

REPÚBLICA DEL PERÚ  
SECTOR DE ENERGÍA Y MINAS  
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

---

PLAN DE TRABAJO A PARTIR DEL 2000

PROYECTO:

“ESTUDIO DE LOS RECURSOS MINERALES  
DEL PERÚ”



1999

REPUBLICA DEL PERÚ  
SECTOR DE ENERGÍA Y MINAS  
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

---

**PLAN DE TRABAJO A PARTIR DEL AÑO 2000**

**PROYECTO:**

**“ESTUDIO DE LOS RECURSOS MINERALES  
DEL PERÚ”**



**INGEMMET**

1999

SECTOR ENERGIA Y MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO

PLAN DE TRABAJO A PARTIR DEL 2000

PROYECTO

"ESTUDIO DE RECURSOS MINERALES DEL PERU"

---

I N D I C E

- I. INTRODUCCIÓN  
Lineamientos de Política para el Subsector Minas, del Ministerio de Energía y Minas
- II. PRESENTACIÓN DEL PLAN DE TRABAJO
- III. METODOLOGÍA GENERAL Y PRODUCTOS
- IV. DESARROLLO DEL PROYECTO
  - 4.1 ACTUALIZACIÓN DE LA CARTA GEOLÓGICA
  - 4.2 ESTUDIOS DE GEOLOGÍA ECONOMICA
  - 4.3 EVALUACIÓN DEL POTENCIAL MINERO REGIONAL
- V. REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO
- VI. ANEXOS
  - 1. NORMAS PARA LAS ILUSTRACIONES
  - 2. HOJAS DE ESTUDIOS PETROGRÁFICOS Y MINERAGRÁFICOS
  - 3. CONTENIDO DE LA FICHA TÉCNICA PARA EL ESTUDIO DE RECURSOS MINERALES
  - 4. MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE MUESTREO DE OCURRENCIAS MINERALES
  - 5. LISTADO DE YACIMIENTOS Y OCURRENCIAS MINERALES
  - 6. CONSIDERACIONES PARA DELIMITAR AMBIENTES GEOLÓGICOS POTENCIALES
  - 7. GLOSARIO

---

# I

## INTRODUCCIÓN

LINEAMIENTOS DE POLÍTICA DEL SUBSECTOR MINAS  
Del Ministerio de Energía y Minas  
(Del Plan de Gestión Sectorial 1998)

---

"Siendo indispensable la exploración sistemática del territorio, para lograr a mediano y largo plazo la explotación racional de los recursos minerales del país, el Ministerio propiciará el establecimiento de una política dirigida a incentivar la exploración intensiva y continua de los recursos minerales. En este sentido, se intensificarán los esfuerzos en la preparación, publicación y difusión de la Carta Geológica Nacional, que constituye una herramienta básica para orientar la exploración de recursos minerales."

"Igualmente, el Ministerio propiciará con organismos gremiales y académicos la implementación de medidas para el desarrollo tecnológico y profesional de las universidades e institutos de enseñanza superior del país, relacionadas a la industria minera, con el objetivo de lograr un programa de estudios superiores adecuado a los requerimientos de la industria y que prepare a corto plazo cuadros profesionales idóneos."

### 1.- MISIÓN DE INGEMMET

El Perú es un país dotado de una gran variedad de recursos minerales, cuya distribución y naturaleza está relacionada con la compleja historia geológica de su territorio. Estos recursos son patrimonio de la nación<sup>1</sup>, y su extracción y uso hacen una importante contribución a la generación de riqueza, ampliación de la infraestructura nacional y a la calidad de vida de su población.

---

<sup>1</sup> La Constitución Política del Perú, en el Título III, Capítulo II, Del ambiente y los recursos naturales, en el Art. 66° establece: "Los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la Nación. El Estado es soberano en su aprovechamiento."

---

En su etapa emergente, el desarrollo económico y social del Perú, está basado en gran parte en la inversión para el desarrollo de sus recursos minerales.

Por esta razón, la preparación y difusión de información geológica<sup>2</sup> actualizada se considera, en conjunto con: a) el establecimiento de un marco legal promocional, b) la modernización de los procedimientos de la Ley General de Minería y c) la eficiente administración de los derechos mineros, uno de los factores más importantes para promover y desarrollar la industria minera.

En muchos países del mundo, desarrollados o no<sup>3</sup>, la preparación de Mapas Geológicos y los Estudios de Recursos Minerales se consideran los medios más efectivos para este propósito.

Se advierte así, que un programa de esta naturaleza deberá ser permanentemente una parte integrante y prioritaria de cualquier proyecto de promoción del Sub Sector Minero y consecuentemente de la economía nacional.

De aquí la máxima prioridad que el Estado, el Sector e INGEMMET deben asignar a la culminación y actualización permanente de la "Carta Geológica Nacional" y a efectuar "Estudios de Recursos Minerales".

Así sucintamente expuestas las necesidades del país y del Sector Energía y Minas, al que pertenece INGEMMET, su Misión se puede expresar mejor en la siguiente forma:

#### **MISIÓN de INGEMMET**

*Elaborar y difundir la información geológica necesaria para lograr el conocimiento detallado del territorio nacional y de sus recursos minerales, con el objeto de alentar la inversión privada, facilitando el planeamiento eficiente de la exploración minera, e igualmente facilitando las decisiones del Sector Energía y Minas y de otros Sectores y Organismos Públicos en la planificación del desarrollo nacional.*

<sup>2</sup> La Ley General de Minería (TUO, DS 14-92-EM, 2-6-92), en el Título Preliminar establece: "El Estado evalúa y preserva los recursos naturales, debiendo para ello desarrollar un sistema de información básica para el fomento de la inversión; ..."

<sup>3</sup> Cita del Banco Mundial, en Recomendaciones Para un "Plan Del Sector 1992-1997". Lima, 1992.

---

## 2.- MAPAS GEOLÓGICOS ("CARTA GEOLÓGICA NACIONAL")

En el reto del desarrollo nacional, un objetivo prioritario es el conocimiento en profundidad del territorio. El Gobierno, los investigadores y los empresarios, requieren de información sobre el territorio y sus recursos para la toma de decisiones, en apoyo de las políticas, programas de desarrollo y en la implementación de planes de inversión.

El programa "Carta Geológica Nacional" está dirigido al análisis de la naturaleza, edad, propiedades y distribución relativa de las rocas en el territorio nacional y de los eventos que las han originado y modificado, tanto en la superficie como en el subsuelo, y luego presentar esta información compilada en mapas.

El trabajo es de un tipo predominantemente de infraestructura nacional básica, dirigido al avance del conocimiento de la geología y a proporcionar información directa para el desarrollo del territorio nacional y de sus recursos naturales.

El mapeo geológico (la elaboración de mapas) es el único medio para obtener y difundir el conocimiento geológico; y es, después de la base cartográfica preparada por el Instituto Geográfico Nacional, la más importante de las sucesivas capas de cobertura de información de variada naturaleza (mapas de infraestructura, climas, demografía, suelos, etc.) que son necesarias en las compilaciones regionales de información para el desarrollo nacional.

### CARACTERÍSTICAS DE LOS MAPAS GEOLÓGICOS

El mapeo geológico sistemático del territorio nacional de manera homogénea y reflexiva es la forma de adquirir la información geológica básica necesaria para cualquier necesidad de manejo territorial que requiera un conocimiento de la superficie y del subsuelo.

El mapa geológico es un producto de investigación científica de primera importancia, que depende de la habilidad y del conocimiento de un equipo de geólogos para comprender (analizar y sintetizar) y poder transmitir, en forma de imágenes y texto, la realidad de la organización y evolución histórica de las rocas en una determinada área geográfica.

La información geológica básica no es estática; evoluciona en respuesta a la capacidad (al poder) de observación del geólogo, a las técnicas de detección y análisis cada vez más sofisticadas y a los conceptos geológicos siempre en evolución. Por lo tanto los mapas geológicos requieren de una constante actualización para reflejar fielmente no solamente las últimas observaciones, sino también las interpretaciones o conceptos geológicos aceptados al presente.

---

## ACTUALIZACIÓN DE LOS MAPAS DE LA CARTA GEOLÓGICA

La 1ra. edición de la "Carta Geológica Nacional" a escala 1:100 000 a concluirse en 1999, permitirá tener una visión integrada general de la composición, estructura e historia geológica del territorio peruano.

Sin embargo, es necesario actualizar en forma metódica los mapas de la Carta Geológica considerando que:

Los primeros mapas de la Carta Geológica tienen una antigüedad del orden de los 35 años, elaborados sobre bases topográficas confeccionadas con técnicas fotogramétricas al presente superadas por tecnología de mayor precisión al igual que las técnicas de cartografiado geológico que en su análisis inicial se sustentaron en fotografías aéreas y ahora tiene imágenes satelitales que facilitan la fotointerpretación integral de grandes extensiones sobre todo de áreas poco accesibles. Actualmente se cuenta con mayor desarrollo de las vías de acceso y el uso de equipos y técnicas modernas de obtención de información como son los GPS, equipos de procesamiento digital, sistemas de información geográfica (GIS) y otros.

Por otra parte en la elaboración de la Carta Geológica son importantes los conceptos básicos de sedimentología, estratigrafía, magmatismo, morfoestructura, paleontología, tectónica, etc. y las técnicas para los análisis geoquímicos, geocronológicos y estudios petromineralógicos, los que han evolucionado grandemente en las últimas décadas, en especial a partir de los conceptos de la *Teoría de la Tectónica Global* (tectónica de placas) desarrollada en la década del 70.

Igualmente la actualización de la Carta Geológica, es necesaria para profundizar en la información geológica requerida para los Estudios de Recursos Minerales.

## INFORMACIÓN DE NATURALEZA METALOGÉNICA DE LA CARTA GEOLÓGICA

En la actualización y profundización de los estudios de Geología Regional se deberá obtener información adicional, para la identificación de los eventos geológicos regionales que se relacionan directamente con el origen de los depósitos minerales, (asociación con unidades litológicas, edades, estructuras y magmas).

### **3.- GEOLOGÍA ECONÓMICA DE YACIMIENTOS Y OCURRENCIAS MINERALES<sup>4</sup>**

El éxito en la promoción de inversiones en la industria minera depende también de actualizar y difundir el conocimiento de la Geología Económica de los yacimientos y ocurrencias minerales mediante la recopilación, análisis y procesamiento de una enorme cantidad de Información.

Las necesidades específicas de la exploración, requieren continuamente de la generación y actualización de esta información adicional, detallada y georeferenciada, para su procesamiento en conjunto con la información geológica regional, a fin de producir mapas de carácter temático para facilitar la comprensión cada vez mejor del proceso de mineralización ocurrido en diversas épocas y ambientes geológicos en el territorio, para orientar en la exploración de yacimientos económicos, y posiblemente así (con mayor información), establecer el Potencial Minero del País, con nuevas ideas y enfoques no convencionales, conforme avance el conocimiento.

En este proceso, la Información de Geología Regional (Carta Geológica), con mapas de buena calidad es indispensable. Sin embargo, al mismo tiempo que este conocimiento es de carácter científico y preciso, es igualmente "neutral", ya que no facilita en su expresión cartográfica la comprensión u orientación del lector a la tendencia geológica económica, y en consecuencia, su información no es suficiente para determinadas aplicaciones, (ejemplo: para diseñar un buen plan de exploraciones).

Se requiere entonces obtener, analizar y procesar adicionalmente una enorme cantidad de información geológica-económica, dirigida específicamente hacia las necesidades de planeamiento de la industria minera. (La recolección de esta información solo se ha iniciado con intensidad en 1999, debido a la prioridad en la culminación de la "Carta Geológica Nacional").

#### **ESTUDIOS DE GEOLOGÍA ECONÓMICA**

Comprenderá el estudio de Geología Económica de los Depósitos Minerales Metálicos y No Metálicos en actual explotación y paralizados, con el objeto de identificar sus características geológico - mineras y los factores geológicos asociados al ambiente en el cual se formaron y al entendimiento de su génesis

El estudio se orientará a la elaboración de modelos geológicos de yacimientos conocidos, como parte de un proceso pronóstico a aplicarse extrapolando la información geológica de yacimientos ubicados en áreas conocidas a otras áreas inexploradas teniendo en cuenta la similitud de las características geológicas calificadas con un determinado grado de semejanza.

---

<sup>4</sup> La definición de Recursos Minerales, Yacimientos y Ocurrencias Minerales tal como fue establecida por la Comisión de la ONU, se encuentra en el Anexo N° 7 - Glosario...



Por lo tanto, el estudio de Recursos Minerales conllevará a realizar dos tareas:

- 1) Estudio de las características geológicas mineras de los yacimientos minerales conocidos para el establecimiento de modelos y ambientes geológicos
- 2) Interpretaciones de naturaleza metalogénica hacia nuevas áreas que ofrezcan posibilidades similares o aún mejores

#### **4.- DIFUSIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Los productos deben satisfacer a la industria, al público en general, a las instituciones académicas y gremiales, a los organismos públicos y a la consulta nacional e internacional.

La información debe integrarse con otros organismos del sector, por lo que se establecerán líneas de coordinación y cooperación para el desarrollo compartido de data, de estándares en terminología, en procesos y en la difusión de información para maximizar su eficacia, la productividad y minimizar los costos

#### **5.- VISIÓN DE INGEMMET**

Los orígenes de INGEMMET se remontan a 1852, al crearse la Junta Central de Ingenieros del Estado, modificada en 1860, 1872 y en 1901 como Cuerpo de Ingenieros de Minas. En el presente siglo varias instituciones fueron creadas en base al Cuerpo, o independientes, las que a través de fusiones dieron origen en 1979 a INGEMMET.

INGEMMET fue reorganizado durante 1992 y 1993, dejando de lado estudios metalúrgicos y mineros, orientándose de acuerdo a la política sectorial exclusivamente a concluir el proyecto "Carta Geológica Nacional" iniciado en 1960. La institución se modernizó administrativa y técnicamente para la ejecución de los estudios geológicos regionales.

La finalización del proyecto "Carta Geológica Nacional" durante 1999, permitirá reorientar el trabajo de INGEMMET a aquellos estudios necesarios para promover e incentivar la inversión privada en la exploración minera, al mismo tiempo que se profundiza el conocimiento geológico del territorio.

Las expectativas y necesidades antes señaladas, permiten proyectar a futuro una nueva visión de INGEMMET, como el principal gestor y depositario de esta información.

## Visión

**Institucion pública moderna  
que garantiza la disponibilidad de información  
geológica y de recursos mineros actualizada, de  
alta calidad, que satisfaga las necesidades del  
desarrollo nacional y de la inversión en minería y  
otros sectores económicos**

### PRINCIPIOS      RECTORES

Confiabilidad	Calidad
Oportunidad	Vigencia
Honestidad	

---

---

## II

---

---

### PRESENTACIÓN DEL PLAN DE TRABAJO

---

---

Siendo INGEMMET el organismo del Sector Energía y Minas, encargado de realizar los estudios geológicos y de los recursos minerales del territorio nacional, en el marco general de política del Sector de lucha contra la pobreza, es prioritario promover el desarrollo nacional y la inversión privada, por lo tanto al concluirse la primera edición del Proyecto "Carta Geológica Nacional", se requiere a partir del año 2000 una nueva orientación, en forma de un Plan de Trabajo, que tenga en consideración los aspectos mencionados en la introducción.

Un Plan de trabajo de esta naturaleza deberá ser permanentemente una parte integrante y prioritaria de cualquier proyecto de promoción del Subsector Minas y consecuentemente de la economía nacional.

Debido a la magnitud del nuevo Plan de Trabajo y a su ejecución, durante un plazo de por lo menos seis años a partir del año 2000 se ha considerado prioritario la preparación de un Proyecto que se denominará "**ESTUDIO DE LOS RECURSOS MINERALES DEL PERÚ**" el que debidamente aprobado por el Sector, con las opiniones de los Gremios empresariales y profesionales, consistirá en diseñar y establecer los procedimientos y especificaciones detallados del Plan.

#### **COMPONENTES DEL PROYECTO "ESTUDIO DE LOS RECURSOS MINERALES DEL PERÚ"**

El Proyecto propuesto, tendrá 3 componentes importantes:

- A. LA ACTUALIZACION DE LA CARTA GEOLOGICA NACIONAL,
- B. EL ESTUDIO DE LA GEOLOGÍA ECONÓMICA DE LOS YACIMIENTOS Y OCURRENCIAS MINERALES,
- C. LA EVALUACIÓN DEL POTENCIAL MINERO REGIONAL.

Durante la ejecución del trabajo el país podrá contar progresivamente (por franjas regionales transversales, Fig. N° 1), con Información Geológica-Económica, Geológica Básica, orientadas ambas a su integración en los estudios de recursos minerales.

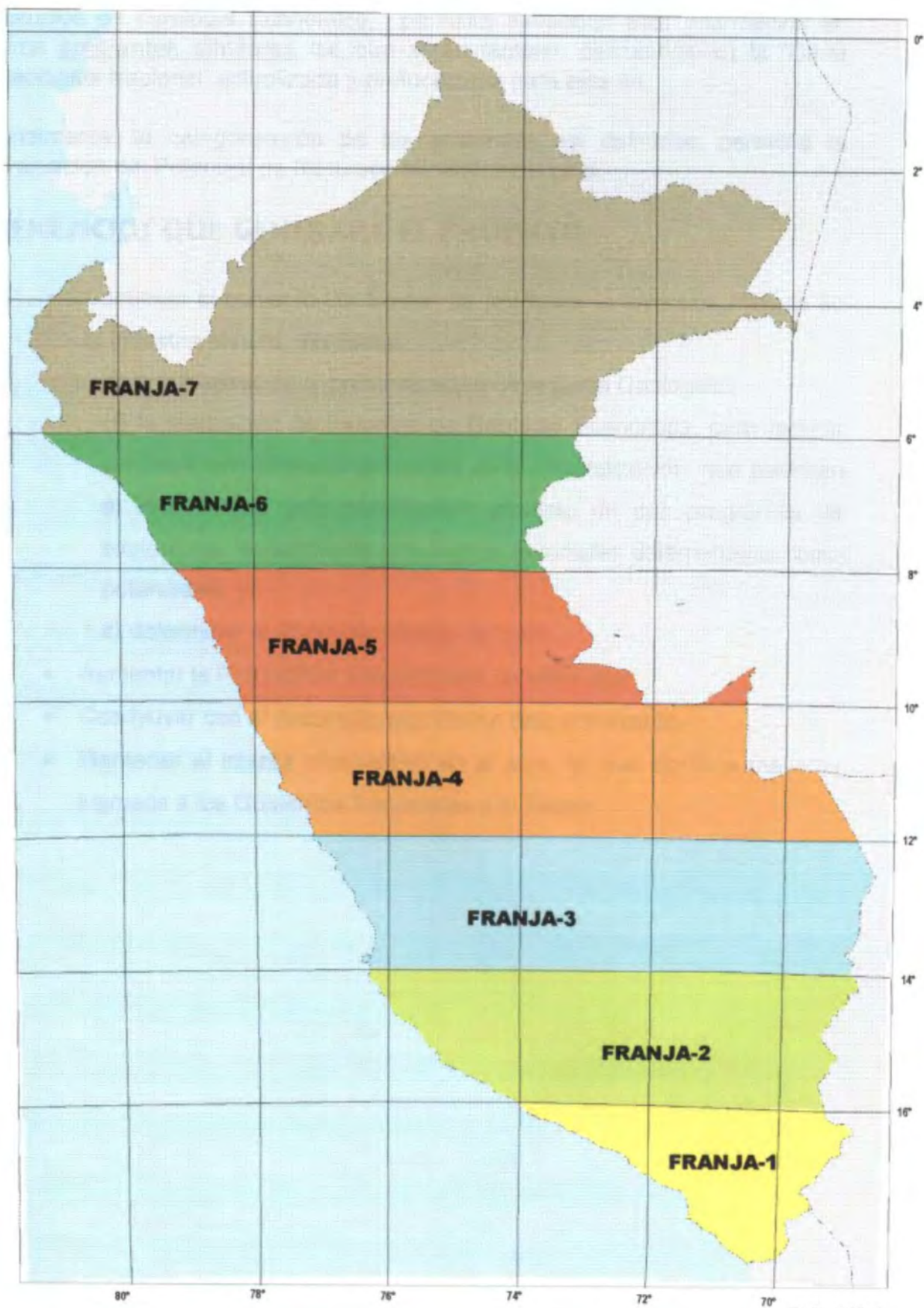


FIG. N° 1

El conocimiento detallado de la génesis de las ocurrencias conocidas, los modelos de los yacimientos y sus ambientes geológicos, proveniente de los Estudios de Geología Económica, permitirá extrapolar esta información en otros **ambientes similares** los que serán también delineados en la "Carta Geológica Nacional" actualizada y profundizada para este fin.

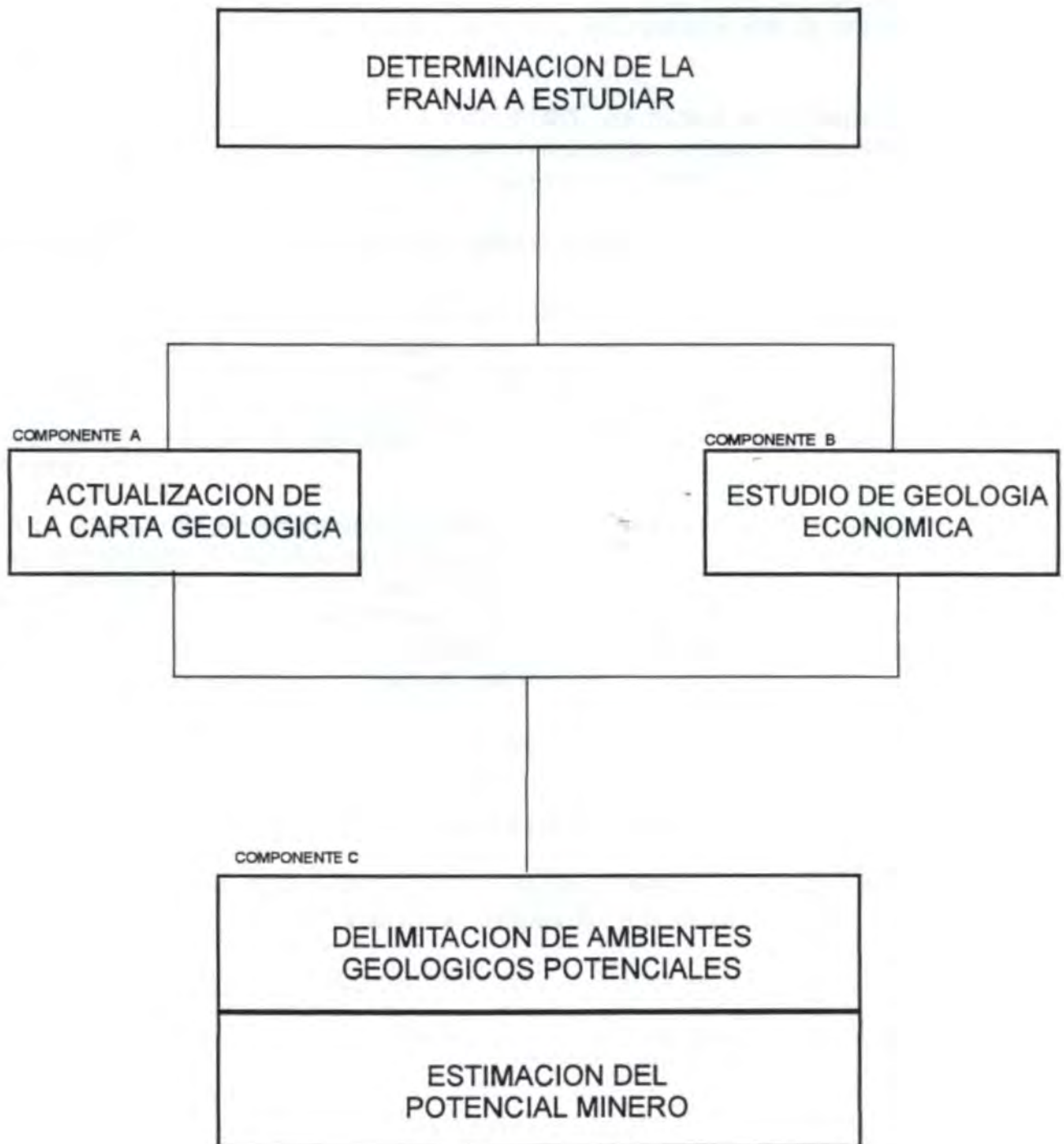
Finalmente, la categorización de los ambientes así definidos, permitirá la evaluación del Potencial de Recursos Minerales del país.

### **BENEFICIOS QUE GENERARA EL PROYECTO**

- Continuar el esfuerzo del Sector, de promover la Inversión Privada en la Industria Minera, mediante,
  - a) la actualización y profundización de la Carta Geológica,
  - b) la realización de Estudios de Geología Económica, para facilitar un mejor conocimiento del origen de la mineralización, que permitan al inversionista una planificación eficiente de sus programas de exploración, en ambientes geológicos favorables determinados como potenciales, y
  - c) determinar el Potencial Minero del país.
- Aumentar la Producción y exportación de minerales.
- Coadyuvar con el desarrollo económico descentralizado,
- Mantener el interés prospectivo en el país, lo que significa mayores ingresos a los Gobiernos Regionales y al Sector.

PROYECTO: "ESTUDIO DE RECURSOS MINERALES DEL PERU"

METODOLOGIA GENERAL DEL PROYECTO



## III

### METODOLOGÍA GENERAL Y PRODUCTOS

A continuación se presenta una visión general de la metodología a emplearse en los Estudio de Recursos Minerales del Perú y los productos que se desean obtener.

El Proyecto que estará a cargo del INGEMMET, se iniciará en el segundo semestre de 1999, debiendo realizarse por Franjas Transversales y Paralelas de sur a norte del territorio nacional, en un plazo de 5 a 7 años.

#### **1.-METODOLOGIA GENERAL DEL PROYECTO**

Como ya se ha indicado, este Proyecto tendrá tres componentes: a) La actualización de la Carta Geológica, b) La recopilación de información geológica-económica, de soporte para determinar ambientes favorables de mineralización, y c) El análisis integral de la información adquirida, orientado a establecer el Potencial Minero Regional y más tarde el Nacional. (ver gráfico adjunto).

En el análisis del Potencial Minero Regional (que también podrán realizar independientemente los expertos de la industria con la información disponible en INGEMMET), se usará una combinación de criterios geológicos, metalogénicos, estimados históricos de producción, exploración y otros criterios (subjetivos?) a fin de categorizar el potencial de los ambientes geológicos que se consideren favorables en las regiones estudiadas

Una vez elegida la Región a Estudiar, (Franja Transversal), se procederá a lo siguiente:

##### **1.1 PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LA CARTA GEOLÓGICA**

- Compilar información geológica regional, mediante análisis de la información e interpretación de imágenes.
- Verificación de campo.
- Integración de la información geológica (empalmes y correlación regional).
- Preparación de los productos finales tales como:

- a) "Carta Geológica Nacional" a escala 1:100 000 actualizada
- b) Carta Regional Integrada de la Franja estudiada a escala 1:500 000
- c) Bases de Datos Gráficos y Alfanuméricos
- d) Mapas de Evolución Tectónica Estructural a esc. 1:500,000
- e) Mapas Paleogeográficos a escala 1:500,000

## 1.2 PARA LOS ESTUDIOS DE GEOLOGIA ECONOMICA

- Compilar información histórica geológico-minera de alcance regional de:

Producción

Prospección y Exploración

Derechos Mineros

- Efectuar los estudios de las anomalías de color

Trabajos de Campo:

- Estudio geológico-económico y obtención de data de yacimientos y ocurrencias minerales conocidos, estableciendo el modelo de cada tipo de yacimiento,
- Clasificar los modelos de yacimientos (por grupos),
- Clasificar los ambientes metalogénicos,
- Preparar los Productos finales tales como:
  - a) Memoria Descriptiva Geológico-Minera de cada Franja Transversal
  - b) Mapa geológico regional con ubicación de yacimientos y ocurrencias minerales clasificadas,
  - c) Mapa de áreas de alteración,
  - d) Mapas geoquímicos y geofísicos (de acuerdo a la disponibilidad de la información),
  - e) Diagramas de modelos geológicos de yacimientos,
  - f) Tablas con detalle de las características geológicas de los yacimientos y ocurrencias minerales conocidos.



### 1.3 PARA LA ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL MINERO REGIONAL

#### 1.3.1 DELIMITACIÓN DE AMBIENTES GEOLÓGICOS CONOCIDOS

Deberán tenerse en consideración los siguientes aspectos:

- a) Los ambientes típicos deberán delimitarse de acuerdo al modelo de depósito, determinado por su contexto geológico regional,
- b) Las reservas y algunas características de la mineralización se estimarán usando los modelos determinados por la relación ley-tonelaje.

#### 1.3.2 DELIMITACIÓN DE AMBIENTES GEOLÓGICOS POTENCIALES (INFERIDOS)

- a) El límite espacial de los ambientes geológicos potenciales estará dado por la similitud y amplitud de los ambientes geológicos conocidos,
- b) La extrapolación hacia estos ambientes toma en consideración características geológicas similares tomando como base las ya conocidas.

Para mayor detalle ver el Anexo N° 6

#### 1.3.3 DEL POTENCIAL MINERO REGIONAL

Estará determinado por los ambientes potenciales de una Franja Transversal (estudiados e identificados por sus características potenciales categorizados según su potencial minero), más los nuevos ambientes geológicos potenciales determinados en base a extrapolar información geológica de los ambientes conocidos.

## 2.- ASPECTOS IMPORTANTES A CONSIDERAR PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

### 2.1 EN LOS ESTUDIOS DE ACTUALIZACIÓN DE LA CARTA GEOLÓGICA

#### 2.1.1 COMPILACIÓN GEOLÓGICA

Esta actividad constituye un elemento importante en la franja por estudiar y debe estar a cargo de geólogos con experiencia en la región, debiendo aplicarse conceptos actualizados.

La compilación tendrá como base los mapas de la Carta Geológica, la que deberá ser actualizada y profundizada en la región a estudiar (franja transversal).

La información geológica compilada se procesará en forma digital para su análisis y difusión, a través de archivos abiertos (open files).

La principal información que servirá de base la constituyen los 501 mapas de la "CARTA GEOLÓGICA NACIONAL" elaborada en diferentes épocas.

### 2.1.2 INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN GEOLÓGICA

Efectuada la compilación de todos los mapas de los cuadrángulos que constituyen la Franja de Estudio, se planificará la integración de toda la geología, en una sola base de datos, uniforme y continua.

### 2.1.3 PRODUCTOS DE LA COMPILACIÓN GEOLÓGICA

El producto a obtenerse será una **base de datos geológica integral**, de alcance regional (mas tarde nacional), que sea útil para una amplia gama de propósitos, tanto de presentación como de análisis.

**Sub Productos.**- se considerarán como tales los mapas geológicos actualizados de la "CARTA GEOLÓGICA NACIONAL", a escala 1 en 100 mil.

### 2.1.4 PUBLICACIONES

La difusión de la información se podrá realizar en forma impresa, o digital en disketts ó CD con información por capas, además de un impreso con la representación de la leyenda y una copia de la data digital para referencias. Adicionalmente se podrá proporcionar un archivo para impresión (plot file), a color, que podrá para imprimir el mapa geológico integrado de la Franja.

La información digital para los usuarios estará en formatos standard para sistemas CAD o compatibles con sistemas GIS de mapas.

## 2.2 EN LOS ESTUDIOS DE GEOLOGÍA ECONÓMICA

### 2.2.1 COMPILACIÓN DE INFORMACION GEOLÓGICA-ECONÓMICA DE YACIMIENTOS Y OCURRENCIAS

Está referida a la determinación de las características geológicas de los yacimientos y ocurrencias minerales conocidas, complementadas con:

- Data geológico-minera
- Mapas geológicos de las minas
- Gráficos

## 2.2.2 COMPILACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN HISTÓRICA<sup>5</sup>

En la compilación y análisis de la información histórica podrán usarse los siguientes parámetros:

- Valor de la producción histórica
- Valor de la exploración anterior
- Recursos conocidos, reservas y valor.
- Número de ocurrencias minerales conocidas
- Historial de derechos mineros (denuncios, petitorios y concesiones).

Asimismo para el análisis se podrá tomar: sólo algunos de los metales, todos los elementos metálicos, sólo los minerales no metálicos o todos los minerales metálicos y no metálicos

## 2.2.3 PRODUCTOS DE LOS ESTUDIOS DE GEOLOGÍA ECONOMICA

Los productos del presente estudio estarán constituidos por una o varias bases de datos georeferenciadas (que se actualizarán permanentemente), y que estarán diseñadas de tal forma que la información pueda ser compatible de procesar con otro tipo de data.

Las Bases de Datos de Recursos Minerales en INGEMMET actualmente disponible son:

- Ocurrencias Minerales - MRDS y MS ACCES (10,000 registros)
- Dataciones Radiométricas
- Geoquímica
- Geofísica
- Mapoteca
- Bibliografía

## 2.3 EN LA ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL MINERO<sup>6</sup>

### 2.3.1 DEFINICIÓN DE LOS AMBIENTES GEOLÓGICOS CONOCIDOS

Concluido el estudio geológico-económico, efectuado paralelamente al de actualización de la Carta Geológica, y como una fase inicial para la evaluación del potencial minero de la Franja, se delinearán en el mapa geológico de la misma (en capa separada), los ambientes geológicos asociados a la mineralización estudiada. A esto se llama ambientes geológicos conocidos.

<sup>5</sup> El MEM tiene una base de datos con el valor de la exploración (RD N° ...) lleva un archivo de actualización de proyectos, la información debe ampliarse y/o reordenarse, continuando con actualización permanente a valor constante

<sup>6</sup> Según la metodología de evaluación en tres partes del USGS (Singer, 1993), adaptado por el British Columbia Geological Survey

El área comprendida por estos ambientes no deberá reflejar diferencias significativas en litología, estructuras y geología histórica.

Definidos estos ambientes, serán considerados como ambientes modelo básicos para la determinación de los ambientes potenciales de la siguiente fase.

### **2.3.2 DELINEAMIENTO DE LOS AMBIENTES GEOLÓGICOS POTENCIALES O FAVORABLES**

Los ambientes potenciales se establecerá en base a su similitud con los ambientes geológicos conocidos, independientemente de las sustancias minerales que en estos últimos ocurra.

### **2.3.3 CONSIDERACIONES PARA AMBOS TIPOS DE AMBIENTES, LOS CONOCIDOS Y LOS POTENCIALES**

Los linderos de los ambientes se determinarán tomando como base solo consideraciones geológicas, sin que tengan ninguna relación con límites de naturaleza geográfica o política.

Para cada uno de estos ambientes geológicos se diseñarán archivos; a) ficha alfanumérica, y b) archivo de graficos, para integrarse como capas al resto de la información de Recursos Minerales, y que constituirán también productos de dicho estudio.

La ficha alfanumérica contendrá la siguiente información:

- Nombre del Ambiente Geológico
- Área (en Km<sup>2</sup> ó Has)
- Número de ocurrencias en cada mineral principal en el Ambiente Geológico
- Valor de la producción pasada (dólares constantes)
- Historial de Derechos Mineros
- Valor reportado de la exploración (dolares constantes)
- Valor de los recursos metálicos conocidos (dolares constantes)
- Categoría relativa del ambiente respecto a minerales metálicos
- Categoría relativa del ambiente respecto a minerales industriales
- Espacios en blanco para cálculos e información complementarios

La ficha o archivo gráfico contiene los polígonos y líneas.

---

### 2.3.4 CATEGORIZACIÓN DE LOS AMBIENTES GEOLÓGICOS, CONOCIDOS Y POTENCIALES<sup>7</sup>

En la categorización de los ambientes geológicos seleccionados en la región se usaron tres categorías de potencial: alta, media y baja.

En los ambientes conocidos, los criterios para la categorización lo constituyen los datos de la ficha de cada ambiente, mas otros criterios subjetivos que deberán estandarizarse, tales como la continuidad en diversas características geológicas.

Para la categorización de ambientes geológicos potenciales, determinados por extrapolación de la información de ambientes geológicos conocidos, se deberá considerar la similitud en mayor o menor grado de las características geológicas, mas otros factores (¿metalogénicos, y otros subjetivos?), que acuerden los analistas.

---

<sup>7</sup> Según la metodología de evaluación en tres partes del USGS (Singer, 1993), adaptado por el British Columbia Geological Survey

## IV

### DESARROLLO DEL PROYECTO

#### **4.1 PROCEDIMIENTOS PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LA CARTA GEOLÓGICA**

La actualización de la Carta Geológica, se iniciará por la franja comprendida entre los paralelos 18°30' - 16°00', avanzándose sistemáticamente de sur a norte (ver detalle en mapa, Fig. N° 2)

El procedimiento a llevarse a cabo, será similar al que se ha venido empleando en los últimos años, comprendiendo las siguientes etapas:

##### **GABINETE I**

Comprende:

- Recopilación de Información Técnica, utilizando las bases de datos existentes y bibliotecas tanto de INGEMMET como de otras instituciones públicas o privadas
- Análisis y Evaluación de la Información, incluyendo los mapas geológicos editados a fin de verificar la coincidencia de sus empalmes
- Interpretación de Imágenes de Satélite y fotografías aéreas, con énfasis en la determinación de estructuras regionales, zonas de contacto, áreas de alteración.
- Elaboración de un mapa preliminar fotointerpretado del área por estudiar, en base al análisis realizado
- Planeamiento de estudios de campo en las áreas seleccionadas

##### **CAMPO I**

Comprende:

- Mapeo geológico en las áreas seleccionadas, tomando la información en mapas fotogramétricos a escala 1:50 000, teniendo en cuenta lo siguiente:
- Verificación de las estructuras fotointerpretadas y de las zonas de alteración
- Identificación de Unidades litoestratigráficas, morfoestructurales y delimitación de las mismas, estableciendo sus relaciones de contacto

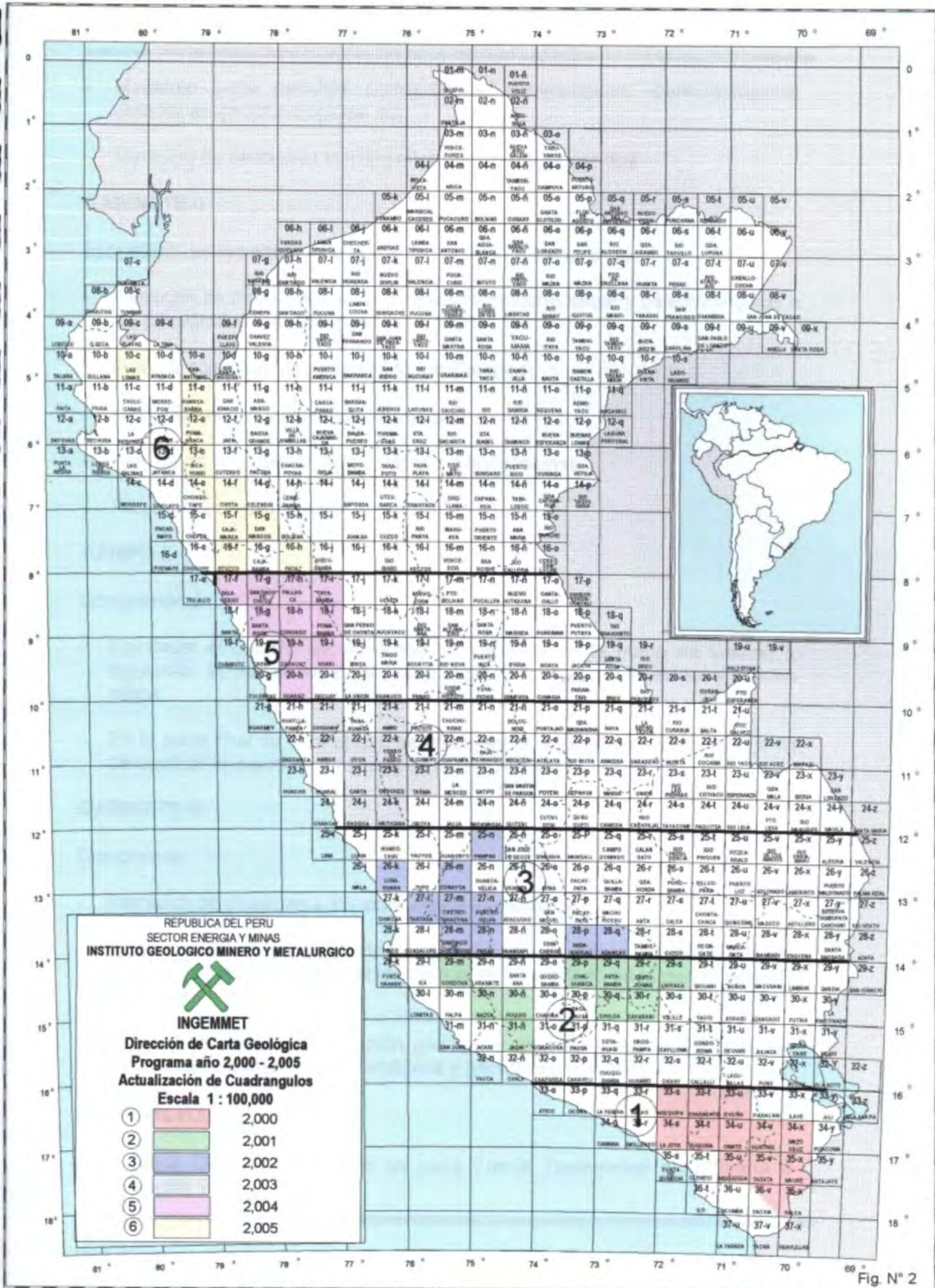


Fig. N° 2

- 
- Muestreo para estudios petrográficos, mineralógicos, paleontológicos, dataciones geocronológicas, etc.
  - Medición de secciones estratigráficas en casos requeridos

### **GABINETE II**

Esta etapa es inmediata a la etapa de Campo I y comprende:

- Remisión de muestras para estudios petromineralógicos y paleontológicos a los laboratorios respectivos
- Ploteo de la información obtenida en Campo I
- Reinterpretación y ajuste de los mapas
- Avance en la preparación de gráficos e ilustraciones
- Programa complementario de trabajo en campo

### **CAMPO II**

Comprenderá:

- Continuar el estudio en las áreas no visitadas en la etapa de Campo I, siguiendo la metodología de toma de la información indicada en dicha etapa.
- En la parte final de esta etapa, se efectuará la supervisión respectiva, a fin de verificar la exactitud y certeza de la información obtenida

### **GABINETE III**

Comprende:

- Remisión de muestras a los laboratorios respectivos
- Ajuste y elaboración de las leyendas explicativas que acompañarán a los nuevos mapas y resumen geológico que será insertado en la parte posterior del mapa
- Sistematizar toda la información geológica obtenida y verificada, a fin de que permita obtener mapas temáticos y geológicos integrados

### **PRODUCTOS**

- Mapa Geológico Regional de cada Franja Transversal programada a escala 1:500 000



- Mapa de Evolución Tectónico-Estructural de cada Franja Transversal programada a escala 1:500 000
- Mapa de Alteraciones de cada Franja a escala 1:500 000
- Mapa Paleogeográfico a escala 1:500 000
- Data Especializada : petrográficos, paleontológicos, geocronológicos, etc.

#### Sub Productos

- Mapas Geológicos por cuadrángulos actualizados a escala 1:100 000
- Síntesis Geológica explicativa anexo a cada mapa geológico del cuadrángulo
- Gráficos (columnas y perfiles)

## **4.2 PROCEDIMIENTO PARA LOS ESTUDIOS DE GEOLOGÍA ECONÓMICA DE YACIMIENTOS Y OCURRENCIAS MINERALES**

Este estudio se realizará por Franjas Transversales, paralelamente a la Actualización de la Carta Geológica. Se iniciará por la franja comprendida entre los 18°30' - 16°00', luego se seguirá con la Franja de 16° - 14°00' y así sucesivamente (ver mapa, Fig. N° 3).

La programación del trabajo anual contempla 5 etapas denominadas: GABINETE 1 - CAMPO 1 - GABINETE 2 - CAMPO 2 - GABINETE 3. Cada etapa comprenderá las siguientes tareas principales:

### **GABINETE 1 (Estudio en Oficina)**

- Recopilación de Información de Geografía, Geología Regional, Geología Económica, Geoquímica, Geofísica, Dataciones Geocronométricas, Resultados de Perforaciones Diamantinas y otra información Geológica de la Franja a estudiar obtenida de la Base de Datos y Biblioteca de INGEMMET, Universidades, Organismos Públicos, Empresas Mineras Privadas, Organizaciones Gremiales, etc.
- Compilación de la información obtenida. Preparación de Fichas Técnicas de Yacimientos Minerales. Determinación del Marco Geológico, Económico Regional.
- Estudio de las Imágenes de Sensores Remotos. Determinación de anomalías de color, lineamientos, estructuras, contactos, etc

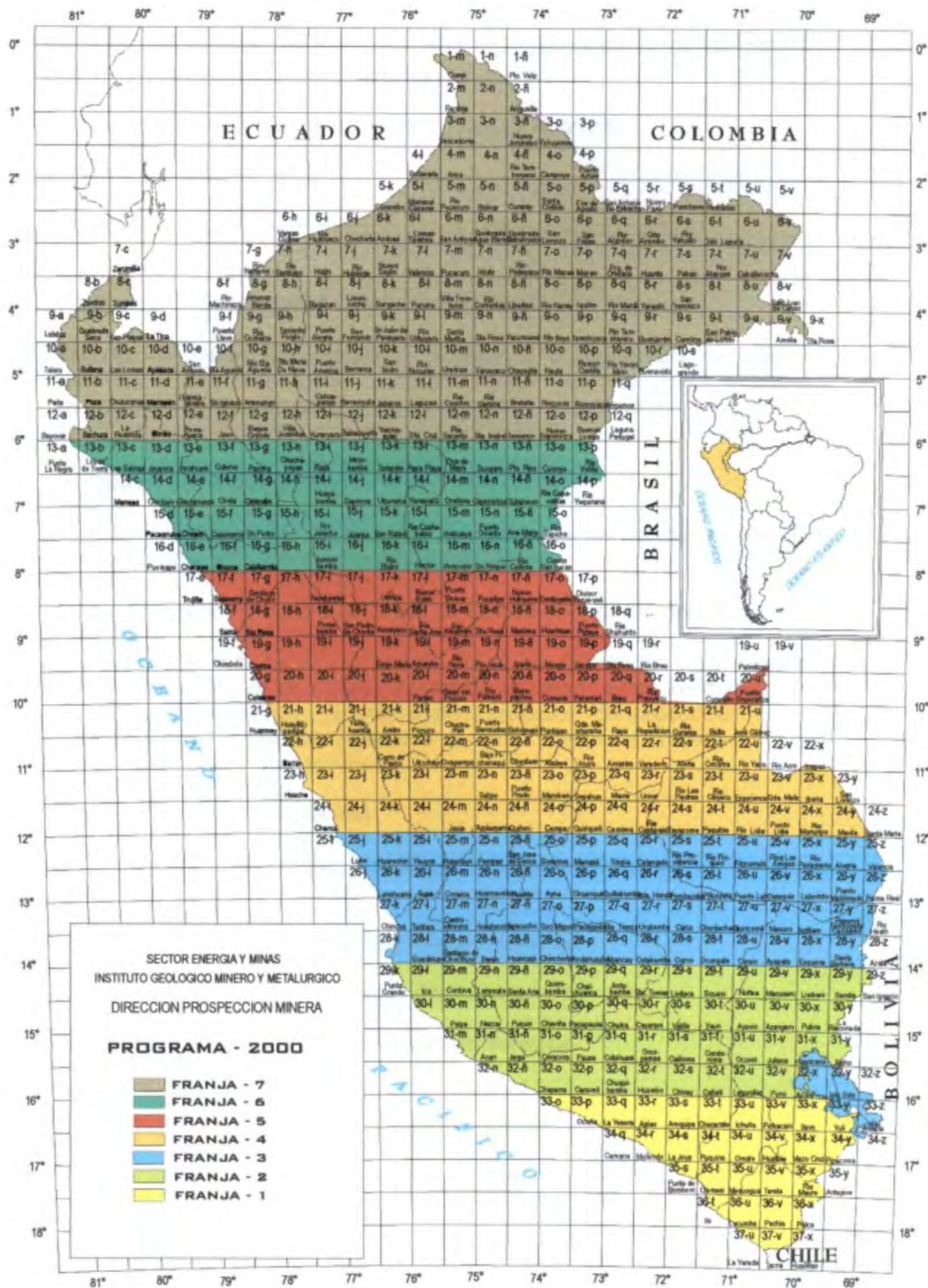


FIG. N° 3

- Elaboración de mapas preliminares a base de información bibliográfica (Geológicos-Mineros-Geoquímicos-Geofísicos-Catastrales - de anomalías de Color, etc) y Diagramas Preliminares
- Preparación de Informes Preliminares. Hoja de Ruta, etc.

#### **CAMPO 1 (Verificaciones)**

- Verificación y toma de información, sobre infraestructura regional
- Verificación y estudio de las áreas anómalas determinadas con la interpretación de imágenes satelitales - Muestreo
- Estudio de minas en operación, paralizada y ocurrencias minerales. Ubicación georeferenciada. Determinación de sus características geológicas - estructurales - mineralógicas - alteración hidrotermal. Completar y verificar los datos de la Ficha Técnica
- Estudio de áreas de Alteración
- Muestreo ilustrativo de sedimentos de quebrada de zonas de interés geológico-económico para su análisis geoquímico
- Muestreo ilustrativo de mineralización para dataciones geocronométricas.
- Complementar la toma de información sobre las actividades de empresas mineras establecidas en el área, plantas de beneficio, minas en producción metálicas, no metálicas, proyectos de ampliación de producción y de infraestructura, Recursos Humanos y otros recursos naturales que coadyuvan a la actividad minera

#### **GABINETE 2 (Estudio en Oficina)**

- Revisión y preparación de las muestras obtenidas en el Campo 1 y envío al Laboratorio
- Reinterpretación de Imágenes de Sensores Remotos
- Revisión de los Mapas y Diagramas Preliminares elaborados
- Elaboración de modelos descriptivos de yacimientos
- Avance de la redacción del informe

---

**CAMPO 2 (Verificaciones)**

- Concluir con la obtención de información para la ficha técnica, y con los estudios geológico - económicos no realizados en la etapa Campo 1 en áreas no visitadas en dicha etapa
- Confirmación de conceptos que no estén definidos a partir de la información obtenida en las dos etapas anteriores
- Sintetizar la información adquirida durante las dos etapas de campo a fin de obtener conclusiones sobre el marco geológico del área, la génesis de la mineralización y la identificación de áreas mineras prospectivas

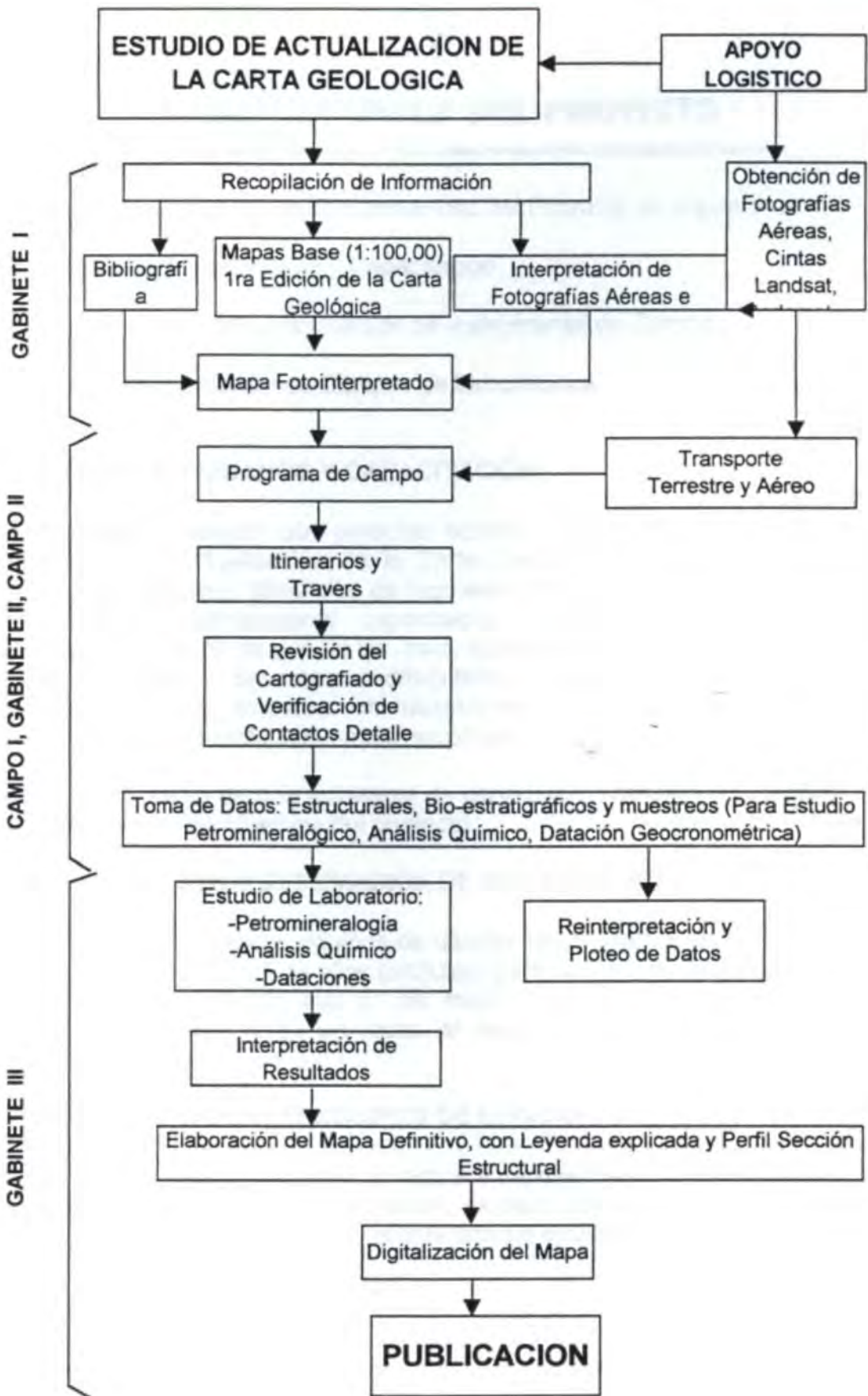
**GABINETE 3 (Estudio en Oficina)**

- Envío al Laboratorio de las muestras para los análisis y estudios complementarios
- Concluir Mapas, Ilustraciones, Gráficos y Tablas que permitan ilustrar el informe
- Concluir los Modelos Descriptivos. Procesar y Sistematizar la Información.
- Terminar el Informe Final Geológico-Económico

**PRODUCTOS**

Como producto final se obtendrá anualmente un Informe Geológico-Económico correspondiente a la Franja estudiada.

- Mapa Geológico con Ubicación de Yacimientos Minerales Clasificados
- Mapa de Áreas de Alteración
- Mapas de Áreas Prospectivas
- Mapa Geoquímico y Geofísico (de acuerdo a la disponibilidad de información)
- Diagramas Genéticos de Modelos Geológicos de Yacimientos
- Diagramas Ley - Tonelaje de Yacimientos conocidos
- Tablas con detalle de las características geológicas de los yacimientos
- Data especializada diversa referida al Estudio de los Recursos Minerales



---

---

## V

### **REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO**

---

---

A fin de llevar a cabo con éxito el desarrollo del Proyecto se requiere de :

- 5.1) Recursos Humanos y Capacitación
- 5.2) Equipamiento y renovación de Instrumental de Campo
- 5.3) Implementación de Equipos de Laboratorios

#### **5.1 RECURSOS HUMANOS Y CAPACITACIÓN**

El INGEMMET, cuenta con personal técnico, capacitado para realizar los Estudios de la Actualización de la Carta Geológica, sin embargo para los Estudios de Recursos Minerales se requieren reforzar el número de geólogos mineros (5) y proporcionar capacitación acorde al avance científico-tecnológico, en razón de que en las investigaciones a realizar en una región se requiere dilucidar procesos sedimentarios, magmáticos, tectónicos, etc. vinculados a los procesos metalogénicos, con un mayor grado de especialización e investigación multidisciplinaria.

Por ello se requiere de una estrategia de capacitación del personal técnico que permita alcanzar los objetivos del proyecto.

#### **5.2 EQUIPAMIENTO Y RENOVACIÓN DE INSTRUMENTAL**

El INGEMMET cuenta con equipos de campo, requiriéndose en algunos casos la renovación de algunos de ellos (brújulas, GPS, altímetros, equipos auxiliares de campo, picas, lupas, etc) y así mismo adquirir un equipo PIMA para determinar la alteración de las rocas, al igual que equipos para estudios de inclusiones fluidas.

#### **5.3 IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS DE LABORATORIO**

Teniendo en cuenta que el Estudio requiere de una mayor y oportuna atención de análisis especializados de laboratorio, se hace necesario aplicar también un plan de implementación de éstos acorde con los trabajos a desarrollar.

##### **5.3.1 DE LA INFRAESTRUCTURA**

##### **CONSTRUCCIONES**

1.- Ampliación del ambiente de **Preparación de Muestras**, para evitar problemas de contaminación de testigos, manipulación y archivo de muestras.

Costo aproximado US\$ 5,000.00

Esta acción considera, habilitar parte del área de Petrotomía y la construcción de un ambiente sobre el laboratorio de Preparación Mecánica.

Costo aproximado US\$ 10,000.00

2.- Ampliación del Laboratorio de Química

Se necesita la construcción de una mesa de concreto en forma de "L" para la ubicación de las balanzas electrónicas (3) y el equipo de agua ultrapura.

Costo aproximado US\$ 6,000.00

### INSTALACIONES

1.- Cambiar el Sistema de Campanas Extractoras de Polvos, que incluye el rediseño de las campanas actuales, montaje, e instalación de tubería colectora de polvos (long. 6 m. diam. 10"), montaje de una "dramper" para regular el tiraje del sistema.

Costo aproximado US\$ 4,500.00

2.- Rediseñar las Campanas Extractoras de Gases

Costo aproximado US\$ 5,000.00

3.- Instalar un Sistema de Neutralización de Efluentes Líquidos, implementando una línea de desagüe en tanque tipo cascada previa dosificación de soluciones neutralizantes.

Costo aproximado US\$ 2,600.00

### 5.3.2 DEL EQUIPAMIENTO

#### 1.- DEL LABORATORIO DE QUÍMICA

a) Espectrofotómetro de absorción atómica : Shimatzu: AAG800	US\$ 27,000
b) Sistema MHS-FIAS, generador de hidrourus para análisis de Hg	11,000
c) Equipo para medición de ph/iones	3,000
d) Turbidímetro de laboratorio	3,500
e) Planchas de calentamiento (Hot Plate)	1,200
f) Horno microonda (ataque de muestras)	30,600
g) Horno mufla con sistema de microonda	16,500
h) Dispensadores	2,880
i) Equipo completo para destilación de cianuro	3,700
j) Equipo de filtración	2,700
k) Bureta electrónica	1,500

**2.- DEL LABORATORIO DE PETROMINERALOGÍA**

a) Desbastadora de secciones delgadas (petrothin)	US\$ 21,350
b) Pulidora para secciones pulidas (petropol)	18,200
c) Dos microscopios NIKON (Básico)	50,200

**3.- DEL LABORATORIO DE RAYOS X**

a) Difractómetro de Rayos X SHIMATZU	US\$ 85,000
b) Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X PHILLIPS	300,000

**RESUMEN DEL GASTO**

➤ INFRAESTRUCTURA	US\$	21,000
➤ INSTALACIONES		12,100
➤ EQUIPAMIENTO		
♦ Del Laboratorio de Química		103,580
♦ Del Laboratorio Petromineralógico		89,750
♦ Del Laboratorio de Rayos X		385,000
		<hr/>
<b>TOTAL</b>	<b>US\$</b>	<b>611,430</b>



## VI

### ANEXOS

- ANEXO N° 1 - Normas para las Ilustraciones
- ANEXO N° 2 - Hojas de Estudios Petrográficos y Mineralógicos
- ANEXO N° 3 - Hoja de Datos Inventario de Recursos Mineros e Instrucciones para su llenado
- ANEXO N° 4 - Manual de Normas y Procedimientos de Muestreo de Ocurrencias Mineras
- ANEXO N° 5 - Listado de Yacimientos y Distritos Mineros
- ANEXO N° 6.- Glosario

## ANEXO I

### NORMAS PARA 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 zonal las hojas fotogramétricas (escala 1:100 000) que corresponden al area de estudio.

#### b) **Mapa Zonal (A4)**

- Se dibujará el mapa zonal indicando las coordenadas geográficas y UTM y en forma gráfica el norte magnético.
- El mapa deberá indicar la ubicación de las principales ciudades y/o capital del departamento debidamente identificado.
- Debe incluirse los límites departamentales y provinciales, vías de acceso así como los ríos y quebradas más importantes
- Deberá dibujarse en la mitad inferior, el mapa del Perú resaltando la Zona de estudio
- La escala deberá ser gráfica y ubicada en la parte inferior y central debajo del título de la figura (MAPA ZONAL ENTRE LAS LATITUDES .....)

#### MAPAS GEOMORFOLÓGICO, ESTRUCTURALES TECTÓNICOS (A3)

#### c) **Geomorfológico (A3)**

Estos mapas deben tener coordenadas geográficas y UTM  
 Deberán 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 ZONAL ENTRE LAS LATITUDES .....)  
 La leyenda deberá ser ubicada en la parte inferior izquierda, está debe ser precisa y sin descripciones

**d) Mapas Estructurales (A3)**

- Deberá tener coordenadas geográficas y UTM, y gráfico del norte magnético
- Las estructuras tales como fallas, fracturas, plegamientos, rumbos, buzamientos, inclinaciones, etc. deben ser dibujados haciendo uso de la simbología establecida
- Las zonas estructurales deberán ser bien diferenciadas, mediante simbología y/o color y sus límites deben dibujarse con líneas segmentadas.
- 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 ZONAL ENTRE LAS LATITUDES .....)

**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 deberán ubicarse en la parte inferior izquierda
- La escala debe ser graficada y ubicada debajo del título de la ilustración (MAPA DE EVOLUCION TECTÓNICA DE LA ZONA COMPRENDIDA ENTRE LAS LATITUDES .....)

**f) Mapa de Ubicación de Yacimientos y Ocurrencias Minerales**

- 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 está en actividad o paralizado, abandonado, etc.
- La escala debe ser graficada y ubicada debajo del título de la ilustración (MAPA DE UBICACIÓN DE YACIMIENTOS Y OCURRENCIAS MINERALES ENTRE LAS LATITUDES .....)

## ANEXO 2

# HOJAS DE 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 Minerográficos

# 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 = Trazas  
X = letra para indicar. Ø = diámetro.

ESTUDIO HECHO POR :

FIRMA : .....

INGENIERO : .....

LUGAR Y FECHA : .....



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 :

MINERALOGI Esenciales :  
(componentes)

Accesorios :

Secundarios:

Residuales :

ALTERACIONES:

OBSERVACIONES:





## ANEXO 3

**CONTENIDO DE LA FICHA TÉCNICA PARA EL  
ESTUDIO DE RECURSOS MINERALES****IDENTIFICACIÓN**

1. **FICHA:** Es el número o código de identificación proporcionado por la Dirección de Información y Promoción del INGEMMET
2. **NOMBRE:** En este casillero deberá indicarse el nombre de la mina, prospecto u ocurrencia mineral

**UBICACIÓN**

3. **LATITUD S:** Deberá indicarse en escala sexagesimal con grados, minutos y segundos la ubicación de la Latitud S de la bocamina o labor principal, o de un Punto de Partida o de algún accidente topográfico notable que será indicado e el ítem 45.
4. **LONGITUD W:** Deberá de indicarse en escala sexagesimal con grados, minutos y segundos la ubicación de la Longitud W del Meridiano de Greenwich de la bocamina o labor principal, de un Punto de Partida o de algún accidente topográfico notable que será indicado en el ítem 45
5. **COORDENADA UTM NORTE:** Está es una opción que puede reemplazar a la Latitud S, y se anotará directamente en el campo con el G.P.S.
6. **COORDENADA UTM ESTE:** Está es una opción que puede reemplazar a la Longitud E, y se anotará directamente en campo con el G.P.S.
7. **UBICACIÓN DE LA ZONA:** En este casillero se anotará el número de la zona correspondiente, pudiendo ser 17, 18 ó 19 de acuerdo con el I.G.N. (Anexo1)

**8. CODIGO DEL CUADRANGULO (I.G.N):** En este casillero se anotará el código de los cuadrángulos establecidos por el Instituto Geográfico Nacional (ejm. 34i,20j,8k. Ver Anexo 1)

**9. DEPARTAMENTO:** Deberá indicarse el nombre del departamento dónde pertenece la mina o propiedad minera, la nomenclatura será del Atlas y Mapa Político del Perú (Ver Anexo 2)

**10. PROVINCIA:** Deberá indicarse el nombre de la provincia dónde pertenece la mina o propiedad minera, la nomenclatura será la del Atlas y Mapa Político del Perú (Ver Anexo 2)

**11. DISTRITO:** Deberá indicarse el nombre del distrito dónde pertenece la mina o propiedad minera, la nomenclatura será la del Atlas y Mapa Político del Perú (Ver Anexo 2)

**12. CUENCA HIDROGRAFICA:** En este casillero se anotará el nombre del río principal al cual discurren las aguas que drenan del área de la mina.

**13. COTA EN M.S.N.M.:** En este casillero se anotará la altura en metros sobre el nivel del mar del punto dónde se tomaron las coordenadas geográficas ó U.T.M.

**14. ACCESO:** Se deberá describir el itinerario a seguir para llegar a la mina, poniendo énfasis en las localidades o lugares más conocidos..

**15. SUSTANCIA:** Se deberá indicar si es metálico ó no metálico.

**16. PROPIETARIO (S):** En este casillero se deberá indicar el nombre del dueño de la mina, pudiendo ser este una persona natural o jurídica (Empresa, Compañía, Sociedad, etc)

**17. DIRECCION:** Aquí se indicará el domicilio legal del propietario

**18. TELEFONO:** Aquí se indicará el (los) teléfono (s) del propietario

**19. FAX:** Aquí se indicará el teléfax del propietario

**20. E-MAIL:** Aquí se indicará el correo electrónico del propietario

### **CARACTERÍSTICAS DE LA MINERALIZACION**

**21. MINERAL DE MENA:** Aquí se deberán indicar los minerales de importancia económica debiendo guardar un ordenamiento de acuerdo a las leyes, yendo del económicamente más importante al de menor de importancia.

**22. MINERAL DE GANGA:** Aquí se deberán indicar los minerales accesorios y que carecen de importancia económica, debiendo guardar un ordenamiento de acuerdo a la cantidad, del mayor al menor.

**23. RUMBO DE LA ESTRUCTURA:** Se referirá al N magnético.

**24. BUZAMIENTO:** Es el ángulo de inclinación de la estructura perpendicular a su rumbo.

**25. LONGITUD:** Se refiere a la extensión horizontal en Km. O metros de estructuras tipo veta .

**26. POTENCIA:** Se refiere al espesor de una estructura tabular (vetiforme o manto), y la medida se debe dar en metros.

**27. TIPO DE YACIMIENTO:** Se refiere al modelo al cual se asemeje el depósito mineralizado o yacimiento, pudiendo considerarse:

Vetas	Cuerpos irregulares
Manto	Placeres
Brecha	
Skarn	
Stockwork	
Diseminado	

**28. ORIGEN DEL YACIMIENTO**

Se refiere a la génesis, debiendo considerarse la siguiente clasificación:

Hidrotermal	Sedimentario
Magmático	Evaporítico
Volcanogénico	Reemplazamiento
Metasomático de Control	

**CONTROLES DE MINERALIZACION**

**29. ALTERACIONES HIDROTERMALES:** Si hubiera algún tipo de alteración, se deberá de indicar según:

- Alteración Argílica
- Alteración Potásica
- Alteración cuarzo-sericita  
(Propilitización, silicificación, epidotización, sencitización, etc)

**30. CONTROLES ESTRATIGRAFICOS:** Si la mineralización tuviese algún control del tipo stratigráfico se debe indicar en que consiste este control, a fin de determinar los ambientes de sedimentación que existieron en el área de la mineralización.

**31. CONTROLES ESTRUCTURALES:** Se refiere a la relación entre la mineralización y la estructura que lo contiene.

**32. CONTROLES LITOLÓGICOS:** Relación de la mineralización con el tipo de roca a la cual está asociada.

**33. FORMACION GEOLOGICA:** Se refiere a la Unidad Estratigráfica en la cual se emplaza la mineralización.

**34. ROCA ENCAJONANTE:** Se refiere al tipo y nombre de la roca que alberga la mineralización, pudiéndose considerar los siguientes puntos:

**Sedimentario  
Volcánica  
Plutónica**

**Metamórfica  
Nombre específico de la roca**

**PRODUCCION**

**35. AÑO**

**36. CANTIDAD**

**37. LEYES**

**ESTADO ACTUAL**

**38. STATUS LEGAL**

**39.-CLASIFICACIÓN: Pequeña, Mediana y Gran Minería**

**40. COMENTARIO SOBRE EL ESTADO ACTUAL DE OPERACIONES**

En el caso de actividades exploratorias desde superficie informar sobre los taladros:

Ubicación (coordenada) del punto inicial  
Altitud, inclinación, longitud  
Dirección, recuperación  
Geología y valores por tramos

**RESERVAS**

**41. RESERVAS PROBADAS**

**42. RESERVAS PROBABLES**

---

43. RESERVAS POTENCIALES

ESTUDIOS GEOLOGICOS ESPECIALES

44. INCLUSIONES FLUIDAS

45. EDADES RADIOMETRICAS

46. ELEMENTOS TRAZA

47. ELEMENTOS MAYORES

*DEPOSITOS NO-METALICOS*

48. TIPO

49. VOLUMEN DE RESERVAS EN M3

50. CARACTERISTICAS

*FUENTE DE INFORMACION*

51. GEOLOGO RESPONSABLE

52. OBSERVACIONES

53. FECHA

## ANEXO 4

**MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTOS PARA EL  
MUESTREO EN OCURRENCIAS MINERALES****Generalidades**

**1.- Definición de Muestreo:** El muestreo consiste en la extracción de muestras de un yacimiento o area en estudio, de tal manera que sean lo mas representativas posible. Lo ideal es que las muestras tomadas del depósito mineral represente en forma exacta al total; pero como los metales de un yacimiento no están distribuidos uniformemente, es imposible obtener un "muestreo ideal".

La exactitud del muestreo dependerá de la cantidad de muestras y de su distribución correcta con relación al volumen del yacimiento o area estudiado.

Se debe de efectuar una limpieza de la superficie de muestreo antes de extraer la muestra.

El peso de cada muestra debe ser de aproximadamente 1 Kg.

La forma de extraer la muestra dependerá del tipo de yacimiento: Filoneano, Diseminado, Manto, Estratoligados, Cuerpos masivos, Sedimentario, etc.

**A.- Yacimiento de tipo Filoneano:****1. Minas en Explotación:**

- 1.1. Mediante una solicitud pedir permiso para visitar la mina.
- 1.2. Solicitar información actualizada de la mina; si es necesario tomar algunas muestras representativas.
- 1.3. El tiempo de estudio y muestreo dependerá de la magnitud del yacimiento.
- 1.4. De acuerdo a la información de la mina (leyes, tonelaje, tipo de alteración, etc) se extraerán algunas muestras de la veta y la caja (las muestras serán ubicados de acuerdo al mapa de la mina; se medirán rumbo, buzamiento, potencia de la veta; luego se extraerán muestras de canaletas verticales al rumbo de la veta y otras muestras de la roca caja

rock chips de la zona mineralizada y de las cajas. (de rocas frescas si fuera posible).

#### **E.- Yacimiento de tipo Cuerpo Masivo:**

Luego de haber reconocido este tipo de yacimiento, se extrae las muestras, de los fragmentos de rocas, de los puntos más representativos del cuerpo. El espaciamiento de los puntos de muestreo depende de la magnitud del afloramiento de estos cuerpos masivos y del programa de estudio en el área. Es recomendable efectuar la extracción de muestras de fragmentos de rocas, en un diámetro de 5 – 10 m.; además se deben recolectar muestras de roca fresca y alterada.

#### **F.- Yacimiento de tipo Sedimentario (Placeres fluvio / aluviales):**

Los muestreos se deben realizar en los point bars (barras en punta), de preferencia en los ríos de forma meandriforme, específicamente en la parte denominada "la cabeza" del point bar.

En las imágenes de satélite y/o fotos aéreas es fundamental diferenciar los paleocauces más antiguos. Es muy importante que éstas terrazas estén conformadas por clastos bien redondeados a sub-redondeados (arenas y gravas); estos clastos deben de involucrar cuarzo y minerales pesados como magnetita, ilmenita, etc.

En estos tipos de yacimientos, las leyes promedio de oro son de 0.1 hasta 0.3 gr/m<sup>3</sup>.

Por esta razón es importante conocer las reservas, ya que en el Perú las reservas de placeres auríferos de los point bars se localizan debajo del nivel de los ríos, con las características ya mencionadas.

Los muestreos se efectúan en los "point bars" pudiendo ser en canaletas verticales; después del limpiado se coloca un plástico, luego la muestra se extrae desde la grava aurífera hasta el nivel del río, posteriormente se extrae de 5 a 10 baldes metálicos y se pesa con una romana (el peso de cada balde depende del tamaño de los clastos y el grado de humedad; cada balde pesa aproximadamente de 25 a 28 Kg), para luego concentrar clastos (grava, arena y arcilla) hasta reducirlos mediante el lavado en una batea cóncava, donde se concentran los minerales pesados. Finalmente los clastos reducidos (arenilla negra) se pasan a una bolsa de polietileno y se codifica.

Otra forma de extraer la muestra es mediante pozos de 1.50m x 1.50m.; la profundidad está relacionada con el nivel freático. Este método es más costoso. Antes de efectuar la construcción del pozo es necesario el barroteo para conocer la potencia de la sobrecarga.

NOTA: Para la extracción de las muestras en los diferentes tipos de yacimientos es recomendable obtener aproximadamente de 0,5 a 1 Kg para los

diversos análisis a realizarse.

**CODIFICACION DE LA MUESTRA:**

**B100-330-1**

- B1 = Numero de Brigada
- 00 = Año 2000
- 330 = Numero de la Hoja
- 1 = Numero de la Muestra



fresca y otra de caja alterada.

- 1.5. Sabemos que todas las minas en producción tienen que continuar explorando en superficie, por lo que se debe extraer algunas muestras de las vetas en superficie (rocas cajas frescas y alteradas de las vetas).
- 1.6. El peso mínimo por muestra debe ser de 0,5 Kg.
- 1.7. La extracción de muestras en las minas, debe ser bien representativa, en superficie y subterránea. Antes de extraer las muestras es conveniente ver mapas de la mina e interpretar la distribución vertical y horizontal de leyes por elementos, de acuerdo a estos valores, se ubican los puntos de muestreo.
- 1.8. Para el muestreo se deben usar combas y puntas-cinzel y bolsas de polietileno o de tela (tocuyo).

## 2. Minas abandonadas:

Se debe tener mucho cuidado con el muestreo de las vetas que trabajan los informales, porque no son representativos de todo el yacimiento, si es posible ingresar a las labores más importantes y representativas de las minas abandonadas, se deberá realizar simultáneamente un reconocimiento geológico en superficie. Si existiesen más afloramientos (vetas) extraer algunas muestras de las mismas.

### B.- Yacimiento de tipo Diseminado:

En estos tipos de yacimiento se acostumbra extraer las muestras aleatorias de fragmentos de roca de diferentes sectores (rock chips), debiendo ubicar exactamente la ubicación de la muestra con el GPS..

Si existiesen suelos alterados, se limpia la superficie aproximadamente 2 cm, luego se profundiza unos 0.50 cm. y se extrae la muestra de suelo alterado (se hace la descripción de los componentes).

Si se encuentra roca fresca del yacimiento diseminado también se extrae otra muestra de mano y rock chips.

### C.- Yacimiento de tipo Manto:

La extracción de la muestra se realiza en forma de canaleta, perpendicular a la estructura del manto (Condestable, Raúl). También se recomienda extraer muestras de la roca caja.

### D.- Yacimiento de tipo Estratoligado:

La aplicación del muestreo en algunos casos, es similar a los yacimientos tipo manto; es conveniente reconocer el área hasta comprobar y espaciar los puntos de muestreo, no más de 10 m. de diámetro. Realizar un muestreo de

## ANEXO 5

**LISTADO DE YACIMIENTOS Y OCURRENCIAS  
MINERALES**

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

## ANEXO 6

**CONSIDERACIONES PARA DELIMITAR AMBIENTES  
GEOLÓGICOS POTENCIALES**

Tomado de Donald A. Singer (USGS) y adaptado para el Proyecto de "Estudio de Recursos Minerales del Perú" - INGEMMET

Tomando como base los conceptos de Donald A. Singer (U.S.G.S.) publicado por la U.S. Geological Survey en 1993, en el Estudio de ambientes geológicos que tienen posibilidades de contener depósitos minerales no conocidos, se consideran 3 partes cuantitativas de evaluación: 1) los ambientes son delimitados acorde con los tipos de depósitos determinados por la geología 2) la cantidad de metal y algunas caracterizaciones se estiman usando el modelo de ley y tonelaje y 3) el número de depósitos ocultos de cada tipo, son sólo estimaciones.

Los límites de los ambientes potenciales son trazados para uno o más tipos de depósitos de tal forma que la probabilidad de que un depósito oculto quede fuera de los límites es insignificante, esto es, menos que 1 en 100,000 o 1 en 1'000,000

Los modelo de ley y tonelaje combinados con los estimados de número de depósitos son fundamentales siendo ella la primera de las principales maneras de traducir la evaluación de recursos dentro del lenguaje que pueden usar los economistas.

La estimación del número de depósitos explican en forma representativa la probabilidad (o grado de confianza) de que existan las mineralizaciones esperadas pero, sin conocer el número de depósito ocultos existentes en la región delimitada. Los estimados son por tipo de depósito y deben ser consistentes con el modelo de ley y tonelaje. Otras pautas para estos estimados lo constituyen: 1) Frecuencia de depósitos en ambientes geológicos bien explorados 2) Explotación de depósitos locales 3) Cálculo y asignación de probabilidades a las anomalías y ocurrencias 4) Intensidad de los procesos 5) la frecuencia relativa de depósitos tipos 6) límite espacial de los ambientes. En muchos casos, los estimados son hechos subjetivamente, tales como lo son en meteorología en interpretaciones geológicas. y en juegos de azar.

En la evaluación considerada en tres partes los estimados son de consistencia interna, debido a que los modelos de ley y tonelaje y las zonas delimitadas también lo son con los modelos descriptivos y con los depósitos conocidos en

ambiente geológico. El número de depósitos estimados deben ser consistentes con los modelos de ley y tonelaje. Toda la información disponible debe ser usada en la evaluación y en el pronóstico y deben estas explícitamente representada.

## INTRODUCCIÓN

El propósito para una evaluación cuantitativa de los recursos minerales es de dar las pautas necesarias a fin de tener alternativas de estudio con respecto a minerales existentes en extensiones de terreno. Usando la evaluación de recursos minerales nosotros podemos planear la explotación, así como considerar alternativas de uso del terreno, desarrollo del plan económico y la cantidad de mineral que existiría bajo determinadas condiciones.

El principal problema es predecir depósitos minerales ocultos, porque los depósitos no están descubiertos, la inseguridad es una parte integral del problema.

Uno de los primeros trabajos que trata sobre este problema es un artículo de Allais (1957) en que se detalla sobre la exploración por minerales en el Sahara Argelino. Recientemente, se han publicado muchos artículos que muestran amplia variedad de métodos y formas de evaluación cuantitativa de recursos minerales.

En el presente artículo se describe una forma de evaluación cuantitativa de recursos minerales no combustibles que han sido usadas en 27 diferentes evaluaciones. El propósito de este artículo es proveer a los lectores los conceptos básicos que ayuden a la evaluación y puedan proveer de esta manera otra forma de evaluación cuantitativa.

La llamada forma cuantitativa de evaluación en 3 partes ha sido aplicada por el USGS, desde 1975. Su propósito original fue proveer información cuantitativa de recursos en forma consistente, con un análisis económico tal que estos recursos minerales valorizados podrían ser comparados con valores derivados de otros similares del terreno.

Usando la evaluación cuantitativa en tres partes aproximadamente  $5 \times 10^6$  km<sup>2</sup> en varias escalas, incluyendo áreas con diversos ambientes geológicos y varios niveles de información en el norte, centro y sur de América. En la evaluación en tres partes (Fig. 1) a) los ambientes están delimitados acordes con los tipos de los depósitos determinados por la geología b) la cantidad de metal y algunas características de mineral son estimadas usando modelos de ley y tonelaje y c) el número de depósitos ocultos de cada tipo son estimados.

Es necesario contar con un mapa geológico y es deseable que se consigne datos de ocurrencias minerales, geofísica, exploración e información geoquímica para delinear nuevos ambientes o dominios que son ambientes potenciales para diferentes tipos de depósitos (Fig. 2). Esta información debe

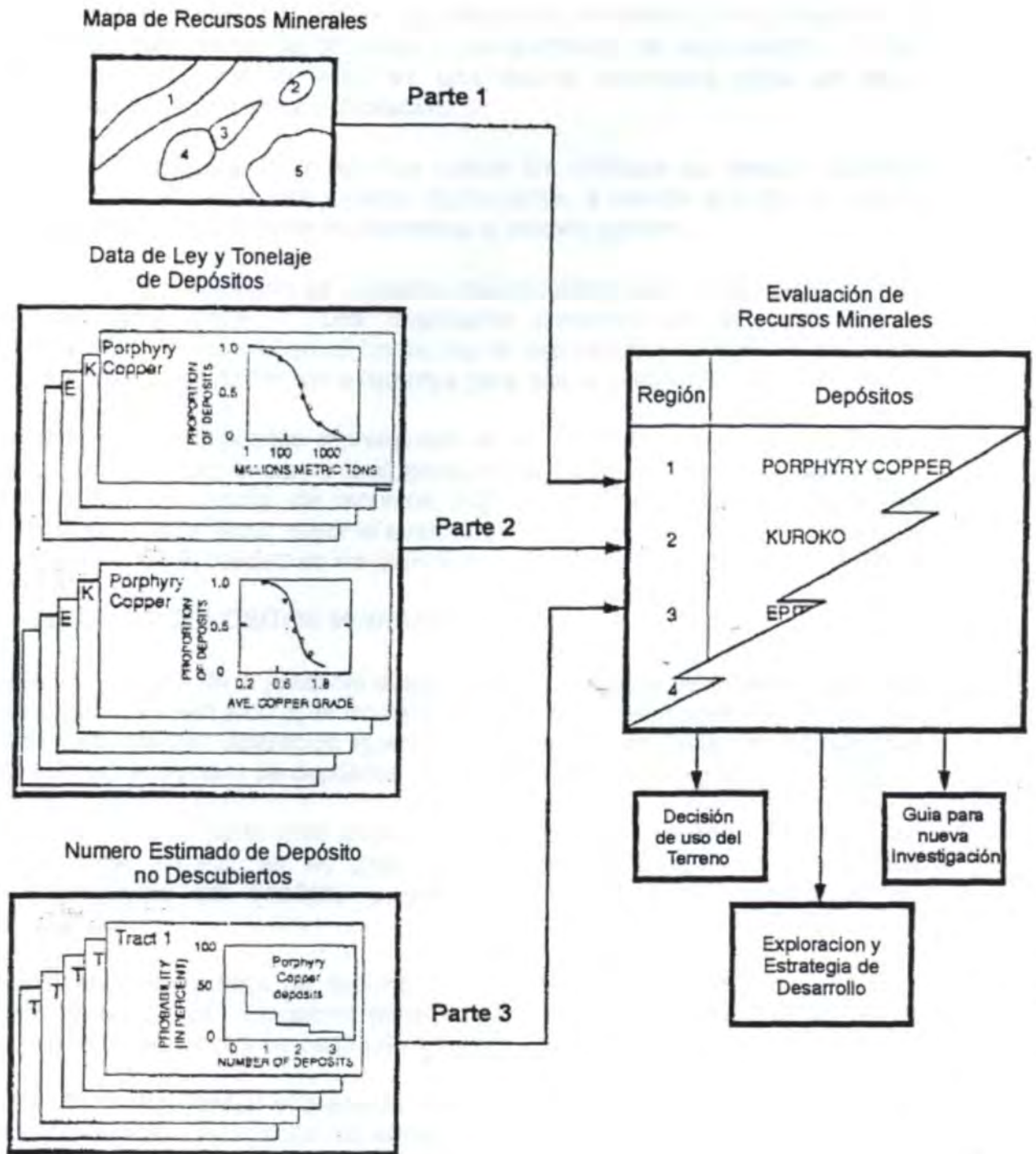


Figura 1. Estructuras de la evaluación cuantitativa de recursos minerales en tres partes que tiene varias aplicaciones

ser integrada con otra de tipos de depósitos minerales que ocurre en cada ambiente geológico.

Los modelos de ley y tonelaje de depósitos minerales son útiles en la evaluación cuantitativa de recursos y planeamiento de exploración. Tener alguna idea del posible valor es una buena alternativa para un buen planeamiento y una exitosa exploración.

En el criterio de evaluación en tres partes los modelos de leyes y tonelaje previamente construido son usados típicamente, a menos que los depósitos locales sean significativamente diferentes al modelo general.

Los estimados del número de depósitos desconocidos son presentados en una manera probabilística . Una importante consideración en hacer estos estimados es el vínculo entre los números estimados y el modelo de ley y tonelaje, los cuales deben ser existentes para que la evaluación sea realista.

Los modelos de depósitos representan el nexo que liga diversa información sobre geología, ocurrencia mineral, geoquímica y geofísica, que son usados en exploración y evaluación de recursos (Fig. 2). La habilidad para el plan de exploración y para hacer mejor la evaluación de recursos minerales, dependen directamente de la calidad de los depósitos minerales.

## MODELOS DE DEPOSITOS MINERALES

En la mayor parte de la presente evaluación , las 2 clases de modelos que más han contribuido han sido a) el modelo descriptivo y b) el modelo ley y tonelaje: Recientemente han aparecido ejemplos de una tercera clase de modelo que representan el número de depósitos por unidad de ambiente geológico.

Probablemente la parte más importante de la elaboración de un modelo de depósito de mineral es su presentación en tablas en las cuales las consideraciones del depósito y posible usos del modelo determina su caracterización.

Idealmente, los modelos de depósito proveen la información y suficiente para clasificar ambientes de posibles mineralizaciones de ambientes estériles, tipos de depósitos conocidos de cada uno y ocurrencias minerales.

En la evaluación usando el presente método, los modelos de depósitos se usan en la delimitación, evaluación de ambientes mineralizados y estériles, así como para clasificar tipos de depósitos conocidos. En la evaluación, los depósitos minerales deben diferenciarse de las Ocurrencias Minerales para los efectos de su cuantificación. Una variada gama de información geocientífica de interés del área es usada para estas tareas (Fig. 2). La clave para combinar esta diversa información es el modelo de depósito mineral

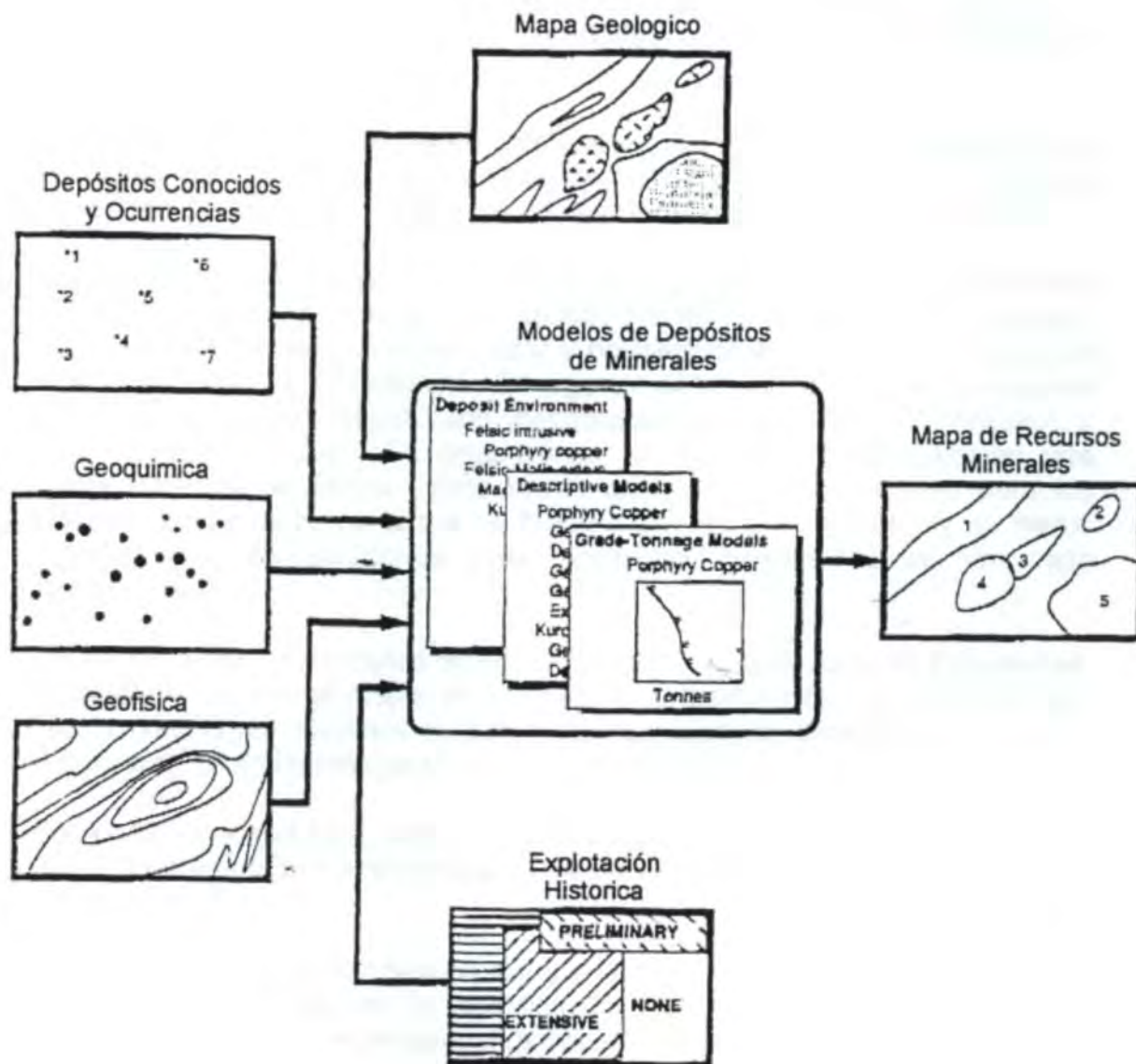


Figura 2. Diagrama que muestra como los modelos de Depósitos. integran la diversa información usada en la evaluación de recursos minerales

Un depósito mineral es una ocurrencia de suficiente tamaño y ley que quizás bajo las circunstancias más favorables son consideradas para tener potencial económico. Este es el blanco de exploración más común en el presente método de evaluación. Cada depósito mineral es diferente de otro ya que de alguna manera, los modelos tienen que progresar más allá de lo puramente descriptivo para representar más que simples depósitos. Los depósitos repartidos en una amplia variedad y con gran número de atributos vienen a ser caracterizados como un "tipo" y un modelo representativo que este tipo desarrolla.

Los modelos descriptivos tienen dos partes: La primera parte describe los ambientes geológicos en los cuales se encuentran los depósitos. La segunda parte describe las características de los depósitos debidamente identificados.

La primera de estos juega un rol primario en el proceso de delimitación en que se describe la clasificación general del tipo de depósito. La segunda, ayuda a la clasificación de depósitos conocidos y ocurrencias en tipos, en los cuales se suma el proceso de delimitación. En algunos casos, los ambientes geológicos no indicados en los mapas, son identificados por los tipos de depósitos y ocurrencias conocidos. La organización de los modelos constituyen una clasificación de depósitos. Este orden provee un rápido acceso para los modelos por el enfoque sobre la litología de la roca huésped y el medio tectónico que las caracteriza más fácilmente identificables en un mapa geológico.

Los modelos de ley y tonelaje tienen la forma de la distribución de frecuencias, de tonelaje y leyes promedio de los depósitos bien explorados de cada tipo. Ellos sirven como modelos para leyes y tonelajes de depósitos ocultos del mismo tipo, en ambientes geológicos similares.

Por cada depósito tipo, estos modelos ayudan a definir otro similar, en oposición a una ocurrencia mineral o una débil manifestación de un proceso de formación de mineral.

La preparación de un modelo de ley y tonelaje considera múltiples pasos; el primero de los cuales es la identificación de un grupo de depósitos bien explorados que se cree pertenecen a tipos de depósitos de mineral que están siendo modelados.

Un modelo descriptivo es comúnmente preparado en forma completa. Los atributos de cada depósito en el grupo, son comparados con el modelo descriptivo para asegurarnos que todos son del mismo tipo. La data reunida para cada depósito incluye promedio de leyes de cada metal o mineral, producto de posible interés económico y el tonelaje asociado, basado sobre la producción total, reservas y los recursos de la más baja ley cercana a la ley mínima de corte (cut off). Todas las más lejanas referencias de tonelaje siguen esta definición. Estos datos representan un estimado de las dotaciones de cada depósito conocido.



La estadística de los modelos de ley y tonelaje publicados, indican que muchos tienen una cierta distribución lognormal de tonelaje. De otro lado, las correlaciones significativas entre tonelaje y leyes, del mayor número de productos, son infrecuentes (Tabla 1). Tal información acerca de la distribución de frecuencias y correlaciones son requeridas en la elaboración de algunas simulaciones.

En la práctica, los modelos de leyes y tonelajes para diferentes depósitos del mismo tipo, pocas veces reportaron la misma ley mínima de explotación. En efecto, las leyes mínimas de explotación son reportadas sólo extraordinariamente. Una segunda consideración en la data almacenada en tablas, es la pregunta, de cuál debería ser la unidad de muestreo.

Las leyes y tonelajes estarán disponibles para la variación de grados por distritos, depósitos, minas o blancos de exploración. En muchos casos, la antigua información de producción está disponible para algunos depósitos, así como recientes estimados de recursos están disponibles para otros depósitos.

El error más común es elaborar modelos de leyes y tonelaje mezclando información de producción pasada de algunos depósitos con información de recursos de otros depósitos. Es importante que toda la información usada en el modelo represente la misma unidad muestreada. La mezcla de información de distintos la mezcla de producción pasada con recursos estimados recientes, usualmente produce una distribución bimodal o una distribución no lognormal y quizás introduzca una cantidad de variables que son antifactores para la mezcla de unidades de muestreo.

Los modelos confeccionados usando data de muestreos mezclados son valores cuestionables, por que las frecuencias de leyes y tonelajes observados están directamente relacionados con la proporción de depósitos de cada unidad muestreada y es improbable que sean representativas de la proporción de los depósitos no descubiertos (ocultos) que son estimados en una evaluación.

La aplicación de estos modelos de evaluación de recursos ayuda a identificar como los modelos deberían ser aumentados. El fracaso para distinguir entre la probabilidad de existencia de un atributo y la probabilidad de la conjunción de atributos priman sobre los problemas en la aplicación de los modelos, por ejem. Es posible que cada atributo exista en muchos depósitos de un tipo, al mismo tiempo, sólo un número pequeño, o ninguno de los depósitos tiene esos atributos. La cuantificación de los atributos de depósitos minerales es necesaria y suficiente para el próximo paso de clasificación estadística de depósitos conocidos por tipos.

La misma información es necesaria pero no suficiente para discriminar ambientes mineralizados de los estériles; la identificación de atributos de ambientes estériles es también necesario para esta tarea.

Para los modelos del nuevo depósito por unidad de ambiente y para los intentos de cuantificar los atributos de los depósitos, es útil la evaluación bajo el método de tres partes", pero deben prepararse de forma que sean consistentes con los modelos descriptivos y de ley y tonelaje vigente. Sin esto, la evaluación de recursos son internamente inconsistentes.

## DELIMITACIÓN

Los ambientes geológicos o dominios que pueden contener tipos particulares de depósitos son delimitados por analogía, con ambientes geológicos similares que contienen depósitos conocidos en otra parte. Para delinear los límites es necesario contar con un mapa geológico y tener ploteadas las ocurrencias minerales, geofísica, exploración e información geoquímica (Fig. 2). Esta información debe estar integrada con la de los ambientes geológicos esperados para los diferentes tipos de depósitos minerales.

Una estrategia de delimitación es mover los límites fuera de la que corresponde a los depósitos conocidos. Esta quizás sea considerada la delimitación para los ambientes favorables. En la técnica de evaluación en "3 partes" se trata de delinear ambientes potenciales.

Aunque los ambientes favorables son una subdivisión de ambientes potenciales, ellos representan conceptos muy diferentes. Sus bordes coincidirán sólo si la cobertura de exploración es muy continua y completamente efectiva lo cual es una común situación inusual.

En suma, la delimitación de ambientes favorables son frecuentemente aplicadas en diferentes formas por gente diferente, por que existe la dificultad de definir una aceptable regla operativa.

Los depósitos conocidos y ocurrencias sirven para identificar y expandir ambientes potenciales, no contrarias a ellos.

Para la consistencia, los ambientes son delineados donde la geología permite la existencia de depósitos de uno o más tipos específicos. Estos ambientes, llamados ambientes potenciales, están basados según criterios geológicos derivados de modelos de depósitos sustentados sobre estudios de depósitos conocidos dentro y fuera del ambiente de estudio.

Los límites permisivos son definidos de tal forma que la probabilidad que un tipo de depósito delimita ocurrencia fuera del ámbito (bordes) es negligible, que es menos que 1 a 100,000 o 1 a 1'000,000

Usando esta definición, es posible subdividir un ambiente potencial, dentro de 2 o más partes que tengan diferente clase de información o posiblemente diferente número de depósitos no descubiertos, tales como el número de vetas epitermales en Costa Rica o depósitos de pórfido de cobre en parte de Alaska.

Otras definiciones de delimitación de bordes menos rigurosas han sido consideradas, pero ellas adolecen de dos defectos: son difíciles de definir una manera que pueda ser consistentemente aplicadas y también pueden excluir

ambientes que contienen escasos pero grandes depósitos. El costo del error de perder los escasos depósitos grandes resultan del nivel de decisión Bayesiana (costo minimizado por errónea clasificación) a favor del negligente error de definición de ambientes potenciales.

Los ambientes pueden o no contener depósitos conocidos, éstos ambientes son excluidas sólo sobre la base de geología, conocimiento acerca de exploraciones fallidas, o la presencia de estériles cobertura que excede algún espesor predeterminado. Entonces la información fundamental es el mapa geológico y la extensión de unidades geológicas bajo cobertura tanto extrapolada por consideraciones geológicas y geofísicas. La información de geoquímica y depósitos de ocurrencias conocidos ayudan a identificar otros ambientes y en algunos casos excluirlas. Por ejemplo: vetas de oro-cuarzo de baja sulfuración frecuentemente tiene depósitos de placer de oro asociados con ellas, si no existen depósitos de placer de oro, entonces los ambientes que originan estos depósitos de oro primario quizás no existan.

Un mapa geológico es el recurso local primario de información para delinear dominios y para la identificación de que dominios son permisibles para diferentes depósitos tipos. Probablemente el segundo tipo más importante es un inventario de depósitos conocidos y prospectos en una región cercana que ha sido evaluada. Por causas debidas a una descripción incompleta de los depósitos, es a menudo difícil identificar depósitos tipos, para muchos prospectos y para algunos depósitos, pero aquellos que pueden ser identificados aumentan la confianza en dominios delineados para los depósitos tipos.

Los prospectos pueden indicar posibles tipos de depósitos en lugares límites que son posibles en otros lugares. Un mapa de distribución de depósitos clasificados, por tipos, sirve como una verificación de la precisión de la delimitación de ambientes potenciales, para estos tipos más bien que un tipo determinante de delimitación. La geoquímica de sedimentos puede sugerir depósitos tipos y ayuda a la delimitación del dominio de algunos de estos depósitos.

La geofísica contribuye para la identificación de extensiones de unidades de rocas permisivas bajo cobertura, y para la identificación de unidades de rocas en áreas pobremente mapeadas. En algunos casos, la geofísica puede identificar unidades de rocas favorables, tales como rocas alteradas hidrotermalmente. Ambos sedimentos de quebrada y geoquímica de rocas pueden proveer beneficios similares para la evaluación de una amplia región.

Los dominios son delineados por la posibilidad de la existencia de uno o más depósitos tipos como inferidos por analogía con depósitos de similar ambiente geológico. Los modelos de depósitos minerales proveen lo fundamental para hacer relacionar el ambiente geológico y el tipo de depósito. En cada caso los bordes de los dominios se basan primero en el mapeo o inferencia geológica. Los bordes originales son reducidos sólo donde estos no pueden ser

firmemente demostrados que un depósito tipo no podría existir. Para algunos depósitos tipos, la amplia exploración puede proveer tales evidencias, pero para muchos depósitos tipos, sólo mediante la perforación en corto espaciamiento permiten excluir ambientes.

La designación de un ambiente como geológico no implica ninguna especial favorabilidad para la ocurrencia de un depósito no es la dirección de probabilidad que un depósito será descubierto ahí si es que existe. La probabilidad de descubrimiento de depósitos involucra un largo número de incertidumbres, tales como futuras condiciones económicas, desarrollo de nuevos métodos de exploración, profundidad y tipo de cobertura, y lo que se determina con las exploraciones, todo lo cual tipifica algo más allá del alcance de estos estudios.

En algunos casos, la escala de producto o mapas trabajados requiere que una cierta cantidad de generalizaciones tomen lugar en la delimitación. Por ejemplo, un reciente análisis de recursos realizado en Nevada (skarns), que son conocidos por presentarse con 2 km. de plutones, fueron delineados como más distales del centro del plutón relacionándolos con distintos polimetálicos de reemplazamiento, en 10 km. de ancho del área alrededor de plutones.

## LEYES Y TONELAJES

Una parte crítica de la exploración de depósitos minerales y de la cantidad de la evaluación de recursos minerales es la estimación de la clase de depósitos no descubiertos. Típicamente, este problema se direcciona usando modelos de leyes y tonelaje pero que a mayor origen de variación en clases posibles se contabilizan diferentes tipos de depósitos.

En la cuantificación de la evaluación de recursos, los modelos de ley y tonelaje juegan 2 roles. El primero ellos ayudan a clasificar los depósitos conocidos de una región y asimismo, ayudan en la delimitación. Segundo, ellos proporcionan información acerca del valor potencial de los depósitos no descubiertos en la evaluación del ambiente geológico y son estos la llave para el análisis económico de estos recursos. Antes de discutir la aplicación de los modelos de ley y tonelaje, es deseable direccionar las preguntas acerca de los efectos económicos, seleccionados, las leyes de corte, la distribución del tonelaje estimado y clase de muestreo aplicable.

Los depósitos estimados por ser pequeños o de baja ley son escasamente muestreados lo suficientemente bien para ser caracterizados en términos de ley y tonelaje, sin embargo es de esperar que el muestreo de muchos depósitos tipos podrían ser truncados por el criterio económico.

Los efectos de la selección económica son más evidentes en el ploteo de leyes vs bajo tonelaje por lo cual la baja ley y el bajo tonelaje no se toman en cuenta. Para casi cualquier distribución concebible de leyes y tonelaje antes del control económico, la eliminación de depósitos con leyes bajas y bajo tonelaje es requerible por que causaría una correlación negativa en el resto de la data. Si

la verdadera relación entre ley y tonelaje de toda la mineralización (depósitos y ocurrencias) de cada tipo fuese inversa, entonces el efecto de la exclusión de depósitos de pequeña y baja leyes por el filtro económico, podría evitarse y esto quizás mejore su adversa calificación.

Taylor combinó los aspectos teóricos de los aspectos de distribución lognormal de leyes fuera de depósitos con actual ejemplos y análisis económico para mostrar como las leyes de corte pueden en la práctica afectar el promedio de leyes y tonelajes de depósitos. El concluyó que la ley de corte de un depósito debe estar cerca de la mediana de la ley dentro de un depósito para recuperar una proporción razonable de el metal contenido en una fracción de tonelaje que es suficientemente grande para tener continuidad espacial y para ser minable (Fig. 3).

### NUMERO DE DEPOSITOS DESCONOCIDOS

La tercera parte de una evaluación es la estimación de algunos depósitos que aunque desconocidos en número de cada tipo se conoce que puede existir en ambientes geológicos delimitados. Hasta que el ambiente sea estudiado completamente y este considerado con un número fijo de depósitos no descubiertos que podría ser cualquier número incluyendo CERO, no se le conocerá con certeza.

El número de depósitos inferidos representan la probabilidad (o grado de credibilidad) de que existe algún número desconocido de depósitos no descubiertos en ambientes delimitados. Como tal estos estimados reflejan al mismo tiempo una incertidumbre de que puede existir y en cierta forma una medida de posibilidad de la existencia del tipo de depósito.

Los estimados son por tipo de depósitos y deben ser consistentes con el modelo de ley y tonelaje. Por lo tanto el número de depósitos debe igualar el porcentaje de los valores del modelo de ley y tonelaje.

Por ejemplo, en cualquier nivel de probabilidad aproximadamente la mitad de los depósitos estimados no descubiertos debe ser mayor que la media del tonelaje. Por otro lado cerca del 10% de los depósitos deberían ser tan grandes como el 10% superior de los depósitos en el modelo del tonelaje.

Si la ley y tonelaje del modelo está basado en datos de regionales, como el modelo de vetas de oro y plata Comstock epitermal, entonces el número de depósitos no descubiertos podrían ser estimados. Algunos de los modelos fueron elaborados con distancia espacial igual a 500 m, como una regla para combinar mineralización en modelos de sulfuros masivos del tipo Kuroko.

La misma regla debe aplicarse cuando los números de depósitos no descubiertos son estimados.

Los depósitos en un ambiente de estudio en que se conocen las leyes y tonelaje son contabilizados como depósitos descubiertos, sin embargo, los

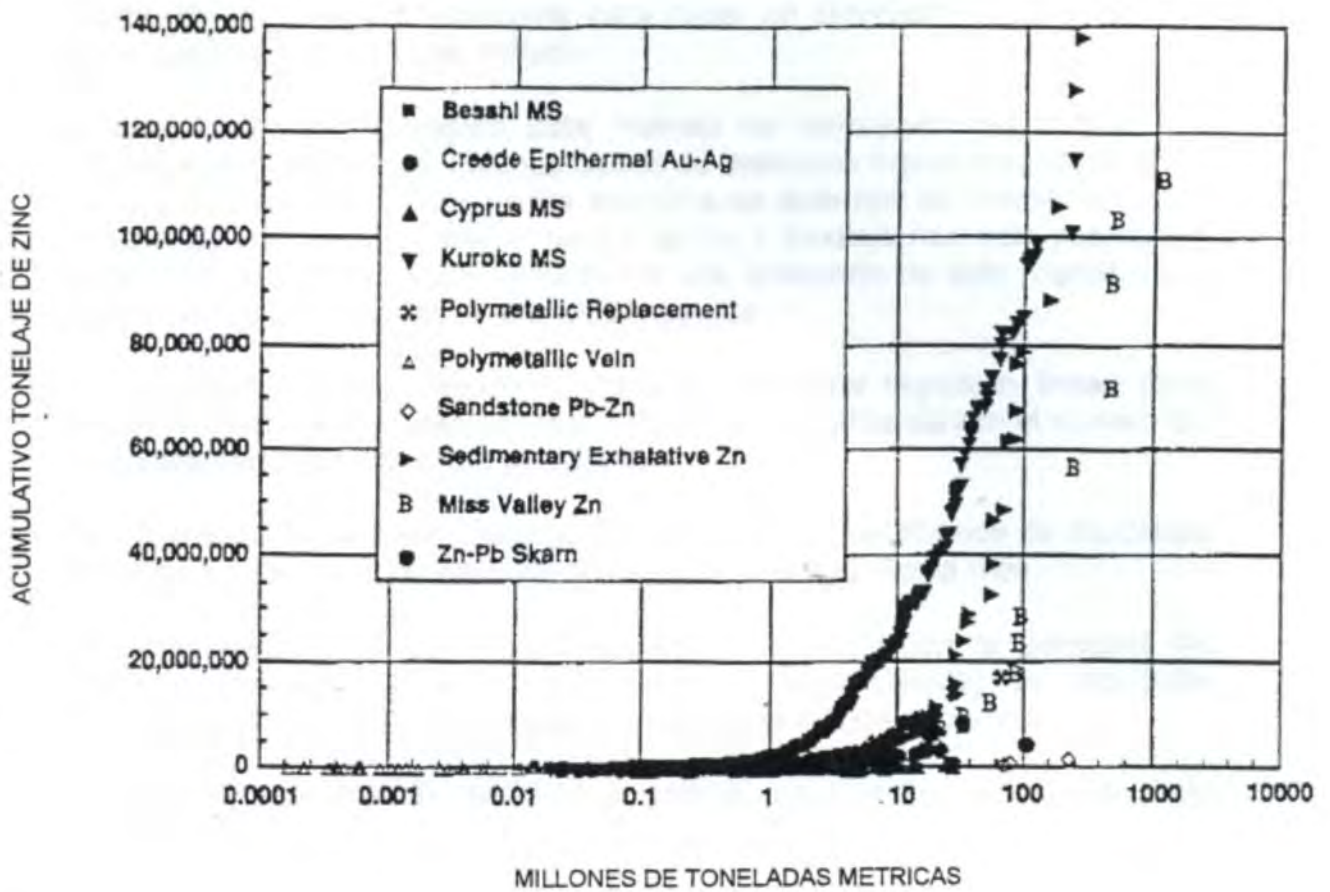


Fig. 3 Los mayores tonelajes en los depósitos de los mas grandes tipos dominan el potencial del suministro metálico

depósitos no publicados sin estos estimados se contabilizan como no descubiertos para evitar su duplicidad.

No hay métodos fijos para hacer estimaciones del número de depósitos no descubiertos. Sin embargo varios métodos basados en experiencia y lógica, pueden ser usados directamente o como guías para hacer estos estimados. Cada método representa alguna forma de analogía. El más consistente de estos métodos es una forma de modelo de depósito mineral en donde el número de depósitos de cada tipo por unidad de ambientes geológicos de regiones bien exploradas es contabilizado, y el resultado de la frecuencia de distribución es usado directamente para hacer un estimado o indirectamente como una guía en algún otro método.

Aunque Allais (1957) empleó este método de estimación del número de depósitos no descubiertos, muchas clases de depósitos fueron mezclados junto con sus análisis. Sólo unos pocos ejemplos de este tipo de modelo que son consistente con modelos descriptivos y de ley y tonelaje han sido publicados (Bliss y otros, 1987) Cox (1933) describe una aplicación de este modelo para estimar el número de vetas de oro en Venezuela.

Una variación de este método consiste en usar una regresión lineal, para relacionar medidas de áreas de roca ultramáfica en California con el número de conocidos depósitos de cromo podiforme.

Esta regresión fue aplicada para hacer estimados probabilísticos de depósitos de cromo no descubiertos en el suroeste de Alaska y en Costa Rica.

La extrapolación local de depósitos consiste en proyectar la densidad de depósitos (número de depósitos por unidad de ambiente) de una bien explorada parte del ambiente de estudio hacia una menos explorada.

Típicamente este método conduce a estimar un número de depósitos no descubiertos.

El ambiente base no necesita ser explorado completamente, pero el número de depósitos encontrados en el ambiente explorado debe ser proporcional. Una variación de este método tiene ventaja cuando se tiene información acerca de la frecuencia de distribución de un tipo de gran depósito y su extensión descubierta por el ambiente de estudio.

El recuento y la asignación de probabilidades de anomalías y ocurrencias han sido largamente aplicados, pero sólo recientemente han sido documentados. En cualquier forma, a través de la experiencia o a través del análisis estadístico de ambientes bien explorados, la proporción de anomalías y ocurrencias que pueden ser actualmente depósitos mineral, en algunos casos, son estimados de la intensidad y coincidencia de las diferentes clases de evidencias.

Un nuevo método de proveer guías que ha sido recientemente propuesto podría ser el llamado "procesos restringidos". La primera básica consiste en la probabilidad de que la comunicación de procesos geológicos requeridos para la formación de depósitos minerales tipo puedan ocurrir. Entonces, la información acerca de los procesos que han ocurrido (o quizás podrían haber ocurrido) en un ambiente, provee importante información acerca de la relativa frecuencia de depósitos tipos.

La frecuencia relativa de tipos de depósitos relacionados, son guías valiosas para la estimación de depósitos no descubiertos.

Es una amplia creencia que donde ocurren las vetas polimetálicas y depósitos de pórfido de cobre, el número de vetas es tan grande como el número de depósitos tipos pórfidos de cobre. Entonces, donde ambos tipos de depósito podrían ocurrir en un ambiente potencial, se podría considerar que el número de vetas polimetálicas sería tan grande como el número estimado de pórfidos de cobre.

El tamaño de las zonas de alteración y mineralización alrededor de algunos tipos de depósitos, son tan grandes que pueden ser usados en algunos casos para determinar límites o como que muchos depósitos podrían existir en un ambiente delimitado.

Estos límites espaciales han sido informalmente usados en algunas evaluaciones.

La diferencia entre la población de depósitos minerales representados por el modelo de ley y tonelaje, y la población de ocurrencias que puedan existir en la tierra, debe ser considerado cuando el número de depósitos no descubiertos son estimados.

Los estimadores deben ser ciertos y sus estimados acerca del número de depósitos deben ser guiados por un claro entendimiento y por los modelos correspondientes a ley y tonelaje.

Para el número estimado de depósitos y su consistencia con el modelo de ley y tonelaje, aproximadamente la mitad de los depósitos estimados, deberían ser mayores que la mediana del modelo de ley y tonelaje.

En la práctica, la ley típica no es interesante porque aún las ocurrencias minerales a menudo tienen leyes similares en los depósitos.

El requerimiento de que la mitad de los depósitos estimados sea tan grande como la mediana resuelve el error común de estimación, por lo cual los estimados incorrectos reflejan el número de depósitos que son mayores al más bajo tonelaje reportado en el tonelaje modelo.

Los estimados del número de depósitos debe ser consistente con la población de los depósitos minerales del modelo de ley y tonelaje y no con la población de ocurrencias minerales.

En mucho de la técnica de evaluación en 3 partes, los estimados finales se han hecho subjetivamente, a menudo usando uno o más de los métodos descritos previamente como guía de delimitación.

La más antigua y probablemente más común forma práctica de estimación subjetiva es el azar. Los geólogos comunmente hacen estimaciones que,



aunque no explican cantidad son subjetivas y tiene incertidumbre, tales como estimaciones locales y límites estimados en secciones geológicas de sub suelo. Estos ejemplos de campos diferentes demuestran que, al final bajo algunas condiciones, las estimaciones subjetivas pueden ser imparciales y seguras.

GEOLOGIA

ANALISIS DE LA INFORMACION DEL COMPLEJO  
 GEOLOGICO Y SU RELACION A LA EVALUACION DE RECURSOS  
 MINERALES

El presente estudio tiene como objetivo principal  
 determinar la cantidad de recursos minerales  
 que se encuentran en el territorio peruano, para  
 ello se ha realizado un estudio geológico de  
 detalle en las zonas de interés, donde se  
 han identificado y clasificado los recursos  
 minerales existentes, considerando su  
 distribución geográfica y su estado de  
 conservación.

Los recursos minerales se clasifican en  
 metales, no metales y combustibles fósiles,  
 cada uno de ellos con sus respectivas  
 características y usos.

La información geológica es fundamental  
 para la evaluación de recursos minerales,  
 ya que permite conocer la distribución  
 y el estado de conservación de los  
 recursos en el territorio peruano.

El estudio geológico de detalle es el  
 método más preciso para determinar  
 la cantidad de recursos minerales,  
 ya que permite conocer la distribución  
 y el estado de conservación de los  
 recursos en el territorio peruano.

## ANEXO 7

**GLOSARIO**

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

- OCURRENCIA MINERAL :** Concentración de elementos minerales - susceptibles 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 expectatico de explotación económica, y que está amparado por un petitorio que le da legalmente a su titular el ejercicio de un derecho minero.
- MINA - YACIMIENTO - DEPOSITO MINERAL :** Es una concentración de elementos minerales de la cual mediante labores mineras se explotan minerales económicamente.
- PROSPECCION :** Es la investigación superficial dirigida a determinar áreas de posible mineralización(targets o areas anómalas),por medio de indicaciones químicas y físicas medidas con instrumentos y técnicas de precisión

- EXPLORACION** : Es la investigación subterránea, mayormente derivada de una prospección regional, orientada a demostrar la posición, dimensiones, características mineralógicas, distribución, reservas y los valores económicos de la ocurrencia mineral.
- METALOGENIA** : Bajo este concepto se define al " **Capítulo de la Geología que estudia el origen de los yacimientos minerales, sus relaciones con las rocas que los contienen, las estructuras que los controlan, y las leyes que gobiernan la distribución de los depósitos minerales en la corteza terrestre**". Esta definición considera todas las variables en el espacio y en el tiempo.
- METALOTECTO** : Se define como tal (Routhier, J., 1958), " **al conjunto de los factores que intervienen en la génesis (formación) de un depósito mineralizado. Es necesario recalcar este concepto, debido a que el término metalotecto se aplica con frecuencia a "las unidades litoestratigráficas que están asociadas a determinado tipo de ocurrencia mineral"** .
- Existe otra definición mas práctica: "Metalotecto es una unidad litológica de probada asociación con depósitos minerales"
- ACTUALIZACION DE UN:  
MAPA GEOLOGICO** Tarea de campo que tiene por objeto enriquecer 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 :  
LEYENDA EXPLICADA** Son los mapas geológicos actualizados que se presentarán acompañados en el mismo impreso con un texto resumido de descripción geológica de las unidades litoestratigráficas representadas en el mapa.

**GEOLOGIA REGIONAL:  
APLICADA AL PROYECTO** La Geología Regional se orientará al estudio de 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.).

**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 ilustrativo de sedimentos de quebrada (4 ó 5 muestras).  
 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 :** 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.

**RECURSO MINERAL.-**

Es una ocurrencia natural de material sólido, líquido o gaseoso que posibilita la extracción económica de un producto por medios mecánicos o mineralúrgicos.

Su ubicación y características físicas de ocurrencia se conocen o son estimados a partir de evidencias geológicas específicas en cada caso.

Para clasificar el grado de certeza geológica de los recursos minerales, se utiliza la siguiente terminología:

a) Confirmados o medidos, b) indicados, c) inferidos.

**RECURSOS CONFIRMADOS,  
O MEDIDOS .**

Se denomina así a los recursos minerales determinados por las dimensiones reveladas en afloramientos, trincheras, galerías y/o perforaciones. Los muestreos detallados van a permitir calcular la ley y tonelajes respectivos. El carácter geológico del recurso queda bien definido al haberse establecido su tamaño, forma, profundidad y contenido mineral.

**RECURSOS INDICADOS.-**

Los cálculos de cantidad, ley y calidad se efectúan a partir de información similar a la utilizada para los recursos confirmados, pero en este caso los lugares de inspección, muestreo y/o medición no están adecuadamente espaciados o están algo alejados, sin embargo se asume esta calificación al considerar una continuidad geológica entre los puntos observados.

**RECURSOS INFERIDOS :-** Son aquellos en los que los cálculos efectuados se basan principalmente en evidencias geológicas y en asumir una continuidad de éstas, sin embargo existe menos confiabilidad que en los recursos medidos y en los recursos indicados.

Los recursos inferidos pueden tener el respaldo de algunas muestras representativas, o datos geofísicos, o datos geoquímicos etc, los cuales deben ser razonablemente confiables.

**RESERVA MINERAL.-** **Reserva.-** Se denomina así a aquella parte del recurso que cumple con los criterios físicos y químicos mínimos relacionados con las prácticas específicas de minería y producción, esto incluye leyes, calidades, volúmenes o tonelaje etc. Tiene la característica de que es factible extraerla económicamente.

El término económico se refiere a que se ha podido demostrar analíticamente que es posible una producción rentable, bajo criterios definidos de inversión. Estos criterios deberán considerar los supuestos de precios y costos durante la vida del proyecto.

El tipo de las reservas varían en función del grado de certeza de la información de los recursos.

**RESERVA PROBADA:** Es la parte de un **recurso medido** que satisface las condiciones para clasificarse como una reserva en términos de tonelaje y leyes minables.

**RESERVA PROBABLE:** Es la parte de un **recurso indicado** que satisface las condiciones para clasificarse como una reserva, pero la precisión y niveles de confianza son menores que una reserva probada.

**RESERVA POTENCIAL.-** Se puede asumir por analogía, como la parte de los recursos inferidos que permiten clasificarlo como una reserva. Sin embargo algunos autores aplican el término de

"Reservas geológicas" y/o "Reservas prospectivas".

Como se desprende de los párrafos anteriores, existe una íntima relación entre Recursos y Reservas en base a la información de las estrategias de exploración, como se puede apreciar en el siguiente cuadro





Relación existente entre Recursos y Reservas, en base a la información de Exploraciones.

Modificado de AIME Nov. 1993