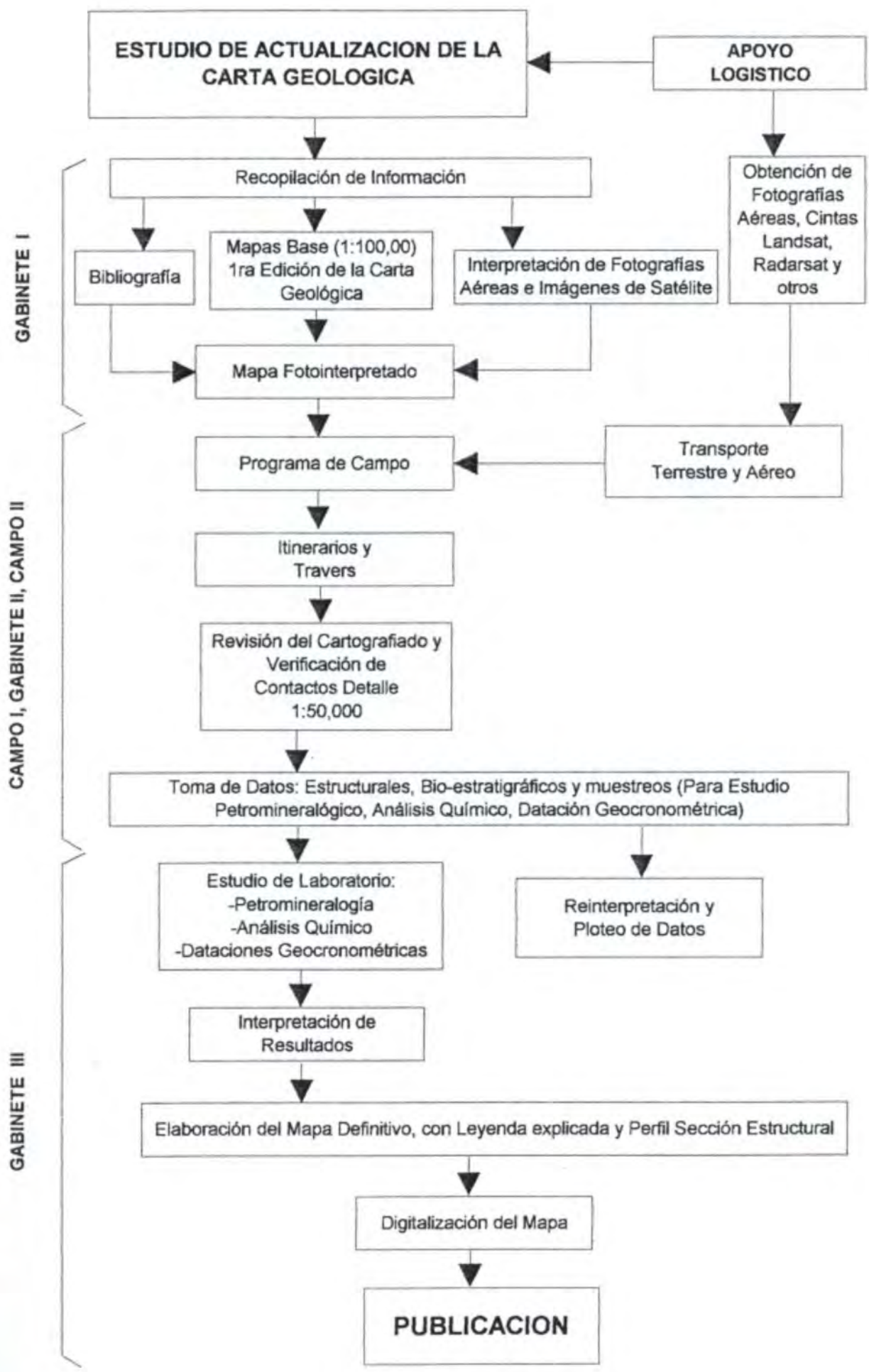
- Se revisará las áreas no estudiadas en la 1ra. campaña procediéndose de la misma forma

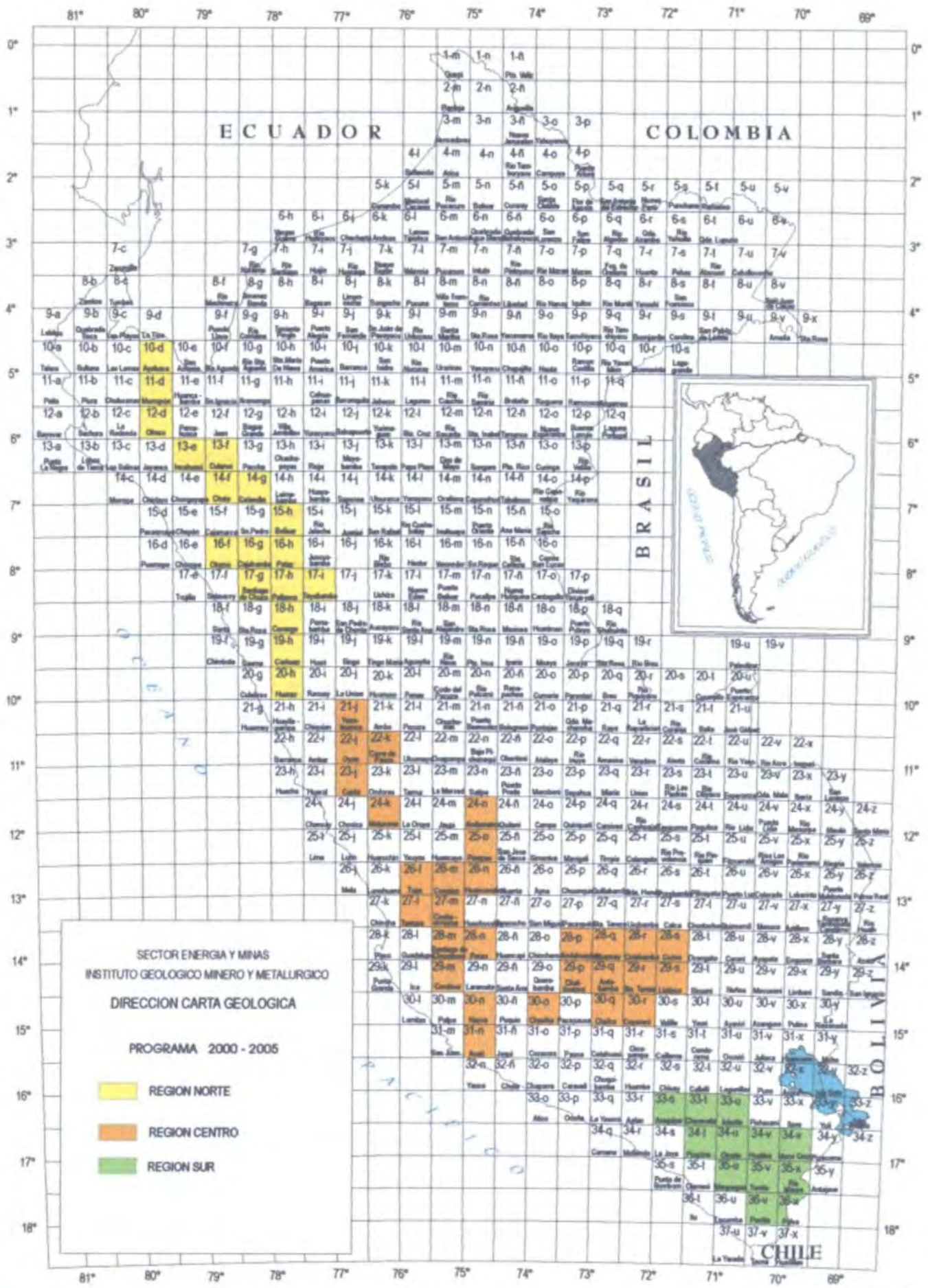
GABINETE III

Esta es la etapa final dónde en base a la información obtenida se procederá a:

- Ajustar el cartografiado geológico a las unidades estratigráficas e igneas, estructuras de acuerdo a lo revisado en campo
- Preparar columnas y servicios para ser insertados en los mapas geológicos

- Preparar un resumen de la estratigrafía, rocas ígneas, geología estructural, evolución tectónica en forma sintetizada para ser insertada en la parte posterior del mapa
- Se estudiará e interpretará los resultados de los análisis de laboratorio
- Se publicará sólo el mapa geológico con leyendas explicativas (escala 1/50 000)





SECTOR ENERGIA Y MINAS
 INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO
 DIRECCION CARTA GEOLOGICA
 PROGRAMA 2000 - 2005

REGION NORTE
 REGION CENTRO
 REGION SUR

INVENTARIO REGIONAL DE LOS RECURSOS MINERALES EN EL PERÚ

1. *Introducción*

2. ~~X~~ Fundamentación

3. ~~X~~ Objetivos

4. ~~X~~ Componentes del Estudio

4.1 • Geología Económica

4.2 • Interpretación Metalogénica

5. *Programa a Desarrollar*

4. ~~X~~ *Ámbito del Estudio*

Regiones Sur - Centro - Norte

Departamentos: Tacna-Moquegua-Arequipa-Puno-Cuzco-Apurímac

Ayacucho-Ica-Huancavelica-Lima-Pasco-Junín

Ancash-La Libertad-Cajamarca-Lambayeque-Amazonas-

San Martín-Piura

5. ~~X~~ Plazo de Ejecución

6. ~~X~~ Metodología

7. *Características del Estudio*

7. ~~X~~ Estrategias

✓ Contenido del Informe: Producto

Anexos

2.1.-FUNDAMENTACIÓN *OK*

Siendo el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) un Organismo Público Descentralizado perteneciente al Sector Energía y Minas, y teniendo como objetivo principal generar la información geológica básica, que permita apoyar el desarrollo armónico de la minería, se hace necesario, generar planes y programas de Estudios Geológicos que permitan en concordancia con la política del Sector continuar fomentando la inversión privada en el campo minero.

Siendo la minería una actividad, que genera un desarrollo multiplicador en las Regiones dónde operan (construcción de carreteras, colegios, postas médicas, etc.) dando ocupación múltiple, es deber del Estado apoyarla

El INGEMMET ha venido apoyando el desarrollo de la actividad minera a través de la Información Geológica, contenida en sus Bancos de Datos, así como con la publicación de Estudios e Investigaciones que en años pasados han llevado al descubrimiento de importantes yacimientos mineros. Uno de los magnos esfuerzos en los últimos años ha sido la Carta Geológica Nacional, documento de infraestructura básica que reúne la información esencial para el conocimiento de la geología del territorio nacional, constituyéndose en punto de partida para la investigación geológica y/o exploración minera posterior

Estando prevista la terminación de la 1ra. Edición de la **CARTA GEOLÓGICA NACIONAL** en 1999, se hace necesario la formulación de un Plan Institucional, que permita aprovechar de esta información y del conocimiento geológico que se tiene del País, con el fin de orientar el desarrollo minero del País, promoviendo nuevas áreas de exploración e incrementando el interés del inversionista privado. Por lo tanto el Plan deberá dirigirse a ampliar el conocimiento geológico minero del país con el Estudio de los yacimientos conocidos, de manera que faciliten en base a extrapolación y comparación de sus modelos, encontrar nuevas áreas que generen el interés del inversionista minero y que faciliten **PROGRAMAS DE EXPLORACIÓN MINERA**, en base a un mayor sustento geológico lo que a su vez permitirá disminuir el riesgo de la inversión haciendo más atractiva la exploración en áreas que no tenían antecedente minero.

Entendiendo la relación genética y la distribución de los diferentes depósitos minerales, así como su conformación geológica, se podrá preparar la "**CARTA METALOGÉNICA DEL PERÚ**", la misma que conjuntamente con la **CARTA GEOLÓGICA** orientará la exploración en áreas dónde por desconocimiento de sus posibilidades se han dado pocos petitorios

3.-OBJETIVOS *[Compatible]*

Los objetivos de Inventario Regional de los Recursos Mineros en el Perú son:

- Contar con un Inventario preciso de los Recursos Minero Metálicos y No Metálicos, conocidos, así como de aquellas áreas que ofrezcan Recursos Minerales potenciales posibles
- Promover la Inversión Privada en la Exploración Minera
- *Recopilación de información para*
Ampliar el conocimiento científico de los procesos formadores de mineralizaciones, así como de su entorno geológico
- Obtener un conocimiento metalogénico del País que permita plasmarlo en una CARTA METALOGÉNICA

4 3.- COMPONENTES DEL ESTUDIO ✓

El Inventario Regional de los Recursos Minerales, comprende el acopio e interpretación de los datos existentes, su comprobación en campo; así como estudios de interpretación geológico-minera, que permitan llegar a un entendimiento de los lugares y los procesos formadores de mineralizaciones, por tanto tendrá dos componentes

- Estudio Geológico Económico de los Recursos Mineros conocidos, en base a la información existente en el banco de datos, así como a Estudios Geológicos y modelos comprobados en dichos yacimientos
- Estudios de Interpretación Metalogénica, en base a la Caracterización y Extensión de las áreas con mineralización conocida hacia nuevas áreas que ofrezcan posibilidades similares o aún mejores

4 3.1 Estudio Geológico Económico

Este componente comprende el Estudio Geológico de los yacimientos metálicos y no metálicos en actual explotación o aún paralizadas, en las cuales se tiene una plataforma informativa y un conocimiento geológico de la geometría y origen de los yacimientos.

Teniendo en cuenta este objetivo se procederá en primer lugar a la depuración y el acopio de información en el Banco de Datos existentes en el INGEMMET y en otras instituciones lo que permitirá tener un soporte sólido y cierto para los estudios del Inventario de Recursos Minerales.

Luego abarca la comprobación y toma de datos de campo conjuntamente con la recopilación de nueva información en los yacimientos conocidos de maneja que permita:

- La caracterización de grupos de yacimientos importantes a nivel regional
- La elaboración de Modelos de Yacimientos
- Estudios de Interpretación Tectónico y Magmático
- Evaluación de Unidades Litoestratigráficas Prospectivas (Metalotectos)
- Delineación de Áreas favorables

3.2 Estudios de Interpretación Metalogenética

Teniendo como base lo expuesto anteriormente se desarrollará el estudio de interpretación metalogenética en las áreas cuyas anomalías y/o alteración sean detectadas por las imágenes satelitales así como los estudios geológicos de los lugares que se señalen como áreas favorables para albergar mineralizaciones

Estos Estudios comprenden:

- Cartografiado geológico detallado del área de interés
- Estudios de interpretación y correlación de los modelos geológicos conocidos
- Muestreo litogeoquímicos en áreas de alteración *no*
- Muestreo para dataciones radiométricas
- Estudios geofísicos regionales *no*
- Interpretación geoeconómica sobre las posibilidades de las diferentes áreas que involucran el estudio

En el caso de los no metálicos se podrán hacer estudios de aplicación industrial in situ a fin de aprovechar el lugar y por consiguiente coadyuvar al Desarrollo de la Región

4.- AMBITO DEL ESTUDIO

El Inventario Regional de los Recursos Minerales en el Perú se realizará en forma integral y sistemática por departamentos y considerando los minerales metálicos y no metálicos.

El enfoque departamental permite una publicación oportuna de mapas, informes y otra información en base a una meta anual. Los departamentos son

unidades geográficas definidas políticamente y son ideales para tales publicaciones.

A fin de priorizar regiones y departamentos por estudiar se tomarán en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Que los departamentos que se proponen se ubiquen en las fajas metalogenéticas de probada filiación minera, tal como la Faja Costanera hasta las estribaciones de la Cordillera Occidental, la Cordillera Occidental y Valles Interandinos, la Cordillera Oriental y Faja Subandina
- b) Desarrollo minero del departamento, es decir, presencia y concentración de minas en producción incluyendo las paralizadas y la existencia de petitorios mineros
Posibilidad de tener áreas libres, es decir, que aún no se han peticionado. Estas áreas deberán estar en un marco geológico favorable desde el punto de vista prospectivo

5.- PLAZO DE EJECUCIÓN : 6 años (2000 - 2005)

1ra. Etapa	Región Sur	2000 - 2001
2da. Etapa	Región Centro	2002 - 2003
3ra. Etapa	Región Norte	2004 - 2005

6.- METODOLOGÍA

La Metodología que se propone es común a todo Estudio Geológico, y se basa en las siguientes etapas:

- a) Recopilación y análisis de la Información existente: Gabinete I
- b) Verificación y estudio de campo y laborales:

Campo I
Gabinete II
Campo II
- c) Procesamiento, interpretación y formulación de los productos definitivos: planes, ilustraciones e informes

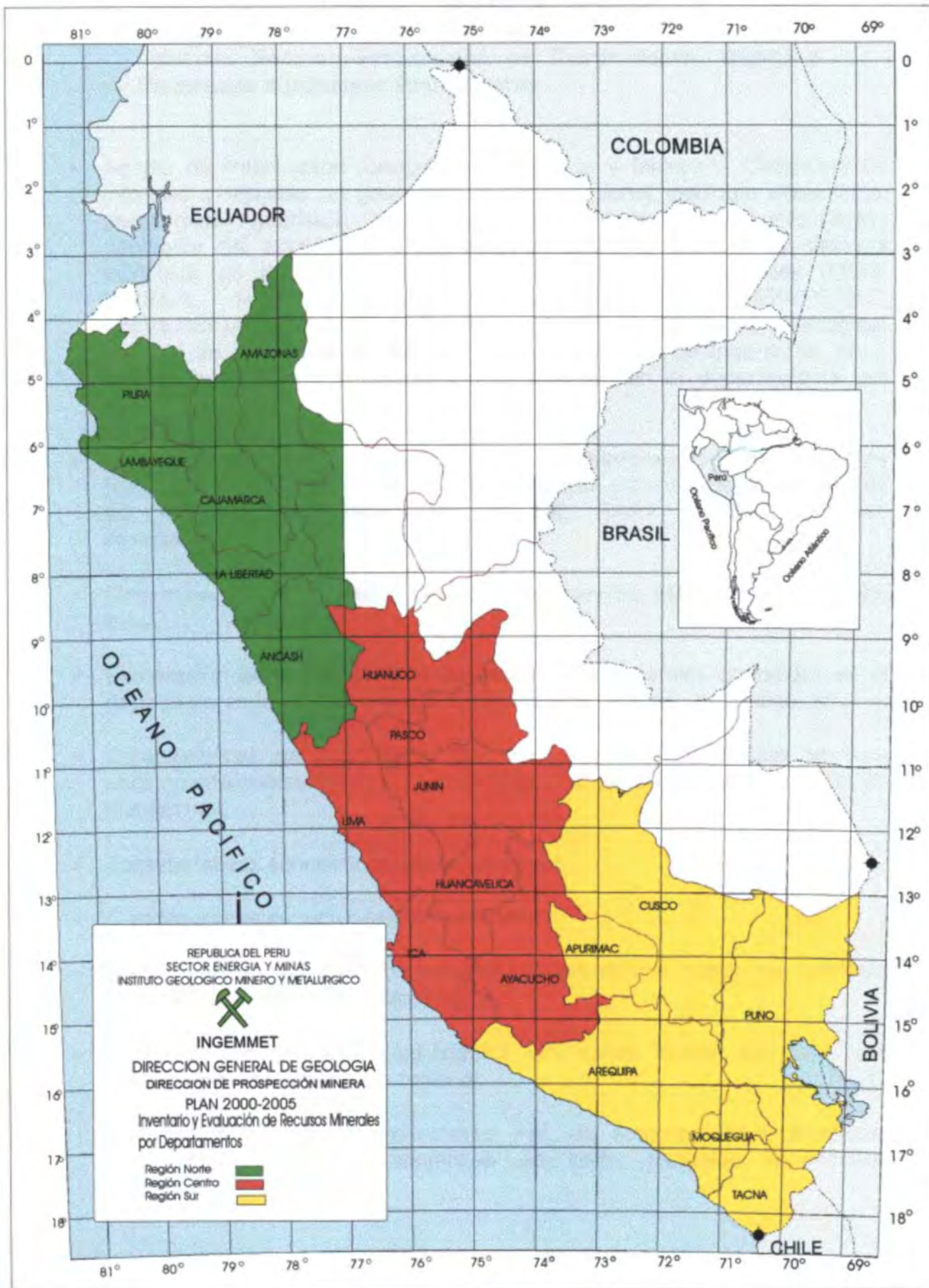
Gabinete III

Ves Borrador

DETALLE DE ESTA ETAPA

GABINETE 1.- RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Comprenderá básicamente 5 tareas:



Acopio de Información Geográfica, Geológica y Minera-
Compilación de Información obtenida e interpretación de
Sensores Remotos-Preparación de Ilustraciones, Mapas y
Diagramas e Informes Preliminares

- Acopio de Información Geográfica, Geológica y Minera .- Obtención de informes y reportes de geografía, geología regional, geología económica, geoquímica, geofísica, dataciones, perforaciones y otra información geológica del departamento por estudiar, tanto de la base de datos y biblioteca de INGEMMET como de otros organismos oficiales (MEM. INRENA, RPM, INDECI, CENTROMIN PERÚ, PERÚPETRO, UNIVERSIDADES, etc.), organismos gremiales (Sociedad Geológica, Instituto de Ingenieros de Minas y Petróleo, Colegio de Ingenieros, etc.), empresas mineras que operan o han operado en el departamento por estudiar.
- Compilación de Información obtenida e Interpretación de Sensores Remotos.- Análisis de la Información Geográfica y Geológica, Interpretación de Imágenes Satelitales Landsat TM, SART. JERS. RadarSat, Aerofotografías, etc.
- Determinación de anomalías de color, lineamientos, estructuras, ^{valles} ~~contactos,~~ etc.
- Elaboración de fichas técnicas de yacimientos minerales conocidos en el departamento (ambiente geológico:estratigrafía, litología, estructura, etc.).
- Características del yacimiento: tipo de yacimiento, asociación de roca encajonante/mineralización, mineralogía (mena-ganga), alteración hidrotermal.
- Características económicas (leyes-reservas).
- Características estructurales del yacimiento. *no*
- Determinación del marco geológico departamental tanto de geología regional como de geología económica. *no*
- Determinación de los cuadrángulos en cuyas áreas se hará una actualización de la geología regional.
- Elaboración de mapas preliminares vial, de energía, clima, acuíferos, geoquímicos, geofísico, anomalías de color, tectónico e informes preliminares

CAMPO 1.- VERIFICACIÓN DE CAMPO

- Cartografiado Geológico de las áreas de interés
- Cartografiado de estructuras regionales.
- Estudio de los volcánicos diferenciándolos si se trata de coladas y brechas volcánicas, piroclásticos, cenizas, ignimbritas continentales y/o submarinas, determinación de aparatos volcánicos (cuellos volcánicos, domos de calderas) y su relación con los procesos de mineralización.
- Estudio de las principales fases geotectónicas y las estructuras regionales, diferenciándolas de acuerdo a su edad y ubicación en la región.
- Muestreo de rocas para dataciones geocronométricas.
- De Geología Sísmica.- Verificación y estudio de las áreas anómalas determinadas con la interpretación de imágenes satelitales.
- Estudio de depósitos minerales paralizados, en actual operación y ocurrencias minerales, su ubicación georeferenciada y determinación de sus características geológicas-estructurales, mineralógicas y de alteración hidrotermal.
- Tenor de la mineralización, muestreo de rocas ígneas para estudio geoquímico (rock chips), muestreo de sedimentos de quebrada cada 10 km² en zonas de interés económico.
- Estudio de alteración hidrotermal regional
- Muestreo para dataciones de mineralización
- Muestreo de dataciones geocronométricas de mineralización *no*
- Estudio *no*

GABINETE 2.- PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN RECOGIDA

- Revisión y preparación de las muestras obtenidas en el campo 1 y envío para su estudio en laboratorio
- *Corrección de mapas elaborados en la etapa Gabinete!*
Reinterpretar imágenes y aerofotografías *no*
- Perfeccionar los mapas elaborados en la etapa de gabinete 1
- Elaborar modelos descriptivos de yacimientos
- Avanzar con la redacción del informe

CAMPO 2.- VERIFICACIÓN Y COMPLETACIÓN DEL CONTROL DE CAMPO

- Confirmar conceptos que no estén definidos a partir de la información obtenida en la Etapa de Campo 1, la información compilada en la Etapa de Gabinete 1 y la procesada en el Gabinete 2
- Concluir con la obtención de información geográfica, de geología regional, de geología económica, muestreos y demás tareas realizadas en la Etapa de Campo 1 en áreas no visitadas en dicha Etapa.
- Sintetizar la información adquirida durante las 2 Etapas de Campo a fin de obtener conclusiones sobre el marco geológico del área, y la identificación de áreas mineras prospectivas

GABINETE 3.- PROCESAMIENTO DE MAPAS E INFORMES

- Interpretación de la geología histórica, obteniendo información que permita reseñar la evolución de la geología regional, los eventos tanto sedimentarios, tectónicos y magmáticos que han ocurrido en la región, desde los más antiguos hasta los más modernos y su relación con él o los procesos de mineralización. *cuo*
- Revisión y preparación de las muestras obtenidas en el Campo 2 y envío para su estudio en laboratorio
- Concluir los mapas, elaborar las ilustraciones, gráficos y tablas que permitan objetivizar el informe final
- Concluir los modelos descriptivos de yacimientos minerales
- Concluir el informe final

7.- ESTRATEGIAS

El Inventario de Recursos Minerales, será llevado a cabo por la **DIRECCIÓN DE PROSPECCIÓN MINERA** de la **DIRECCIÓN GENERAL DE GEOLOGÍA** del INGEMMET, con el apoyo de otros órganos técnicos y administrativos, en forma especial por la Dirección de Laboratorios

Para el efecto se constituirán Equipos de Trabajo constituidos de la siguiente manera:

- 1 Geólogo Económico Senior (Jefe de Brigada)
- 1 Geólogo Asistente

2 Egresados y/o Estudiantes de los últimos años

- El Estudio e Inventario de los Recursos Mineros de un departamento estará a cargo de 2 o 3 brigadas dependiente de su extensión y el volumen de yacimiento a evaluar
- El avance por año, sería de 3 departamentos, cada uno de los cuales tendría su informe, mapa, ilustraciones, etc. en forma independiente
- De esta manera para cubrir la Región Sur (Meta Parcial) en un plazo de dos años se requeriría de 9 equipos de trabajo (9 brigadas)

Siguiendo con este ritmo, la meta total a nivel de País (Regiones: Sur, Centro y Norte) se tendría en un plazo de 6 años.

INVENTARIO Y EVALUACION DE RECURSOS MINERALES

2000 - 2005

AÑOS						
ZONAS DE TRABAJO	2000	2001	2002	2003	2004	2005
REGION SUR						
TACNA - MOQUEGUA - PUNO						
AREQUIPA - CUSCO - APURIMAC						
REGION CENTRO						
PASCO - JUNIN - HUANUCO						
HUANCAVELICA - LIMA - AYACUCHO - ICA						
REGION NORTE						
CAJAMARCA - AMAZONAS - PIURA						
LA LIBERTAD - ANCASH - SAN MARTIN*						

* Parte

adv

por 1000000

**PRESUPUESTO ESTIMADO PARA ELABORAR EL INVENTARIO Y EVALUACION
DE RECURSOS MINERALES
(2000 - 2005)**

DEPARTAMENTOS DE TRABAJO	AÑO BRIG							TOTAL EN NUEVOS SOLES	TOTAL EN DOLARES
		2.000	2.001	2.002	2.003	2.004	2.005		
REGION SUR		6.385.000	6.640.400					13.025.400	4.201.742
TACNA - MOQUEGUA - PUNO	10	6.385.000							
AREQUIPA - CUSCO - APURIMAC	10		6.640.400						
REGION CENTRO				5.874.200	7.355.520			13.229.720	4.267.652
PASCO - JUNIN - HUANUCO	10			5.874.200					
HUANCAVELICA - LIMA - AYACUCHO - ICA	12				7.355.520				
REGION NORTE						5.108.000	4.495.040	9.603.040	3.097.755
CAJAMARCA - AMAZONAS - PIURA - SAN MARTIN*	10					5.108.000			
LAMBAYEQUE - LA LIBERTAD - ANCASH	8						4.495.040		
TOTAL		6.385.000	6.640.400	5.874.200	7.355.520	5.108.000	4.495.040	35.858.160	11.567.148

* Parte

INVENTARIO REGIONAL DE LOS RECURSOS MINERALES EN EL PERÚ

07

INDICE

I) INTRODUCCIÓN

- Generalidades
- Ubicación y Extensión del Departamento *Area*
- División Política y Población
- Vías de Comunicación
- Energía
- Recursos del Departamento *Abstracción*

II) GEOGRAFÍA

- Fisiografía
- Hidrología
- Clima

III) GEOLOGÍA REGIONAL

- Marco Geológico
- Estratigrafía
- Rocas Ígneas
- Marco Tectónico Regional
- Geología Histórica

IV) GEOLOGÍA ECONÓMICA

- Unidades Geológicas Asociadas a Depósitos Minerales
- Geoquímica Regional
- Zonas de Alteración
- Áreas de Interés Minero
- Recursos Metálicos
- Ocurrencias Minerales
- Modelos Descriptivos de Yacimientos
- Distritos y Provincias Minerales
- inventario de Recursos Minerales

V) MINERÍA

- Producción Minera
- Empresas Mineras
- Minas en Producción, Metálicos y No Metálicos
- Plantas de Beneficio
- Perspectivas del Desarrollo

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

PRODUCTOS

- Texto del Informe
- Mapa Departamental
- Mapa Geológico - Tectónico
- Mapa de Ubicación de Yacimientos Mineros
- Mapa de Áreas Prospectivas
- Mapa Geoquímico y Geofísico (de acuerdo a la disponibilidad de información)
- Mapa Catastral

INFORME FINAL

CONTENIDO DEL INFORME

I) INTRODUCCIÓN

Generalidades
Ubicación y Extensión del Departamento
División Política y Población
Vías de Comunicación
Energía
Recursos del Departamento

GENERALIDADES

Describir sucintamente los aspectos geográficos del departamento, disponibilidad de infraestructura y condiciones favorables para el desarrollo armónico de sus recursos naturales se dará información sobre las industrias establecidas en el departamento y los que podrían establecerse con énfasis en las que apoyarían a la actividad minera.

UBICACIÓN Y EXTENSIÓN DEL DEPARTAMENTO

Se definirá:

Ubicación del departamento en el territorio (Mapa N°....)
Rangos de coordenadas de localización
Regiones colindantes
Superficie en km², representación porcentual de la superficie con relación al territorio nacional

DIVISIÓN POLÍTICA Y POBLACIONAL

Número de provincias y distritos que componen el departamento con sus respectivas poblaciones
Población del departamento por estratos, por edades, sexo, educación y su experiencia en la actividad minera.
Presentación proporcional de habitantes con respecto al total del país.
Densidad poblacional por km² de las zonas de la región.

VIAS DE COMUNICACIÓN (Mapa Vial)

Presentar una información sucinta de la red de comunicaciones, con énfasis en sus **carreteras** (carretera asfaltada, afirmada, trochas carrozables) con información en km y su conexión a principales ciudades e intersecciones

debidamente georeferenciadas. Carreteras en actual ejecución y en proyecto, **ferrocarriles** indicando extensión e importancia de su infraestructura, conexión con ciudades importantes, estaciones principales y secundarias y su ubicación (georeferenciar las estaciones) proyectos ferroviarios, **puertos**, indicando tipo (marítimos, fluviales, lacustres existentes en el departamento) ubicación georeferenciada, características del servicio que presta, infraestructura con que cuenta, **aeropuertos** existentes en el departamento, ubicación georeferenciada, características de la pista, servicios que presta, **red de telecomunicaciones**, interconexiones regional, nacional, internacional, servicio de correo, telefónicas, microondas de radio y televisión. Proyectos de ampliación

ENERGÍA

Informar sobre centrales hidroeléctricas, termoeléctricas y mini centrales, señalando su ubicación, capacidad de generación instalada y efectiva (georeferenciar las centrales)

Interconexión con el sistema eléctrico nacional, potencia y tensiones de las líneas de transmisión y distribución, energía consumida por provincias y porcentaje con relación al consumo nacional en Mw.

Información sobre la situación energética de la región, puntos geotérmicos, características eólicas, horas de sol.

RECURSOS DEL DEPARTAMENTO

Se reservará los tipos de vegetación existentes en las diferentes zonas del departamento, las principales zonas agrícolas y tipos de sembríos. Zonas madereras principalmente de eucalipto. Superficie alta para la agricultura en km². Zonas eriazas. Zonas ganaderas.

Recursos humanos, mano de obra calificada y no calificada

Abastecimiento de víveres y combustibles

Reservas naturales (áreas intangibles patrimonio, reservas y parques nacionales)

II) GEOGRAFÍA

Fisiografía

Hidrología

Clima

FISIOGRAFIA

Indicar las zonas fisiográficas del departamento y describirlas sucintamente.

Rasgos topográficos, característicos del departamento

HIDROLOGÍA

Aguas Superficiales

Informar sobre las cuencas hidrológicas del departamento. Los ríos con sus principales afluentes, caudal mensual y media anual. Lagos naturales y artificiales, límites, longitud, ancho, profundidad. Represas para uso de riego, agua potable y control de avenidas, (georeferenciadas) existencia de aguas termales (análisis químico, temperatura, régimen)

Aguas Subterráneas

Presentar información resumida en cuadros sobre cantidad de pozos, gasto fluctuante en Hs/s, rangos de profundidad de los pozos, recarga anual de los pozos por efectos de las precipitaciones, análisis de las aguas, existencia de aguas termales, composición.

Acuíferos conocidos (mapa)

III.- GEOLOGIA REGIONAL

MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

Desarrollar una descripción sucinta de la geología del departamento y de las unidades geomorfológicas de la región (mapa geológico) en caso de interés minero prospectivo, presentar mapas geológicos con mayor detalle.

ESTRATIGRAFÍA

Describir la secuencia estratigráfica regional en orden cronológico desde las más antiguas a las más modernas su aspecto estructural y su asociación con de los depósitos minerales.

ROCAS IGNEAS

Secuencias Volcánicas

Cuerpos Intrusivos

Si son volcánicas describirlos si se trata de coladas volcánicas, piroclásticos, cenizas, ignimbritas continental y/o submarinas, precisar los aparatos centrales (volcanes, domos de calderas) y fisurales y su relación con la mineralización y si son intrusivos diferenciar los cuerpos intrusivos, sus períodos y secuencia de emplazamiento, relacionados con el volcanismo, etapas tectónicas y de mineralización.

MARCO TECTONICO REGIONAL

Describir las fases geotectónicas y las estructuras regionales y asociación con los procesos de mineralización diferenciándolos de acuerdo a su edad y ubicación en el área del departamento.

GEOLOGÍA HISTÓRICA

Reseñar la solución de la geología regional. Describir los diferentes eventos tanto sedimentarios, tectónicos, magmáticos, y de mineralización que han ocurrido a nivel departamental desde los más antiguos hasta los más modernos.

IV.- GEOLOGIA ECONOMICA

UNIDADES GEOLÓGICAS ASOCIADAS A DEPÓSITOS MINERALES

Describir las unidades geológicas que están asociadas a depósitos minerales. Características estructurales y relación con rocas intrusivas.

GEOQUÍMICA REGIONAL

Evaluación de los datos de análisis geoquímico. Presentación de diagramas de probabilidad e histogramas de frecuencia y parámetros estadísticos. Interpretación de resultados.

ZONAS DE ALTERACIÓN

Identificación y descripción de zonas de alteración hidrotermal con información del resultado del muestreo realizado. Interpretación de espectros de reflectancia de las muestras de roca obtenidas de las zonas de alteración. Comentarios de los análisis de difracción de Rayos X.

AREAS DE INTERÉS MINERO

Identificación de áreas favorables para la exploración minera sobre la base de la interpretación del análisis espectral. Análisis de lineamientos y complementación de la información de los modelos descriptivos de yacimientos minerales conocidos.

RECURSOS METÁLICOS

Reseñar los depósitos no-metálicos y carboníferos presentes en el departamento con indicación de leyes potencial y posibilidades de su explotación económica.

OCURRENCIAS MINERALES

Modelos descriptivos de yacimientos
Distritos y provincias minerales
Inventario de recursos minerales

Modelos Descriptivos de Yacimientos

Elaboración de modelos geológicos de yacimientos sobre la base de la información de las características descriptivas de depósitos minerales conocidos y su interrelación con información de geología regional (tipo de roca, episodios magmáticos, fases tectónicas, alteración hidrotermal, etc.) y con información geoquímica

Distritos y Provincias Minerales

Estudio, clasificación y agrupación de ocurrencias minerales debidamente georeferenciadas por áreas de ocurrencias, tipos de depósitos y contenidos metálicos y su relación con las estructuras y lineamientos regionales y su representación gráfica en un mapa departamental..

Inventario de Recursos Minerales

Presentación de un listado de ocurrencias minerales clasificadas en metálicas, no metálicas, carboníferas, ubicación georeferenciada, estado de su operación, tipo de ocurrencia mineral, roca encajonante, edad, alteración, mineralogía, leyes, producción, control estructural y características de la mineralización.

V.- MINERIA

Producción minera
Empresas mineras
Minas en producción, metálicas y no metálicas
Plantas de beneficio
Perspectivas de desarrollo

PRODUCCIÓN MINERA

Presentación de información minera departamental de año en año de un período de últimos 5 años graficada y comparada con la producción minera nacional y su participación y comparación con el PBI Nacional. Histograma de barras.

EMPRESAS MINERAS

Presentación de cuadros ilustrativos indicando las empresas mineras establecidas en el departamento con referencia del nombre de la empresa minera, nombre de la mina, ubicación, sustancia que explote, producción

MINAS EN PRODUCCIÓN, METÁLICAS Y NO METÁLICAS

Formular un cuadro para cada estado de mina metálica y no metálica con indicación de su producción diaria. Nombre de la mina y su titular.

PLANTAS DE BENEFICIO

Diagramar un cuadro para cada tipo de beneficio de mineral (plantas de beneficio de minerales metálicos, no metálicos y carboníferas) con indicación del nombre de la planta, ubicación, sistema de beneficio, capacidad TM/día, producto leyes, indicación si esta en operación o paralizada.

PERSPECTIVAS DE DESARROLLO MINERO

Opinión de las posibilidades de desarrollo de la actividad minera en el departamento.

ANEXOS

ANEXO N° 1 - Normas para las Ilustraciones

ANEXO N° 2 - Hojas de Estudios Petrográficos y Mineralógicos

ANEXO N° 3 - Tablas, Listado de Yacimientos y Distritos Mineros

ANEXO N° 4 - Hoja de Datos Inventario de Recursos Mineros

ANEXO N° 5 - Glosario y Alcances del Estudio

ANEXO I

DE LAS ILUSTRACIONES

Mapas

Indice de Hojas fotogramétricas	A4
Ubicación (Departamento)	A4
Geomorfológicos	A3
Estructurales	A3
Tectónicos	A3
Mapas de ubicación de yacimientos mineros	A3

a) **Mapa Índice de Hojas Fotogramétricas (A4)**

Se graficará en un mapa departamental las hojas fotogramétricas (escala 100 000) que constituirá el departamento a estudiar

b) **Mapa Departamental (A4)**

- Se dibujará el mapa departamental indicando las coordenadas geográficas y UTM y en forma gráfica el norte magnético
- El mapa deberá indicar la ubicación de la capital del departamento debidamente identificada y un nombre
- Debe incluirse las provincias (con sus límites), vías de acceso así como los ríos y quebradas más importantes
- Deberá dibujarse en la mitad inferior , el mapa del Perú resaltando el departamento
- La escala deberá ser gráfica y ubicada en la parte inferior y central debajo del título de la figura (MAPA DEPARTAMENTAL DE...)

MAPAS GEOMORFOLÓGICO, ESTRUCTURALES TECTÓNICOS (A3)

c) **Geomorfológico (A3)**

Estos mapas deben tener coordenadas geográficas y UTM

Deberá indicar: las unidades geomorfológicas regionales, diferenciadas por una simbología y color

La escala debe ser gráfica y ubicada debajo del título de la ilustración (MAPA GEOMORFOLÓGICO DEPARTAMENTAL DE)

La leyenda deberá ser ubicada en la parte inferior izquierda, esta debe ser precisa y sin descripciones

d) **Mapas Estructurales (A3)**

- Deberá tener coordenadas geográficas y UTM y gráfico del norte magnético

- Las estructuras tal como fallas, fracturas, plegamientos rumbos, buzamientos, inclinaciones, etc. deben ser dibujadas haciendo uso de la simbología establecida
- Las zonas estructurales deberán ser bien diferenciadas, mediante simbología y/o color y sus límites deben dibujarse con línea entrecortada
- La leyenda y simbología empleada deben ubicarse en la parte inferior izquierda
- La escala debe ser graficada y ubicada debajo del título de la ilustración (MAPA ESTRUCTURAL DEPARTAMENTAL DE)

e) **Mapa Tectónico (A3)**

- Deberá tener coordenadas geográficas y UTM
- Deberá consignar la Evolución Tectónica, diferenciando de las más antiguas a las más modernas, las unidades afectadas y la fase tectónica involucrada
- Estos mapas deben guardar relación con el mapa estructural
- La leyenda y simbología empleada deberá ubicarse en la parte inferior izquierda
- La escala debe ser graficada y ubicada debajo del título de la ilustración (MAPA DE EVOLUCION TECTÓNICA DEL DEPARTAMENTO DE)

f) **Mapa de Ubicación de Yacimientos Mineros**

- Deberá tener coordenadas geográficas y UTM
- Cada yacimiento deberá ser ubicado con sus coordenadas y representado con la simbología respectiva de acuerdo a la sustancia mineral que se explota
- Asimismo con simbología se deberá indicar si esta en actividad o paralizado, abandonado, etc.

ANEXO 2

ESTUDIOS PETROGRÁFICOS Y MINERALÓGICOS

Estudios Petrográficos

Para los estudios petrográficos y determinación petrográfica se hará uso de los formatos establecidos por la Dirección de Laboratorios del INGEMMET

- a) Estudios Petrográficos
- b) Estudios Minerográfico

DIRECCION DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE PETROMINERALOGIA
ESTUDIO PETROGRAFICO

PROCEDENCIA:
MUESTRA ORIGINAL:
COORDENADAS:
ESTUDIADO POR:
FECHA:

REMITENTE:
CLAVE DE LABORATORIO:

FIRMA

DESCRIPCION

DENOMINACION:
(Posible roca Original)

CARACTERISTICAS MACROSCOPICAS

COLOR:
GRANULARIDAD:
DENSIDAD:
POROSIDAD:
TIPO DE FRACTURAMIENTO:
GRADO DE COHESION:
ESQUISTOSIDAD:
TINCION: Feldespato potásico:
 Plagioclasa:
REACCION AL ACIDO CLORHIDRICO:
OTRAS CARACTERISTICAS:

ESTUDIO MICROSCOPICO

TEXTURAS:

MINERALOGIA Esenciales:
(componentes)

Accesorios:

Secundarios:

Residuales:

ALTERACIONES:

OBSERVACIONES:

LABORATORIO DE PETROMINERALOGIA
DIRECCION DE LABORATORIOS

LABORATORIO DE PETROMINERALOGIA
DIRECCION DE LABORATORIOS



Estudio Minerográfico

UNIDAD DE LABORATORIOS E INVESTIGACIONES PETROMINERALOGICAS

AREA DE PETROMINERALOGIA

LABORATORIO DE MINERALOGIA

SECCION PULIDA Nº :

SOLICITANTE :

LOCALIDAD :

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA USADA POR
EL SOLICITANTE :

A.- DESCRIPCION MACROSCOPICA :

B.- SECUENCIA DE FORMACION :

C.- TEXTURA :

D.- OBSERVACIONES :

EXPLICACION :

- * (1) LA LETRA O NUMERO que aparece en el casillero horizontal de un mineral, indica que la descripción del casillero vertical corresponde a ese mineral. El número a la izquierda de cada mineral lo representa en los casilleros.
- * (2) EL PORCENTAJE es del área OBSERVADA.
- * (3) EL TAMAÑO se refiere a la mayor longitud del grano o mineral más grande OBSERVADO.
- P = Predominante, a = abundante, r = regular, p = poco, s = escaso, T = Trazas
X = letra para indicar. Ø = diámetro.

ESTUDIO HECHO POR :

FIRMA :

INGENIERO :

LUGAR Y FECHA :



Estudio Minerográfico

UNIDAD DE LABORATORIOS E INVESTIGACIONES PETROMINERALOGICAS

AREA DE PETROMINERALOGIA

LABORATORIO DE MINERALOGIA

SECCION PULIDA Nº :

SOLICITANTE:

LOCALIDAD:

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA USADA POR
EL SOLICITANTE :

A.. DESCRIPCION MACROSCOPICA :

B.. SECUENCIA DE FORMACION :

C.. TEXTURA :

D.. OBSERVACIONES :

EXPLICACION :

- * (1) LA LETRA O NUMERO que aparece en el casillero horizontal de un mineral, indica que la descripción del casillero vertical corresponde a ese mineral. El número a la izquierda de cada mineral lo representa en los casilleros.
 - * (2) EL PORCENTAJE es del área OBSERVADA.
 - * (3) EL TAMAÑO se refiere a la mayor longitud del grano o mineral más grande OBSERVADO.
- P = Predominante, a = abundante, r = regular, p = poco, e = escaso, T = Trazos
X = letra para indicar. Ø = diámetro.

ESTUDIO HECHO POR :

FIRMA :

INGENIERO:

LUGAR Y FECHA:

ANEXO 3

ESTUDIOS DE GEOLOGÍA ECONÓMICA

- a) Tabla de los principales yacimientos y distritos mineros activos
Consistirá en una tabla donde figuren los principales yacimientos en actividad y que sintetizan las características geológico-minera de cada yacimiento leyes, volúmenes, reservas, métodos de explotación, metalurgia, etc. (ver modelo)
- b) Tabla de los principales yacimientos y distritos mineros inactivos
Similar al anterior
- c) Listado de los yacimientos mineros visitados
- d) Relación de yacimientos por distritos mineros conteniendo información, tal como :
 - Situación legal
 - Localización
 - Tipo Yacimiento
 - Estructura (re..... buzamiento)
 - Aflex..... (longitud y potencia de vetas)
 - Mena
 - Ganga
 - Roca huésped
 - Labores mineras
 - Leyes
 - Reservas
 - Observaciones

ANEXO 4

INGEMMET

DIRECCION DE PROSPECCION MINERA

INVENTARIO DE RECURSOS MINERALES

FICHA N°	NOMBRE DE LA MINA	SUSTANCIAS	REGION	DEPARTAMENTO
PROVINCIA	DISTRITO	PLANO I.G.N. N°	COORDENADAS U.T.M.	
ACCESO				
PROPIETARIO	DIRECCION		TELEFONO	FAX
TIPO DE YACIMIENTO :				
ESTADO ACTUAL :				
MARCO GEOLOGICO REGIONAL :				
GEOLOGIA DEL YACIMIENTO				
UNIDAD LITOLOGICA/ROCA CAJA :				
ALTERACIONES :				
MINERALIZACION :			EDAD :	
MODELO GENETICO :				
FORMA DE YACIMIENTO :			DIMENSION	
RUMBO	BUZAMIENTO	POTENCIA	LONGITUD	
OBSERVACIONES :				
MINERALOGIA DEL YACIMIENTO				
MINERALES MENA :				
MINERALES GANGA :				
SECUENCIA PARAGENETICA :				

INFORMACION METALOGENETICA

CONTROL DE MINERALIZACION

ALTERACIONES :

ESTRATIGRAFICO :

ESTRUCTURAL :

LITOLOGICO :

METALOTECTO :

ESTUDIOS ESPECIALES

INCLUSIONES FLUIDAS T° :

EDADES RADIOMETRICAS :

ELEMENTOS TRAZAS (ppm) :

ELEMENTOS MAYORES (%) :

LEYES Y RESERVAS

PROBADAS (Tm) :

PROBABLES (Tm) :

LEYES

POTENCIALES (Tm) :

LEYES

MINERIA

METODO DE EXPLOTACION :

METODO DE CONCENTRACION :

PRODUCCION MINA / DIA :

TRATAMIENTO PLANTA/DIA : -

INFORMACION COMPLETA :

FUENTE DE INFORMACION :

GEOLOGO RESPONSABLE :

FECHA :

OBSERVACIONES :

GLOSARIO Y ALCANCE DEL ESTUDIO

A LOS EFECTOS DE UNIFORMIZAR EL CONOCIMIENTO SOBRE EL ALCANCE DEL ESTUDIO A REALIZAR, SE ENUNCIAN LOS SIGUIENTES CONCEPTOS:

- OCURRENCIA MINERAL** : (Yacimiento Mineral - Depósito Mineral)
Concentración de elementos minerales susceptible de explotación económica los que en su conjunto presentan variada forma: CONTENIDO METALICO o NO METALICO y EXPOSICION SUPERFICIAL
- PROSPECTO MINERO** : Ocurrencia mineral que tiene un valor expectacicio de explotación económica y que está amparado por un petitorio que le da legalmente a su titular el ejercicio de un derecho minero.
- MINA** : Es una ocurrencia mineral del cual se explotan económicamente minerales.
- PROSPECCION** : Es la investigación superficial conducente a determinar áreas de posible mineralización por medio de indicaciones químicas y físicas medidas con instrumentos y técnicas de precisión.
- EXPLORACION** : Es la investigación subterránea orientada a demostrar las dimensiones, distribución, posición, características mineralógicas, reservas y valores económicos de la ocurrencia mineral.
- METALOGENIA** : Estudio de la génesis de los depósitos minerales con énfasis a su relación espacio y tiempo y específica asociación litológica dentro de un marco tectónico.

METALOTECTO : Unidad litoestratigráfica de comprobada asociación con ocurrencias minerales.

**ACTUALIZACION DE UN : Tarea de campo que tiene por objeto enriquecer
MAPA GEOLOGICO** el mapa geológico base, con un mayor detalle de representación y clasificación de las unidades litoestratigráficas, estructuras presentes, lineamientos, etc. en relación a la edad de su formación, a los eventos tectónicos que la han afectado y su relación con el proceso de mineralización regional. La actualización de los mapas geológicos se hará en forma selectiva y en concordancia con el interés o importancia de prospección minera de la región.

**MAPA GEOLOGICO DE : Son los mapas geológicos actualizados que se
LEYENDA EXPLICADA** presentarán acompañados en el mismo impreso con un texto resumido de descripción geológica de las unidades litoestratigráficas representadas en el mapa.

**GEOLOGIA REGIONAL : La Geología Regional se orientará al estudio de
APLICADA AL PROYECTO** las unidades litoestratigráficas y su relación con los eventos tectónicos, procesos ígneos y de mineralización ocurridos en la región (estudios petromineralógicos de rocas sedimentarias, volcánicas, ígneas, análisis geoquímicos de rocas, dataciones geocronométricas, análisis estructural y evolución tectónica regional, relación de episodios magmáticos y fases tectónicas con periodos de mineralización, estudios combinados de estratigrafía y procesos de metamorfismo asociado, etc.).

PROVINCIA METALOGENETICA: La conforman todos los yacimientos metálicos formados en un gran sector tectónico y metalogénico de un sistema orogénico y época orogénica y por consiguiente, formados durante una misma época metalogenética.

SUBPROVINCIA METALOGENETICA : Comprende todos los yacimientos metálicos que se formaron durante una o varias fases sucesivas orogénico-magmáticas, en su mayoría en determinadas zonas tectónicas del sistema orogénico.

DISTRITO METALOGENETICO: Es una parte acotable especialmente de una subprovincia metalogenética donde los yacimientos deben haberse formado simultáneamente o al menos en un período relativamente breve, teniendo cierta similitud genético-material.

PROVINCIA MINERO METALICA: Comprende todos los yacimientos del mismo **DISTRITO MINERO METALICO** metal en una unidad geológico-regional, sea cual fuere la época en que se formaron dichos yacimientos.

INVESTIGACION REGIONAL DE GEOLOGIA ECONOMICA: Comprende:

- Estudio Geoquímico a base de muestreo geoquímico de rocas (Rock Chips), tratándose de zonas de mayor interés prospectivo se considerarán muestreo geoquímico de sedimentos cada 10 km².
- Relación de la mineralización y alteración hidrotermal
- Relación de la mineralización e intrusiones
- Relación de la mineralización con zonas de skarn o jasperoides, etc., verificando su contenido en oro
- Evaluación de zonas de anomalías de color determinadas con imágenes satelitales
- Evaluación de la información geológica de depósitos minerales existentes en la región, incluyendo su ubicación georeferenciada y ploteadas en los mapas geológicos y su presentación sistemática en tablas con nombre, ubicación con coordenadas UTM, tipo de mineral, tipo de yacimiento, roca encajonante, edad de la roca de caja, leyes referenciales, etc.

MODELOS DESCRIPTIVOS DE DEPOSITOS MINERALES: Son esencialmente listados de características geológicas identificadas del estudio de un gran número de depósitos minerales similares a las que complementadas con el conocimiento acerca del ambiente de formación de cada tipo de depósito, permiten por comparación con áreas de ambiente geológico y datos geofísicos y geoquímicos similares, delinear áreas prospectivas.

ANEXO 6

SINTESIS SOBRE ESTUDIOS DE METALOGENIA EN LOS ANDES CENTRALES

La presente síntesis de la Metalogenia en los Andes Centrales, que abarca el Perú y norte de Chile, se ha preparado como uno de los documentos de base para la formulación del "Plan Institucional de INGEMMET año 2000 en Adelante".

DEFINICION DE METALOGENIA

Metalogenia, es el capítulo de la Geología que estudia el origen de los depósitos minerales, las relaciones entre ellos y las rocas que los contienen, y los eventos geológicos que han determinado su ubicación en la corteza terrestre. (O. Palacios, N. Chacon, INGEMMET- Peru, 1994).

De Launay (1912) en su publicación *Traité de Metallogenie*, París fue el iniciador de esta disciplina, continuada entre otros por Lindgren (1933) con su obra *Mineral Deposits* y Routhier J. (1958), con *Gisements Metaliferes*, este último define el término METALOTECTO como el conjunto de factores que intervienen en la formación de un yacimiento.

1. INTRODUCCION

Los primeros estudios de ubicación geográfica de minerales y su descripción comienzan con el trabajo de Antonio Raimondi en su obra *El Perú* publicada póstumamente en 1902, En el Tomo 4, se describen 840 muestras de rocas y/o minerales de distintas localidades del Perú.

El Cuerpo de Ingenieros de Minas y su antecesor la Sección IV del Cuerpo de Ingenieros del Estado, por su reglamento de 1872, debía "Formar el Mapa Geológico del Perú" y "Estudiar los Recursos Minerales". Se establecía en el Reglamento de 1902 que se debía efectuar un estudio de conjunto, respecto a determinados minerales en todo el territorio nacional.

En 1907, el Director del Cuerpo, Ing. J. J. Bravo dispuso la preparación del primer Mapa Geológico del Perú., trabajo que fue encomendado al Profesor Steinmann. Debido a la guerra, a dificultades posteriores, y a la muerte de Steinmann, se concluyó el trabajo con su discípulo R. Stappenbeck, y gracias a la perseverancia de la Sociedad Geológica y a su secretario Jorge Broggi, el libro y mapa fueron publicados en el Perú en 1930.

Steinmann clasificó los yacimientos de acuerdo a su contenido principal, a su asociación con otros minerales, y a su ubicación. Incluyó en su relación los yacimientos de oro secundario, los hidrocarburos y a los yacimientos no-metálicos.¹

2. TRABAJOS MODERNOS 2

¹ Ver Anexo I

² Boric, Maksaeve y Diaz, 1990)

2.1 Teoría Geosinclinal (3)

Las primeras ideas modernas sobre el origen de la mineralización en los Andes fueron influenciadas por la "Teoría de los Geosinclinales" y la asociación a "eventos geotectónicos", sin llegar a establecer una causal genética primaria (4). Por otra parte, no se utilizó un criterio uniforme o definición única para las unidades metalogénicas básicas (espaciales y temporales), de modo que, en distintos trabajos, se han separado provincias y épocas metalogénicas que no son equivalentes o comparables entre sí.

Así por ejemplo, Ruiz y Ericksen (1962) presentaron una clasificación genética- paragenética de los yacimientos y discutieron su distribución espacial, identificando seis áreas con mineralización de un determinado metal o grupo de metales, que incluían depósitos poliparagenéticos y que denominaron provincias metalogénicas de cobre, hierro, oro, plomo-zinc-cobre, plata y manganeso.

El posterior enfoque de Ruiz et al. (1965) fue bastante diferente, ya que incluyó el norte de Chile en una "Provincia Metalogénica del Geosinclinal Andino" (polimetálica y poli-paragenética) y distinguieron, dentro de ella, una serie de subprovincias, franjas o lineamientos monoparagenéticos de depósitos metalíferos.

Estos autores, aunque no determinaron épocas metalogénicas, asignaron edades a la mineralización metálica principal, asociándola con etapas de la evolución del "Geosinclinal Andino".

Por su parte, Stoll (1964, 1965) distinguió, en el sur del Perú y norte de Chile, una provincia metalogénica

3 Conceptos sobre Geosinclinales

Para Hall y Dana los geosinclinales son cuencas marginales al continente y que contienen una espesa secuencia de sedimentos marinos someros. No es una fosa.

Para Haug los geosinclinales estuvieron situados entre dos masas continentales y contienen una gruesa secuencia de sedimentos de aguas profunda (Fosa).

Para los geólogos americanos, y ésto puede ser confirmado por investigadores contemporáneos y algunos antiguos, los geosinclinales son esencialmente cuencas en las que los sedimentos neríticos acumulados con un gran espesor implican una subsidencia paulatina y progresiva del fondo del océano. Ejemplo: Los Apalaches.

Para los geólogos europeos, los geosinclinales se caracterizan por tener esencialmente sedimentos de cuenca profunda con su eje elongado, destinados a generar una cadena de montañas. Se caracterizan por presentar 2 periodos consecutivos:

a) Pre-flysch con sedimentos pelágicos de aguas profundas con facies silíceas, calizas silíceas o aun radiolarios en las fosas profundas.

b) Flysch (Durante el periodo Flysch los materiales terrígenos pueden ser mixtos, con una acumulación de variados tipos de sedimentos en cada zona. Los depósitos de Flysch son del tipo Growacke (areniscas grises, que están constituidas de material volcánico). Se caracterizan por una sedimentación rítmica.

Los geosinclinales fueron caracterizados por un volcanismo inicial, durante el periodo no orogénico (periodo de evolución geosinclinal), signado por vastas erupciones sub-marinas de magmas provenientes de profundidad en la forma de ofiolitas.

Stille (1940 - p. 15) diferencia entre Eugeosinclinal y miogeosinclinal. Eugeosinclinal con emisiones ophiolíticas y Miogeosinclinal pérdida de ophiolitas. Entre el Eugeosinclinal interno y el Miogeosinclinal, se puede encontrar el paso sucesivo hacia el Craton (Escudo).

Referencia: Jean Aubouin (1965 - GEOSYNCLINES), Elsevier Publishing Company - Amsterdam-London-Ney York 1965.

Geosinclinal Andino (Etapas).

A) Formación de la Cuenca: Se inicia con la formación de una cuenca marginal al continente sudamericano en el Triásico inferior (250-220 m.a) como consecuencia de esfuerzos tensionales que caracterizan el fin del Paleozoico y comienzos del Mesozoico.

B) Relleno: (Duración 150 m.a). Luego entre el Triásico Superior (220 m.a) y el Cretácico Superior (70 m.a) se produce el relleno de la cuenca, con una sedimentación caracterizada por facies volcánicas sedimentarias en la franja occidental de la cuenca y facies sedimentarias (arenisca, arcillas, carbonatos) en el centro de la cuenca, la mismas que van haciéndose litorales al este hacia el Escudo Brasileño.

C) Proceso Orogénico (Duración 70 m.a). Entre el Cretácico Superior y el Cuaternario se produce el proceso orogénico propiamente dicho, el mismo que se da en varias fases de deformación con periodo intermedios de calma tectónica, donde se hace presente un volcanismo en ambiente continental.

4 Stoll, (1964, 1965).

a la que denominó Faja Cuprífera, en la cual predomina la mineralización de cobre, pero es de carácter polimetálico y poliparagenético (en este sentido, comparable a la Provincia Metalogénica del Geosinclinal Andino de Ruiz et al, 1965). Stoll asignó la mineralización al lapso del Jurásico-Eoceno, pero señaló que la más importante sería del lapso de la fase diastrófica Larámica (Cretácico Superior-Paleoceno).

En 1969, Fernando De Las Casas F. y Eduardo Ponzoni E., confeccionaron su Mapa Metalogenético, en un mapa geológico generalizado a escala 1:2'500,000, con la ubicación de ocurrencias minerales el que fue presentado en la 11va. Convención de Ingenieros de Minas del Perú.

Petersen U. (1970) en su publicación "Provincias Metalogénicas en Sudamérica", estableció para los yacimientos de los Andes Centrales en el Perú y Norte de Chile, una zonificación en franjas longitudinales, considerando una franja de hierro adyacente a la costa, seguido tierra adentro de una de cobre, una franja central de plomo-zinc y finalmente una franja oriental de estaño. Este autor no discutió la edad de los depósitos.

La no persistencia, a lo largo de toda la cadena andina, de la zonificación propuesta fue atribuida por el mismo autor al efecto del nivel de erosión alcanzado en los distintos sectores de la cadena montañosa. Propuso también que el contenido metálico de los sistemas hidrotermales es determinado por la cantidad de metales en forma de elementos traza en las rocas encajonantes.

En 1972, INGEMMET (Bellido E., De Monteill L., y Girard D. 1972), publicó la "Metalogenia del Perú". En este trabajo se determinaron dos unidades "morfo - tectónicas" en el Perú;

- a) La Provincia metalogénica occidental y
- b) La Provincia metalogénica oriental.

La Provincia metalogénica occidental comprende:

- Hierro en la Cadena Costanera Meridional
- Sub-Provincia Cuprífera de la Vertiente del Pacífico
- Sub-Provincia Polimetálica del Altiplano
- Mineralización en Rocas Volcánicas
- Mineralización en Rocas Sedimentarias

En la provincia Metalogénica Andina Oriental:

- Pataz - Buldibuyo
- Tarma - San Ramón y Concepción Cobriza
- Vilcabamba, Chimboya - Aricoma y Marcapata - Sandia

2.2 El "Geostill"

La aceptación de la teoría de la Tectónica de Placas, llevó a otros autores a buscar una explicación diferente al zoneamiento longitudinal de yacimientos descrita por Petersen, surgiendo así el concepto metalogénico de "Geostill", el cual supone que los metales pueden ser destilados selectivamente de la placa oceánica en subducción y transferidos a la placa continental.

Esta teoría, que logró gran popularidad por su simpleza, considera la extracción selectiva de los metales de la corteza oceánica, saturada en agua de mar, por fusión parcial bajo condiciones de gran presión y temperatura, durante la subducción de la placa oceánica a lo largo del plano de Benioff. Los metales ascienden disueltos en fluidos y gases, agregándose otros del manto y la litósfera continental sobreyacente; concentrándose los metales en depósitos primarios, contemporáneos a la solidificación de las rocas volcánicas, y secundarios, luego de su solidificación (Sillitoe, 1972b; Sawkins, 1972; Guild, 1972).

Zentilli (1974, 1975) realizó un estudio metalogénico de la Región de Atacama (26°-29°S), donde

comprobó que los yacimientos metalíferos se distribuyen en franjas longitudinales a las que denominó subprovincias metalogénicas; a estas últimas les dió una connotación cronológica apoyándose en un conjunto de dataciones radiométricas K-Ar. De oeste hacia el este éstas son:

- Subprovincia metalogénica jurásica: que incluye vetas de cobre, en plutones, y depósitos estratoligados de cobre en lavas.
- Subprovincia metalogénica cretácica: que incluye vetas de cobre, hierro, apatita, oro, plata y manganeso, así como skarn cupríferos, yacimientos mayores de hierro y depósitos estratoligados de manganeso, cobre, plata y hierro.
- Subprovincia metalogénica paleocena: que incluye vetas de oro, plata y cobre, así como chimeneas de brechas cupríferas.
- Subprovincia metalogénica del Eoceno Superior-Oligoceno Inferior: que incluye depósitos mayores de tipo pórfido cuprífero.
- Subprovincia metalogénica y centros neógenos: que incluye mineralización de oro-plata-cobre y depósitos de azufre nativo.

Este autor destacó, además, la importancia de los procesos supérgenos de enriquecimiento, los cuales asignó al Eoceno- Oligoceno (?) y señaló que podrían ser considerados como una "época metalogénica supérgena". Entre sus conclusiones más importantes indicó que el zoneamiento observado no coincide con el descrito por Petersen (1970), existiendo en el segmento andino estudiado una especialización recurrente de mineralización cuprífera, que no puede ser explicada satisfactoriamente por el nivel de erosión alcanzado o por procesos de destilación selectiva, originados en la subducción de la litósfera oceánica bajo el margen continental sudamericano. Por lo tanto, consideró que el zoneamiento en subprovincias metalogénicas, paralelas a la costa, refleja la evolución magmática, tectónica y geomorfológica de la región, caracterizada por la existencia de frentes magmáticos longitudinales relacionados a la subducción de la corteza oceánica bajo el borde continental sudamericano, los que migraron sistemáticamente hacia el este desde comienzos del Mesozoico hasta el Plioceno. Estas conclusiones coinciden plenamente con las que surgen de la Carta Metalogénica de la II Región, Boric et al., 1990).

Sillitoe R.M, (1976) en su trabajo "ANDEAN MINERALIZATION A MODEL FOR THE METALLOGENY OF CONVERGENT PLATE MARGINS", consideró que el orógeno centro andino post-paleozoico era el mejor ejemplo de la Metalogenia del margen de una placa tectónica convergente, y distinguió en los Andes Centrales, cinco franjas metalogénicas longitudinales, las que de oeste a este, corresponden a:

- a) Fierro
- b) Cobre (Molibdeno-Oro)
- c) Cobre-Plomo-Zinc
- d) Plata, Cobre-Fierro
- e) Estaño (Wolframio-Plata-Bismuto).

Este mismo autor indicó que las referidas franjas terminan o cambian sus características en límites tectónicos transversales de acuerdo con la segmentación tectónica descrita en Sillitoe (1974).

La distribución de los yacimientos en franjas la atribuyó a que la liberación de las distintas combinaciones de metales ocurrió progresivamente a mayor profundidad, en una zona de subducción "estable de bajo ángulo".

Otros modelos que utilizan el mismo concepto general, pero hacen énfasis en la liberación a diferentes profundidades de elementos halógenos (Cl, F) o del azufre, han sido propuestos por Mitchell y Garson (1972) y Oyarzún y Frutos (1974), respectivamente.

Estudios posteriores mostraron que este modelo metalogénico no es más que una sobresimplificación de un proceso bastante más complejo, puesto que los depósitos metálicos individuales que definen la

zonificación regional son diacrónicos y la supuesta zonificación tipo, observada en el sur del Perú, no se presenta en otros sectores de los Andes, lo cual no puede ser atribuido exclusivamente al rol de la erosión.

Además, la evolución de las ideas respecto al origen de los magmas en las zonas de subducción de las placas en convergencia, que señalan a la litosfera oceánica como su fuente principal, y las consideraciones físico - químicas respecto al rol de los fluidos en condiciones magmáticas (Burnham, 1979), hicieron que el concepto "Geostill" dejara de considerarse válido para los Andes Centrales (Zentilli, 1975; Clark et al., 1976).

Ericksen G. (1975 1976) en su trabajo "Provincias Metalogenéticas del Pacífico Sur Este", indica que la Región Andina tiene una de las mayores franjas minerales del mundo. Ericksen definió una "Provincia Metalogénica Andina", la cual incluye a toda esta cadena montañosa y distinguió en ella cinco sub-provincias longitudinales de hierro, cobre, polimetálica de metales base y plata, estaño y oro. La distribución de estas sub-provincias coincide esencialmente con la zonificación mineral descrita por Petersen (1970).

Este último autor destacó la relación espacial y genética de los yacimientos con plutones, intrusiones subvolcánicas y volcanitas de carácter calco-alcálido, lo que consideró indicativo de una zona de subducción activa al menos desde el Triásico.

La edad decreciente de oeste a este que muestran las rocas ígneas y yacimientos metálicos desde inicios del mesozoico, la atribuyó ya sea a la lenta migración de la zona de subducción hacia el este, "a la generación cada vez más profunda de los magmas, a una disminución del ángulo de subducción o a una combinación de estas posibilidades".

La denominada Provincia Metalogénica Andina, la subdivide en varias subprovincias, cada una de ellas paralela al borde continental Pacífico y a los Andes:

- a) Franja de Fierro
- b) Franja de Cobre con ó sin Oro
- c) Franja Polimetálica (Zn,Pb,Cu y Ag).
- d) Estaño
- e) Oro

Ericksen considera que los yacimientos metálicos de los Andes Centrales indican la presencia de una zona de subducción activa desde el Triásico tardío, y que las rocas plutónicas muestran una tendencia de disminución de edades del Oeste al Este.

Ponzoni E., (INGEMMET-1980), publicó el trabajo "METALOGENIA DEL PERU", el cual fue presentado al Simposium Internacional METALOGENESIS EN LATINO AMERICA, realizado en México en 1980.

El trabajo relaciona la tectónica de Placas con la morfología de los Andes, en base a información estructural y geofísica, describiendo los aspectos morfológicos y estructurales del territorio peruano de oeste a este, según:

- Zona Costanera
- Cordillera Occidental
- Zona Intracordillerana
- Cordillera Oriental
- Zona Subandina
- Llanuras del Amazonas y Madre de Dios

El estudio también relaciona la evolución geotectónica de los Andes Centrales con los procesos orogénicos y magmáticos ocurridos.

Oyarzún (1985^a, b), en una extensa revisión de la geología y metalogénesis andina, distingue en los Andes, cuatro provincias metalogénicas: Fe (P), Cu (Mo-Au), Cu-Pb-Zn-Ag y Sn (W-Ag-Bi), las cuales son, esencialmente, las mismas que Sillitoe (1976) denominara Franjas Metalogénicas. Oyarzún (1985b) destacó el hecho que una parte importante de la mineralización andina esté directamente relacionada con magmatismo calcoalcalino originado por la subducción de la corteza oceánica bajo el borde del continente sudamericano.

La zonificación metálica transversal de los Andes la explica en términos de condiciones de oxidación de los magmas calcoalcalinos y de la consecuente distribución regional de elementos "aniónicos" (S, Cl, F) o de complejos; modelo que denominó "Regionalismo de Aniones". Este autor asignó también, un rol a la evolución paleogeográfica para explicar la mineralización de Pb, Zn, y Ag, así como el reciclaje de materiales ígneos, el cual sería responsable de la "maduración" metalogénica de la cadena que habría culminado en el Terciario, entendiéndose por esto último etapas múltiples de concentración o reconcentración de elementos metálicos en la corteza, siguiendo las ideas de Routhier (1980). (Concepto de "herencia").

Frutos y Pincheira (1985) señalaron que la metalogénesis andina fue controlada "por el emplazamiento relativo de la cuenca geosinclinal y la consiguiente actividad magmática asociada", vinculando la mineralización cuprífera con "facies eugeosinclinales" y la polimetálica, con "ambientes miogeosinclinales", ideas que a la luz de lo expuesto precedentemente, no pueden ser consideradas válidas. Además, mencionaron la existencia de dos tipos de zonificación, una transversal resultante "del grado de evolución de la cadena, el grosor cortical y la profundidad de generación de los magmas" y una longitudinal, la cual reflejaría "el grado de evolución geológica de la cadena y la herencia metalogénica de cada sector.

Ruiz y Peebles (1988), en un trabajo enfocado, esencialmente, en la descripción de los principales yacimientos metalíferos chilenos, mantuvieron la separación de provincias metalogénicas presentada en Ruiz et al. (1965)".

En la primera carta metalogénica regional editada por el SERNAGEOMIN, (Boriz, Díaz y Maksaev, 1990) se describen los yacimientos y la metalogénesis de la Región II Antofagasta, con una subdivisión en 3 franjas metalogénicas coincidentes con las unidades geomorfológicas de la región. Se distinguen cinco etapas magmáticas precedidas de deformación compresiva, destacándose la migración sistemática hacia el este del frente magmático desde el Jurásico.

"Los depósitos metalíferos mayores se formaron en tres Epocas Metalogénicas, siendo la más relevante la del Eoceno Superior-Oligoceno, durante la cual se formaron los yacimientos mayores, de tipo pórfido cuprífero. Le siguen en importancia la del Jurásico Superior, durante la cual se originaron los depósitos estratoligados y vetiformes de cobre, y la del Paleoceno, en la que se formaron importantes depósitos epitermales de plata y oro, así como algunos pórfidos cupríferos y chimeneas de brecha subeconómicas".

Los autores destacan entre las características metalogénicas de la región de Antofagasta, la especialización y recurrencia de la mineralización cuprífera, las cuales se atribuyen en primer término a las condiciones de generación magmática en la zona de subducción y luego por los procesos asociados a las etapas finales del magmatismo félsico.

La síntesis expuesta muestra, claramente, la disparidad de criterios utilizados por los diversos autores en sus enfoques, por lo que el intento de establecer comparaciones o equivalencias entre las distintas unidades metalogénicas diferenciadas por ellos sería inútil.

Por otra parte, se observa una evolución de los modelos metalogénicos desde aquellos que relacionaban la mineralización metálica a etapas de ciclos orogénicos de un geosinclinal, hasta modelos que consideran que la mineralización andina está ligada genéticamente al magmatismo asociado a la convergencia activa de placas litosféricas.

1.2. Franjas Mineralizadas

A continuación se describen de oeste a este y de norte a sur las diferentes franjas mineralizadas del país, (Fig. 1 y 2).

- Franja cobre Jurásico (de 21°30' a 27°30'LS), incluye los mayores distritos estratoligados del norte de Chile.
- Franja hierro Cretácico (26°S-31°LS)
Minas de Fe explotadas, estratoligados y tectomagmáticos.
- Franja del cobre Cretácico (26° - 28° LS y 30° - 34° LS Estratoligados, skarn, vetas y pórfidos cupríferos.
- Franjas auríferas Jurásico Superior y Cretácico Superior
En la periferia de los plutones, aparatos subvolcánicos y en los pórfidos cupríferos se encuentra mineralización en vetas y diseminada.
- Franjas polimetálicas Mesozoica (Pb, Zn, Cu) del Sur de Chile.
 - cretácicas; vetas y estratoligados
 - cenozoicas; vetas en periferia de sistemas de pórfidos cupríferos.
- Franja de pórfidos cupríferos y yacimientos epitermales Au, Ag, del Paleoceno
- Franja de pórfidos cupríferos Eoceno-Oligoceno (19°26°30'LS). Agrupa los depósitos de mayor importancia económica del país.
- Franja cuprífera Miocena Superior de 31° a 34°LS.
Agrupa los pórfidos cupríferos de segunda mayor importancia económica del país.

1.3 Epocas Metalogénicas

Los antecedentes señalados anteriormente sugieren la existencia de épocas o momentos privilegiados de mineralización, los que están en relación con varios factores en su mayoría conocidos, relacionados con la historia geotectónica del país y resumidos en la figura 3. (Según Davidson, 1991)

Después del fin del Paleozoico, la metalogénesis chilena se separa en 2 grandes períodos:

Pre-Cretácico Inferior (pre-Neocomiano)

Contexto geotectónico de borde continental pasivo tipo Mariana, con arcos magmáticos calcoalcalinos y cuencas de tras-arco. Depósitos de cobre de tipo sulfuros macizos y estratoligados jurásicos y faja del hierro Cretácico Inferior.

La época principal para el cobre sería Jurásico Medio mientras que el oro aparece al final del Jurásico, desde el fin del Neocomiano (118 Ma).

La apertura del Atlántico-Sur entre 120 y 100 Ma, y la subsecuente deriva hacia el oeste del continente sudamericano provocan un cambio geotectónico importante, al margen continental activo con alto stress.

Se producen numerosos depósitos de Fe, Cu, Pb, Zn, Mn, (Ag) en el período 120 - 90 Ma., con mineralización de Au más tardía (95-70 Ma.). La tipología de los yacimientos es variada, predominan los depósitos estratoligados que están relacionados con volcanismo y/o magmatismo.

Existe una faja de pórfidos cupríferos con oro asociado de los cuales el más importante a la fecha, sería

Andacollo (IV Región).

El Cretácico Superior es más favorable para una mineralización de Ag -Au tipo vetas y epitermales de baja sulfuración (Adularia - Sericita).

El Cenozoico es realmente el período de mayor relevancia económica. Los depósitos ocurren en 3 épocas:

Paleoceno: sistemas de tipo pórfidos cupríferos menores (aunque en Perú son muy importantes) y epitermales asociados.

- Eoceno/Oligoceno: mayor período de pórfidos cupríferos con importantes cantidades de molibdeno y oro asociado.
- Mioceno: mayor desarrollo de los epitermales, tipo ácido sulfato y pórfidos cupríferos que ocupan el segundo lugar en importancia económica del país.

1.4 Controles Metalogénicos

La mayor parte de las mineralizaciones metálicas chilenas están en relación con el plutonismo, volcanismo y los fenómenos hidrotermales asociados. Los controles regionales de las fajas mineralizadas son los que controlan el magmatismo (arcos) y su emplazamiento (fallas profundas). A nivel más local, predominan los controles estructurales y de depositación volcano sedimentaria (sistemas arcos - cuencas).

A continuación se detallan los mayores controles metalogénicos de mineralización metálica a nivel nacional:

1) Períodos particulares de la evolución geotectónica:

ambiente geológico y volcánico Arcos Jurásicos Medio a Superior y Neocomiano

magmatismo arcos magmáticos de :

- Jurásico Superior, Cretácico "Inferior" (Cu)
- Cretácico Sup. (Au)
- Paleoceno (Au)
- Eoceno Oligoceno (Cu, Mo)
- Mioceno Inferior (Au, Ag)
- Mioceno Superior (Cu, Mo)

2) Segmentos transversales particulares

Coincidencia entre zonas fértiles en diversas épocas:

Ej: Cu jurásico coincide con Cu, Mo - Eoceno/Oligoceno

Cu cretácico coincide con Cu Mo - Mioceno.

Acumulación de fenómenos en zonas de transición

Ej. : Copiapó.

3) A nivel mas local se desprende un control estructural por fallas longitudinales profundas (corticales) de extensión regional que permanecieron activas por largos períodos de tiempo.

Hay que resaltar en particular el sistema de falla de Atacama y su prolongación hacia el sur en la provincia Neocomiana del Hierro y el sistema de falla de Domeyko que controla la ubicación de la franja de pórfido Eoceno-Oligoceno sobre más de 700 km. de largo.

1.5 Conclusión

La metalogénesis de Chile está estrechamente relacionada con la evolución geotectónica del país, en particular con los aspectos magmáticos y estructurales.

El marco geotectónico fue desde el fin del Paleozoico uno de margen continental activo con subducción de la placa oceánica debajo del continente sudamericano.

Una serie de arcos magmáticos estuvieron activos en relación con la subducción, mostrando generalmente una migración hacia el este del eje magmático desde el Jurásico en adelante. La migración es heterogénea en el tiempo y a lo largo de Chile (según i), las velocidades de subducción y (ii) el ángulo de subducción. Este último fenómeno muestra variaciones longitudinales que demuestran la fragmentación del complejo borde continental/placa oceánica en segmentos separados por estructuras transversales perennes, las cuales parecen ejercer un fuerte control sobre los límites de franjas metalogénicas. (Sillitoe, 1976).

Las franjas metalogénicas aparecen, pues, como bandas longitudinales relacionadas con varios arcos magmáticos por su disposición longitudinal y con los segmentos transversales por sus límites. Además, indican la ocurrencia de mineralización a ciertos momentos críticos donde se concentraron grandes cantidades de metales en uno o más tipos de yacimientos.

Las épocas Jurásico Medio y transición Cretácico Inferior a superior son representativas para los yacimientos de cobre estratoligados. Los periodos Eoceno-Oligoceno, Mioceno, en menor grado el Cretácico Inferior y el Paleoceno son característicos para los pórfidos cupríferos.

Los periodos de mayor relevancia para los metales preciosos (oro y plata) son el Paleoceno y el Mioceno Inferior, en menor grado el Cretácico Superior y el Jurásico Superior.

<<"Los depósitos metalíferos mayores se formaron en tres Epocas Metalogénicas, siendo la más relevante la del Eoceno Superior-Oligoceno, durante la cual se formaron los yacimientos mayores, de tipo pórfido cuprífero. Le siguen en importancia la del Jurásico Superior, durante la cual se originaron los depósitos estratoligados y vetiformes de cobre, y la del Paleoceno, en la que se formaron importantes depósitos epitermales de plata y oro, así como algunos pórfidos cupríferos y chimeneas de brecha subeconómicas">>.

Los autores destacan entre las características metalogénicas de la región de Antofagasta, la especialización y recurrencia de la mineralización cuprífera, las cuales se atribuyen en primer término a las condiciones de generación magmática en la zona de subducción y luego por los procesos asociados a las etapas finales del magmatismo felsico.

<<La síntesis expuesta muestra, claramente, la disparidad de criterios utilizados por los diversos autores en sus enfoques, por lo que el intento de establecer comparaciones o equivalencias entre las distintas unidades metalogénicas diferenciadas sería inútil. Por otra parte, se observa una evolución de los modelos metalogénicos desde aquellos que relacionaban la mineralización metálica a etapas de ciclos orogénicos de un geosinclinal, hasta modelos que consideran que la mineralización andina está ligada genéticamente al magmatismo asociado a la convergencia activa de placas litosféricas >>.

De esta naturaleza han sido los trabajos que se publicaron en el Perú;

-- El trabajo de Fernando De Las Casas F. y Eduardo Ponzoni E. en 1969., confeccionaron un mapa metalogénico a escala 1:2'500,000 (ubicación de ocurrencias minerales en el mapa geológico) que fue

presentado en la 11va. Convención de Ingenieros de Minas del Perú.

-- En 1972, Bellido E., De Montreuil L., y Girard D., (INGEMMET), publicaron la "Metalogenia del Perú". En este trabajo se determinaron dos unidades morfo-tectónicas en el Perú y dos Provincias Metalogenicas;

- a) La Provincia metalogénica occidental, y
- b) La Provincia metalogénica oriental.

La Provincia metalogénica occidental comprende:

- Hierro en la Cadena Costanera Meridional
- Sub-Provincia Cuprífera de la Vertiente del Pacífico
- Sub-Provincia Polimetálica del Altiplano
- Mineralización en Rocas Volcánicas
- Mineralización en Rocas Sedimentarias

En la provincia Metalogénica Andina Oriental:

- Pataz-Buldibuyo
- Tarma-San Ramón y Concepción Cobriza
- Vilcabamba, Chimboya-Aricoma y Marcapata-Sandia

La clasificación de yacimientos propuesta por Bellido E., De Montreuil L., y Girard D., 1972, bastante larga, se encuentra en Anexo.

Ponzoni E., (INGEMMET-1980), publicó el trabajo "METALOGENIA DEL PERU", también publicado en el "Simposium Internacional Metalogenesis En Latino America" realizado en México D.F. en 1980.

Se consideran los aspectos morfológicos y estructurales del territorio peruano según:

- Zona Costanera
- Cordillera Occidental
- Zona Intracordillerana
- Cordillera Oriental
- Zona Subandina
- Llanuras del Amazonas y Madre de Dios

También se consideran los aspectos de tectónica de Placas y su relacionamiento con la Cordillera de Los Andes en base a información geofísica y morfología de las estructuras andinas.

En el estudio se presenta la evolución geotectónica de los Andes Centrales y su relacionamiento con los procesos orogénicos y magmáticos ocurridos.

Ponzoni agrega una lista de tipos de yacimientos; Magmaticos, Skarn, Porfido Cu-Mo, Chimineas de Brecha, Volcanogenicos, Estratiformes y Estratoligados, e Hidrotermales. Ver Anexo 2.

??? CUALES SON LAS CONCLUSIONES DE PONZONI SOBRE LA METALOGENIA DEL PERU

PROVINCIAS METALOGENICAS DEL PERU, Oscar Palacios, Nestor Chacon, (INGEMMET, Informe interno, Junio 1994).

La distribución de los diferentes tipos de yacimientos y metales indican una zonación en los Andes Peruanos que permite establecer de Oeste a Este, dos Provincias Metalogénicas.,

A) La Provincia Metalogénica Occidental , y

B) Una Provincia Metalogénica Oriental que abarca la Cordillera Oriental de Los Andes. Cada una de estas las dividen a su vez en sub-provincias, y estas en franjas., (Ver anexo).

EPOCAS METALOGENICAS DEL PERU., Oscar Palacios (INGEMMET, Informe Interno, Junio 1994). Las fajas metalogénicas tienen evidentemente edades relacionadas a los eventos orogénicos y magmáticos que las originaron.

A la orogenia pecambriana de 2000 m.a. pertenecen las itabiritas de tralón de Arequipa, mientras que los sulfuros de Ni-Cu y el cromo de la Cordillera Oriental forman parte de la cadena precambriana de 600 m.a. es probable que algo de la mineralización de oro de la Cordillera Oriental esté también ligada a estas orogenias.

Al Eoherciniano (??? años) podrían pertenecer los filones de oro y los de antimonio de la Cordillera Oriental del Sur, ya que los de oro se encuentran afectados por la esquistocidad de esa orogénia, mientras que en el Finiherciniano se ubican los yacimientos de Cu, Ni, Ag (Co), U. de Vilcabamba, (relacionados a intrusivos de 250 m.a) y algo más al Sur los de Cu-Sn-Bi (Wo); Cu-Wo (Sn) ó W-Mo (a veces con tierras raras) relacionados a intrusivos de 230 m.a. lo que indicaría que existe una migración hacia e Sur de la actividad magmática y metalogénica finiherciniana que es congruente con los datos señalados para el Norte de Bolivia (Schneider, 1977), en donde la mineralización de Sn y Wo está relacionada a intrusivos de 180 m.a.

Sin embargo existen yacimientos como San Rafael con edad de 24 m.a. (Arenas M. 1980) que indicarían una nueva generación de yacimientos de Cu, Sn, W en el Mioceno.

En la Provincia Metalogénica Occidental, los yacimientos vulcanogénicos y los depósitos de Fe y de Cu de la faja cuprífera de la Costa, están relacionados a la subducción de la Placa Nazca a partir del Cretáceo Superior.

El avance de la subducción hacia el Este originaría los yacimientos de cobre de la región intercordillerana Sur (Tintaya) 34-40 m.a), luego los de la Sub-Provincia Polimetálica (alrededor de los 15 m.a) y las vetas argentíferas en volcánicos (entre los 10 y 5 m.a. - Orcopampa 8 ma, Huachocolpa 10 a 8 ma), siendo las vetas del nevado Portuguesa de 2 ma la última mineralización datada.

Los yacimientos singenéticos teóricamente corresponden a la edad de las rocas de las que forman parte, siendo notables el Permiano Superior (Capas Rojas), el Triásico-Jurásico (Grupo Pucará), el Cretáceo inferior (Formación Santa) y el Cretáceo terminal y terciario (Capas Rojas).

Los aportes metalogénicos mas recientes son aquellos prospectos auro-argentíferos, diseminados de baja ley, en rocas volcánicas cenozoicas descubiertos en el sur del país. Interesantes anomalías (Mazo Cruz, Barroso, Chila, Nevado Firure y alrededores de Arcata), que vienen siendo evaluados.

De la misma manera, en el Norte del País, INGEMMET con su tarea de prospección regional en el "Metalotecto" Oyoútún, ha definido mineralización en vetas auríferas en los yacimientos de Hualatán y Huaquillas, y se ha determinado la posible presencia de yacimientos polimetálicos de filiación vulcanogénica submarina (Linderos).

El yacimiento en producción de Yanacocha es un ejemplo de diseminación de Oro en volcánicos Calipuy.

Dr. Miguel Cardozo Goytizolo., Mundo Minero, Año XIII, N° 148, 1994. (Brochure sobre Mineralización en Peru, Presentación de INGEMMET en Expomin Stgo. de Chile, Mayo 1994)

PERU

Los Andes Peruanos contienen importantes y variadas concentraciones de depósitos minerales. Los yacimientos están asociados a una diversidad de procesos genéticos los cuales a su vez han ocurrido en estrecha relación con la compleja evolución geológica del territorio peruano.

LA GEOLOGIA ANDINA

Las rocas que conforman el territorio peruano son de origen sedimentario, metamórfico e ígneo, y sus edades varían desde el Precambriano hasta el Cuaternario más moderno. Casi en todas ellas existen minerales, desde anomalías geoquímicas y ocurrencias minerales sin valor económico actual, hasta yacimientos de gran significado, algunos de los cuales están siendo explotados en la actualidad.

EL GEOSINCLINAL

Algo que salta a primera vista en el Mapa Geológico del Perú, es el ordenamiento longitudinal de las principales formaciones y unidades litológicas, en la misma dirección Noroeste-Sureste que sigue la cadena de la Cordillera de Los Andes que domina los rasgos fisiográficos de nuestro país.

Igualmente, la ubicación de los yacimientos y ocurrencias minerales conocidas en el Mapa Geológico, guardando consideración a aquellos de características similares en cuanto a su mineralización, permite apreciar que estos yacimientos y ocurrencias aparecen ordenados en franjas longitudinales de carácter regional que siguen la misma dirección andina. Igualmente, se aprecia que ocurrencias similares están contenidas en determinadas formaciones litológicas.

La ubicación de los yacimientos minerales a lo largo de estos alineamientos de carácter regional, ha servido de orientación para tratar de explicar el origen común (o similar) de estos yacimientos, mediante el desarrollo de modelos metalogenéticos regionales.

En esta forma, se han propuesto

Existen por ello múltiples intentos, todos ellos muy ilustrativos, por correlacionar la distribución de los yacimientos minerales en función de las unidades litológicas de diferentes épocas geológicas que caracterizan los Andes peruanos.

Sin embargo, como existe una estrecha relación entre el tipo de roca que contiene la mineralización o que está genéticamente asociada a ella, y las características fundamentales de los depósitos minerales, tales como su morfología, mineralogía, contenido metálico y sus rasgos geológicos y geoquímicos en general, es conveniente y muy ilustrativo revisar la distribución en base a:

-los episodios de la evolución orográfica del territorio con la formación de los depósitos minerales, los eventos tectónicos los elementos de la evolución paleogeográfica y las pulsaciones magmáticas (plutónicas, sub-volcánicas y volcánicas).

Las principales estructuras de la corteza terrestre que han controlado la formación de cuencas para la deposición de las rocas sedimentarias y su posterior deformación, así como el emplazamiento de los numerosos cuerpos ígneos existentes en los Andes peruanos, son las mismas estructuras que han determinado la ubicación y distribución de la riqueza mineral.

Síntesis según: Boric, Maksaev y Díaz, SERNAGEOMIN-Chile, 1990.,

EPOCAS METALOGENICAS (O. Palacios, INGEMMET)

Las fajas metalogénicas tienen evidentemente edades relacionadas a los eventos orogénicos y magmáticos que las originaron.

-A la orogenia precambriana de 2000 m.a. pertenecen las itabiritas de tralón de Arequipa, mientras que los sulfuros de Ni-Cu y el cromo de la Cordillera Oriental forman parte de la cadena precambriana de 600 m.a. es probable que algo de la mineralización de oro de la Cordillera Oriental esté también ligada a estas orogenias.

-Al Eoherciniano podrían pertenecer los filones de oro y los antimonio de la Cordillera Oriental del Sur, ya que las de oro se encuentran afectados por la esquistocidad de esa orogénica, mientras que en el Finiherciniano se ubican los yacimientos de Cu, Ni, Ag (Co), U. de Vilcabamba, (relacionados a intrusivos de 250 m.a) y algo más al Sur los de Cu-Sn-Bi (Wo); Cu-Wo (Sn) ó W-Mo (a veces con tierras raras) relacionados a intrusivos de 230 m.a. lo que indicaría que existe una migración hacia el Sur de la actividad magmática y metalogénica finiherciniana que es congruente con los datos señalados para el Norte de Bolivia (Schneider, 1977), en donde la mineralización de Sn y Wo está relacionada a intrusivos de 180 m.a.

Sin embargo existen yacimientos como San Rafael con edad de 24 m.a. (Arenas M. 1980) que indicarían una nueva generación de yacimientos de Cu, Sn, W en el Mioceno.

En la Provincia Metalogénica Occidental, los yacimientos vulcanogénicos y los depósitos de Fe y de Cu de la faja cuprífera de la Costa, están relacionados a la subducción de la Placa Nazca a partir del Cretáceo Superior.

El avance de la subducción hacia el Este originaría los yacimientos de cobre de la región intercordillerana Sur (Tintaya) 34-40 m.a), luego los de la Sub-Provincia polimetálica (alrededor de los 15 m.a) y las vetas argentíferas en volcánicos (entre los 10 y 5 m.a. - Orcopampa 8 m.a. Huachocolpa 10 a 8 m.a) siendo las vetas del nevado Portuguesa de 2 m.a la última mineralización datada.

Los yacimientos singenéticos teóricamente corresponden a la edad de los sedimentos de los cuales forman parte, siendo notables el Permiano Superior (Capas Rojas), el Triásico-Jurásico (Grupo Pucará), el Cretáceo inferior (Formación Santa) y el Cretáceo terminal y terciario (Capas Rojas).

APORTES METALOGENICOS RECIENTES (continúa O. Palacios)

Actualmente con el criterio de yacimientos auro-argentíferos diseminados de baja ley en rocas volcánicas cenozoicas, en el sur del país se han detectado interesantes anomalías de color (Mazo Cruz, Barroso, Chila, Nevado Firure y alrededores de Arcata) que vienen siendo evaluados.

De la misma manera INGEMMET en el Norte del País continuando con su tarea de prospección regional en el "Metalotecto" Oyotún ha definido mineralización aurífera vetiforme en los yacimientos de Hualatán y Huaquillas, y se ha determinado la posible presencia de yacimientos polimetálicos de filiación vulcanogénica submarina (Linderos).

El yacimiento en producción de Yanacocha es un ejemplo de diseminación de Oro en volcánicos Calipuy.

ANEXO 1

En el trabajo de Geología del Perú de Gustavo Steinmann publicado en 1930, existe una colaboración de R. Stappenbeck sobre yacimientos minerales útiles (Metálicos y No Metálicos) según el siguiente detalle:

CLASIFICACION DE YACIMIENTOS DEL PERU

YACIMIENTOS METALICOS

1. **Yacimientos de Oro**
 - a) Piritas auríferas: Pataz, Salpo, Chaulán, Andaray etc.
 - b) Vetas de Oro y Plata : Cochasayhuas
 - c) Vetas cupro-auríferas: Hualgayoc, Punre, Cansa
 - d) Vetas de cuarzo aurífero con tungsteno o estaño: Julcani.
 - e) Lavaderos de Oro: Río Tumbes, Santiago, Napo, Madre de Dios, Inambari, Marcapata, Carabaya, Sandía, San Antonio de Poto, Aporoma.
2. **Yacimiento de Plomo, Plata y Zinc**
 - a) Vetas de Pb, Ag y Zn: Chilete, Carahuacra, Chirimayo, Sangorán, Callejón de Huaylas, Colquipocro, Aija, Chacas, Oyón (Chanca), Caylloma, etc.
3. **Yacimientos de Cobre**
 - a) Yacimientos de Contacto.- Magistral y Tintaya.
 - b) Filones de Cobre:
 - Vetas sólo cupríferas.- Cachi-Cachi, Antamina, Huari, Canza, Vilcabamba, Pasco.
 - Vetas cupro-argentíferas - Hualgayoc, Punre, Sayapullo, Surubamba, Algamarca, Santiago de Chuco, Huancapeti, Chavin, Tuco, Vinchos, Atacocha, Cerro de Pasco, Colquijirca, Morococha, Alpamina, Andaychahua, Casapalca, Aruri, Pacococha, Suitucancho, Huachocolpa, Julcani, Caudalosa, Yarabamba.
 - Vetas de Enargita, Quiruvilca, Cerro de Pasco y Morococha, Huarón - Huayllay.
 - Impregnaciones - Asapara, Ferrobamba, diseminados en Cerro Verde, Toquepala y Quellaveco.
4. **Yacimientos de Azogue**

Huancavelica con presencia de cinabrio y mercurio nativo; Chonta en Huánuco, Cuiján cercano a Cerro de Pasco.
5. **Yacimientos de Hierro**
 - a) Segregaciones magmáticas - Huacravilca y Marcona, Livitaca.
 - b) Yacimientos de Hierro de Contacto.- Vinchos, Huinche (Cuzco).
 - c) Vetas de Hierro.- En Cayaicancho y en Cerro de Pasco
 - d) Yacimientos Sedimentarios de Hierro.- Tal vez Tambo Grande.
 - e) Yacimientos de Hierro Manganésífero- Andahuaylas e Iscay Cruz.
6. **Yacimientos de Manganeso**

En Cerro Illescas
7. **Yacimientos de Niquel y Cobalto**

En Rapi (Ayacucho), Vilcabamba (Cuzco).
8. **Yacimientos de Estaño**

Se ha encontrado casiterita asociada a cuarzo aurífero en Pachaconas (Apurímac).
9. **Yacimientos de Tungsteno**

Cerro Pelagatos (Ancash y La Libertad), Minas de Compaccha, Tamboras y Mundo Nuevo.
10. **Yacimientos de Molibdeno**

Cerca de Cascas, en Parag (Lima), en Jauja, en el nevado Salcantay (Cuzco).

11. **Yacimientos de Vanadio**
Todos los yacimientos de asfaltitas tienen vanadio, Minas Ragra (Cerro de Pasco).
12. **Yacimientos de Bismuto**
En San Gregorio (Cerro de Pasco)
13. **Yacimientos de Arsénico**
Asociados al Cu y Ag en forma de mispiquel y realgar
14. **Yacimientos de Antimonio**
Como antimonita en Cerro Negro (Huancavelica), en Recuay, Ticapampa, Uchuchacua, Pallasca, San Mateo, Huachocolpa, Chocos Vinchos, Caudalosa, Sicuani, Aguas Calientes, Tirapata.

YACIMIENTOS NO METALICOS

1. **Petróleo**
 - En el Noroeste; Piura y Tumbes (Talara)
 - En el Sur : Lago Titicaca
 - En el Cerro Chumpi y Altiplanicie a Parinacochas
2. **Asfaltitas**
En Marcapomacocha y en Lacsacocha, en Morococha, Carhuacayán, Pariatambo, Huari, Minasragra, cuyas cenizas contienen vanadio.
3. **Esquistos Bituminosos.- En el Perú Central:**
Saquicocha (Laguna Patón) y en Yanagori, Ondores, Churín y Carhuacayán.
4. **Carbón**
 - Del Carbónico.- Península de Paracas, Tambo (Ayacucho).
 - Del Weldiano.- En Piura y Chachapoyas, zona entre Hualgayoc - Huancavelica.
 - Entre Tambo Grande y Motupe
 - En Celendín, Punre, Carbón Antracítico
 - Entre Hualgayoc y Bambamarca
 - Entre Cajabamba y Huamachuco
 - La Cuenca del Río Chicama
 - En Callacuyán, Pallasca, Huaylas, Huallanca
 - La Cuenca Carbonífera de Hatunhuasi
 - Carumas - Ichuña
5. **Grafito**
En Auquimarca (Cajatambo), Andajes y en Huancahuasi (Checras).
6. **Azufre**
En Reventazón (Paita) en areniscas, Chuquiquellan (Tacna), Sipincayani (Moquegua) y en el Volcán Ticsane.
7. **Cuarzo**
Amorfo y cristalizado asociado a vetas metalíferas.
8. **Piedras Preciosas**
En Chuquicahuana (Cuzco) se han detectado esmeraldas.
9. **Micas**
En Camaná, estación de Guerreros y cerca de Quilca en vetas de pegmatita.
10. **Amianto**
En Huamalies (Huánuco)
11. **Baritina**
En varias vetas metalíferas, Quiruvilca.

12. **Caliza y Dolomita**
Calizas en Cerro de Pasco, en Utcubamba (Amazonas) en Tarma.
En el Cretáceo.- Cerca a Lima y cuaternarios. Los travertinos asociados a aguas termales y/o manantiales
13. **Yeso**
En Tarma y alrededores. En Pusi al Norte del Lago Titicaca.
14. **Sal Común o Sal Gema**
En la montaña: Yurumarca, Pilluana
En el Cusco: Maras y Occopata, Bellavista
En Moquegua : Puite
En Lima : Huacho, Chilca.

ANEXO 2

Ponzoni E., (1980) de INGEMMET, publicó el trabajo "METALOGENIA DEL PERU", el cual también fue publicado en el Simposium Internacional: METALOGENESIS EN LATINO AMERICA realizado en México D.F. en 1980.

Ponzoni considera los sgts. tipos de yacimientos:

MAGMATICOS

Entre estos yacimientos se tiene:

- a. Los depósitos de sulfuros de níquel y cobre en rocas ultrabásicas precambrianas de la cordillera oriental.
- b. El depósito de cromo de Tapo, en un intrusivo ultrabásico precambriano ubicado en la cordillera oriental.
- c. Los depósitos tabulares de magnetita masiva, piroxenos y apatita del batolito de la costa; como el de Acari y Yaurilla.

SKARN

Estos yacimientos son abundantes en la región intercordillerana, siendo importantes los de Cu-Fe en el Sur del Perú, relacionados al batolito de Abancay tales como Tintaya, Ferrobamba, Chalcobamba entre los de cobre; Livitaca, Capacmarca y Pampachiri entre los de hierro.

Los del Perú Central, relacionados a stocks dacíticos pequeños como Antamina, Magistral, (Ancash), Cobriza (Huancavelica) y Rondoni (Huánuco) por cobre.

En la Cordillera Occidental se conocen algunos Skarn de polimetálicos como Chungar, Santander, San marino y de Cobre como Yauricocha. (Lima).

Relacionados al Batolito de la costa se conocen Skarn de Cu y Fe de escasa importancia económica como los de Characas (Ica), Aviador y Vale un Perú (Ancash) de Cu, y los de Cascas y Fátima (La Libertad, Ancash) por Fe, y uno de W en Casma (Ancash).

En la costa sur está el yacimiento de Marcona (Ica) con contenidos menores de Cu y Co.

PORFIDOS DE COBRE - MOLIBDENO

En la faja Sur el Perú existen tres yacimientos en operación Toquepala, Cuajone y Cerro Verde.

Al norte de Lima sólo se conocen prospectos aislados sin valor económico, a excepción de Pashpap (Cu-Mo).

En la zona intercordillerana del Sur del Perú, existen algunos asociados a los yacimientos de Skarn, ligados al batolito de Abancay como Quechuas y Panchita.

En el centro del Perú en Morococha se conoce el yacimiento de Toromocho que además de Cu lleva polimetálicos y uranio y Janchiscocha de Mo.

En el sector NE y E de la Cordillera Blanca, se conoce el pórfido de Cu Aguila y Compaccha, y de Mo California, así como, el Stockwork de Jacabamba por Mo.

En el Norte del Perú existe una faja que se extiende desde Cajamarca hasta el Ecuador, en ella se ubican Michiquillay, La Granja y Cañariaco que parecen estar asociados al batolito de Pomahuaca de edad terciaria.

CHIMENEAS DE BRECHA

Son yacimientos estrechamente relacionados a los pórfidos de cobre y se conocen en toda la faja cuprífera característicamente son brechas de cuarzo, turmalina con mineralización de Cu tales como Cerro Negro y Rescate (Sur del Cerro Verde).

En el centro de la Cordillera Negra se conocen Llipa y Aija, y en el Norte con mineralización de Cu-Mo y algo de Wo en Turmalina. Además relacionada a los volcánicos terciarios se conoce la brecha polimetálica de San Bosco (Puno) que no lleva turmalina.

VOLCANOGENICOS

Se conocen yacimientos de sulfuros de Cu, Cu-Zn-Pb y/o baritina de tipo manto o cuerpos relacionados a las formaciones volcánico-sedimentarias del cretáceo medio a superior.

En la Costa Central del Perú, se encuentran los yacimientos de tipo manto con calcopirita, pirita, pirrotita y actinolita tales como Raúl, Condestable, Los Incas.

Al Este de estos yacimientos están los cuerpos irregulares o mantos de baritina con esfalerita y pirita como Leonila, Graciela, Budeku, Balducho.

En el NW del Perú se encuentran yacimientos de sulfuros masivos de pirita, calcopirita y esfalerita, plata como Tambo Grande.

ESTRATIFORMES Y ESTRATOLIGADOS

En el Perú ocurren yacimientos de los siguientes tipos y asociaciones:

a) Asociación Pb-Zn en Calizas

Yacimientos de esta asociación ocurren en el Grupo Pucará (Trias-Lías) como San Vicente, Shalipaico y Carahuacra (Junín) y Cercapuquio (Zn-Cd).

En la Fm. Santa (Valanginiano) se conocen El Extraño, Atalaya, Patria (Ancash).

En el terciario se encuentra el yacimiento Colquijirca que también presenta una fuerte influencia hidrotermal.

b) Asociación Cu-Va en Capas Rojas

Existen yacimientos relacionados a las capas Rojas del grupo Mitu como Landa (Apurímac), Negra - Huañusha (Junín) y las capas rojas de fines del cretácico o comienzos del terciario como Desaguadero (Puno) y Sicuani (Cuzco).

El yacimiento de vanadio de Minasragra asociado a capas rojas del Cretáceo-Terciario, es posiblemente una variedad de este tipo.

c) Yacimiento Sedimentario de Fe

Un yacimiento de tipo itabirita ocurre en Matarani (Arequipa) y representa solo una reliquia por sus dimensiones reducidas.

d) Asfaltitas Vanadíferas

En las formaciones calcáreas del Cretáceo superior en el Centro del Perú en una faja de 100 Km. de largo ocurren lutitas bituminosas y lentes y venillas de asfaltitas que tienen contenidos vanadíferos tales como: Sincos, Lacsacocha y Marcapomacocha (Junín) y Gran Filón (Ancash).

e) Placeres

Placeres del tipo de bancos, Llanuras de grava y depósitos de origen fluvio-glacial, ocurren en la cumbre y flanco Este de la Cordillera Oriental del Sur y en la Llanura de Madre de Dios.

En el Norte en los ríos Santiago, Marañón, Tigre y Pastaza, y en el Centro en el Río Negro y Río Pachitea.

YACIMIENTOS HIDROTERMALES**a) Cuerpos de Reemplazamiento**

En la región intercordillerana del Perú Central se presentan yacimientos polimetálicos generalmente de morfología compleja con mantos, vetas y cuerpos, se pueden distinguir:

- Depósitos Zonados.- Cu-Zn-Pb-Ag tales como Cerro de Pasco, Morococha, Julcani, Hualgayoc y Huarón.
- Depósitos de Pb-Zn-Ag en Milpo-Atacocha.

b) Filones

En la faja cuprífera se conocen filones de paragénesis y edad variable.

- Vetas con calcopirita, pirita, hematita, magnetita, turmalina, actinolita, apatita como Eliana, Monterrosas, Cobre Acari similares a vulcanogénicos).
- Vetas de calcopirita, pirita, especularita, cuarzo, relacionados a porfidos como Tojenes, Kiowa, Cinco Cruces, Carneritos.
- Asociación de calcita, pirita, calcopirita, bornita en vetas o chimeneas como Cuyahuasi, Diez Hermanos.
- Vetas de cuarzo, pirita aurífera, con contenidos variables de galena, esfalerita, calcopirita y calcita como San Juan de Chorunga, Posco, Sol de Oro, Saramarca.

En la Cordillera Occidental se conocen asociaciones paragenéticas más complejas.

- Vetas polimetálicas con enargita, tenantita, tetrahedrita, calcopirita, esfalerita, galena argentífera, cuarzo, calcita.
- Las vetas argentíferas con proustitas, cuarzo, calcita, rodocrositas.
- Las vetas antimoníferas con estibina, cuarzo, calcita con rejalgar y oropimente.
- Las vetas de tungsteno de la Cordillera Blanca con una asociación de Wolframita, hubnerita, algo de sheelita, tetrahedrita, galena, fluorita, esfalerita.
- Las vetas mercuríferas del Perú Central con una asociación de cinabrio, pirita, arsenopirita rejalgar y esfalerita.
- En la Cordillera Oriental se conocen filones de calcopirita, casiterita, pirita, ferberita, scheelita, esfalerita.
- En la Cordillera de Vilcabamba existe la asociación de Ni, Cu, Ag con menor cantidad de uranio y cobalto.

ANEXO 3

PROVINCIAS METALOGÉNICAS DEL PERU, Oscar Palacios (INGEMMET, Informe interno, Junio 1994).

La distribución de los diferentes tipos de yacimientos y metales indican una zonación en los Andes Peruanos que permite establecer de Oeste a Este, dos Provincias Metalogénicas:

- A) La Provincia Metalogénica Occidental, y
- B) Una Provincia Metalogénica Oriental que abarca la Cordillera Oriental de Los Andes.

A) LA PROVINCIA METALOGÉNICA OCCIDENTAL, que abarca la Cordillera Occidental de los Andes y la Región Inter Cordillerana comprende de Oeste a Este:

1. Una Sub-Provincia Cuprífera, ubicada entre la línea de la costa y el flanco Occidental Andino, desde el límite con Chile hasta la virgación de Cajamarca. Comprende de Oeste a Este:

1.1. Faja de Fierro, discontinua; Morritos y Cerro Pelado (Tacna), Chaglianto (Moquegua), Tarpuy (Arequipa), Marcona y los cuerpos tabulares de Acari y Yaurilla.

1.2. Faja Cuprífera De La Costa, caracterizada por los pórfidos de Cu-Mo, chimeneas de brecha, filones, yacimientos volcanogénicos y Skarn, que pierde continuidad de los 12°S hasta los 7°S. Entre los 14°S y 16°S se presenta una importante área con Mineralización aurífera.

2. Sub-Provincia Polimetálica, se ha dividido en tres fajas, de Oeste a Este son:

2.1. Faja Plomo-Zinc-Plata, Cobre, en volcánicos Terciarios de la Cordillera Occidental. Yacimientos de Pb-Zn, Ag con o sin cobre; como Julcani, Quiruvilca, Chavín, Pacococha, Farallón, Huachocolpa, Tangana, San Mateo, Río Pallanga, Alianza, Santo Toribio. Yacimientos argentíferos de San Genaro, Huampar, Millotingo, Chanca, Ucchuchacua, Pachapaqui, Salpo.

2.2. Faja Plomo-Zinc-Plata-Cobre, en rocas sedimentarias del Cretáceo y Terciario; Yacimientos zonales complejos (cuerpos y vetas) en Huarón, Carhuacayán, Casapalca, Gran Bretaña, Morococha y San Cristobal (Domo de Yauli).

En Morococha hay sectores con Wo, y el porfido de Toromocho tiene uranio.

Raura y Huanzalá con evidencias de mineralización metasomática de contacto.

En las formaciones calcáreas del Cretáceo Superior existen mantos de asfaltitas vanadíferas entre los 12° y los 9°30' en Marcapomacocha, Llacsacocha, Sto. Domingo, Sancos y Minasragra.

En Huancavelica existe mercurio en Sta. Bárbara, existen además evidencias de este metal en Chonta (Huánuco), Carachugo (Cajamarca) y Cuypan (Pasco).

Entre los 11°S y 9°S existen mantos asociados al metalotecto Santa (El Extraño, Atalaya, Patria, San Hilarión). Existen además Skarn de Cu y/o polimetálicos como Yauricocha, Manón, Pachancoto, Santander, Chungar.

Entre 10°S y 8°S el Batolito de la Cordillera Blanca está asociado a pórfidos de Cobre

(Aguila, Melchora) ó Skarn (Magistral), filones de Tungsteno de Pasto Bueno, Tamboras y Mundo Nuevo. En el borde Este del Batolito ocurren disseminados y stockwork de Mo (Jacabamba y California). Son importantes los Skarn de Antamina y Contonga. Polimetálicos filoneanos de Sayapullo y Chilete.

2.3. Faja Polimetálica con mineralización predominante en rocas sedimentarias del Triásico-Jurásico,

Comprende las áreas donde aflora el Grupo Pucará en las zonas interandinas, Cordillera Oriental y flanco Sub-Andino comprende:

- Los mantos de Zn y Pb de San Vicente, Shalipayco, Mashcán y Carahuacra;
- Los cuerpos de reemplazamiento de Cu, Zn, Pb, Ag de Cerro de Pasco ó de Pb-Zn (Milpo-Atacocha).
- El Skarn de Fe-Cu ó Fe (Rondoni, Huacravilca).
- Los yacimientos hidrotermales estratiformes de Zn-Cd en Cercapuquio, y de Cu, Pb, Zn y Ag en calizas terciarias (Colquijirca).

3. Faja Intercordillerana del Sur.

Es la prolongación hacia el Sur de la Sub-Provincia Polimetálica, a partir de la virgación de Abancay, pero con rasgos metalogénicos sustancialmente diferentes, prácticamente no se conocen yacimientos polimetálicos de importancia, con excepción de Canarias y Madrigal.

Se distinguen:

- 3.1. La zona de Cu-Fe de Apurímac-Cuzco, caracterizada por numerosos yacimientos de Skarn de Cu-Fe.
- 3.2. La mineralización en los Volcánicos Miocénicos, caracterizada por filones predominantemente argentíferos.

B) PROVINCIA METALOGÉNICA ORIENTAL, comprende de Oeste a Este:

1. La Sub-Provincia Polimetálica.- con mineralización cuprífera entre las cumbres de la Cordillera Occidental y el sector inter-cordillerano. Esta sub-provincia está bien desarrollada entre la virgación de Cajamarca al Norte y la virgación de Abancay al Sur.

Al Sur de la virgación de Abancay existen yacimientos mayormente auroargentíferos relacionados a los volcánicos terciarios.

Los rasgos metalogénicos de la Cordillera Oriental recién se están conociendo.

2. La Cordillera Oriental.

Al Norte de la virgación de Abancay, entre los 13° y 7°S, se caracteriza por:

- Los yacimientos de sulfuros de Ni-Cu en cuerpos ultrabásicos.
- El Yacimiento de Cromo de Tapo.
- Una faja discontinua de filones auríferos entre 6° y 8° 40' S, en rocas precambrianas y granitoides como Pataz, Parcoy y Buldibuyo.
- Un grupo de yacimientos de antimonio a los 9°45'S, Lllamaragra.
- A los 11°30'S, es notable el prospecto Janchiscocha con vetas y stockwork de molibdenita.
- Finalmente a los 12°30'S, se encuentra el yacimiento cuprífero de Cobriza en forma de mantos.

Al Sur de la Virgación de Abancay, se observa:

- Una mineralización de Oro en filones y filones-capas en formaciones de paleozoico inferior como Santo Domingo, Chabuca, Ana María, Gavilán de Oro.
- Una faja de mineralización de antimonio en rocas silurodevoniano como Ticani, Magistral, San Alejandro, Sacsayhuamán.
- Una área con filones de Cu-Ni (Co) Ag. con algo de uranio asociado a intrusivos finihercinianos (250 MA) de la Cordillera de Vilcabamba-Minaspata-Huamanapi.
- Una faja con yacimientos de Cu-Sn-Bi (Wo) o Cu Wo (Sn) con contenidos menores de molibdeno y oro, esta faja parece ser la prolongación de la faja estannífera Boliviana como San Rafael, Quenamari, Marcapata, Palca 11.

C) FAJA CON MINERALIZACIÓN EN VOLCÁNICOS TERCIARIOS

En la franja volcánica de la Cordillera Occidental los yacimientos polimetálicos de Pb-Zn, Ag con o sin cobre como Julcani, Quiruvilca, Chavín, Pacococha, Farallón, Huachocolpa, Tangana, San Mateo, Río Pallanga, Alianza, Santo Toribio. Los yacimientos argentíferos de San Genaro, Huampar, Millotingo, Chanca, Ucchuchacua, Pachapaqui, Salpo.

ANEXO 2

RESEÑA METALOGÉNICA DE CHILE., (de Reseña Metalogénica de Chile, SERNAGEOMIN, 1994).

CONCLUSIÓN

La metalogénesis de Chile está estrechamente relacionada con la evolución geotectónica del país, en particular con los aspectos magmáticos y estructurales.

El marco geotectónico fue desde el fin del Paleozoico uno de margen continental activo con subducción de la placa oceánica debajo del continente sudamericano.

Una serie de arcos magmáticos estuvieron activos en relación con la subducción, mostrando generalmente una migración hacia el este del eje magmático desde el Jurásico en adelante. La migración es heterogénea en el tiempo y a lo largo de Chile (según i), las velocidades de subducción y (i) el ángulo de subducción. Este último fenómeno muestra variaciones longitudinales que demuestran la fragmentación del complejo borde continental/placa oceánica en segmentos separados por estructuras transversales perennes, las cuales parecen ejercer un fuerte control sobre los límites de franjas metalogénicas. (Sillitoe, 1976).

Las franjas metalogénicas aparecen, pues, como bandas longitudinales relacionadas con varios arcos magmáticos por su disposición longitudinal y con los segmentos transversales por sus límites. Además, indican la ocurrencia de mineralización a ciertos momentos críticos donde se concentraron grandes cantidades de metales en uno o más tipos de yacimientos.

Las épocas Jurásico Medio y transición Cretácico Inferior a superior son representativas para los yacimientos de cobre estratoligados. Los periodos Eoceno-Oligoceno, Mioceno, en menor grado el Cretácico Inferior y el Paleoceno son característicos para los pórfidos cupríferos.

Los periodos de mayor relevancia para los metales preciosos (oro y plata) son el Paleoceno y el Mioceno Inferior, en menor grado el Cretácico Superior y el Jurásico Superior.

1. FRANJAS MINERALIZADAS DE CHILE

A continuación se describen de Oeste a Este y de Norte a Sur las diferentes franjas mineralizadas del país, (Fig. 1 y 2).

Franja cobre jurásico (de 21°30' a 27°30'LS), incluye los mayores distritos estratoligados del norte de Chile.

Franja hierro cretácico (26°S-31°LS)

Minas de Fe explotadas, estratoligados y tectomagmáticos.

Franja del cobre cretácico (26° - 28° LS y 30° - 34° LS)

Estratoligados, skarn, vetas y pórfidos cupríferos.

Franjas auríferas Jurásico Superior y Cretácico Superior

En la periferia de los plutones, aparatos subvolcánicos y en los pórfidos cupríferos se encuentra mineralización en vetas y diseminada.

Franjas polimetálicas

mesozoica (Pb, Zn, Cu) del Sur de Chile.

cretácicas; vetas y estratoligados

cenozoicas; vetas en periferia de sistemas de pórfidos cupríferos.

Franja de pórfidos cupríferos y yacimientos epitermales Au, Ag, del Paleoceno**Franja de pórfidos cupríferos Eoceno-Oligoceno**

(19° -26°30'LS)

Agrupar los depósitos de mayor importancia económica del país.

Franja cuprífera miocena superior de 31° a 34°LS.

Agrupar los pórfidos cupríferos de segunda mayor importancia económica del país.

2. CONTROLES METALOGÉNICOS

La mayor parte de las mineralizaciones metálicas chilenas están en relación con el plutonismo, volcanismo y los fenómenos hidrotermales asociados. Los controles regionales de las fajas mineralizadas son los que controlan el magmatismo (arcos) y su emplazamiento (fallas profundas). A nivel más local, predominan los controles estructurales y de depositación volcánico sedimentaria (sistemas arcos - cuencas).

A continuación se detallan los mayores controles metalogénicos de mineralización metálica en Chile.

2.1. Períodos particulares de la evolución geotectónica:

ambiente geológico y volcánico Arcos Jurásicos Medio a Superior y Neocomiano

magmatismo arcos magmáticos de :

-Jurásico Superior, Cretácico "Inferior" (Cu)

-Cretácico Sup. (Au)

-Paleoceno (Au)

-Eoceno Oligoceno (Cu, Mo)

-Mioceno Inferior (Au, Ag)

-Mioceno Superior (Cu, Mo)

2.2. Segmentos transversales particulares

-Coincidencia entre zonas fértiles en diversas

épocas:

Ej: Cu jurásico coincide con Cu, Mo -Eoceno/ Oligoceno

Cu cretácico coincide con Cu Mo - Mioceno.

-Acumulación de fenómenos en zonas de transición

Ej: Copiapó.

2.3. A nivel mas local se desprende un control estructural por fallas longitudinales profundas (corticales) de extensión regional que permanecieron activas por largos períodos de tiempo.

Hay que resaltar en particular el sistema de falla de Atacama y su prolongación hacia el sur en la provincia Neocomiana del Hierro y el sistema de falla de Domeyko que controla la ubicación de la franja de pórfido Eoceno-Oligoceno sobre más de 700 km. de largo.

3. EPOCAS METALOGENICAS

Los antecedentes señalados anteriormente sugieren la existencia de épocas o momentos privilegiados de mineralización, los que están en relación con varios factores en su mayoría conocidos, relacionados con la historia geotectónica del país y resumidos en la figura 3. (Según Davidson, 1991).

Después del fin del Paleozoico, la metalogénesis chilena se separa en 2 grandes períodos:

Pre Cretácico Inferior (pre-Neocomiano)

Contexto geotectónico de borde continental pasivo tipo Mariana, con arcos magmáticos calco-alcálicos y cuencas de tras-arco. Depósitos de cobre de tipo sulfuros masivos y estratoligados jurásicos y faja del hierro Cretácico Inferior.

La época principal para el cobre sería Jurásico Medio mientras que el oro aparece al final del Jurásico.

Desde el fin del Neocomiano (118 Ma).

La apertura del Atlántico-Sur entre 120 y 100 m.a, y la subsecuente deriva hacia el oeste del continente sudamericano provocan un cambio geotectónico importante, a margen continental activo con alto stress.

Se producen numerosos depósitos de Fe, Cu, Pb, Zn, Mn, (Ag) en el período 120 - 90 m.a., con mineralización de Au más tardía (95-70 m.a.). La tipología de los yacimientos es variada, predominan los depósitos estratoligados que están relacionados con volcanismo y/o magmatismo.

Existe una faja de pórfidos cupríferos con oro asociado de los cuales el más importante a la fecha, sería Andacollo (IV Región).

El **Cretácico Superior** es más favorable para una mineralización de Ag -Au tipo vetas y epitermales de baja sulfuración (Adularia - Sericita).

El **Cenozoico** es realmente el período de mayor relevancia económica. Los depósitos ocurren en 3 épocas:

-**Paleoceno**: sistemas de tipo pórfidos cupríferos menores (aunque en Perú son muy importantes) y epitermales asociados.

-**Eoceno/Oligoceno**: mayor período de pórfidos cupríferos con importantes cantidades de molibdeno y oro asociado.

-**Mioceno**: mayor desarrollo de los epitermales, tipo ácido sulfato y pórfidos cupríferos que ocupan el segundo lugar en importancia económica del país.

HISTORIA MINERA DE LAS REGIONES IV y V DE CHILE

La producción minera de la V y IV Región tiene antecedentes históricos muy antiguos que datan desde la época de la colonización española. A través del tiempo, la producción minera de la zona ha sido esencialmente de cobre (y en el siglo XX sus subproductos tales como oro, plata, molibdeno, etc.); el oro, tanto en forma aluvial en el pasado como en forma de yacimientos primarios; la plata, sea directamente como mena principal o como subproducto; en menor grado, el plomo y el zinc. Existió también en ciertos momentos una producción de poca importancia de mineral de hierro y mineral de manganeso.

2.1 Antecedentes históricos de la minería del oro en la región

La historia de la explotación aurífera (según Cuadra et. al., 1991) en las V y IV Regiones empieza con certeza en el siglo XV. Se señala la existencia de centros de fundición del oro en Quillota y de centros de producción de la época incaica en Choapa (IV), Petorca (V), Marga-Marga (V), que fue luego la primera mina colonial, Lampa y Tiltil (Región Metropolitana).

Hasta fines del siglo XVI, la mayoría de la producción provenía de placeres aunque localmente minas en roca habrían funcionado desde la época incaica.

La minería de veta empezó en forma significativa en el siglo XVII en los sectores de Choapa (IV), Tiltil (R.Metropolitana). Luego se desarrollaron nuevos centros de producción, tales como Petorca (V) y Casuto (IV).

En el siglo XX la producción aurífera en roca provienen de numerosos depósitos de tipo veta agrupados en distritos de los cuales los principales fueron Petorca (V), Illapel - El Espino - Combarbalá (IV), las Palmas Mantos de Hornillo (IV).

La mayor parte de la producción actual proviene de El Bronce de Petorca (Mediana Minería) y de los distritos tradicionales, así como de subproductos de la pequeña y mediana minería del cobre.

2.2 Antecedentes históricos de la minería en Cu en la zona del proyecto (Según Sutulov, A., 1975)

Chile es un país que posee por lo menos el 25% de los recursos mundiales de cobre. Ha participado en los últimos 2 siglos entre 10 y 15% de la producción mundial, alcanzando, el primer lugar en los últimos años.

La producción de este metal en el continente americano comenzó en la prehistoria con la ubicación y la utilización del cobre nativo, único metal conocido aparte del oro que se podía fundir y utilizar en forma directa.

Durante la Colonia la producción de cobre provino esencialmente de las provincias de Coquimbo (IV Región) y Aconcagua (V Región).

En la primera mitad del siglo XIX el evento de la mecanización llevó la producción a un fuerte crecimiento. Un flujo de capitales extranjeros (en particular ingleses), inició un gran incremento tanto en la producción minera como en las actividades industriales.

El gran auge de producción del cobre chileno entre 1850 y 1880 se debió al descubrimiento de nuevas

minas (yacimientos de El Soldado y Los Bronces, en particular) a mejores medios de transportes, construcción de ferrocarriles, nuevas fundiciones y a la enorme demanda de cobre en el mundo entero.

La gran minería de cobre debutó a principios del siglo XX tras el descubrimiento de los grandes pórfidos cupríferos del país con apoyo de inversiones extranjeras.

La actividad de la pequeña y mediana minería, centrada en algunas empresas privadas (Minería de Catemu, Cerros Negro, M'zaita, luego Disputada de las Condes, etc..) fue impulsada con la creación de la Empresa Nacional de Minería (ENAMI). En la V Región y Sur de la IV Región, ENAMI administra la fundición de Ventanas y varios poderes de compra con plantas de beneficio. (Illapel, Cabildo, Catemu y Combarbalá, esta última cerrada actualmente).

Como consecuencia de la nacionalización del cobre en 1971, fue creada la Corporación nacional del Cobre (CODELCO), la cual administra el yacimiento de RIO BLANCO - ANDINA en la V Región.

En la actualidad (1993) hay una docena de compañías mineras que poseen centros de explotación en la zona. Mayores detalles históricos sobre los principales yacimientos ó distritos mineros de la zona se encuentran en las monografías. (Capítulo 8).

2.3 Producción minera actual

La producción de minerales metálicos de la zona del Proyecto corresponde a una proporción significativa de la producción nacional. Las cifras de 1991 indicadas en la Tabla 1 muestran que la gran y la mediana minería son importantes para el cobre y para la plata (como subproducto). El oro proviene únicamente de la mediana y pequeña minería, mientras que el molibdeno se obtiene como subproducto de la gran minería del cobre. El plomo y el zinc no representan tonelajes significativos y la producción de esos minerales cesó en 1993 en la zona. El punto mas significativo de esas cifras que viene en apoyo de las conclusiones de la evaluación metalogénica expuesta más adelante, es el rol importante de la mediana minería en la zona (ver Figura 4: ubicación de las principales minas activas). En cuanto al plomo y zinc, minerales de diversificación, las estadísticas de producción demuestran que el potencial de la zona, sin ser comparable -y de lejos- con los distritos productores de zinc a nivel mundial, merece un esfuerzo de exploración.

CONTENIDO

1. INTRODUCCION
2. TRABAJOS METALOGENICOS ANTERIORES
3. PROVINCIAS METALOGENICAS
 - A. Provincia Metalogénica Occidental
 - B. Provincia Metalogénica Oriental
4. EPOCAS METALOGENICAS

CONTENIDO

1. INTRODUCCION
2. TRABAJOS METALOGENICOS ANTERIORES
3. PROVINCIAS METALOGENICAS
 - A. Provincia Metalogénica Occidental
 - B. Provincia Metalogénica Oriental
3. EPOCAS METALOGENICAS

(Anexo 6)

Información proporcionada por el Ing. J. Mendoza