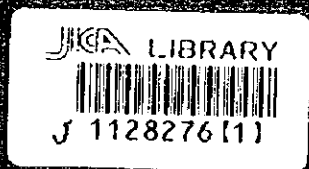


INFORME FINAL  
SOBRE  
LA EXPLORACION MINERAL DE COOPERACION TECNICA  
EN  
LAS AREAS DE JUNIN Y QUELLAJES,  
REPUBLICA DEL ECUADOR

MARZO, 1976



INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
TECHNICAL ASSISTANCE CENTER

MIN  
CICD  
C-000



**INFORME FINAL**  
**SOBRE**  
**LA EXPLORACION MINERAL DE COOPERACION TECNICA**  
**EN**  
**LAS AREAS DE JUNIN Y CUELLAJE,**  
**REPUBLICA DEL ECUADOR**

**MARZO, 1996**

**JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY**  
**METAL MINING AGENCY OF JAPAN**



1128276(1)

## Prólogo

En respuesta a la petición del Gobierno de la República del Ecuador, el Gobierno Japonés ha decidido llevar un proyecto de exploración mineral para confirmar la posibilidad de existencia de los recursos minerales por los métodos de investigaciones geológicas, geoquímicas, geofísicas y de perforación en las áreas de Junín y Cuellaje situadas en la parte norte del país y confió el estudio a Japan International Cooperation Agency (JICA) y a Metal Mining Agency of Japan (MMAJ).

JICA y MMAJ enviaron un equipo de estudio liderado por Masahiko Nono desde el 5 de Julio de 1995 hasta el 5 de Enero de 1996 al área de proyecto e su fase final.

Todos los trabajos planificados durante el estudio de campo fueron realizados y completados con la colaboración del Ministerio de Energía y Minas y de la Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico Minero Metalúrgica de la República del Ecuador.

Este informe representa el informe final que incluye los resultados de los estudios geológico, geoquímico, geofísico y estudios de perforación llevados por 2 años desde 1994 a 1995 (proyecto Junín y Cuellaje) y también los resultados del estudio conducido en el período de 3 años de 1991 a 1993 (proyecto Junín).

Esperamos que este estudio servirá para el desarrollo de los recursos minerales en Ecuador y contribuya a la promoción de relaciones amistosas entre los dos países.

Deseamos expresar nuestro profundo aprecio a las organizaciones oficiales del Gobierno de la República del Ecuador por su amable cooperación extendida.

Marzo, 1996



Kimio Fujita

Presidente

Japan International Cooperation Agency



Shozaburo Kiyotaki

Presidente

Metal Mining Agency of Japan

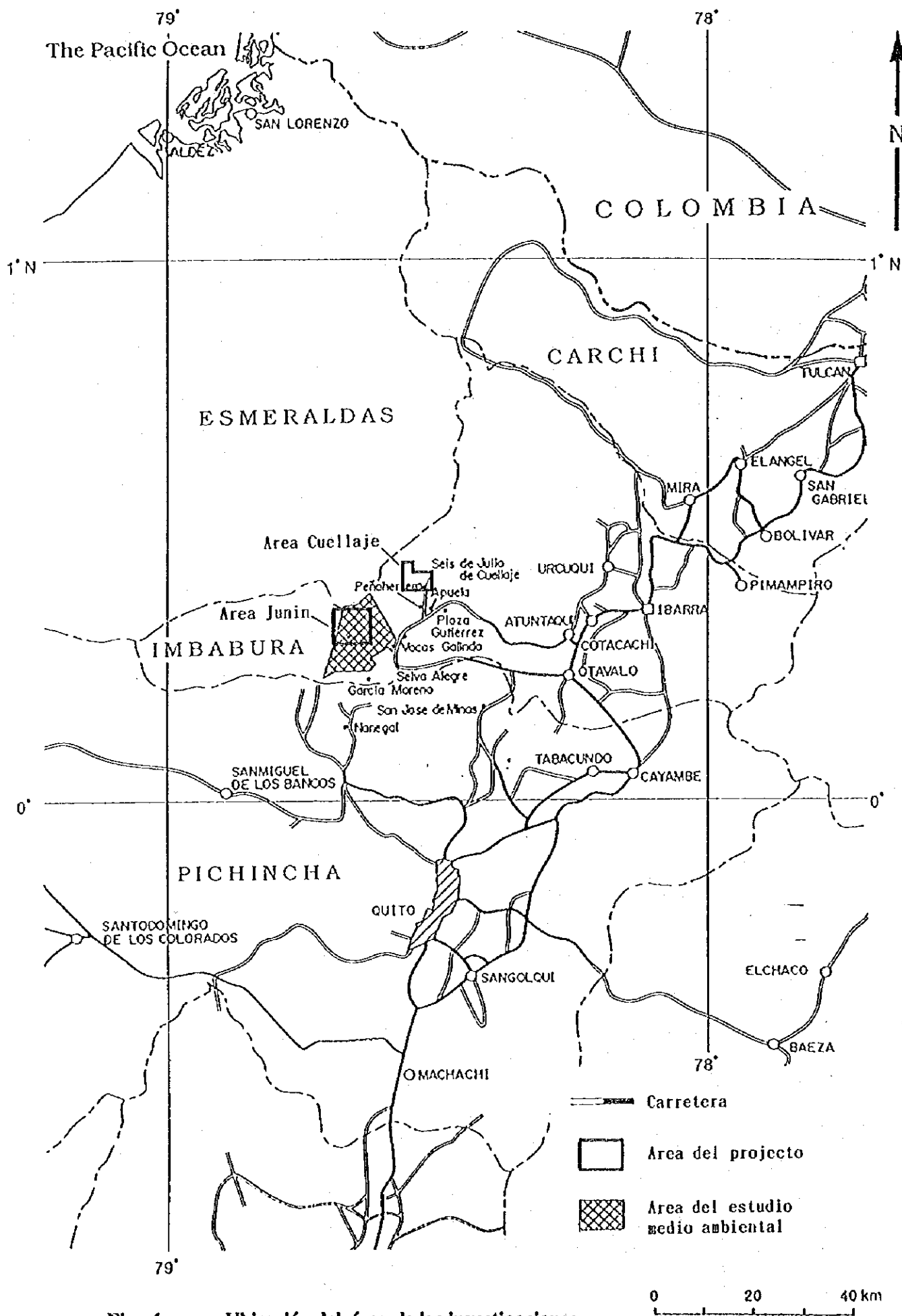


Fig. 1 Ubicación del área de las investigaciones

## Resumen

El presente estudio se llevo a cabo en las áreas de Junín y Cuellaje en base a los alcances de los trabajos para el proyecto de exploración mineral cooperativa acordados entre los gobiernos de la República de Ecuador y Japón el día 17 de Agosto de 1994.

El propósito del proyecto fué el de confirmar el potencial económico del yacimiento mineral por medio del esclarecimiento de la geología y mineralización en las áreas de Junín y Cuellaje. El objetivo también incluye la adecuada transferencia de tecnología al personal de la organización contraparte ecuatoriana relacionada con el proyecto. Además de los objetivos anteriores, el estudio desarrollado en el área de Junín incluye, no solamente cálculos de reserva sino que también, consideraciones sobre los efectos medio-ambientales al desarrollo minero.

Las áreas cubiertas en este estudio comprenden las áreas de Junín y Cuellaje. El área de proyecto está localizada en la provincia de Imbabura, a una distancia aproximada de 50 kms al norte de Quito y situada sobre el costado occidental de la cadena de montañas Andinas en Ecuador (Fig. 1). El estudio en Junín, que está incluido dentro del área del proyecto, se realizo desde 1991 hasta 1993. Desde 1994 hasta 1995, el área del proyecto cubrio las dos áreas de Junín y de Cuellaje.

De acuerdo a los resultados de estudios previamente realizados, mineralización de cobre y molibdeno del tipo películas y de diseminación, ha sido reconocida alrededor de diques y stocks de pórfido cuarcífero y pórfido diorítico intrusionados en el batolito de granodiorita. Dichos resultados han hecho prever la existencia de depósitos prometedores en el área.

Los resultados obtenidos durante el presente estudio en las áreas de Junín y Cuellaje, pueden brevemente describirse como sigue:

En el área de Junín, los estudios de perforación realizados tuvieron como finalidad el esclarecimiento de la mineralización y la comprobación de la extensión e intensidad de zonas mineralizadas en profundidad. Estudio medio-ambientales también se llevaron a cabo en el área de Junín.

En el área de Cuellaje, los estudios geológicos, geoquímicos, geofísicos y perforación se realizaron para extraer unas áreas prometedoras en el alrededor de la zona mineralizada.

Los estudios de campo se realizaron en los períodos del 3 de Octubre de 1994 al 15 de Enero de 1995 y del 5 de Julio de 1995 al 5 de Enero de 1996 y estuvieron a cargo de un grupo de estudio formado por técnicos Japoneses y Ecuatorianos.

### (1) Estudios de perforación en el área de Junín

La perforación de 11 sondeos en profundidad de las zonas mineralizadas del río Junín y de las quebradas Controversia y Fortuna revelan la mineralización que películas y diseminaciones de pirita, calcopirita, bornita y calcocita ocurren en granodiorita, pórfido cuarcífero y pórfido diorítico y mineralización de molibdenita en las vetas de cuarzo. Una alta ley más que Cu 0.4% de ley promedio se obtuvo en los sondeos números MJJ-17, MJJ-19, MJJ-20 y MJJ-22, y resultados de análisis químico obtenidos son como sigue:

MJJ-17: profundidad de 4.05 a 150.25 mts, longitud de testigo de 146.20 mts, ley de Cu 0.46%, Mo 0.019%.

MJJ-19: profundidad de 7.30 a 301.03 mts, longitud de testigo de 293.73 mts, ley de

Cu 0.95%, Mo 0.040%.

MJJ-20: profundidad de 3.96 a 393.14 mts, longitud de testigo de 389.18 mts, ley de Cu 0.58%, Mo 0.027%.

MJJ-22: profundidad de 4.50 a 304.08 mts, longitud de testigo de 299.58 mts, ley de Cu 0.45%, Mo 0.040%.

En las perforaciones MJJ-14, MJJ-15, MJJ-17, MJJ-22, MJJ-23 y MJJ-24 se pudo observar que la ley aumenta con la profundidad. Se esperan a continuar altos de ley a más profundidades por debajo del fondo de dicho sondeos. Según los resultados obtenidos por las perforaciones, mineralización promisoría de Cu y Mo se localiza en la parte más profunda de las zonas mineralizadas del río Junín este y de las quebradas Controversia y Fortuna.

En base a la distribución de zonas de alteración y de temperaturas llenadoras de inclusiones, se puede inferir que el centro de la mineralización se ubica en el área entre las quebradas de Controversia y Rica.

De acuerdo a los resultados de análisis de Factores de la campaña geoquímica, se infiere que factores de alta cuenta de Factor 1 se distribuye en el río Junín, en las quebradas Controversia, Fortuna y Verde y en la parte nor-oriental del área. Se espera que la mineralización de Cu y Mo en el área de Junín se extienda a una área más grande.

Con los resultados obtenidos, se necesita las investigaciones de perforación y geológicos detalles y otros en el área de alta posibilidad de existencia de depósitos minerales en el área de Junín y adicionalmente necesita esclarecer la ley y reserva de depósito mineral en detalle. La Fig. 2 muestra el área que se recomienda para estudios futuros en el área de Junín.

## (2) Estudios medio-ambientales en el área de Junín

Basado en la idea que el desarrollo del área de Junín pudiera afectar el ambiente natural, social y de vivienda de la zona, se llevo a cabo un estudio medio-ambiental en una área de 150 km<sup>2</sup>, la cual incluye el valle de los ríos Aguagrun y Chalguyaku. El presente estudio consiste de un estudio medio-ambiental de condiciones actuales y de evaluaciones basadas en la suposición que existiera un plan para desarrollo minero.

Para comenzar este estudio, se seleccionaron los 11 temas de: topografía/geología, suelo, agua, flora, fauna, paisaje, aspectos sociales, calidad del aire, calidad del agua, calidad del suelo y ruid. Para dichos temas, se hicieron estudios sobre el estado presente, así como también trabajos de evaluación y de predicción y estudio de medidas.

El estudio sobre el estado presente se desarrolló en la zona adyacente a las reservas nacionales de Cotacachi y de Cayapasu, las cuales están compuestas por bosques en la parte norte y por tierras agrícolas en la parte sur. El área para el estudio de desarrollo minero se localiza en la zona compensadora medio-ambiental.

Se esclareció la existencia de una cuenca de pequeña magnitud en el cauce medio del río Junín, así como también una considerable del agua subterránea.

Basado en los estudios de predicción y de evaluación sobre efectos por desarrollo minero, se infirieron los efectos siguientes.

Estado de agua: cambio de fluencia del río Junín y agua subterránea.

Fauna : retiro de animales salvajes por desarrollo.



Flora : secamiento por deforestación

Aspecto sociales: incremento de empleo, preparación de infraestructura, reubicación de habitante.

Calidad de agua: mala calidad por contaminación.

Medidas suficientes de protección ambiental, estudios adicionales y de monitoreo ambiental serán necesarios para minimizar los efectos negativos.

Las medidas de protección ambiental consisten en la tala mínima de árboles, limitación en la construcción de calles en el bosque, limitación de actividades agrícola y de silvicultura, control de avenamientos y construcción de facilidades mineras para la prevención de escapes de desechos.

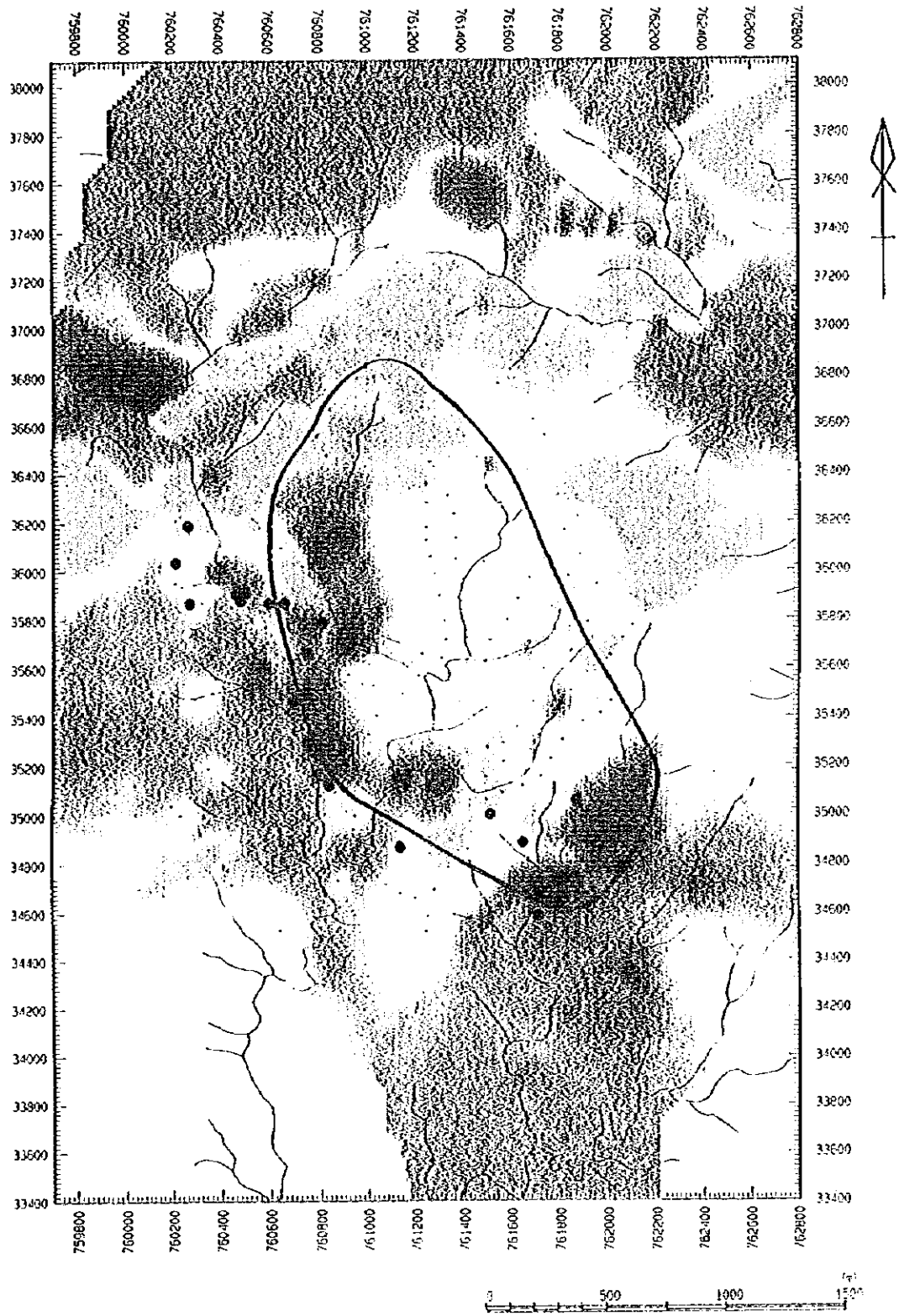
Estudios adicionales incluyen estudios geológicos, observaciones meteorológicas, estudios de factores que influyen la flora y la fauna, pruebas selección de plantación de arboles, estudios de ruinas y estudios de pruebas de disolución de suelos y escombreros.

El monitoreo medio-ambiental será desarrollado para la fauna, la flora, calidad del aire y del agua.

(3) Estudio geológicos, geoquímicos, geofísicos y de perforación en el área de Cuellaje.

En el área de Cuellaje, los estudios se realizaron en las zonas aledañas a la zona mineralizada del Río Magdalena. De acuerdo a los resultados del estudio geológico, no se encontró ninguna mineralización potencialmente importante. Se detectaron pequeña anomalías geoquímicas y geofísicas. Los análisis químicos de testigos en 4 sondeos indicaron bajas leyes de cobre.

Con la base de dichos resultados, no se prevé la existencia de depósitos minerales grandes de importancia económica, y por lo tanto, no se recomienda la realización de estudios posteriores en el área de Cuellaje.



Area recomendada para la investigacion en el futuro

Rojo : Factor 1 Ag, Au, Cu, Mo, S  
 Amarillo : Factor 2 K, Rb  
 Azul : Factor 3 Ca, Na, Sr, Zn

● Lugar de perforacion (1991-1995)

**Fig. 2** Area de recomendación para las investigaciones en el futuro

## Contenidos

Prólogo	
Ubicación de las áreas de investigación	
Resumen	
Contenidos	
Parte I Descripción general	1
Capítulo 1 Introducción	1
1-1 Antecedentes de la investigación	1
1-2 Investigación general	1
1-2-1 Area de estudio	1
1-2-2 Propósito	1
1-2-3 Método	1
1-2-4 Cantidades de trabajo	6
1-2-5 Personal de trabajo	6
1-2-6 Período de investigación	10
Capítulo 2 Características geográficas del área del proyecto	11
2-1 Localización y acceso	11
2-2 Topografía y hidrografía	11
2-3 Clima y vegetación	11
Capítulo 3 Geología general y mineralización	12
3-1 Geología general	12
3-2 Mineralización	12
Capítulo 4 Resultados de la exploración mineral en el proyecto Junín	16
4-1 Zona central y alrededores del área Junín	16
4-2 Area Cuellaje	23
4-3 Area Pululahua	27
4-4 Recomendaciones	28
Capítulo 5 Resultados de la exploración mineral en el proyecto Junín y Cuellaje	29
5-1 Investigación en el área de Junín	29
5-2 Estudios del impacto medio-ambientales en el área de Junín	36
5-3 Investigación en el área de Cuellaje	38
Capítulo 6 Conclusiones y recomendaciones	43
6-1 Conclusiones	43
6-1-1 Investigación en el área de Junín	43
6-1-2 Estudios del impacto medio-ambientales en el área de Junín	45
6-1-3 Investigación en el área de Cuellaje	45
6-2 Recomendaciones	46
6-2-1 Area Junín	46
6-2-2 Area Cuellaje	47

Parte II Descripción detallada .....	49
Capítulo 1 Investigación en el área de Junín .....	49
1-1 Investigación de perforación en el año 1994 .....	49
1-2 Investigación de perforación en el año 1995 .....	59
1-3 Geología, mineralización y alteración .....	65
1-4 Características geoquímicas .....	68
1-5 Cálculo provisional de reserva .....	71
1-6 Asunto sobre desarrollo de mina .....	79
Capítulo 2 Estudio del impacto medio ambiental en el área de Junín .....	80
2-1 Perfil de la investigación medio ambiental .....	80
2-2 Plan tentativo de desarrollo minero .....	80
2-3 Selección de los puntos medio ambientales .....	87
2-4 Recolección de datos e información relacionados al estudio .....	89
2-5 Componentes y metodología de investigación .....	90
2-6 Investigación de las condiciones presentes .....	94
2-7 Pronóstico y evaluación .....	117
2-8 Plan de manejo ambiental .....	139
2-9 Plan de monitoreo .....	142
2-10 Lista de los trabajos del proyecto .....	143
Capítulo 3 Investigación en el área de Cuellaje .....	144
3-1 Investigación geológica .....	144
3-2 Investigación geoquímica .....	144
3-3 Investigación geofísica .....	150
3-4 Investigación de perforación .....	152
3-5 Posibilidades de existencia de depósitos mineralizados .....	155
Parte III Conclusiones y recomendaciones .....	157
Capítulo 1 Conclusiones .....	157
1-1 Investigación en el área de Junín .....	157
1-2 Estudios medio-ambientales en el área de Junín .....	159
1-3 Investigación en el área de Cuellaje .....	162
Capítulo 2 Recomendaciones .....	163
2-1 Area Junin .....	163
2-2 Area Cuellaje .....	163
Bibliografía .....	165
Lista de figuras y tablas .....	169

**PARTE I DESCRIPCION GENERAL**

CONFIDENTIAL

## Parte I Descripción general

### Capítulo 1 Introducción

#### 1-1 Antecedentes de la investigación

En la parte de margen occidental de la montañas Andinas oeste en la República del Ecuador, una zona de cobre porfirítico recorre desde el America Norte hasta llegar al America Sur. El área de esta investigación está localizado dentro de la zona mencionada. El proyecto noroeste de DGGM fue realizado en los años 1981 y 1982 y varios áreas prometedoras fueron extraídos, pero no se han llevados a cabo otros más estudios desde entonces. Desde 1991 hasta 1993 la investigación fue realizada como exploración cooperativa en el área de Junín, se llama Proyecto Junín (área de Junín, área de Cuellaje y área de Pululahua) y la existencia de zonas mineralizadas prometedoras de cobre y molibdeno fue informada. Por lo tanto, el Gobierno de la República del Ecuador presentó una petición de este proyecto como un proyecto continuativo de el Proyecto Junín, al Gobierno de Japón en Octubre de 1993. En respuesta a la petición, el Gobierno de Japón envió una misión oficial de Japan International Cooperation Agency (JICA) y Metal Mining Agency of Japan (MMAJ) al Ecuador desde 11 de Agosto de 1994 hasta 21 de Agosto de 1994 y el alcance de los trabajos para definir contenido de estudios detallados fue acordado con la Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico Minero Metalúrgica (CODIGEM) en el día 17 de Agosto de 1994.

La extensión de estudio de exploración cooperativa en el área de Junín (Proyecto Junín) y la de exploración mineral de los áreas Junín y Cuellaje (Proyecto Junín y Cuellaje) están indicados en la Fig. I-1-1. La investigación de los áreas Junín y Cuellaje en la exploración mineral fue realizada en el año 1994 como el primer año y en el año 1995 como el año final. MMAJ envió el equipo de estudio al Ecuador desde el día 3 de Octubre de 1994 hasta el día 15 de Enero de 1995 para el primer año y desde el día 5 de Julio de 1995 hasta el día 5 de Enero de 1996 para el año final.

#### 1-2 Investigación general

##### 1-2-1 Área de estudio

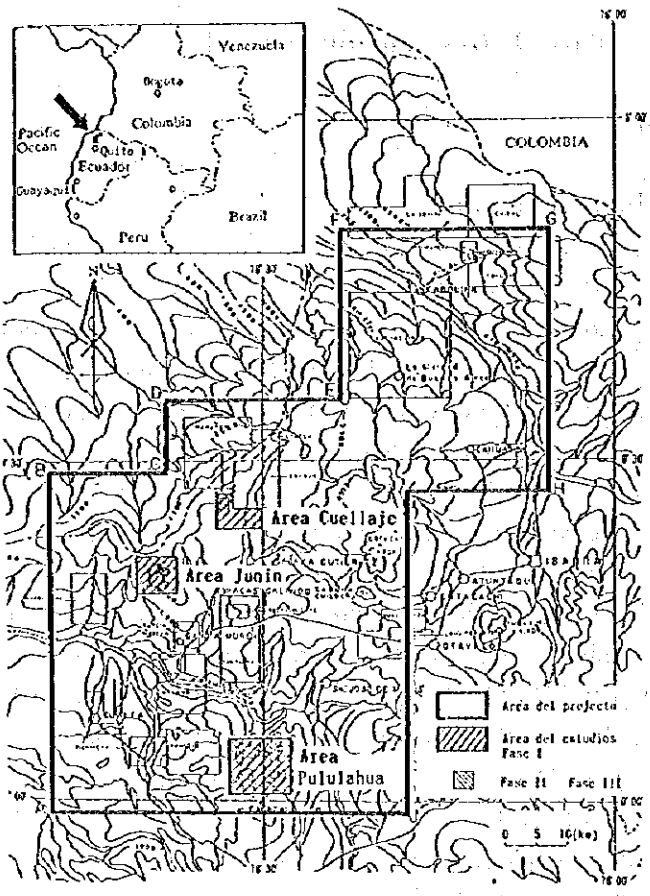
El área de estudio consiste de dos áreas de Junín y Cuellaje que se muestran en las Fig. 1, Fig. I-1-1, Fig. I-1-2, Fig. I-1-3 y Fig. I-1-4.

##### 1-2-2 Propósito

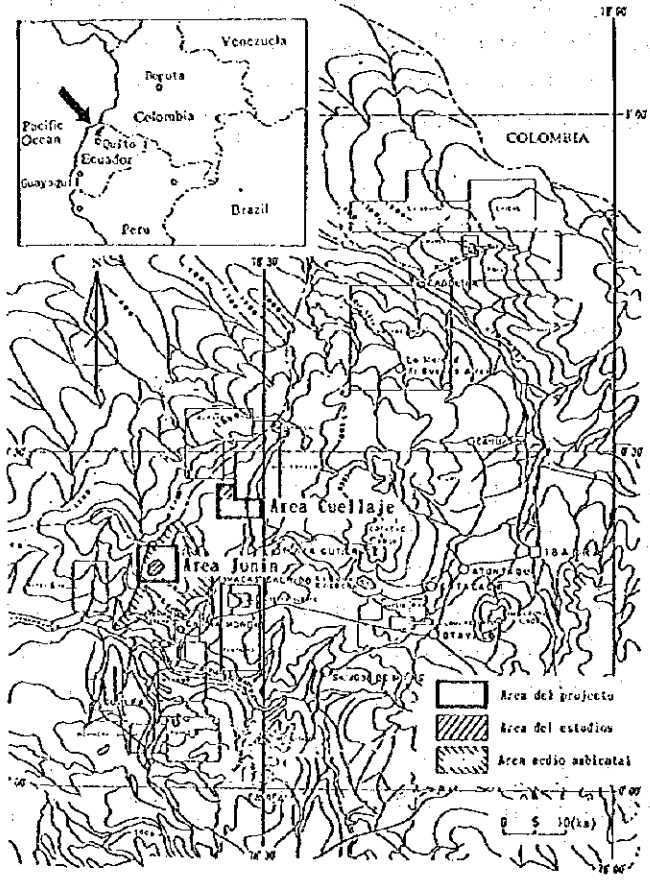
El propósito del proyecto fue el de confirmar el potencial económico del yacimiento mineral por medio del esclarecimiento de la geología y procesos de mineralización en las áreas de Junín y Cuellaje. El objetivo también incluye la adecuada transferencia de tecnología al personal de la organización contraparte ecuatoriana relacionada con el proyecto. Además de los objetivos anteriores, el estudio desarrollado en el área de Junín incluye, no solamente cálculos de reserva sino que también, consideraciones sobre los efectos medio-ambientales.

##### 1-2-3 Método

En el área de Junín, los estudios de perforación realizados tuvieron como finalidad el



Proyecto Junin  
(1991-1993)



Proyecto Junin y Cuellaje  
(1994 y 1995)

Fig. I-1-1 Ubicaciones del proyecto Junin y del proyecto Junin y Cuellaje



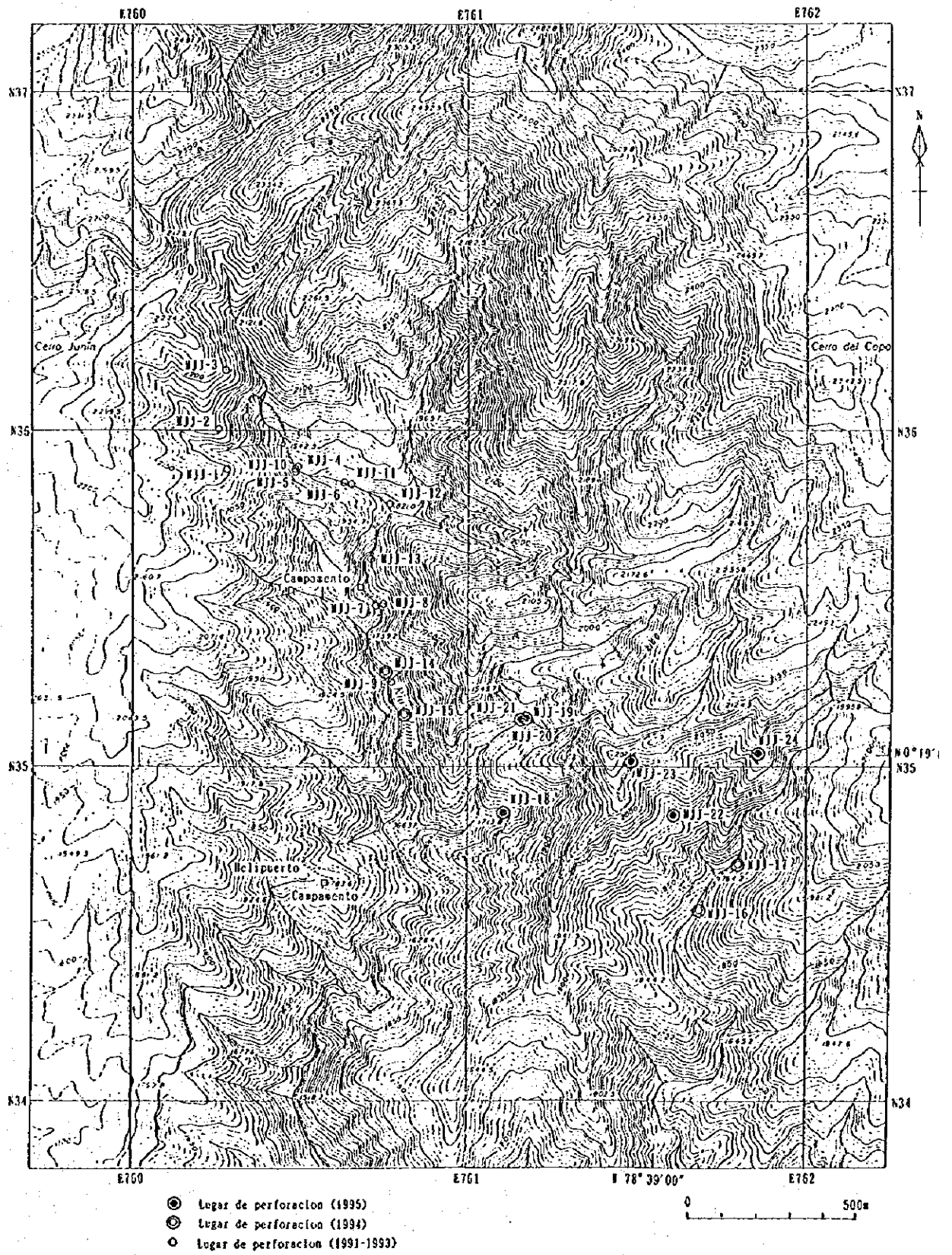


Fig. I-1-2 Ubicación de los pozos de perforación en el área de Junín

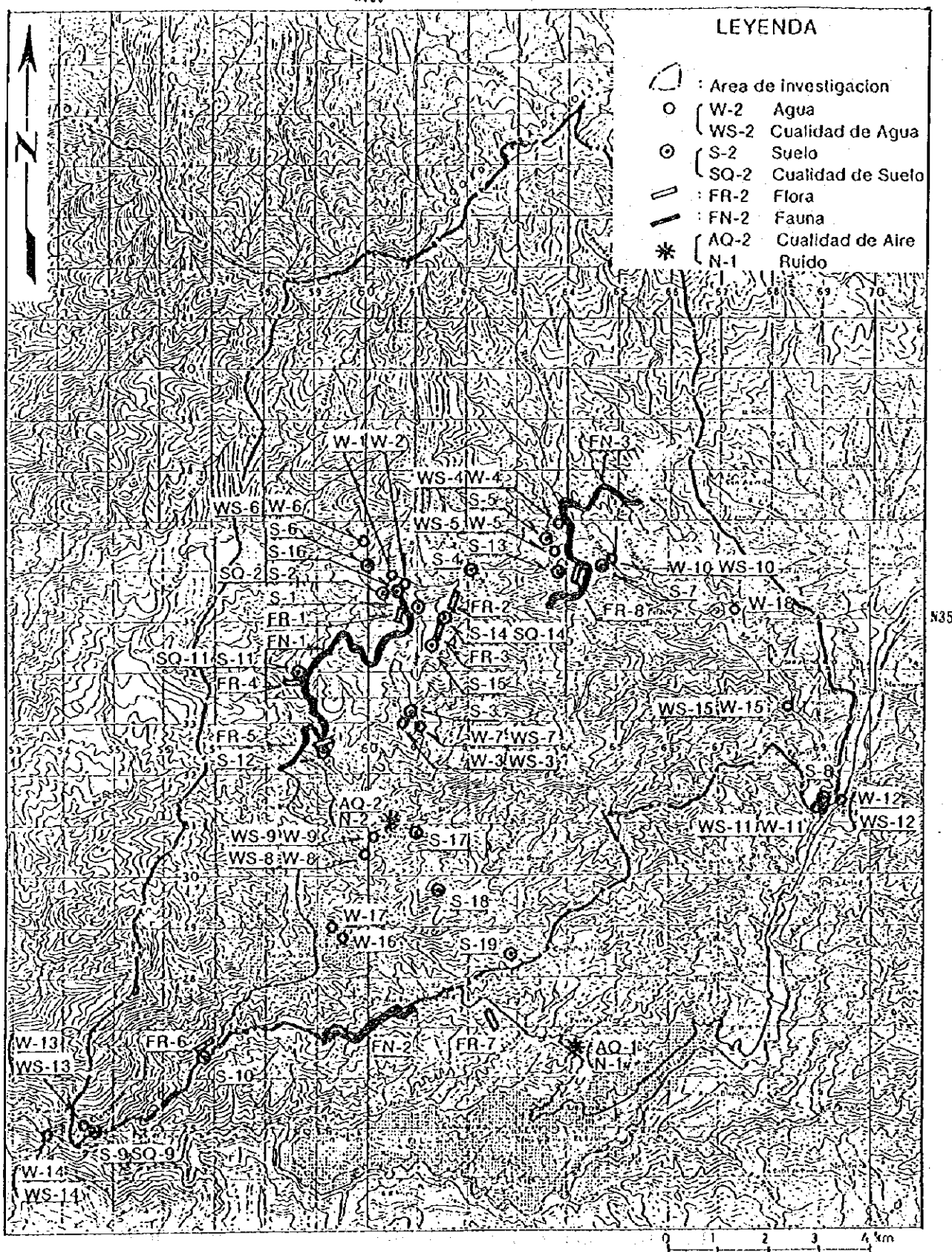


Fig. I-1-3 Ubicación del área del estudio del impacto medio ambiental

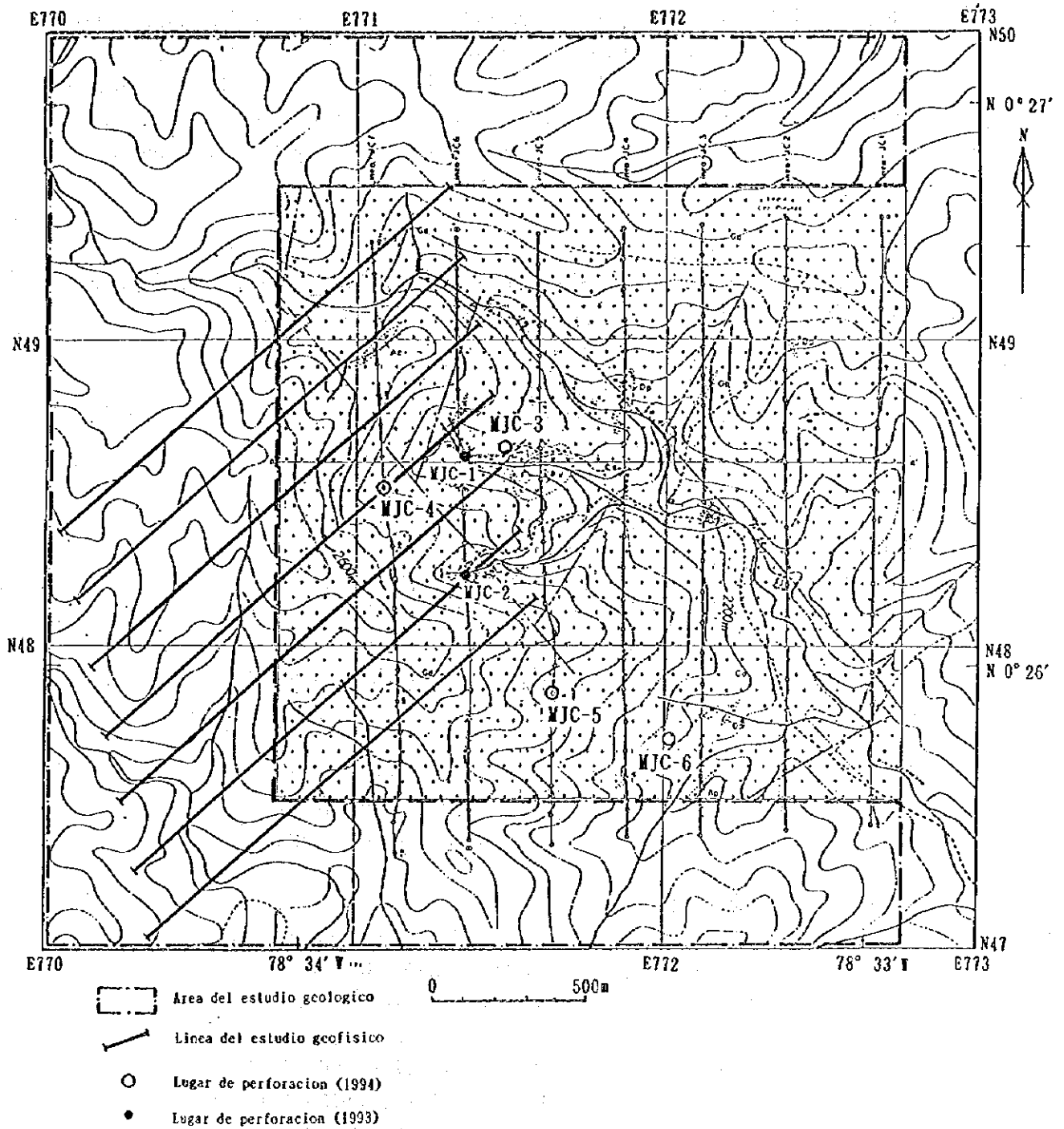


Fig. I-1-4 Ubicación del área de las investigaciones en el área de Cuellaje

esclarecimiento de la geología y la comprobación de la extensión e intensidad de mineralización en los alrededores del río de Junín y de las quebradas de Controversia y Fortuna. Estudios medio-ambientales también se llevaron a cabo en Junín.

En el área de Cuellaje, los estudios geológicos, geoquímicos y geofísicos se realizaron para clarificar la geología y mineralización en los alrededores de la zona mineralizada del río Magdalena. La perforación se llevó a cabo para comprobar la extensión e intensidad de la mineralización en la zona mineralizada del río Magdalena.

#### **1-2-4 Cantidades de trabajo**

Los trabajos realizados en el propio campo y los estudios de laboratorio para cada método de investigación y para cada fase están señalados en la Tabla 1-1-1.

#### **1-2-5 Personal de trabajo**

El personal que estuvo involucrado en el proyecto, como administradores y miembros del equipo de investigación están señalados como siguen:

##### **(1) Fase 1**

###### **1) Planeamiento y negociación**

Akira Sato (JICA/MMAJ)

Satoshi Shiokawa (JICA/MMAJ)

Seiich Mizusawa (MMAJ)

Ramon Vera(CODIGEM)

Juan Cevallos(CODIGEM)

Juan Sosa(CODIGEM)

Gabriel Valenzuela (CODIGEM)

###### **2) Inspección**

Naoki Sato (MMAJ)

Jorge Sevilla (CODIGEM)

Juan Cevallos (CODIGEM)

Gabriel Valenzuela (CODIGEM)

###### **3) Equipo de investigación**

Masakiko Nono (BEC)

Yutaka Nagoya (BEC)

Kazutoshi Sugiyama (BEC)

David Escobar (BEC)

Kazuto Matsukubo (BEC)

Gabriel Valenzuela (CODIGEM)

Carlos Ortiz(CODIGEM)

Vicente Fiallos (CODIGEM)

Bolivar Revelo(CODIGEM)

Fernando Grijalva (CODIGEM)

Luis de la Torre (CODIGEM)

Alfonso Vaca (CODIGEM)

Franklin Ortega (CODIGEM)

Ricardo Rosales (CODIGEM)

##### **(2) Fase 2**

###### **1) Inspección**

Yuichi Sasaki (MMAJ)

Efren Galarraga (CODIGEM)

Juan Sosa (CODIGEM)

**Tabla I-1-1 CANTIDADES DE TRABAJO DE CADA FASE (1)**

**(1) Artículos y cantidades del estudio en 1994**

**Perforacion en el area de Junin y Cuellaje**

Pozo No.	Ubicacion	Altitud(m)	Direccion	Inclinacion	Profundidad(m)
MJJ-14	N35. 291 E760. 755	1. 736. 99	N90° E	-45 °	300. 58
MJJ-15	N35. 135 E760. 805	1. 709. 97	N90° E	-45 °	301. 21
MJJ-16	N34. 564 E761. 687	1. 769. 49	-	-90 °	150. 73
MJJ-17	N34. 710 E761. 815	1. 796. 75	-	-90 °	150. 25
MJC-3	N48. 656 E771. 475	2. 428. 00	-	-90 °	300. 70
MJC-4	N48. 518 E771. 085	2. 484. 00	-	-90 °	301. 00
MJC-5	N47. 848 E771. 630	2. 408. 00	-	-90 °	300. 50
MJC-6	N47. 695 E772. 014	2. 274. 00	-	-90 °	301. 00

**Estudio geologico en el area de Cuellaje**

Area de estudio	4 km <sup>2</sup>
Longitud de investigacion de ruta	21 km
Numero de muestras de rocas	224 piezas

**Estudio geofisico en el area de Cuellaje**

Longitud de investigacion de ruta	11.9 km
Numero de linea	7 lineas
Numero de medida	455 veces

**(2) Artículos y cantidades del analisis del laboratorio en 1994**

**Perforacion en el area de Junin y Cuellaje**

Pozo No.	Seccion delgada	Seccion pulida	Ensayo por rayo X	Medida de temperatura de inclusion de relleno	Analisis quimico
MJJ-10	0	0	15	0	27
MJJ-11	0	0	15	0	32
MJJ-12	0	0	15	0	58
MJJ-13	0	0	15	0	134
MJJ-14	9	0	42	3	314
MJJ-15	15	0	43	3	227
MJJ-16	3	0	23	1	148
MJJ-17	4	0	18	1	144
MJC-1	0	0	11	0	18
MJC-2	0	0	9	0	46
MJC-3	7	0	31	0	76
MJC-4	5	0	27	1	102
MJC-5	4	0	21	1	25
MJC-6	5	0	29	0	25
total	47	0	314	10	1.376

Elementos quimicos analizados ; Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Mo y Fe

**Estudio geoquimico en el area de Junin**

Analisis quimico (Ca, Na, K, Rb, Sr)	85 piezas
--------------------------------------	-----------

**Estudio geologico y geoquimico en el area de Cuellaje**

Seccion delgada	21 piezas
Seccion pulida	13 piezas
Ensayo de rayo X	224 piezas
Medida de temperatura de de inclusion de relleno	10 piezas
Analisis quimico (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Mo y Fe)	28 piezas
Analisis quimico (Ag, Au, Ca, Cu, Fe, Mo, Na, K, Pb, Rb, S, Sr, Zn)	224 piezas
Analisis quimico (Ca, Na, K, Rb, Sr)	206 piezas

**Estudio geofisico en el area de Cuellaje**

Medida de resistencia	24 piezas
Medida de polarizabilidad	24 piezas

**Tabla I-1-1 CANTIDADES DE TRABAJO DE CADA FASE (2)**

**(1) Artículos y cantidades del estudio en 1995**

**Perforación en el área de Junín**

Pozo No.	Ubicación	Altitud(m)	Dirección	Inclinación	Profundidad(m)
MJJ-18	N34.864 E761.106	1.742.00	N90° E	-45°	302.56
MJJ-19	N35.146 E761.180	1.817.74	N90° E	45°	301.03
MJJ-20	N35.146 E761.180	1.817.74	-	-90°	393.14
MJJ-21	N35.145 E761.162	1.817.50	N 0° E	45°	307.14
MJJ-22	N34.860 E761.615	1.911.00	-	-90°	304.08
MJJ-23	N35.015 E761.490	2.030.05	-	-90°	401.68
MJJ-24	N35.040 E761.865	2.029.50	-	-90°	401.68

**Investigación medio ambiental en el área de Junín**

Área de investigación	150 km <sup>2</sup>
Investigación de agua	18 puntos, 4 veces
Investigación de tierra	15 km
Investigación de suelo	19 puntos
Investigación de aire contaminación	2 puntos, 2 veces
Investigación de ruido	2 puntos, 2 veces
Investigación de fauna	15 km
Investigación de flora	8 líneas de 400 m de larga

**(2) Artículos y cantidades del análisis del laboratorio en 1995**

**Perforación en el área de Junín**

Pozo No.	Sección delgada	Sección pulida	Ensayo por rayo X	Medida de temperatura de inclusión de relleno	Análisis químico
MJJ-18	4	3	15	3	92
MJJ-19	5	4	22	5	290
MJJ-20	4	2	32	3	345
MJJ-21	3	2	21	3	241
MJJ-22	3	3	22	3	146
MJJ-23	3	4	20	3	200
MJJ-24	4	3	20	3	194
total	26	21	152	23	1,508

Elementos químicos analizados ; Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Mo y Fe

**Investigación medio ambiental en el área de Junín**

Análisis químico de agua Elementos analizados	12 muestras por 2 veces SS, DO, COD, Na, K, Mg, Ca, Fe, Cu, Pb, Zn, Mo, Cd, As, Mn, Cr, SO <sub>4</sub> , HCO <sub>3</sub> y NO <sub>3</sub>
Análisis químico de suelo Elementos analizados	4 muestras Cu, Pb, Zn, Mo, Cd, As, Cr y Hg
Análisis de tamaño de grano	12 muestras
Ensayo del polvo caído	2 muestras

Tabla I-1-1 Cantidades de trabajo de cada fase (3)

(3) Cantidades del analisis geoquimico en 1995

Testigos de perforacion en el area de Junin

Pozo No.	Analisis quimico (Ca, K, Na, Sr, Fe, Rb, S)	Analisis quimico (Ca, K, Na, Sr, Rb, S)
MJJ-4	13	0
MJJ-5	3	0
MJJ-6	15	0
MJJ-7	3	0
MJJ-8	23	0
MJJ-9	14	0
MJJ-10	16	6
MJJ-11	23	7
MJJ-12	16	14
MJJ-13	7	20
MJJ-14	0	31
MJJ-15	0	30
MJJ-16	0	15
MJJ-17	0	16
MJJ-18	0	19
MJJ-19	0	30
MJJ-20	0	39
MJJ-21	0	30
MJJ-22	0	30
MJJ-23	0	40
MJJ-24	0	39
total	133	366

Rocas en el area de Junin

	Analisis quimico (Ca, K, Na, Sr, Fe, Rb, S)	Analisis quimico (Fe, S)
Muestras en 1991	304	0
Muestras en 1992	130	85
Total	434	85

2) Equipo de investigación  
Masahiko Nono (BEC) Juan Sosa (CODIGEM)  
Yutaka Nagoya (BEC) Hugo Orbea (CODIGEM)  
Mikio Kajima (BEC) Marlón Ponce (CODIGEM)  
Shingo Tomiyama (BEC)  
Shoji Tokuoka (BEC)

JICA: Japan International Cooperation Agency

MMAJ: Metal Mining Agency of Japan

CODIGEM: Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico Minero Metalúrgica.

BEC : Bishimetal Exploration Co., Ltd.

### 1-2-6 Período de investigación

La investigación de campo fue realizada en los siguientes períodos para cada fase:

#### (1) Fase 1

Investigación geológica : Desde 25 de Octubre 1994 al 4 de Diciembre 1994  
Investigación geoquímica : Desde 25 de Octubre 1994 al 4 de Diciembre 1994  
Investigación geofísica : Desde 25 de Octubre 1994 al 7 de Diciembre 1994  
Investigación de perforación : Desde 3 de Octubre 1994 al 15 de Enero 1995

#### (2) Fase 2

Investigación de perforación : Desde 5 de Julio 1995 al 5 de Enero 1996  
Investigación medio ambiental : Desde 4 de Setiembre 1995 al 3 de Noviembre 1995  
: Desde 27 de Noviembre 1995 al 5 de Enero 1996



## **Capítulo 2 Características geográficas del área del proyecto**

### **2-1 Localización y acceso**

El área del proyecto está localizado en la provincia de Imbabura, aproximadamente a 50 km, al norte de Quito, capital del Ecuador. El área del proyecto consiste de dos áreas de investigación, el área Junín y el área Cuellaje (Fig 1).

El campamento base fue ubicado en Garcia Moreno para el área de Junín y en Cuellaje para el área de Cuellaje. Garcia Moreno está aproximadamente a 200 km de distancia por carretera y cinco horas en vehículo desde Quito via Otavalo. De Garcia Moreno a Chaguayacu Alto, es el ingreso al área central de Junín el cual toma aproximadamente una hora por carretera no pavimentada de 20 km. Desde Chaguayacu Alto al helipuerto de Junín en la zona central del área de Junín, se requiere de media hora por carretera de 10 km. Cuellaje está aproximadamente a 200 km de distancia por carretera y cinco horas en vehículo desde Quito via Otavalo.

### **2-2 Topografía y hidrografía**

El área del proyecto está situado en el flanco oeste de la cordillera de los Andes. Las áreas Junín y Cuellaje están situadas en el flanco meridional y hacia el sureste del flanco de la cordillera de Toisan. La topografía del área del proyecto es muy escarpada, el rango de altura va de 1,500 a 3,500 m sobre el nivel del mar en el área de Junín, y de 1,800 a 2,600 m sobre el nivel del mar en el área de Cuellaje. La cima más prominente distribuida alrededor del área del proyecto es el monte Cotacachi (4,937m) que está localizado a 20 km al oriente del área de Cuellaje.

En el área del proyecto y sus alrededores, el principal sistema de drenaje se origina en la cordillera de los Andes y consta en gran extensión del sistema E-W representado por el río Guayllabamba que corre al oeste del área meridional y del sistema NW-SE representado por el río Mira cuya corriente va en dirección noroeste. Las áreas Junín y Cuellaje están distribuidas en una bifurcación a lo largo de la corriente superior del río Guayllabamba. Adicionalmente a esta dirección preferencia un segundo grado de sistema de drenaje está desarrollado el que está caracterizado por un sistema N-S como el río Junín ; un sistema NE-SW como el de la quebrada Fortuna y un sistema NW-SE tal como de la quebrada Limonita y de la quebrada Crisocola del área de Junín. En el área de Cuellaje el sistema de drenaje principal tiene la dirección NE-SW representada por el río Magdalena y el río San Joaquin.

### **2-3 Clima y vegetación**

El clima en el área del proyecto es tropical con alta humedad. El rango de temperatura anual va del 17 al 20 grados. El rango de humedad anual va del 50% al 75%. La cantidad de precipitación anual va de 2,000 a 3,000 mm. La estación lluviosa va de Diciembre a Abril. La estación seca va de Mayo a Noviembre.

La vegetación en el área de Junín consiste principalmente de selva tropical en el altitud desde 1,600 al 2,000 mts y de campo-prado en la tierra baja. La vegetación en el área de Cuellaje consiste principalmente de campo-prado y de selva a lo largo del río y en parte de la montaña.

## Capítulo 3 Geología general y mineralización

### 3-1 Geología general

El Ecuador está situado en el lado noroeste del continente sudamericano y ocupa un lugar geográfico entre Colombia y Perú. Geotectónicamente, Ecuador pertenece al cinturón móvil del geosinclinal Andino, el cual está formado en una banda estrecha a lo largo del margen oeste del escudo Guayano-Brasileño el mismo que está caracterizado como una estructura geotectónica con fallas, pliegues y una violenta actividad volcánica como eugeosinclinal.

La geología del Ecuador consiste de rocas desde el pre-Cambriano hasta el Cuaternario. Las principales estructuras geológicas muestran una dirección NNE-SSW que se refleja en la distribución de tres alineaciones geotectónicas: Costa, Sierra y Oriente (Fig. I-3-1).

La geología de la alineación costera está formada de formaciones marinas del Mesozoico (formación Pinon), formaciones terciarias y formaciones cuaternarias.

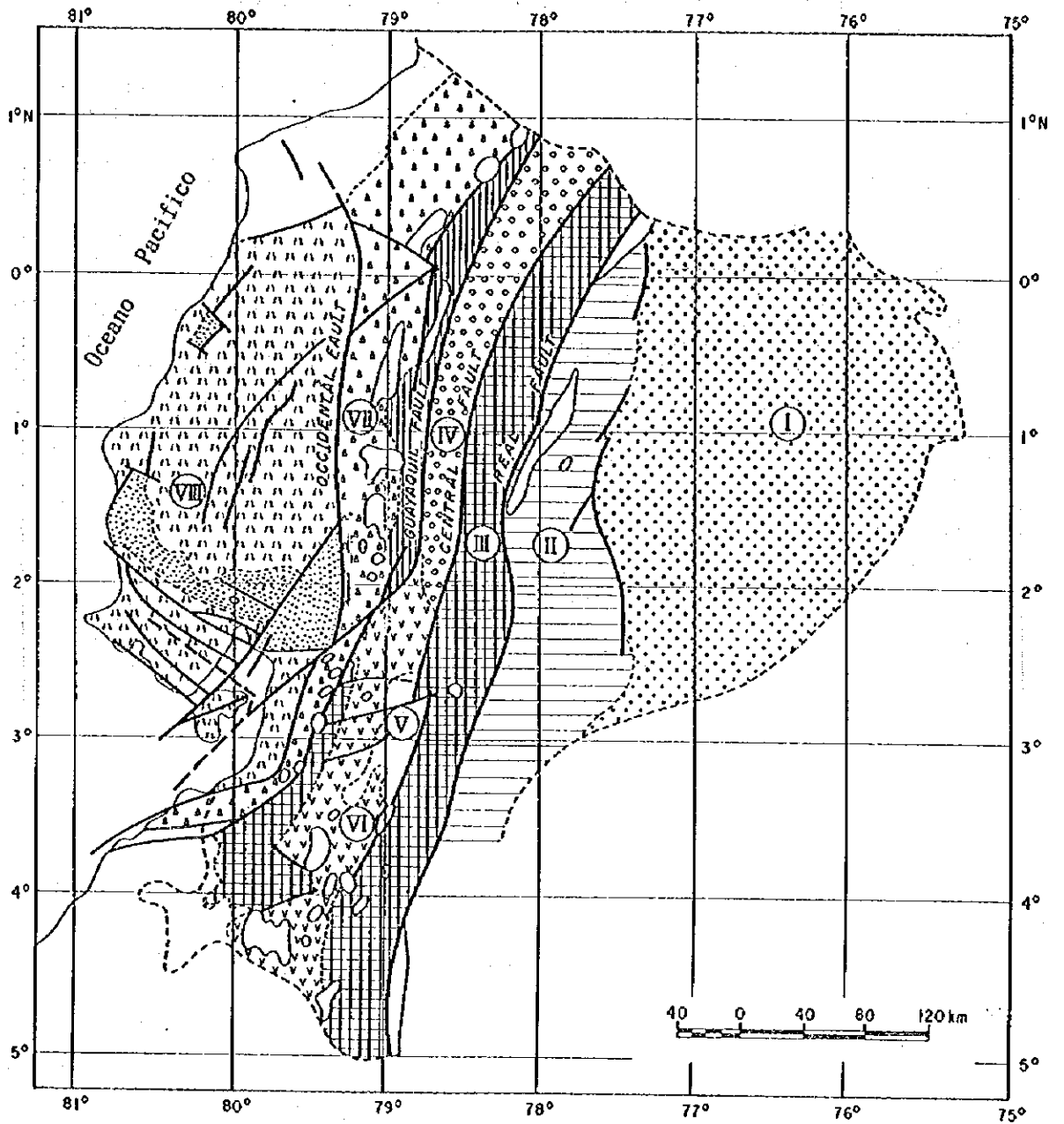
La geología de la Sierra está compuesta de tres zonas geológicas: la cordillera occidental, la depresión interandina y la cordillera oriental. Las rocas volcánicas de la cordillera occidental, las cuales han sido datadas corresponden del Cretáceo al Paleógeno (formación Macuchi) están extendidas enormemente. En la parte meridional de la cordillera occidental, el basamento Paleozoico y Precambriano se reconocen por su distribución. En la depresión interandina, muchas cuencas de depositación están dispersas y están llenadas de sedimentos y detritos volcánicos. La cordillera occidental consiste de las rocas metamórficas y volcánicas, las cuales han sido datadas corresponden del pre-Cambriano al Mesozoico. La geología del oriente está formada por estratos sedimentarios desde el Carbonífero al Cuaternario.

El área de proyecto está en la cordillera occidental. La geología alrededor de las áreas de Junín y Cuellaje consiste de las rocas graníticas ácidas a intermedias llamado batolito Apuela-Nanegal que intruye a la formación Macuchi (MRNE/DGGM, 1982). El batolito granodiorítico en el área del proyecto fue determinado ser de 13 a 15 m.a mediante el método de K-Ar. Intrusivos de rocas porfíricas mediante el método K-Ar fueron determinados de 6 a 11 m.a. Las principales estructuras geológicas muestran dirección N-S y NNE-SSW que están representados por la distribución característica del batolito Apuela-Nanegal.

### 3-2 Mineralización

El Ecuador tiene dos grandes provincias metalogénicas: la oriental y la occidental, cada una de las cuales está subdividida en 8 zonas metalogénicas respectivamente (INEMIN 1988). La clasificación de estas zonas está interpretada en la Tabla I-3-1 y su distribución está dada en la Fig. I-3-1.

Las áreas Junín y Cuellaje están situadas en la zona metalogénica VII, la misma que es un anticlinario-sinclinorio de la provincia metalogénica occidental. La zona VII se extiende norte-sur, la mayor parte del límite septentrional podría estar alrededor del depósito Piedrancha en Colombia; hacia el sur, la zona mineralizada Telimbela, El Torneado y el depósito de cobre porfírico de Chaucha y más hacia sur al depósito de Michiquillay en el Perú. En la vecindad de Piedrancha también está reconocida recientemente una mineralización aurífera. Depósitos de sulfuros masivos han sido extraídos de la mina La Plata y la mina Macuchi que están situados al sur de Quito. Depósitos polimetálicos han sido extraídos de la mina de Portovelo en la parte



Leyenda

- |     |                                    |                  |                                                      |
|-----|------------------------------------|------------------|------------------------------------------------------|
| I   | Cuenca marginal de Iquitos         | VII              | Anticlinorio-Sinclinorio de la Cordillera Occidental |
| II  | Zona premontana Oriental           | VIII             | Provincia Costanera                                  |
| III | Anticlinorio de la Cordillera Real | —                | Falla                                                |
| IV  | Graben de Quito                    | Rocas intrusivas |                                                      |
| V   | Cuenca del Azuay                   |                  |                                                      |
| VI  | Graben Sinclinorio de Catamayo     |                  |                                                      |

Fig. I-3-1 Las zonas geotectónicas y las zonas metalogénicas en el Ecuador

Tabla I-3-1 Clasificación de zona metalogénica en el Ecuador

Topografía	Geología	Provincias metalogénicas	Zonas metalogénicas	Sub-provincias metalogénicas
Galapagos	Plioceno-Cuaternario			Cu-Ni-Co Sub-Provincia de oceano (Cuaternario)
Costa	Pre-Cretaceo-Pleistoceno (Pinion formacion)		VIII. Zona Costanera	Fe-Ti-Pt Sub-Provincia de Costa (Jurásico-Cretaceo inferior)
Sierra	Cordillera Occidental	Occidental (Ocean Crust, Eugeosyncline)	VII. Anticlinorio-Sinclinorio de la Cordillera Occidental	Cu Sub-Provincia de Cordillera Occidental (Cretaceo-Mioceno)
	Depresion intra-andina		VI. Graben Sinclinorio de Cataayo	Polimetálico sub-Provincia de Altiplano (Paleoceno-Cuaternario)
	Cordillera Real		V. Cuenca del Azuay	
Oriente	Rocas metamórficas Paleozoico y Mesozoico	Oriental (Continental Crust, Miogeosyncline)	IV. Graben de Quito	Sn-W-U Sub-Provincia de Cordillera Real (Paleozoico superior)
	Carbonífero-Cretaceo		III. Anticlinorio de la Cordillera Real	
	Terciario-Cuaternario		II. Zona pre-andina Oriental	
			I. Cuenca marginal de Iquitos	

meridional del Ecuador.

Por lo tanto, la zona VII podría tener un alto potencial de depósitos minerales especialmente del tipo de depósitos de cobre porfirítico. En las áreas de Junín y Cuellaje, la mineralización de cobre y molibdeno está reconocida (JICA/MMAJ,1992) y se espera la existencia de depósitos minerales de cobre porfirítico.

## **Capítulo 4 Resultados de la exploración mineral en el proyecto Junín**

### **4-1 Zona central y alrededores del área Junín**

#### **4-1-1 Investigación geológica**

La ubicación del área de investigación se señala en la Fig. I-4-1. La geología de la zona central y alrededores del área Junín consiste de granodiorita, pórfido cuarcífero y pórfido diorítico como se señala en la Fig. I-4-1, Fig. I-4-2, Fig. I-4-3, Fig. I-4-4. La granodiorita pertenece al batolito Apuela-Nanegal.

Las zonas mineralizadas y alteradas en el área central están clasificadas en tres tipos basadas en sus concurrencias: Tipo I, Tipo II y Tipo III.

El Tipo I está caracterizado por diseminaciones y películas de minerales de Cu-Mo acompañados con zonas de alteración.

El Tipo II está caracterizado por vetas de Cu-Mo-Ag en granodiorita.

El tipo III está caracterizado por ser una zona de alteración ácida siendo acompañado con una red de vetas de cuarzo.

En la zona mineralizada de la quebrada Limonita, está reconocida una intensa mineralización Tipo II que se incrementa y predomina hacia el noroeste y a profundidades sobre los 150 m. La zona mineralizada en la quebrada Crisocola pertenece principalmente al Tipo II y tiene vetas de 1.1 m de ancho y 50 m de largo. En la zona mineralizada del río Junín está reconocido el Tipo I y el Tipo II que coexisten como mineralización en secuencia en un área de 200 m de ancho y 500 m de largo. La zona mineralizada en la quebrada Controversia está traslapada por el Tipo I y el Tipo II dentro de un área de 150 m de ancho y 200 m de largo. La zona mineralizada en la quebrada Rica está también traslapada por el Tipo I y Tipo II acompañado por una zona de alteración filítica.

En los alrededores de la zona están reconocidas tres zonas mineralizadas llamadas Quebrada Cristal, Quebrada Esperanza y Quebrada Fortuna. La zona mineralizada del ramal de la Quebrada Cristal está traslapada por el Tipo I y Tipo II. La zona mineralizada de la Quebrada Esperanza está clasificada dentro del Tipo II la misma que contiene vetas de 1 km de largo. La zona mineralizada de la quebrada Fortuna consiste principalmente del Tipo I y en poca cantidad del Tipo II, está distribuida en un área de 600 m de longitud, 200 m de ancho y 200 m en extensión vertical.

#### **4-1-2 Investigación Geoquímica**

Con el resultado de las investigaciones geoquímicas de rocas en la zona central y alrededores se establecieron las zonas de distribución de anomalía geoquímica. Las zonas de anomalías geoquímicas de Cu-Mo corresponden a cada zona mineralizada. Las zonas de anomalías geoquímicas Pb-Zn están distribuidas en los alrededores de las zonas mineralizadas.

Como el resultado de las investigaciones geoquímicas de sedimentos de río, las zonas anomalías de Cu-Pb-Zn están detectadas en el área correspondiente a los afloramientos mineralizados a lo largo de la quebrada Limonita, quebrada Fortuna y quebrada Crisocola.

Las anomalías geoquímicas de rocas y de sedimentos de río muestran una cercana relación con los afloramientos mineralizados.

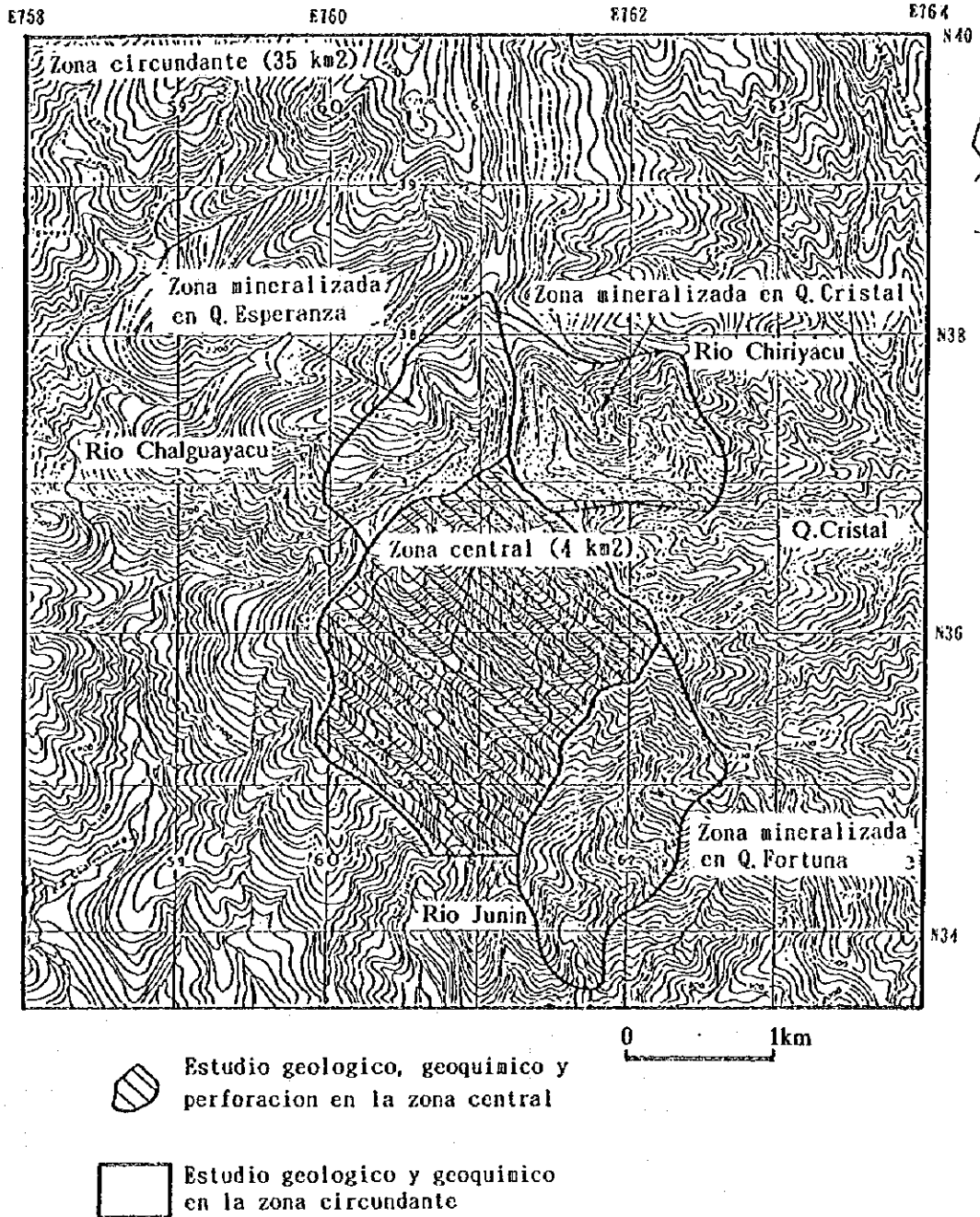


Fig. I-4-1 Ubicación de las zonas central y alrededores del área Junín

Edad geológica		Ma	Actividad Igneas	Mineralizacion y alteracion	
Cenozoico	Cuaternario	Holoceno			
		Pleistoceno			
	Terciario	Neogeno	Plioceno		
			Superior		
			Medio		
		Mioceno	Inferior		
			Superior		
			Inferior		
			Superior		
		Eoceno	Medio		
			Inferior		
			Superior		
	Paleoceno	Superior			
		Inferior			
		Superior			
	Mesozoico	Cretacico	Maastrichtian		
			Campanian		
			Santonian		
Coniacian					
Turonian					
Cenomanian					
Cretacico Inferior		Albian			
		Aptian			
		Barremian			
		Hauterivian			
		Valanginian			
		Berriasian			

11.6  
11.4  
11.5  
granodiorita

11.1  
porfido diorítico y andesítico

5.1  
porfido cuarífero

Yacochi formacion como xenolito en granodiorita

KM

↑  
tipo de diseminacion y red alveolar (Cu-Mo)

↔  
tipo de veta (Cu-Mo)

↔  
Alteracion acida

Fig. I-4-2 Columna geológica general en los áreas de Junin y Cuellaje



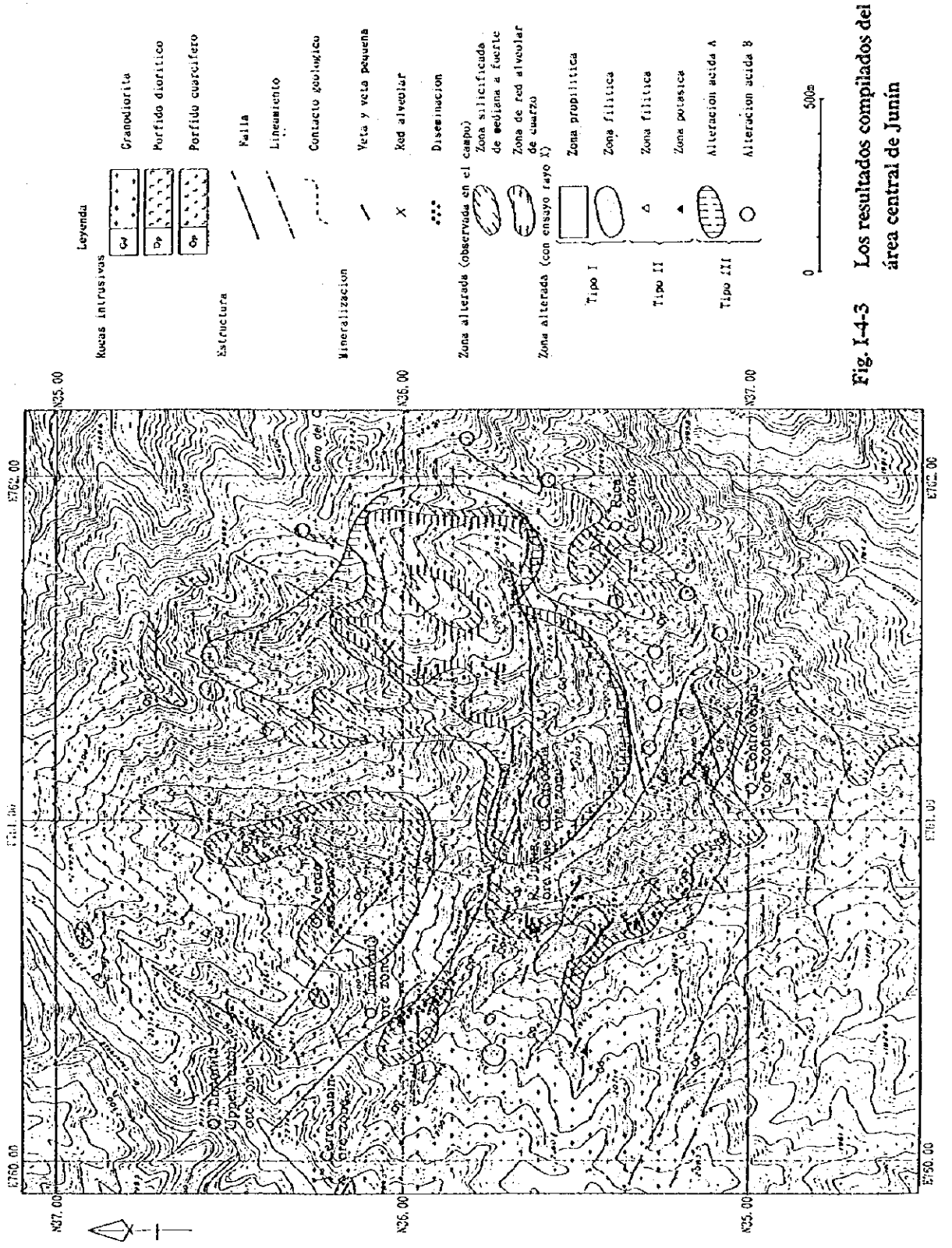
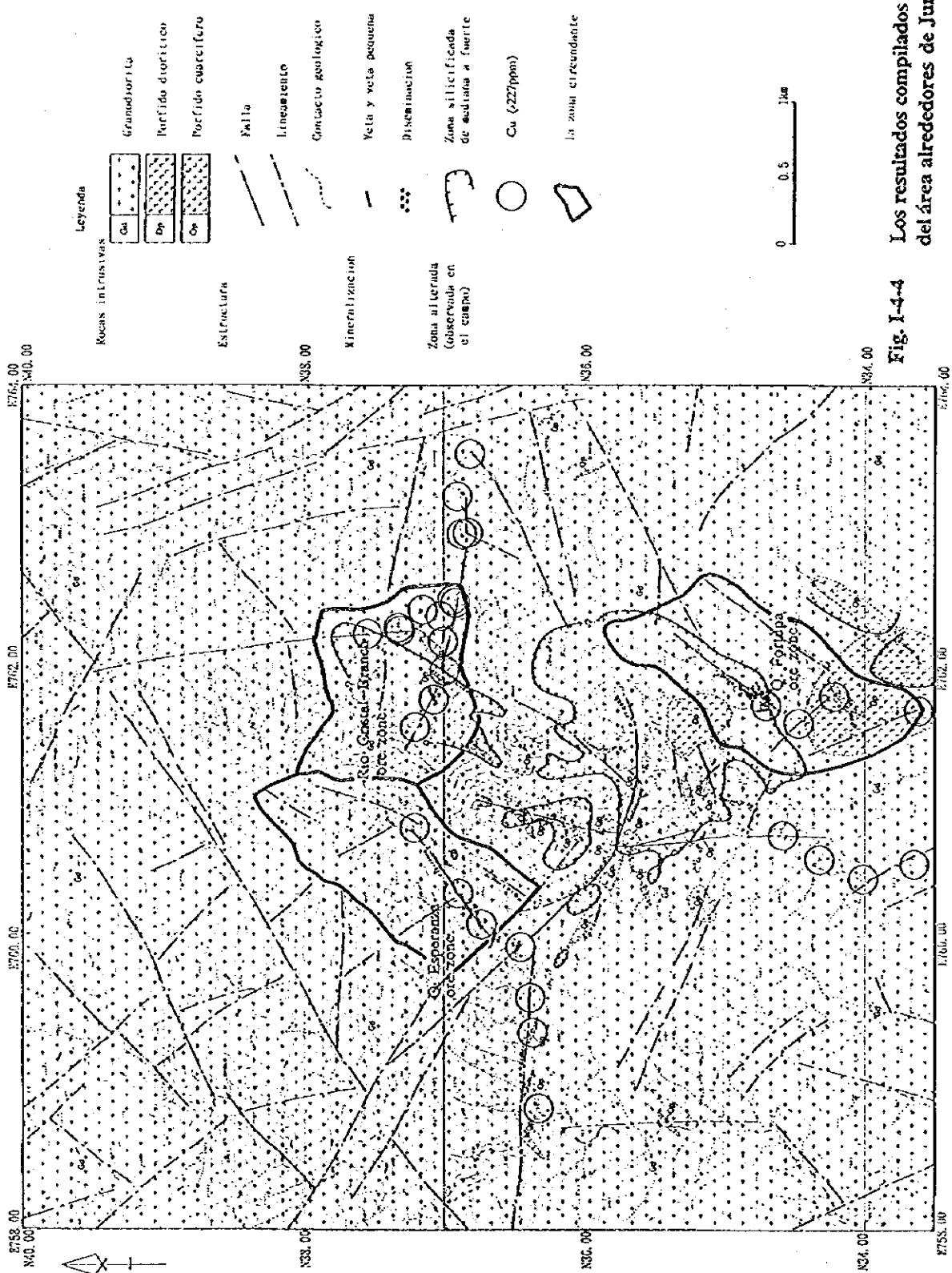


Fig I-4-3 Los resultados compilados del área central de Junín



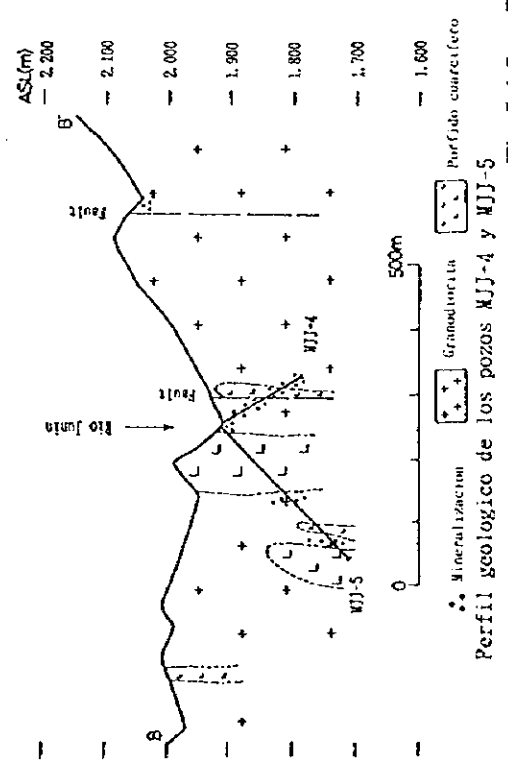
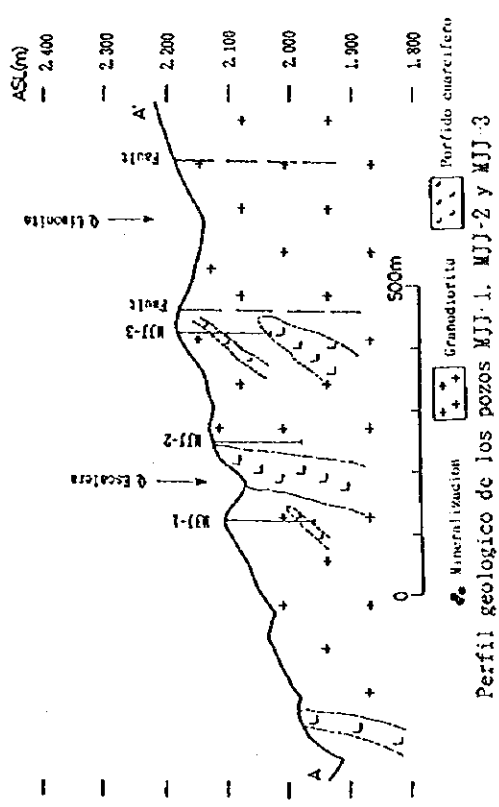
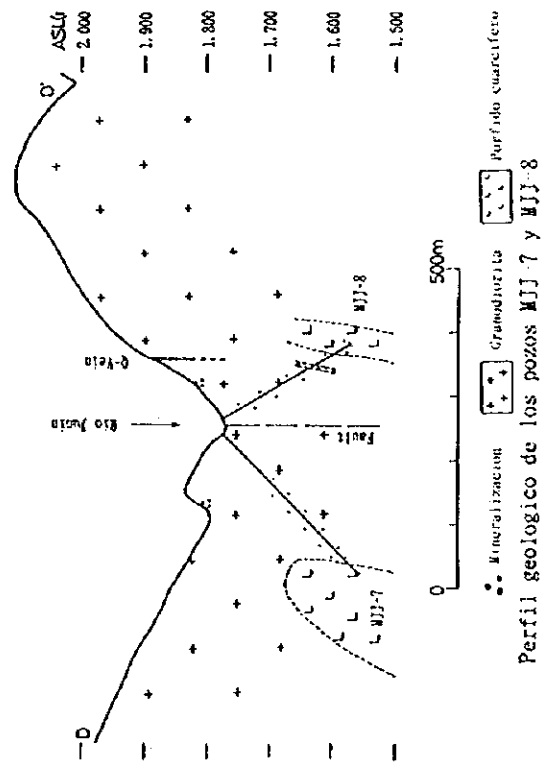
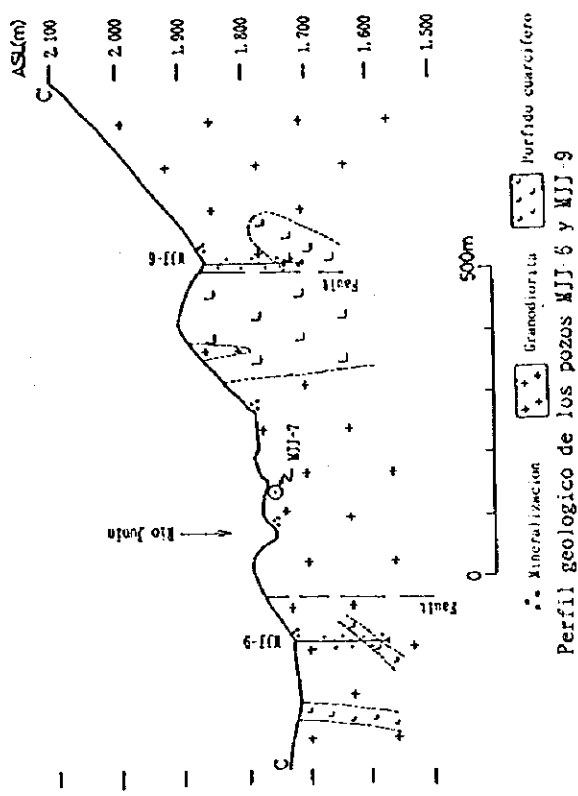


Fig. I-4-5 Perfiles geológicos de perforación en el área de Junín (1)

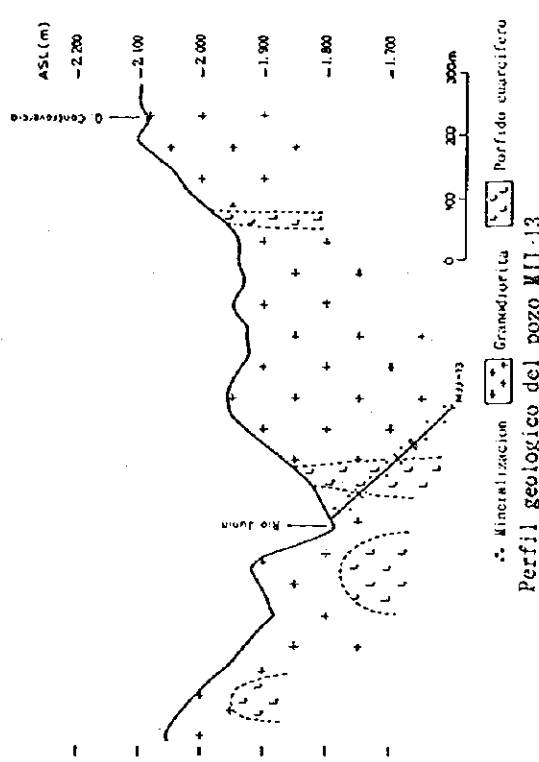
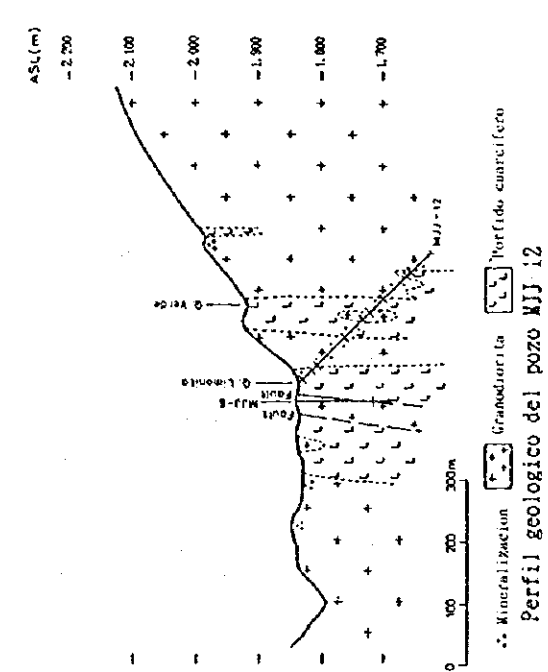
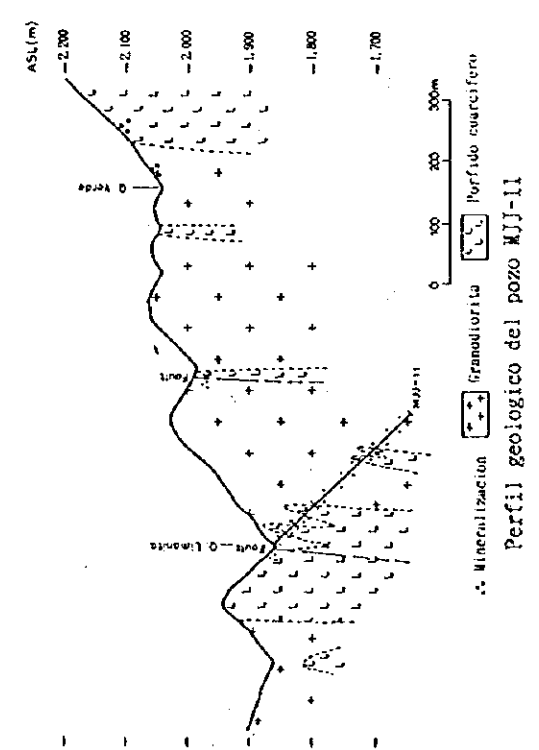
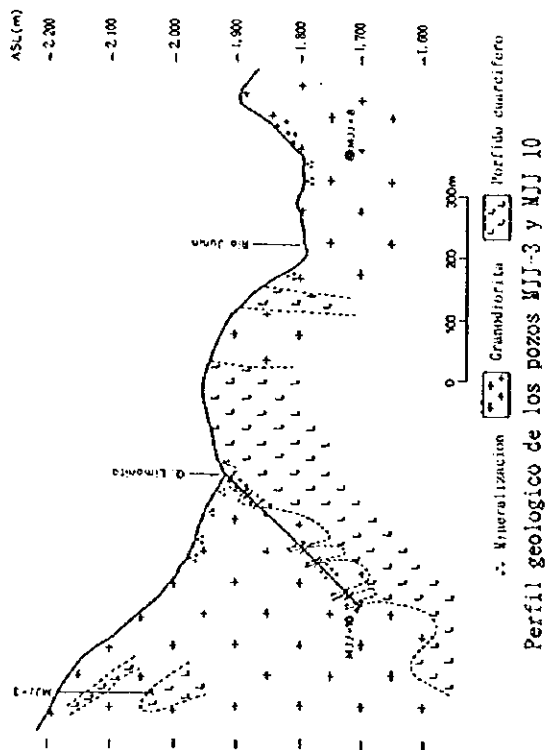


Fig. I-4-5 Perfiles geológicos de perforación en el área de Junín (2)

### **4-1-3 Investigaciones de perforación**

La perforación se realizaron en el río Junín y quebrada Limonita (Fig. I-4-3). La geología muestra en la Fig. I-4-5.

Como resultado de las investigaciones de perforación en la zona mineralizada de la quebrada Limonita es reconocida una mineralización intensa que se incrementa y predominan hacia el noreste y a profundidad.

Los resultados de análisis químicos de testigo están señalados como sigue:

MJJ-4: profundidad de 8.00 a 148.80 mts, ley promedio de Cu 1.29%, Mo 0.144%.

MJJ-10: profundidad de 10.00 a 84.00 mts, ley promedio de Cu 0.70%, Mo 0.003%,  
y profundidad de 148.00 a 301.00 mts, ley promedio de Cu 0.45%, Mo  
0.002%

MJJ-11: profundidad de 10.00 a 300.00 mts, ley promedio de Cu 0.20%, Mo 0.011%

MJJ-12: profundidad de 10.00 a 300.00 mts, ley promedio de Cu 0.17%, Mo 0.010%

En el río Junín también se observo una gran mineralización. Los resultados de análisis químicos de testigo están señalados como sigue:

MJJ-8: profundidad de 6.00 a 233.40 mts, ley promedio de Cu 0.46%, Mo 0.017%

MJJ-13: profundidad de 10.00 a 270.00 mts, ley promedio de Cu 0.39%, Mo 0.021%

Basados en las observaciones de la mineralización en la base de los pozos MJJ-8 y MJJ-13 cuales no han sido todavía confirmado en el margen oriental. La mineralización podría extenderse más hacia el oriente.

Una gran cantidad de bornita es observada en las fracturas de los testigos de perforación, se considera que predomina una parte mineralizada en la parte baja de la cuchilla noreste y el filo oriental de la quebrada Limonita y la zona mineralizada del río Junín respectivamente.

En el área de Junin ,la mineralización es observada en las zonas de fractura. Silicificación y argilización se observa en intervalos limitados concentrados intensamente en algunas partes fracturadas de los testigos, esas zonas fracturadas podrían estar formadas principalmente en relación con fallas y/o lineamientos.

## **4-2 Area Cuellaje**

### **4-2-1 Investigación Geológica**

La ubicación del área de investigación se señala en la Fig. I-4-6.

La geología del área Cuellaje consiste principalmente de granodiorita, andesita y diorita porfírica (Fig. I-4-7). La andesita y la diorita porfírica intruyen a la granodiorita como stock y/o dique.

Los lineamientos con dirección NNW-SSE y NW-SE son frecuentes y el lineamiento N-S y E-W son también observados.

En el área Cuellaje zonas mineralizadas tipo vetas son conocidas a lo largo de la quebrada Cristopamba cerca a la población de Cuellaje. En adición a estas zonas mineralizadas,

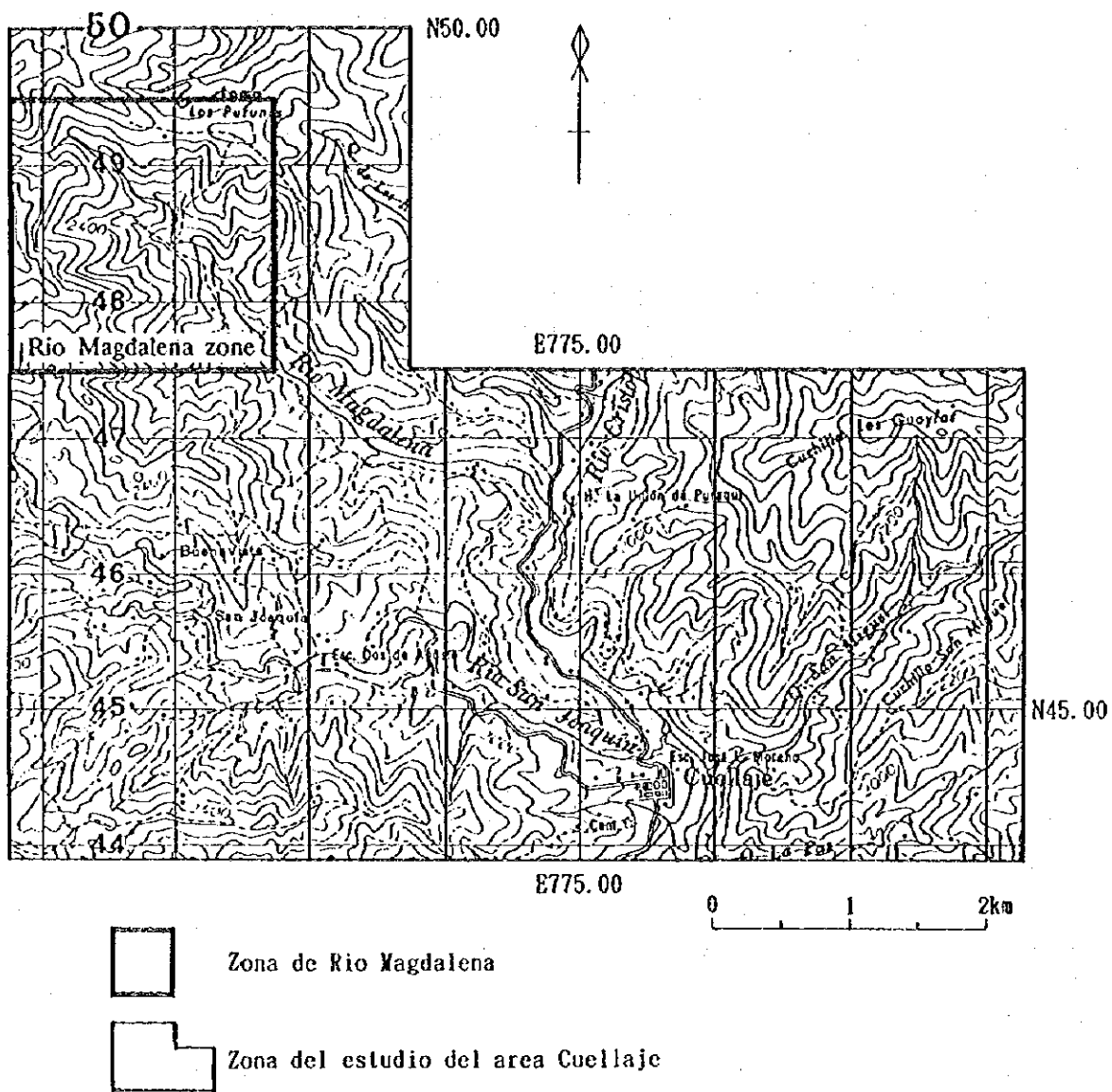
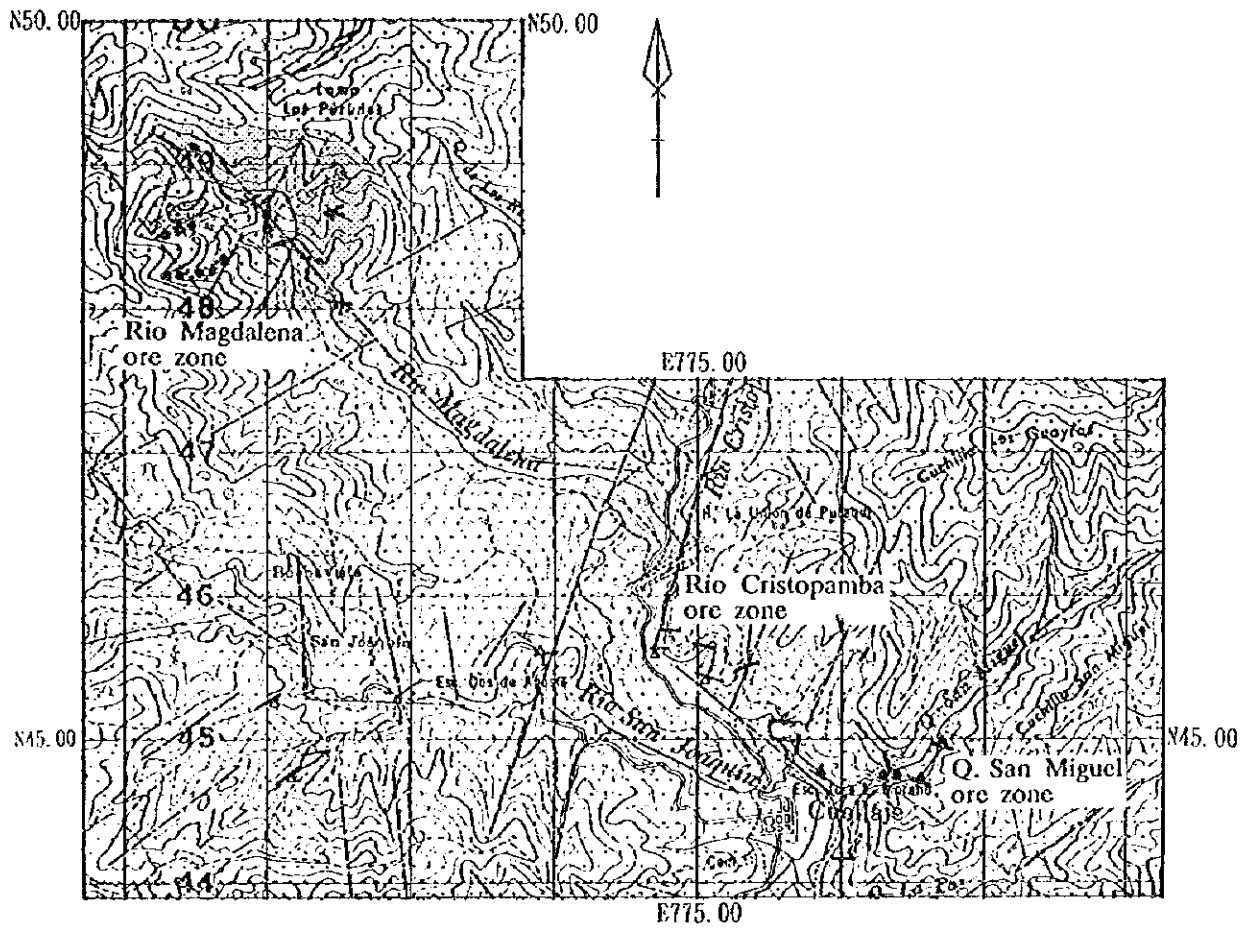
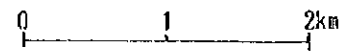


Fig. I-4-6 Ubicación del área de las investigaciones en el área de Cuellaje

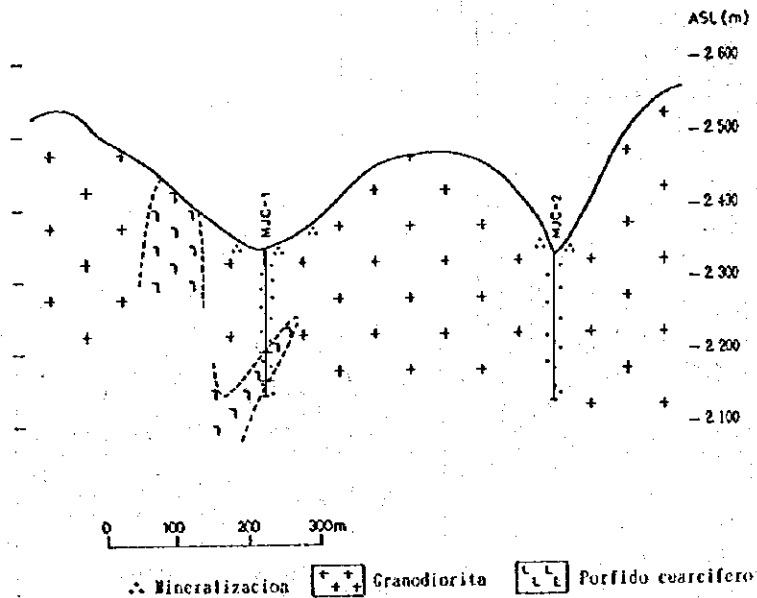


**Leyenda**

Deposito de terraza		Mineralizacion		Veta y vetilla
				Diseminacion
Recas intrusivas	Gd	Alteracion	Tipo I  Zona potasica Zona filitica Zona propilitica Tipo II  Zona filitica Zona propilitica	
	Dp			
	Ap			
	Qp			
Estructura				



**Fig. I-4-7 Los resultados compilados del área de Cuellaje**



Perfil geológico de los pozos MJC-1 y MJC-2

Fig. I-4-8 Perfiles geológicos de perforación en el área de Cuellaje



dos zonas mineralizadas fueron confirmadas en esta investigación, una alcanza la parte superior del río Magdalena y la otra se extiende a lo largo de la quebrada San Miguel.

En la zona mineralizada del río Magdalena, las siguientes zonas mineralizadas son reconocidas: A, B, C, E y D. La zona mineralizada A es una de las más grandes observadas en una área de 500m x 400m. El stockwork y la disseminación están distribuidas en el centro, además de películas alrededor de ellas. En estas reuniones zonales el material encajante coincide con zonas de alteración filítica y zonas de alteración propilítica.

#### **4-2-2 Investigación Geoquímica**

En base a la correlación entre anomalía geoquímica y mineralización, zonas de distribución de gran cantidad de Cu-Mo-Ag fueron delineadas en la zona mineralizada A y E. Zonas de alto valor de distribución de Au y Ag se encontraron en la zona mineralizada D.

#### **4-2-3 Investigación Geofísica**

Debido a la correlación entre anomalías geofísicas y mineralización, resistividades aparentes medias a bajas y registro de frecuencia alta a media se detectaron junto a las zonas mineralizadas A y E, una resistividad aparente media y registros de frecuencia media a baja dentro y/o junto a la zona mineralizada D, y resistividad aparente alta y registro de frecuencia alto a medio dentro y/o cerca de la zona mineralizada sur.

Las zonas anomalías por IP detectadas dentro y/o cerca de la zona mineralizada A y al sur de la zona mineralizada continua hacia la parte oeste de ambas zonas mineralizadas.

#### **4-2-4 Investigaciones de perforación**

Como resultado de las investigaciones de perforación en la zona de mineralización A, los pozos de perforación MJC-1 y MJC-2 penetraron zona fracturada y comprobaron que minerales tales como calcopirita, bornita y molibdenita están en las fracturas de la granodiorita fuertemente silicificada (Fig. I-4-8).

Las leyes promedios de los pozos de perforación están señalados como sigue:

MJC-1: profundidad de 10 a 200 mts, ley de Cu: 0.28%, Mo: 0.012%, la parte favorable del pozo indica ley de 0.64% Cu y 0.022% Mo profundidad de 10 a 60 mts.

MJC-2: profundidad de 10 a 200 mts, ley de Cu: 0.16% de, Mo: 0.0075%.

#### **4-3 Area Pululahua**

La geología del área Pululahua consiste de las formaciones cretácicas Macuehi y Yunguilla, depósitos de talud detrítico del Cuaternario, volcánicos Pululahua, depósitos de lodo volcánico y detrito volcánico en orden ascendente.

Hay dos áreas de interés para prospección en esta zona que son conocidas como el depósito Tanachi y la zona de alteración Reventazon. El depósito Tanachi está situado en la parte noroeste del área Pululahua, ocurre como depósito mineral secundario de brechas mineralizadas. Estas brechas mineralizadas son supuestamente derivadas de depósitos epitermales polimetálicos formados en una edad cuaternaria asociados con actividades

hidrotermales acidas y transportados posiblemente por deslizamientos.

#### **4-4 Recomendaciones**

Las áreas Junín y Cuellaje fueron comprobadas tener un alto potencial de depósito mineral, entonces se realizan las siguientes recomendaciones para futuras investigaciones y exploraciones.

##### **(1) Area Junín**

En el área Junín investigaciones geológicas detalladas e investigaciones de perforación serán recomendadas en las zonas mineralizadas de la quebrada Limonita, río Junín y quebrada Fortuna.

##### **(2) Area Cuellaje**

En el área Cuellaje geología detalle, geoquímica, geofísica e investigación de perforación igualmente serán recomendadas en la zona mineralizada del río Magdalena y en la zona mineralizada al Sur.

## Capítulo 5 Resultado de la exploración mineral en el proyecto Junín y Cuellaje

### 5-1 Investigación en el área de Junín

#### 5-1-1 Perforación

Se realizaron 11 pozos de perforación para conocer la mineralización en profundidad de baja de río Junín, queblada Controversia y queblada Fortuna.

La perforación se realiza por el método de wire-line con broca diamante. La perforación en 1994 consiste de 4 pozos con 902.77 mts en total profundidad. La perforación en 1995 consiste de 7 pozos con 2,411.31 mts en total profundidad (Fig. I-1-2). En 6 pozos tales como MJJ-14, MJJ-15, MJJ-18, MJJ-19, MJJ-20 y MJJ-21 mucha agua se salieron.

Basado en los trabajos de perforación se encontró granodiorita en una distribución muy amplia en el alrededor de la zona mineralizada, de muchos diques de pórfido cuarcífero y pórfido diorítico con direcciones NE-SW y NW-SE (Fig. I-5-1, Fig. I-5-2, Fig. I-5-3).

La mineralización consiste de disseminación y películas de pirita, calcopirita, bornita, calcocita, las vetas de cuarzo contienen molibdenita que ocurre en granodiorita y los pórfidos. La característica de la mineralización en el área de Junín es la presencia de películas de calcopirita, bornita, y calcocita, la cantidad de bornita y calcocita es alta, pero la diferencia de ley que se encuentra en cada muestra es bastante grande.

Se presenta alteración propilítica con clorita y epidotita dentro de la granodiorita y los pórfidos, su distribución es muy amplia. La alteración filítica se encuentra cerca de las películas en las vetas. Cerca de las vetas hay también alteración potásica.

Leyes promedio que se obtuvieron de testigos son como sigue:

MJJ-14: profundidad de 1.00 a 300.58 mts, longitud de testigo de 299.58 mts, ley de Cu 0.29%, Mo 0.022%.

MJJ-15: profundidad de 0.60 a 301.21 mts, longitud de testigo de 300.61 mts, ley de Cu 0.22%, Mo 0.007%.

MJJ-16: longitud de testigo de 144.60 mts, ley de Cu 0.15%, Mo 0.001%.

MJJ-17: profundidad de 4.05 a 150.25 mts, longitud de testigo de 146.20 mts, ley de Cu 0.46%, Mo 0.019%.

MJJ-18: profundidad de 118.00 a 302.56 mts, longitud de testigo de 184.56 mts, ley de Cu 0.10%, Mo 0.0009%

MJJ-19: profundidad de 7.30 a 301.03 mts, longitud de testigo de 293.73 mts, ley de Cu 0.95%, Mo 0.040%.

MJJ-20: profundidad de 3.96 a 393.14 mts, longitud de testigo de 389.18 mts, ley de Cu 0.58%, Mo 0.027%.

MJJ-21: profundidad de 3.05 a 307.14 mts, longitud de testigo de 304.09 mts, ley de Cu 0.39%, Mo 0.010%.

MJJ-22: profundidad de 4.50 a 304.08 mts, longitud de testigo de 299.58 mts, ley de Cu 0.45%, Mo 0.040%.

MJJ-23: profundidad de 2.86 a 401.68 mts, longitud de testigo de 398.82 mts, ley de Cu 0.25%, Mo 0.007%.

MJJ-24: profundidad de 14.64 a 401.68 mts, longitud de testigo de 387.04 mts, ley de Cu 0.31%, Mo 0.007%.

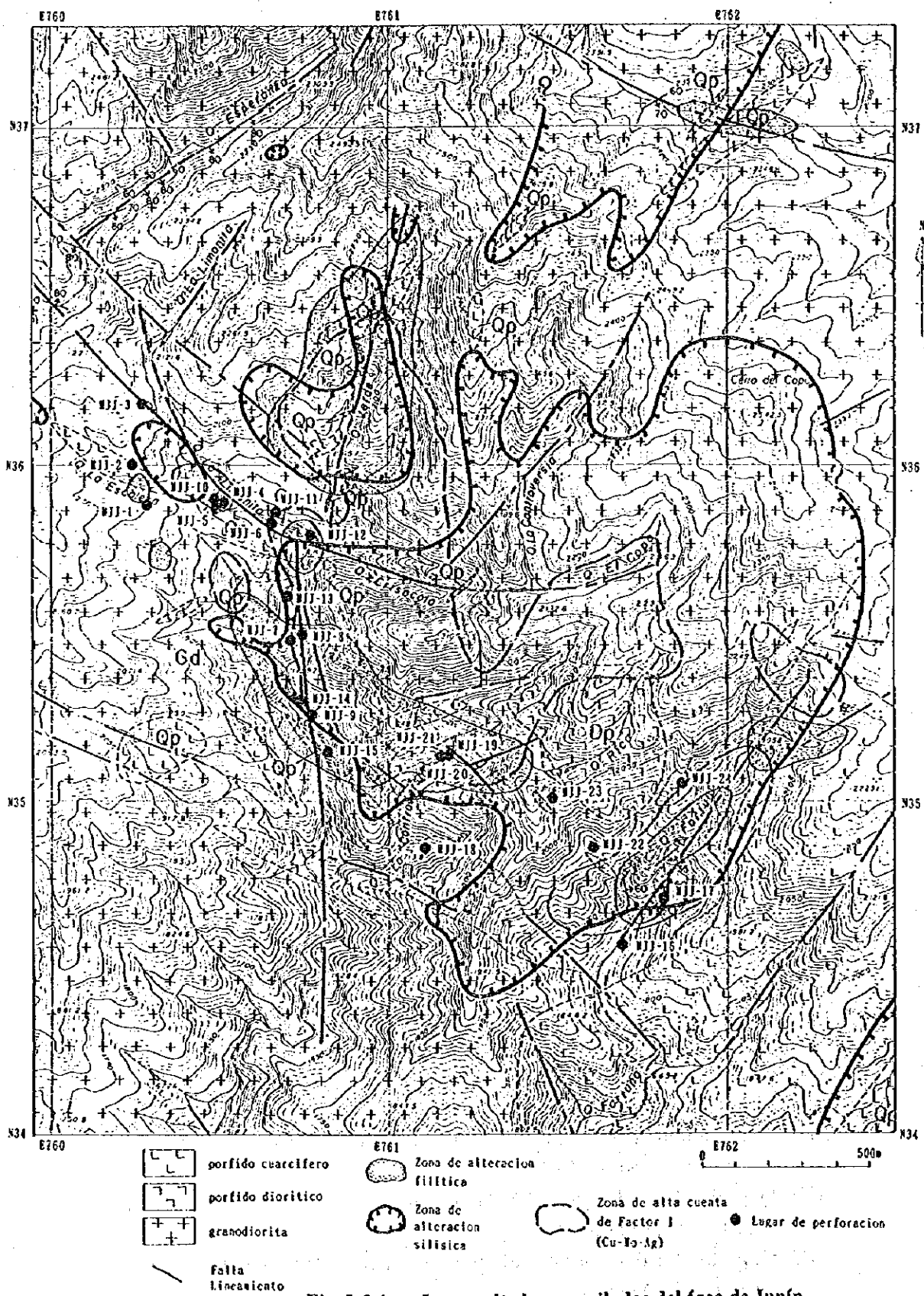


Fig. I-5-1 Los resultados compilados del área de Junín

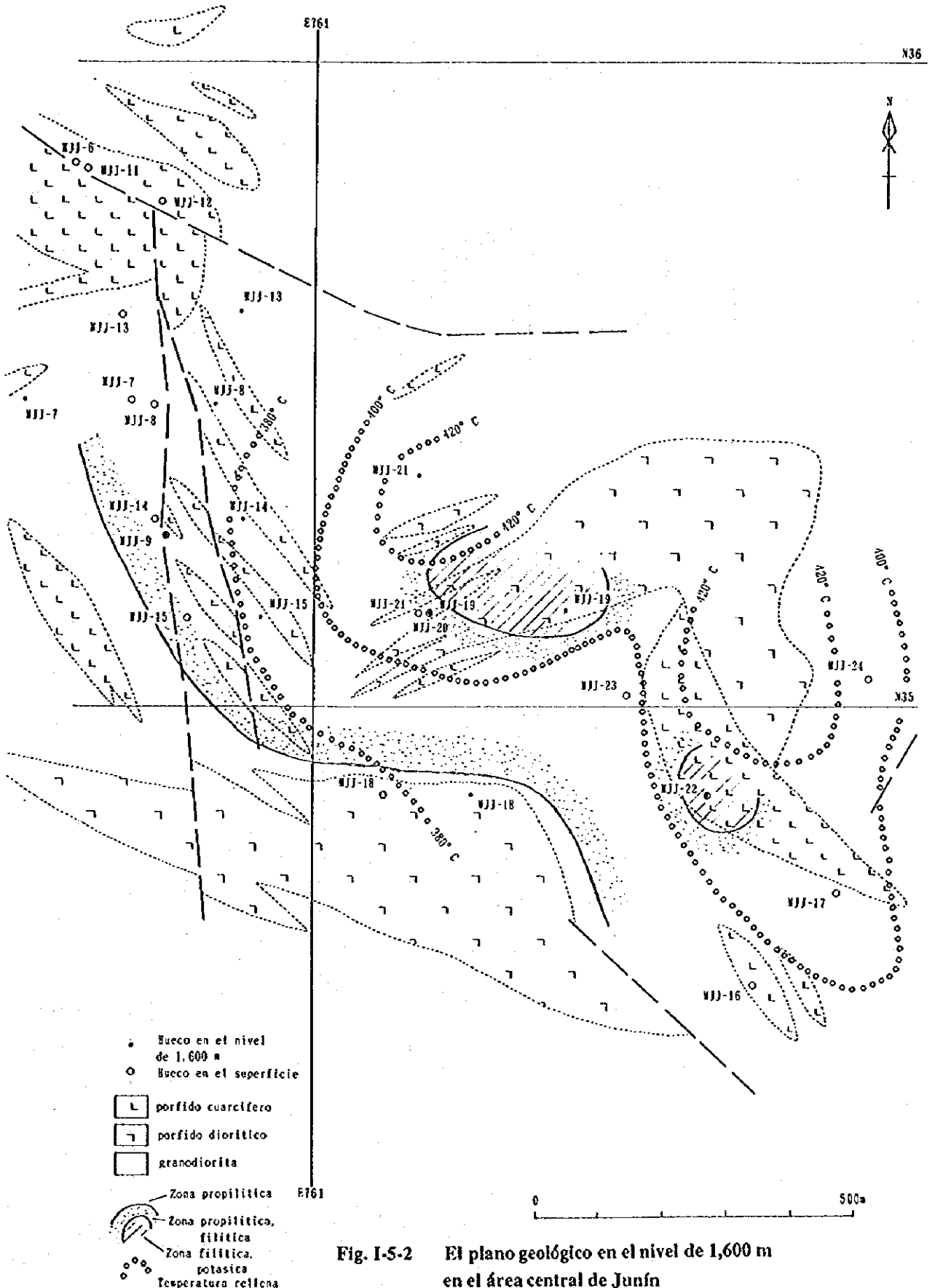
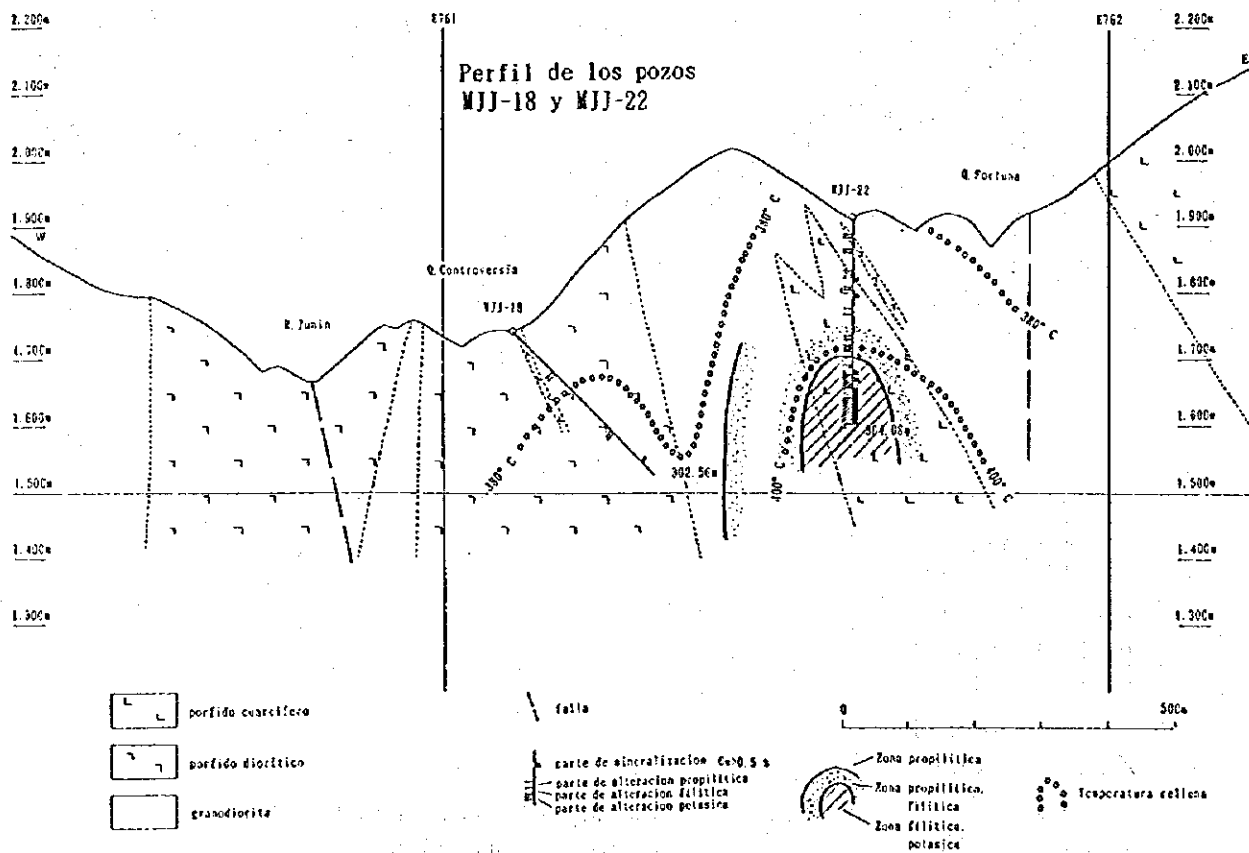
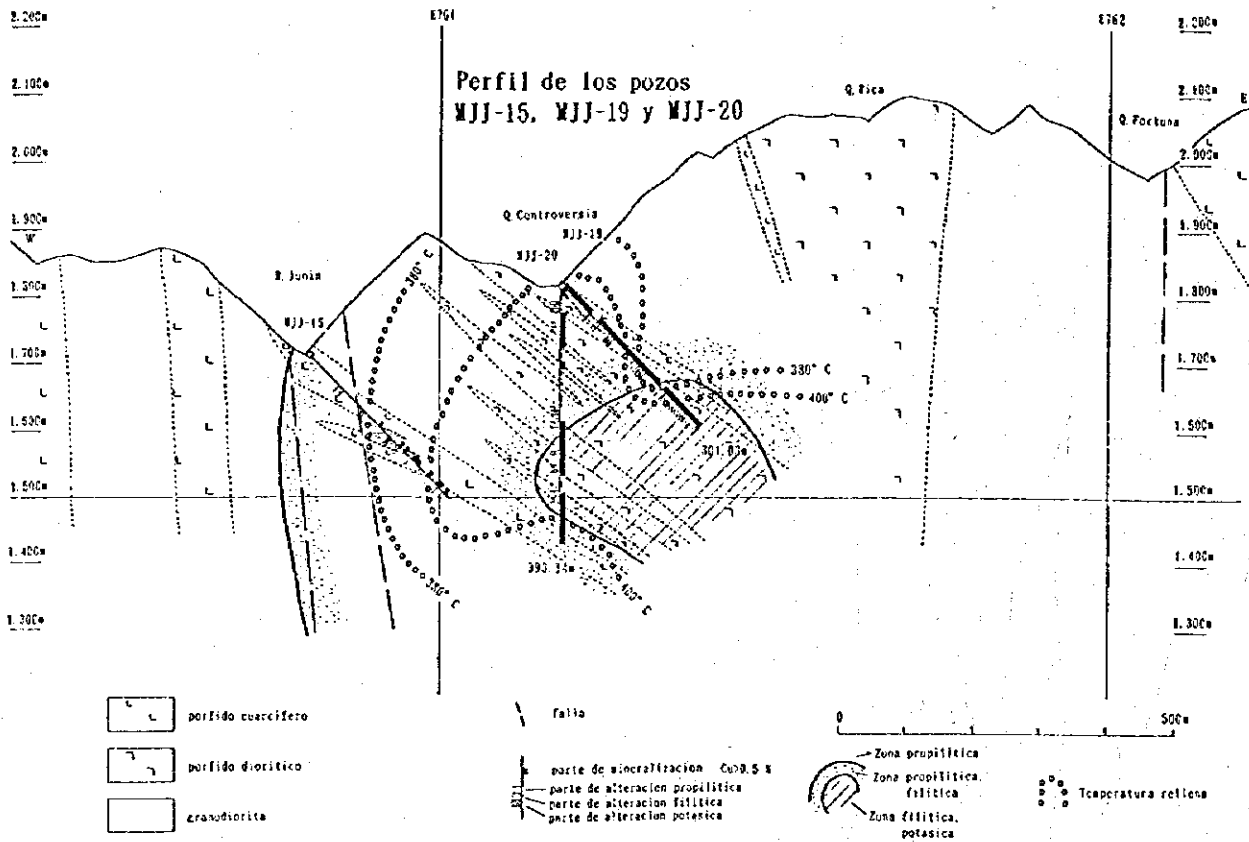


Fig. I-5-2 El plano geológico en el nivel de 1,600 m en el área central de Junín



**Fig. I-5-3 Perfiles geológicos de perforación en el área de Junin**

Los sondeos MJJ-17, MJJ-19, MJJ-20 y MJJ-22 indicaron una alta ley más que Cu 0.40% de ley promedio de los 11 sondeos. En las perforaciones MJJ-14, MJJ-15, MJJ-17, MJJ-22, MJJ-23 y MJJ-24 se pudo observar que la ley aumenta con la profundidad. Se esperan a extender altos de ley a más profundidades por debajo del fondo de dichos sondeos.

Según los resultados obtenidos por las perforaciones, mineralización promisorias de Cu y Mo se localiza en la parte más profunda de las zonas mineralizadas del río Junín este y de las quebradas Controversia y Fortuna.

### **5-1-2 Geología, mineralización y alteración**

Basado en los trabajos de perforación se encontró granodiorita en una distribución muy amplia en el alrededor de la zona mineralizada, de muchos diques de pórfido cuarífero y pórfido diorítico con direcciones NE-SW y NW-SE (Fig. I-5-1, Fig. I-5-2, Fig. I-5-3).

La mineralización consiste de diseminación y películas de pirita, calcopirita, bornita, calcocita, las vetas de cuarzo contienen molibdenita que ocurre en granodiorita y los pórfidos. La ley de los pozos MJJ-19, MJJ-20 y MJJ-21 es alta, los pozos tienen una característica de tener poca pirita, mientras que la presencia de calcopirita, bornita primaria y molibdenita es alta, pero la diferencia de ley que se encuentra en cada muestra es bastante grande.

Se presenta la zona muy amplia de alteración propilitica. La alteración filítica se encuentra cerca de las películas en las vetas. Cerca de las vetas hay también alteración potásica. Se presentan en el pozo una alternación de las alteraciones propilitica, filítica y potásica. Se ha llegado a establecer tres tipos de zonas: zona filítica-potásica, zona propilitica-filítica y zona propilitica. La zona filítica-potásica se la ubica en la parte más profunda de los pozos MJJ-19 y MJJ-20. La zona propilitica-filítica se ubica en los alrededores de la zona filítica-potásica. La zona propilitica se ubica en la parte exterior de la indicada anteriormente. En el plano hay dos zonas filíticas-potásicas en la parte profunda de las quebradas Controversia y Fortuna. Parece que los dos zonas tienen continuación, pero hace falta más datos de profundidad.

La temperatura rellena más de 400 grados se presenta en dos sitios en la parte profunda de las quebradas Controversia y Fortuna (Fig. I-5-2, Fig. I-5-3).

La mineralización de Cu y Mo está acompañada principalmente por la alteración filítica que se encontró dentro de los pórfidos, se infiere que la mineralización presenta una relación con la actividad de los pórfidos.

Según la interpretación de alteración y temperatura rellena se infiere que un centro de mineralización está cerca de las quebradas Controversia y Rica (Fig. I-5-2).

### **5-1-3 Características geoquímicas**

#### **(1) Interpretación para los elementos de Ag, Au, Cu, Pb, Zn, Mo**

La cantidad de muestras analizadas es de 604, de las cuales los análisis han permitido obtener con el método Factor análisis por Varimax, los resultados en el mapa y dos factores como sigue:

Factor 1 consiste de Ag, Au, Cu y Mo, y indica el grupo de una relación con la mineralización de cobre y molibdeno.

Factor 2 consiste de Pb y Zn, y indica el grupo de una relación con la mineralización de plomo y zinc.

En el mapa, el Factor 1 se distribuye pasando desde la quebrada Verde, el río Junín, la quebrada Controversia y la quebrada Fortuna, además se lo ubica en algunas lugares de los alrededores norte y noreste de los indicados ubicados en la zona mineralizada de Cu y Mo. El Factor 2 se ubica en los alrededores de la zona del Factor 1, por eso la zona de Factor 2 indica los alrededores de la zona mineralizada de Cu y Mo. La zona de Factor 1 es muy amplia, por eso la distribución de mineralización se infiere muy amplia.

(2) Interpretación para los elementos de Ag, Au, Cu, Pb, Zn, Mo, Fe, S, Ca, K, Na, Sr, Rb

Una evaluación adicional indica 4 factores como sigue:

Factor 1 consiste de los elementos de Ag, Au, Cu, Mo y S, y indica el grupo de una relación con la mineralización de cobre y molibdeno.

Factor 2 consiste de los elementos de K y Rb, y indica el grupo de una relación con alteración potásica y/o con la distribución de rocas acidas.

Factor 3 consiste de los elementos de Ca, Na, Sr, Zn, y indica el grupo de una relación con la mineralización de zinc y/o con alteración debil.

Factor 4 consiste de los elementos de Pb y Fe y indica el grupo de una relación con la mineralización de plomo.

En el mapa, se indican las distribuciones de Factor 1, Factor 2 y Factor 3. El Factor 1 indica una distribución desde la quebrada Verde, por la parte este del río Junín, continuando por la parte media de la quebrada Controversia hasta su parte superior la quebrada Rica, otro sector se ubica en la quebrada Fortuna y al norte en los sectores de la quebrada Esperanza y una zona más pequeña en la quebrada Cristal. El Factor 2 se encuentra en los alrededores de la zona de Factor 1. El Factor 3 se ubica en la parte exterior de las dos zonas anotadas.

En la zona de Factor 1 se encuentra la mineralización de Cu y Mo, por eso la zona de Factor 1 presenta mucho interés para continuar investigaciones en el futuro.

#### **5-1-4 Posibilidad del existencia de yacimiento**

Basado en los resultados de perforación se infiere la buena mineralización de Cu y Mo en profundidad en las zonas mineralizadas de la parte este de río Junín, de la quebrada Controversia y de la quebrada Fortuna.

Según los resultados geoquímicos, el Factor 1 se distribuye pasando desde la quebrada Verde, el río Junín, la quebrada Controversia y la quebrada Fortuna, además se lo ubica en algunas lugares de los alrededores norte y noreste de los indicados ubicados en la zona mineralizada de Cu y Mo. La zona de Factor 1 es muy amplia, por eso la distribución de mineralización se infiere muy amplia.

Basados en los resultados de estas investigaciones llevadas a cabo en el área de Junín, la posibilidad del existencia de depósitos económicos de Cu y Mo parecen ser alta.



### 5-1-5 Cálculo provisional de reserva

Por los resultados de las investigaciones realizadas hasta este año, todavía no están obtenidos datos suficientes para un cálculo de reserva del depósito mineral en el área de Junín. Sin embargo, basado en los resultados de 24 pozos de perforación realizado desde 1991 hasta 1995, cálculo provisional de reserva está realizado. Los datos para el cálculo y los resultados del cálculo son como sigue:

#### (1) Datos para el cálculo

Para el cálculo, los datos obtenidos por 24 pozos de perforación se utilizan. La profundidad es 6,227.48 mts en total. La locación, dirección, inclinación y profundidad de 24 pozos de perforación están indicadas en el Apéndice 10. Las muestras para los análisis químicos son 3,128 piezas. Los resultados de análisis químicos están indicadas en el Apéndice 10.

#### (2) Método del cálculo

La área para el cálculo está decidido en el mapa. El tamaño de bloque es 25 m x 25 m x 25 m. La ley de cada bloque está decidido por el método de Kriging.

#### (3) Resultados del cálculo

Según el cálculo, los siguientes resultados fueron obtenidos:

##### 1) Cobre

Limite de ley(%)	0.10	0.20	0.30	0.40	0.60	0.80	1.00
Reserva(millon ton)	78	76	67	50	22	10	8
Ley promedio(%)	0.58	0.59	0.63	0.72	1.01	1.36	1.54

En el caso de adoptar limite d ley de 0.20%, reserva es 76 millones de tonelada con el ley de cobre de 0.59 %.

##### 2) Molibdeno

Limite de ley(%)	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08
Reserva(millon ton)	3.0	2.0	1.3	1.0	0.7	0.6	0.5
Ley promedio(%)	0.05	0.07	0.09	0.10	0.12	0.14	0.15

### 5-1-6 Asuntos sobre desarrollo de mina

Por los resultados de las investigaciones realizadas hasta este año, todavía no se han obtenidos datos e informaciones suficientes para un estudio de desarrollo del depósito mineral en el área de Junín. Sin embargo en caso de suponer el desarrollo minero del área de Junín por este momento, los siguientes contenidos y plobremas serán considerados.

1) La extensión de desarrollo está ampliada sobre la quebrada Limonita, el río Junín, la quebrada Controversia y la quebrada Fortuna.

2) De las reservas calculadas, se toma el ley de cobre de 0.20 % como limite de ley (cut off grade), suma la reserva sobrepasa el limite a 76 millones de tonelada con una ley de cobre

de 0.59 %.

3) El depósito del área de Junín se considera más apropiado para aplicar el método de cielo abierto que el de explotación subterránea por el tipo de yacimiento de cobre porfirítico con la baja ley. Sin embargo, se considera una posibilidad de aplicar el método de explotación subterránea por razón de la topografía muy empinada en el área y la presencia de una zona de alta ley en profundidad de subsuelo en la quebrada Fortuna.

4) Debe ser estudiado después de llevar a cabo las pruebas de beneficio utilizando los testigos de perforación.

5) La construcción de facilidades de mina será afectada mucho por la topografía empinada.

6) Problema mayor para el desarrollo minero en el área de Junín es la preparación de infraestructura tales como camino y carreteras, fuerza eléctrica, comunicación y vivienda. Especialmente como la presente situación, mala condición de camino y carreteras en el período de lluvia afecta mucho a transporte de materiales, maquinarias y concentrados de minerales. Es necesario arreglar camino y carreteras en consideración de la topografía empinada y lluvia abundantes.

7) No se encuentra problema en asegurar agua para los trabajos en favor de abundancia de agua lluvia.

8) La reserva ecológica de Cotacachi-Cayapas está localizada en la parte norte del área de Junín. Por eso un plan de desarrollo minero se necesita lo considerado resultados de un estudio de impacto medio-ambiental.

## **5-2 Estudios del impacto medio-ambiental en el área de Junín**

### **5-2-1 Perfil de la investigación**

En el área de Junín, se presente una zona mineralizada de cobre y es prometedora para una explotación en el futuro. El área de Junín, sin embargo que está contigua al Área de Reserva Ecológica Cotacachi-Cayapas en el lado septentrional y por el río Intag en el lado sur, es rica en una hermosa naturaleza. Por lo tanto, fue reconocido que allí es necesario llevar a cabo una evaluación del impacto del medio ambiente, basado en un plan del desarrollo tentativo anterior al desarrollo minero. El estudio corresponde a una evaluación en la etapa de investigación preliminar. El área de investigación medio ambiental es de aproximadamente 150 km<sup>2</sup> (Fig. I-1-3).

### **5-2-2 Plan tentativo de desarrollo minero**

El plan tentativo de desarrollo es la explotación cielo abierto como el primer plan y la explotación subterránea como el segundo plan.

### **5-2-3 Selección de los puntos medio ambientales**

Los puntos de investigación ambiental están seleccionados como sigue: topografía/geología, suelo, agua, flora, fauna, paisaje, aspectos sociales, calidad del aire, calidad del agua, calidad del suelo y ruido. La investigación examina la condición presente, pronóstico de impactos y evaluación de estos puntos ambientales. La investigación de la condición presente está realizada por dos veces en la estación lluviosa y estación seca.

#### 5-2-4 Investigación de las condiciones presentes

El área Junín está localizada al borde occidental de la cordillera occidental de las montañas Andinas y es muy escalpada constituida de montañas de relieve pequeña y medio con un rango de altura desde 1,500 m hasta 3,400 m. La cumbre más alta del área es de una altura de 3,479 m, ubicada en su parte meridional.

El clima de Junín y de las áreas aledañas es tropical, el de la alta montaña es clima húmedo. Los principales rangos de temperatura, humedad y precipitación al año son respectivamente de 17 a 25 grados centígrados, desde 50 % a 75 % y desde 2,000 mm a 4,000 mm. La estación lluviosa se presenta entre Diciembre y Abril.

La geología del área Junín consiste principalmente de roca graníticas, cretáceas y depósitos cuaternarios. Las granitas intruyen dentro de las rocas cretáceas, en su mayor parte ocupan el área. Las rocas cretáceas se encuentran localmente en las partes este y oeste del área y consisten de la formación Macuchi y Silante. Los depósitos cuaternarios consisten de depósitos de terraza, depósitos de deslizamiento y depósito de río.

En el área, el suelo consiste principalmente de suelo selvático café con espesor en rangos desde 30 cm a 250 cm. El horizonte del suelo consiste de A0, A1, A2, AB, B, BC y C. Si bien el horizonte A está particularmente desarrollado en la zona selvática, el horizonte A en la zona cultivada tiende a ser pequeño, a matizar en parte, está erosionado y acumulado en muchos lugares.

El área de investigación pertenece al área de captación de los ríos Aguagrún y Chaguayacu. El río Aguagrún fluye al río Intag y el río Chaguayacu fluye al río Guayllabamba. La característica de caudal del río Aguagrún es reconocida claramente por estar cambiando del arroyo bajo del río Aguagrún muestra haber alcanzado hasta cerca del nivel alto de agua. Las curvas de caudal de los ríos Intag y Guayllabamba indican haber alcanzado hasta el nivel alto de agua. Además, en la parte baja de los arroyos de río Junín y río Chaguayacu, la efusión como agua subterránea, es el volumen del agua superficial infiltrada bajo tierra.

El área Junín biogeográficamente corresponde a la provincia biológica del Pacífico, de la región biogeográfica Amazonica-Neotropical y es conocida como una zona vital de diversa flora y fauna.

La vegetación en el área está clasificada dentro de 7 regiones, incluyendo bosque húmedo tropical, bosque húmedo subtropical, bosque muy húmedo subtropical, bosque pluvial subtropical, bosque muy húmedo montañoso, matorral y pastura. Esta zona está ocupada por campos cultivados y pastura, además esta extremadamente influenciada por cultivos y cacería, es así que la observación de grandes mamíferos en el área es muy rara.

Investigación de entrevista a 27 comunidades, la población de los 5 pueblos fue de 12,857 personas en 1995. En el área de investigación (5 pueblos), la ocupación es mayoritariamente la agricultura y relativamente pequeñas granjas ganaderas. Aunque la relación de cultivo en 1964 fue solamente 8.1%, mientras que en 1990 fue 25.7%. Esto indica que la velocidad de los recientes cultivos es muy alta.

Las mayores cosechas en el área de investigación consisten de varias clases, habas, penca (cabuya), caña de azúcar, papa, zanahoria blanca, plátano, etc. Los productos especiales del área consisten principalmente de frejol y penca.

Varios bienes arqueológicos han sido descubiertos a lo largo del río Intag. Estos bienes

arqueológicos fueron señalados como una parte de la Civilización Imbaya. Por lo tanto hay la posibilidad de que los bienes culturales estén extendidos mucho en la parte sur del área.

La caída de polvo en la estación seca llega a tener la cantidad más grande.

Consecuentemente, aunque el agua del río Junín en el área planeada contiene un poco más alto Cu y Mn, ello no admite que actualmente esté contaminada el agua.

El suelo en la zona mineralizada se opina que está contaminado por Cu, y el fondo de Pb, Zn, As en los alrededores de la zona de mineralización se muestran ligeramente altos.

El nivel de ruido de la población de García Moreno edte 45-50 dB(A) y de Junín edte 47-52 dB(A) como fondo de ruido.

### **5-2-5 Pronóstico y evaluación**

El plan de manejo ambiental está examinado basado en los resultados de pronóstico y evaluación. Los importantes influencias están indicados abajo.

**Topografía/geología:** La formación de condiciones inestables por la construcción de caminos y erosión de área de presa.

**Suelo:** Incremento de erosión de suelo y arena por la sordida deforestación masiva.

**Agua:** Cambiado de volumen de cauda en el río Junín y agua subterránea.

**Flora:** Secamiento de la selva influenciará por deforestación y incremento de deforestación ilegal.

**Fauna:** Influenciada a fauna por ruido de las voladuras.

**Paisaje:** Cambiado de paisaje por deforestación, minarea, etc.

**Aspecto sociales:** Aumentara las oportunidades de empleo, perfeccionamiento de infraestructura, reubicación de habitante.

**Calidad del aire:** Ocurrencia de polvo en suelo descubierto en el área de desarrollo.

**Calidad de agua:** Contaminación de agua por descarga por área de presa.

**Ruido:** Voladura en la cantera.

### **5-2-6 Plan de manejo ambiental**

Especialmente prevención de fallas de talud y deslizamientos, control de suelo y arena, control de calidad de agua, restricción de construcción de nuevos caminos de acceso al interior, replantación en el suelo descubierto, tratamiento de agua drenaje e infiltrada, etc.

Las investigaciones consecutivas en la etapa de estudios de factibilidad incluyen investigación geológica detallada, observaciones meteorológicas, investigación de flora y fauna de la influencia a la área de reserva ecológica, investigación de ruinas y bienes culturales y ensayos de disolución de mineral, relaves y suelo.

El monitoreo de investigación sobre flora y fauna, aire y agua son recomendados.

Además de lo referente a los tres puntos, incluyendo flora y fauna, ruina y bienes culturales y reubicación de los habitantes, es necesario las investigaciones detalladas.

## **5-3 Investigación en el área de Cuellaje**

### **5-3-1 Investigaciones geológicas**

Como resultado de las investigaciones geológicas para los alrededores en la parte periférica de la zona mineralizada río Magdalena, la geología consiste principalmente de

granodiorita, pocos y pequeños diques de andesita porfírica, pórfido cuarcífero y pórfido diorítico que intruyen dentro de la granodiorita (Fig. I-5-4).

Pequeñas vetas y diseminación de pirita y calcopirita se observa en la granodiorita localizada en los márgenes del río Magdalena aguas arriba, en los márgenes de los ríos San Joaquín y Meridiano. La longitud de cada zona mineralizada está entre 200 m y 400 m, cuando la cantidad de sulfuros minerales es pequeña.

El resultado de ensayos minerales de muestras dieron valores bajos de cobre. Sin embargo, resultados de los ensayos de muestras recogidas en un ramal del río Meridiano dieron 0.1% Cu a 13.7% Cu. Los resultados de más alta calidad es por la existencia de mineral de óxido de cobre y vetas de bornita de dirección NE-SW. En general, la mineralización de cobre en el área de investigación parece ser muy débil.

### 5-3-2 Investigación geoquímica

Como resultado de la investigación geoquímica de rocas, las anomalías geoquímicas de Cu, Mo, Au y Ag están distribuidas en la zona mineralizada del río Magdalena. Una zona de gran cantidad de Factor 3 con mineralización de Cu y Mo fueron detectadas en el ramal occidental del río Magdalena, en la parte superior del cauce del río Meridiano y en el cauce del río San Joaquín. Entre estas anomalías, la anomalía cerca al ramal oeste del río Magdalena es la más prometedora por la existencia de dique de pórfido y mineralización de cobre (Fig. I-5-4).

### 5-3-3 Investigación geofísica

Como resultado de la investigación de IP llevada a cabo en la parte occidental de la zona mineralizada río Magdalena ninguna distribución de FE, se encuentra en este sector. La zona de FE alto con resistividad baja que se relacionan a la mineralización de cobre porfírico se limitan únicamente a la parte central (Anomalía B) y a la parte nororiental (Anomalía A). La anomalía A parece estar compuesta principalmente de pirita (JICA-MMAJ, 1993). La anomalía B es pequeña, tiene una dirección al noroeste y parece corresponder a una mineralización pequeña (Fig. I-5-4).

### 5-3-4 Investigaciones de perforación

Investigaciones de perforación fueron llevadas a cabo para la zona mineralizada central (MJC-3 y MJC-4) y para la zona mineralizada sur (MJC-5 y MJC-6).

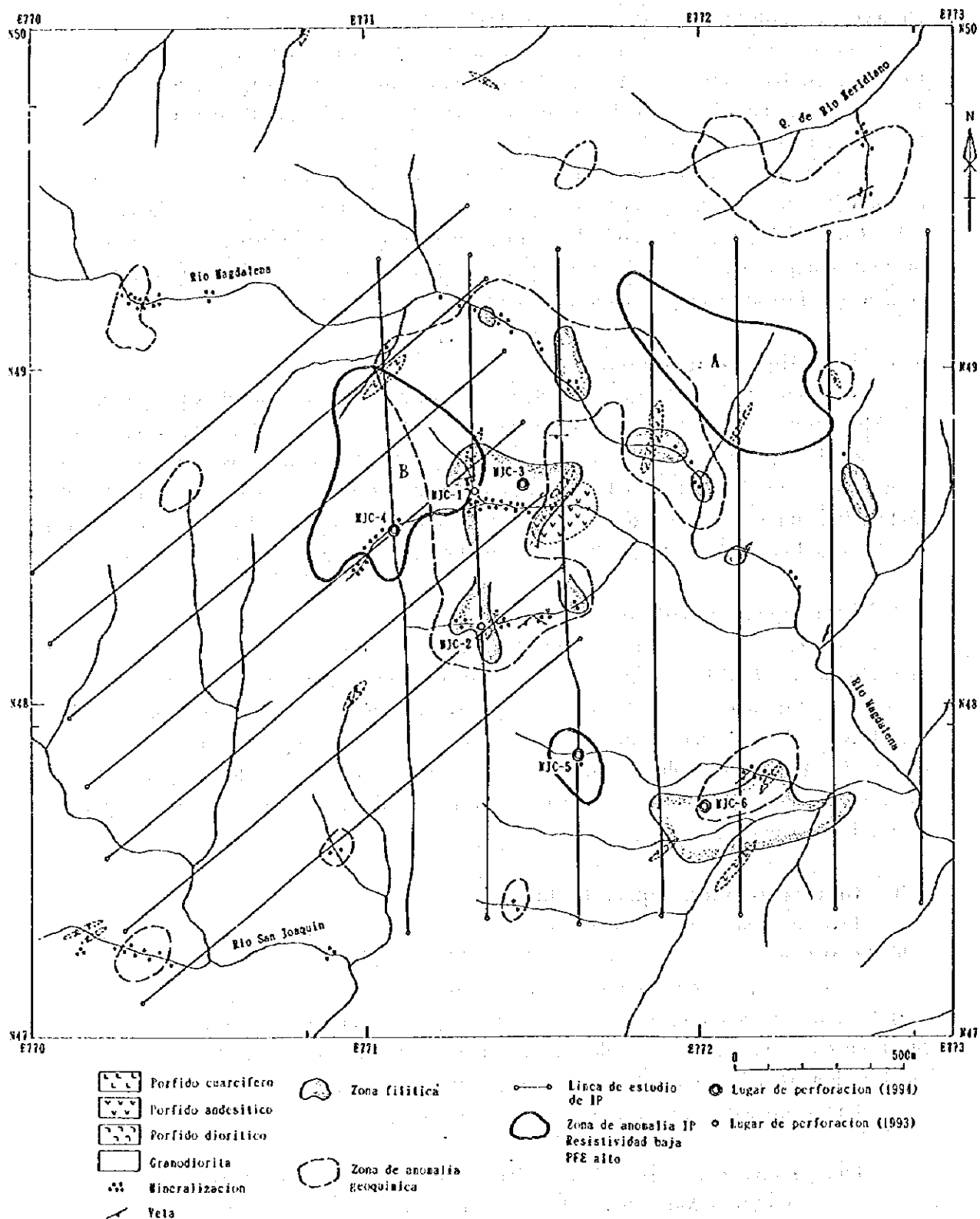
Cada pozo penetró granodiorita y encontró pequeñas vetas de pirita y calcopirita (Fig. I-5-5). La mineralización está distribuida ampliamente pero la cantidad de sulfuro es pequeña. La alteración está compuesta principalmente de cloritización y epidotización. La silicificación y sericitización están limitados solamente a lo largo de pequeñas vetas.

La ley promedio de los pozos se señalada como sigue:

La ley promedio del testigo de 106.70 m de largo del MJC-3 es de 0.18% Cu y 0.0065% Mo calculada de acuerdo con 76 muestras.

La ley promedio del testigo de 99.50 m de largo del MJC-4 es de 0.04% Cu y 0.0002% Mo calculada de acuerdo con 102 muestras.

La ley promedio del testigo de 32.00m de largo del MJC-5 es de 0.03% Cu y



**Fig. I-5-4** Los resultados compilados del área de Cuellaje

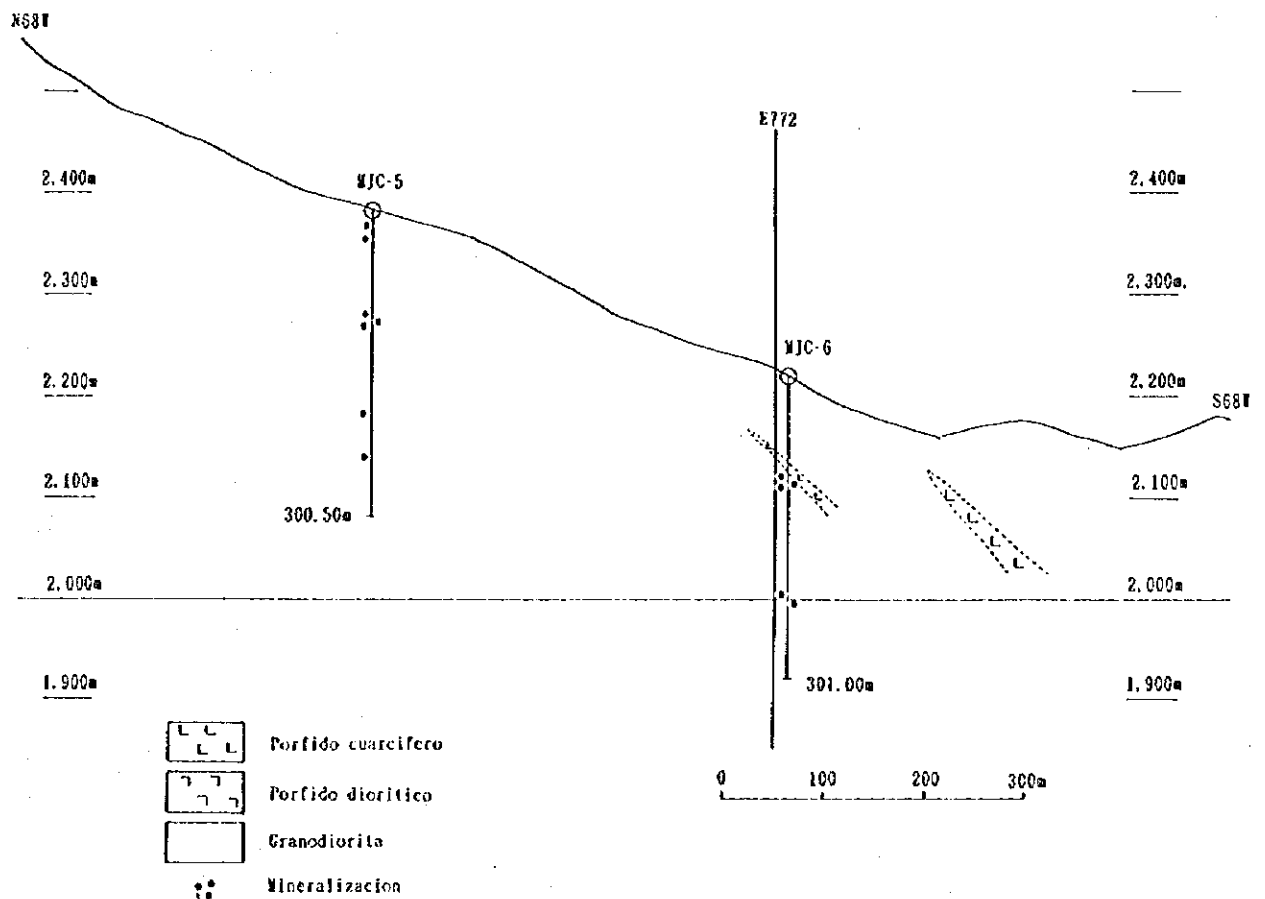
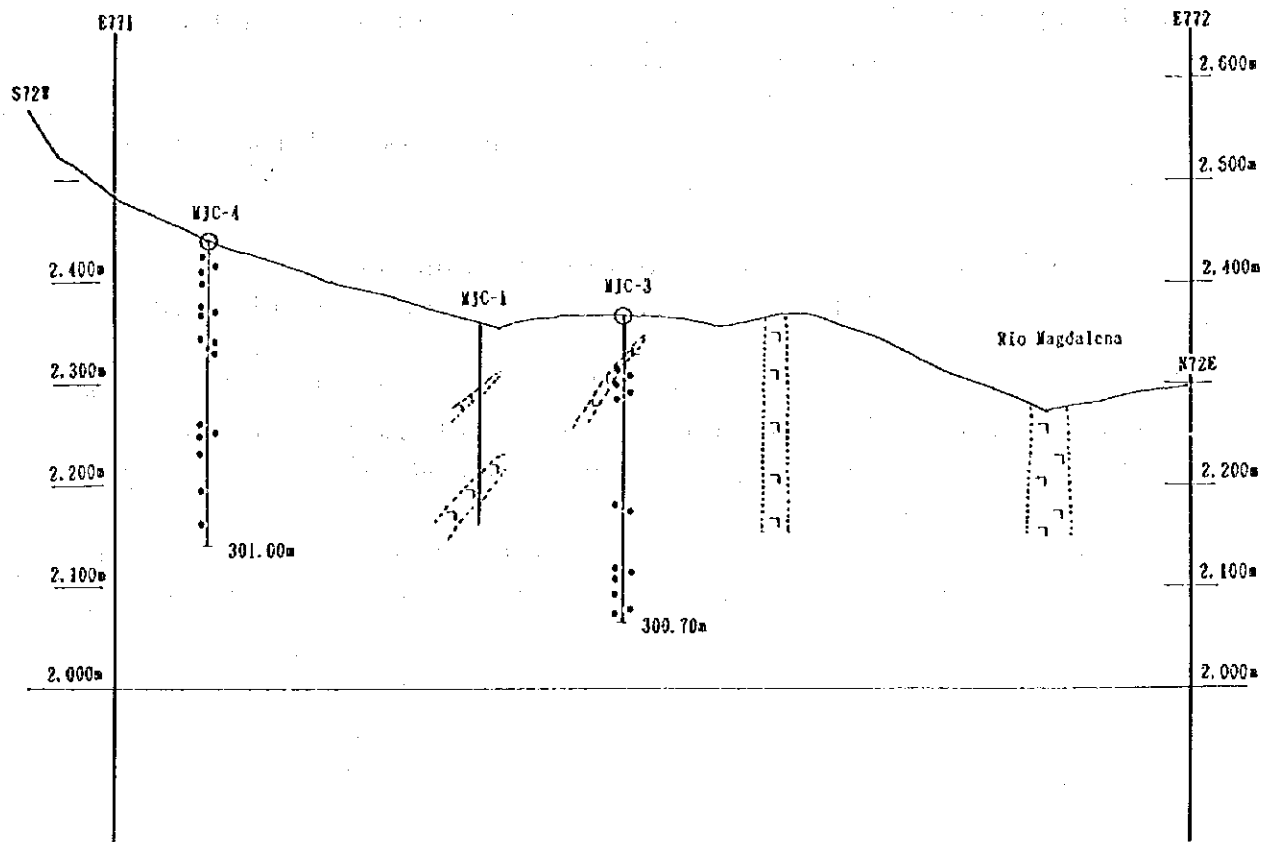


Fig. I-5-5 Perfiles geológicos de perforación en el área de Cuellaje

0.0001%Mo calculado de 25 muestras.  
La ley promedio del testigo de 41 m de largo del MJC-6 es de 0.08% Cu y 0.0015 Mo calculada de acuerdo con 25 muestras

Basados en los resultados de los ensayos minerales fue reconocida la mineralización de Cu y Mo, sin embargo ello no parece notable.

### **5-3-5 Posibilidades de existencia de depósitos mineralizados**

La manifestación mineral y las anomalías geoquímicas encontradas en los alrededores no parecen ser significativas.

Investigaciones por IP revela que no fue observada anomalía en la parte oeste y una zona de alto FE con resistividad baja están limitados solamente a las partes central y noreste.

De acuerdo a los resultados de perforación se encontró mineralización, sin embargo la ley del Cu y Mo son muy bajas.

Basados en los resultados de estas investigaciones llevadas a cabo en el área de Cuellaje, la posibilidad de existencia de depósitos económicos de gran escala parecen ser muy escasas.



## Capítulo 6 Conclusiones y recomendaciones

### 6-1 Conclusiones

#### 6-1-1 Investigación en el área de Junín

En el área de Junín, la investigación geológica y perforaciones se realizaron desde el año 1991 hasta el año 1995. Los resultados del análisis químicos de testigos se indican en la Tabla I-6-1.

Se realizaron 11 pozos de perforación para conocer la mineralización a profundidades de bajas del río Junín, quebrada Controversia y quebrada Fortuna.

Basado en los trabajos de perforación se encontró granodiorita en una distribución muy amplia en el alrededor de la zona mineralizada, de muchos diques de pórfido cuarcífero y pórfido diorítico.

La mineralización consiste de disseminación y películas de pirita, calcopirita, bornita, calcocita. Las vetas de cuarzo contienen molibdenita que ocurren en granodiorita y los pórfidos. La característica de la mineralización en el área de Junín es la alta cantidad de bornita primaria y calcocita primaria, pero la diferencia de ley que se encuentra en cada muestra es bastante grande.

Se presente alteración propilitica dentro de la granodiorita y los pórfidos, su distribución es muy amplia. La alteración filítica se encuentra cerca de las películas en las vetas. Cerca de las vetas hay también alteración potásica.

Los pozos MJJ-17, MJJ-19, MJJ-20 y MJJ-22 indicaron una alta ley más que Cu 0.40% de ley promedio de los 11 sondeos. En las perforaciones MJJ-14, MJJ-15, MJJ-17, MJJ-22, MJJ-23 y MJJ-24 se pudieron observar que la ley aumenta con la profundidad. Se esperan a extender altos de ley a más profundidades por debajo del fondo de dicho sondeos.

Según los resultados obtenidos por las perforaciones, mineralización promisaria de Cu y Mo se localiza en la parte más profunda de las zonas mineralizadas del río Junín este y de las quebradas Controversia y Fortuna. Según los estudios de interpretación de alteración y temperatura rellena se infiere que un centro de mineralización está cerca de las quebradas Controversia y Rica.

Segun los resultados de interpretación geoquímica la zona de Factor 1 indica una distribución desde la quebrada Verde, por la parte este del río Junin, continuando por la parte media de la quebrada Controversia hasta su parte superior la quebrada Rica, otro sector se ubica en la quebrada Fortuna y al norte en los sectores de la quebrda Esperansa y un poco en la quebrada Cristal. La zona de Factor 1 es muy amplia, por eso la distribución de mineralización es muy amplia y la zona de Factor 1 presenta mucho interés para continuar la investigación en el futuro.

Basado en el calculo de reserva usando los datos obtenidos por 24 pozos de perforaciones, en el caso de adoptar limite de ley de Cu de 0.20%, reserva es 76 millones de tonelada con la ley promedio de cobre de 0.59 %.

En el área de posibilidad alta de la existencia de depositos, las investigaciones de perforaciones y geológicas detalladas se necesitan en el futuro para esclarecer la detalle de la ley y reserva de depósitos.

Tabla I-6-1 Los resultados de análisis químico de testigos

Perforacion desde 1991 a 1995 en el area de Junin

Pozo No.	Locacion	Altitud (m)	Direccion Inclinacion	Profundidad (m)	Muestra profunda	Longitud testigo	Cu (%)	Mo (%)	Muestra
MJJ-1	N35.880 E760.270	2.105	- -90°	151.50					0
MJJ-2	N36.005 E760.251	2.123	- -90°	151.50					0
MJJ-3	N36.180 E760.271	2.180	- -90°	151.00					0
MJJ-4	N35.895 E760.493	1.918	30° -60°	148.80	8.00m- 148.80m	72.00m	1.29	0.144	36
MJJ-5	N35.890 E760.483	1.918	225° -45°	300.00					5
MJJ-6	N35.850 E760.631	1.960	- -90°	150.50	4.00m- 150.00m	146.00m	0.17	0.008	73
MJJ-7	N35.480 E760.719	1.768	270° -45°	300.85					10
MJJ-8	N35.475 E760.754	1.772	90° -60°	233.45	6.00m- 233.40m	227.40m	0.46	0.017	112
MJJ-9	N35.265 E760.773	1.730	- -90°	150.00	10.00m- 150.00m	140.00m	0.20	0.002	70
MJJ-10	N35.890 E760.485	1.912	325° -45°	301.30	10.00m- 84.00m- 148.00m- 301.00m	74.00m 153.00m	0.70 0.45	0.003 0.002	83
MJJ-11	N35.840 E760.650	1.857	30° -45°	302.50	10.00m- 300.00m	290.00m	0.20	0.011	136
MJJ-12	N35.790 E760.765	1.832	30° -45°	302.00	10.00m- 300.00m	290.00m	0.17	0.010	95
MJJ-13	N35.615 E760.705	1.795	90° -45°	270.00	10.00m- 270.00m	260.00m	0.39	0.021	167
MJJ-14	N35.291 E760.755	1.736.99	90° -45°	300.58	1.00m- 300.58m	299.58m	0.29	0.022	314
MJJ-15	N35.135 E760.805	1.709.97	90° -45°	301.21	0.60m- 301.21m	300.61m	0.22	0.007	227
MJJ-16	N34.564 E761.687	1.769.49	- -90°	150.73		144.60m	0.15	0.001	148
MJJ-17	N34.710 E761.815	1.796.75	- -90°	150.25	4.05m- 150.25m	146.20m	0.46	0.019	144
MJJ-18	N34.864 E761.106	1.742.00	90° -45°	302.56	18.00m- 302.56m	184.56m	0.10	0.001	92
MJJ-19	N35.146 E761.130	1.817.74	90° -45°	301.03	7.30m- 301.03m	293.73m	0.95	0.040	290
MJJ-20	N35.146 E761.180	1.817.74	- -90°	393.14	3.96m- 393.14m	389.18m	0.58	0.027	345
MJJ-21	N35.145 E761.162	1.817.50	0° -45°	307.14	3.05m- 307.14m	304.09m	0.39	0.010	241
MJJ-22	N34.860 E761.615	1.911.00	- -90°	304.08	4.50m- 304.08m	299.58m	0.45	0.040	146
MJJ-23	N35.015 E761.490	2.030.05	- -90°	401.68	2.86m- 401.68m	398.82m	0.25	0.007	200
MJJ-24	N35.040 E761.865	2.029.50	- -90°	401.68	14.64m- 401.68m	387.04m	0.31	0.007	194

### **6-1-2 Estudios del impacto medio-ambientales en el área de Junín**

Basado en la idea que el desarrollo del área de Junín pudiera afectar el ambiente natural, social y de vivienda de la zona, se llevo a cabo un estudio medio-ambiental en una área de 150 km<sup>2</sup>, la cual incluye el valle de los ríos Aguagrun y Chalguyaku. El presente estudio consiste de un estudio medio-ambiental de condiciones actuales y de evaluaciones basadas en la suposición que existiera un plan para desarrollo minero. Doz veces de la investigación de campo ha realizado en la estación lluviosa y la estación seca.

Para comenzar este estudio, se seleccionaron los 11 temas de: topografía/geología, suelo, agua, flora, fauna, paisaje, aspectos sociales, calidad del aire, calidad del agua, calidad del suelo y ruid. Para dichos temas, se hicieron estudios sobre el estado presente, así como también trabajos de evaluación y de predicción y estudio de medidas.

El estudio sobre el estado presente se desarrolló en la zona adyacente a las reservas nacionales de Cotacachi y de Cayapasu, las cuales están compuestas por bosques en la parte norte y por tierras agrícolas en la parte sur. El área para el estudio de desarrollo minero se localiza en la zona compensadora medio-ambiental.

Se esclareció la existencia de una cuenca de pequeña magnitud en el cauce medio del río Junín, así como también una considerable del agua subterránea.

Basado en los estudios de predicción y de evaluación, se infirieron los efectos siguientes.

Estado de agua: cambio de fluencia del río Junin y agua subterránea.

Fauna : retiro de animales salvajes por desarrollo.

Flora : secamiento por deforestación.

Aspecto sociales: incremento de empleo, preraración de infraestructura, reubicación de habitante.

Calidad de agua: mala calidad por contaminación

Medidas suficientes de protección ambiental, estudios adicionales y de monitoreo ambiental serán necesarios para minimizar los efectos negativos.

Las medidas de protección ambiental consisten en la tala mínima de árboles, limitación en la construcción de calles en el bosque, limitación de actividades agrícola y de silvicultura, control de avenamientos y construcción de facilidades mineras para la prevención de escapes de desechos.

Estudios adicionales incluyen estudios geológicos, observaciones meteorológicas, estudios de factores que influyen la flora y la fauna, pruebas selección de plantación de arboles, estudios de ruinas y estudios de pruebas de disolución de suelos y escombreros.

El monitoreo medio-ambiental será desarrollado para la fauna, la flora, calidad del aire y del agua.

### **6-1-3 Investigación en el área de Cuellaje**

En el área de Cuellaje , las investigaciones geológica, geoquímica, geofísica y de perforación se realizaron.

Según los resultados obtenidos por la investigación geológica, la buena mineralización

no se encontró.

La manifestación mineral y las anomalías geoquímicas encontradas en los alrededores no parecen ser significativas.

Investigaciones por IP revela que no fue observada anomalía en la parte oeste y una zona de alto FE con resistividad baja están limitados solamente a las partes central y noreste.

De acuerdo a los resultados de perforación se indicos mineralización, sin embargo la ley del Cu y Mo son muy bajas.

Basados en los resultados de estas investigaciones llevadas a cabo en el área de Cuellaje, la posibilidad de existencia de depósitos económicos de gran escala parecen ser muy escasas.

## **6-2 Recomendaciones**

### **6-2-1 Area Junín**

Basados en los resultados de las investigaciones en el área Junín, se infiere que una buena mineralización de Cu y Mo se encuentra a profundidad en los sectores del río Junín este y las quebradas Controversia y Fortuna. También basados en la investigación geoquímica se preve que la mineralización continúe hasia la quebrada Verde y también la quebrada Rica. Una posibilidad de desarrollo minero para estas zonas mineralizadas se infiere, pero depende de los resultados de las investigaciones en el futuro.

Basados en las investigaciones del medio ambiente y dependiendo del plan de desarrollo minero, un impacto ambiental se prevé para el agua, flora, fauna, condición social y calidad de agua, por lo que la protección ambiental es muy necesario realizarla, así como también investigaciones adicionales y un monitoreo ambiental.

Las siguientes recomendaciones para futuro trabajos es :

#### **1) Perforación y investigación geológica**

Para confirmar las buenas mineralizaciones con alta ley en el area Junín y calculr sus reservas, investigación de perforación de 400 m a 600 m de profundidad e investigación geológica de detalle se realizaran en las zonas siguientes:

Zona entre quebrada Crisocola y Controversia: perforación y investigación geológica de detalle.

Zona entre quebrada Controversia y Fortuna: perforación y investigación geológica de detalle.

Zona periferica de quebrada Verde:perforación y investigación geológica de detalle.

Zona en parte norte y noreste: investigación geológica de detalle.

#### **2) Estudios preliminares de factibilidad**

Estudios preliminares de factibilidad para el desarrollo minero, incluyendo el cálculo de reserva, la consideración de tamaño de operación, ensayo de tratamiento, facilidad de protección ambiental, consideracion de infraestructura y etc.

### 3) Investigación medio ambiental

Dependiendo del plan de desarrollo minero, un impacto ambiental se preve al agua, flora, fauna, condición social y calidad de agua, por lo que la protección ambiental es muy necesario realizarla , asi como investigaciones adicionales y un monitoreo ambiental.

#### 6-2-2 Area Cuellaje

Basados en los resultados de estas investigaciones llevadas a cabo en el área de Cuellaje, la posibilidad de existencia de depósitos económicos de gran escala parecen ser muy escasas. Por eso en el área de Cuellaje no se necesita investigaciones adicionales en el futuro.



**PARTE II DESCRIPCION DETALLADA**

ANALAYRE FODORUSZOKI HÍRREL



## Parte II Descripción detallada

### Capítulo 1 Investigación en el área de Junín

#### 1-1 Investigación de perforación en el año 1994

##### 1-1-1 Propósito de investigación

El propósito de la investigación es de confirmar la mineralización y su extensión e intensidad en la profundidad de las zonas mineralizadas encontradas en la parte este del río Junín y en la quebrada Fortuna.

##### 1-1-2 Método de investigación

Las investigaciones de perforación a diamantina por wire-line se realizaron en 4 pozos ( profundidad proyectada de 900 mts en total ) para confirmar la mineralización y su extensión e intensidad en profundidad de la zona mineralizada del río Junín este por 2 pozos (300 m cada uno) y de la quebrada Fortuna por 2 pozos (150 m cada uno). La localización de los pozos está indicada en la Fig. II-1-1. La localización, dirección, inclinación y profundidad de las perforaciones están indicadas en la Tabla II-1-1.

##### (1) Transporte de máquina y materiales

Maquinas perforadoras y los materiales fueron transportados por vehículos desde García Moreno hasta el helipuerto Junín, localizado en la parte central del área Junín. Desde el helipuerto hasta cada sitios de perforación se llevaron por fuerzas de hombres y caballos pasando el caminito de transporte con 2 mts de ancho, construido para este proyecto. Los sitios de perforación fueron localizados a lo largo de las quebrada de cuales agua para los trabajos fue obtenido por bomba de agua.

##### (2) Trabajo de perforar

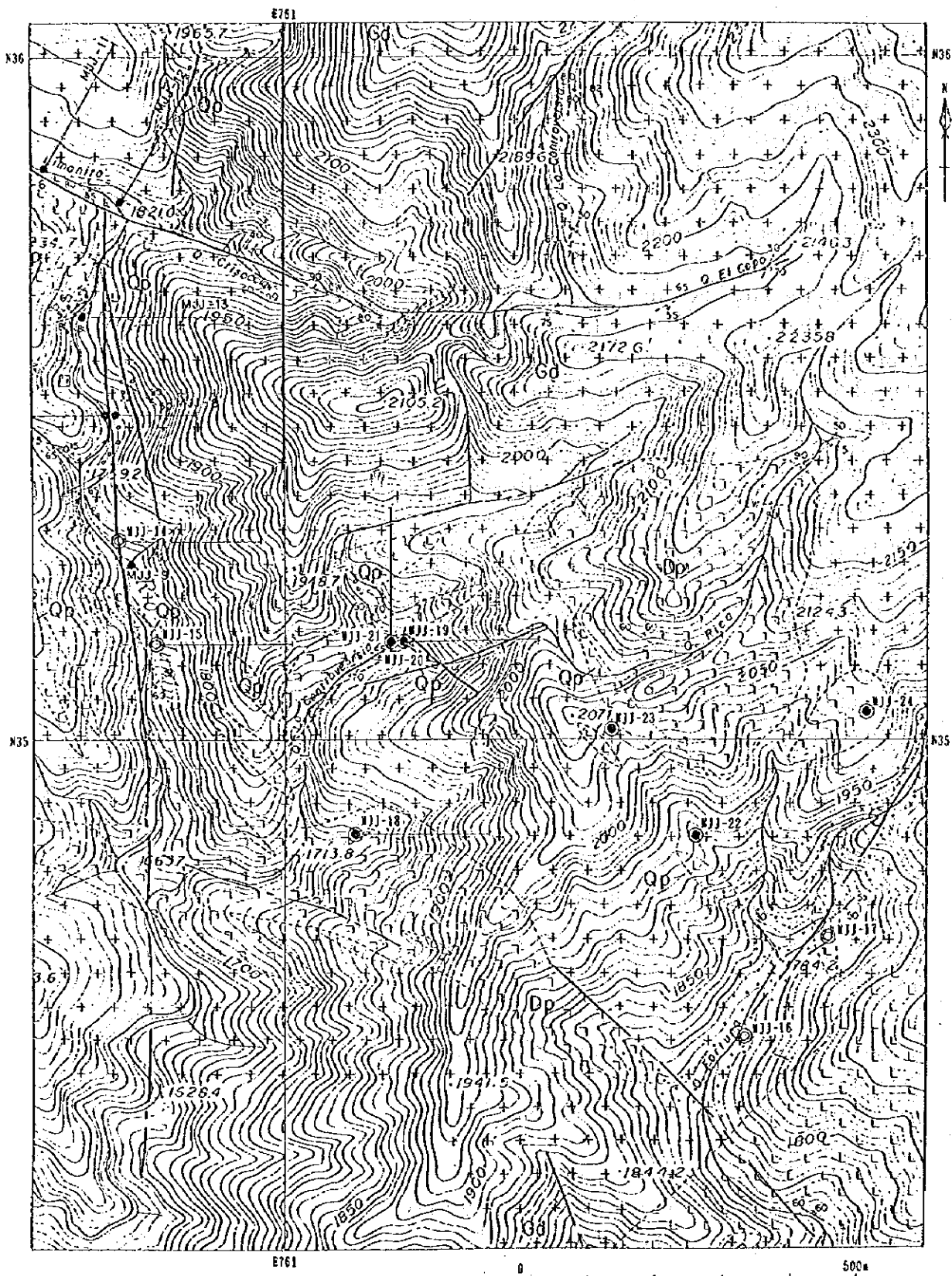
Trabajos de perforación fueron realizados por 2 turnos, entre 23 de Octubre y 16 de Diciembre 1994. El método de perforar es el sistema de wire-line a excepción del estrato de suelo superficial. Se encontró muchos aguas vivas en los pozos a lo largo del río Junín y quebrada Controversia.

##### (3) Investigación de testigo

Investigación de los testigos fue realizado en el campamento de García Moreno y compilado a columna de sondaje. Muestras para varios ensayos en laboratorio fueron tomadas. Muestras para analisis mineral fueron preparados por mitad de los testigos y en principio se llevaron muestreo continuo con una longitud de 1 m o 2 m de testigos.

##### 1-1-3 Resultado de investigación

Geología y mineralización de cada pozo están indicadas a continuación. La geología alrededor de los pozos está indicada en la Fig. II-1-1 y la perfil geológica en la Fig. II-1-2.



- Lugar de perforación (1995)
- Lugar de perforación (1994)
- Lugar de perforación (1991 - 1993)

**Fig. II-1-1** Ubicación de los pozos de perforación en el área de Junín

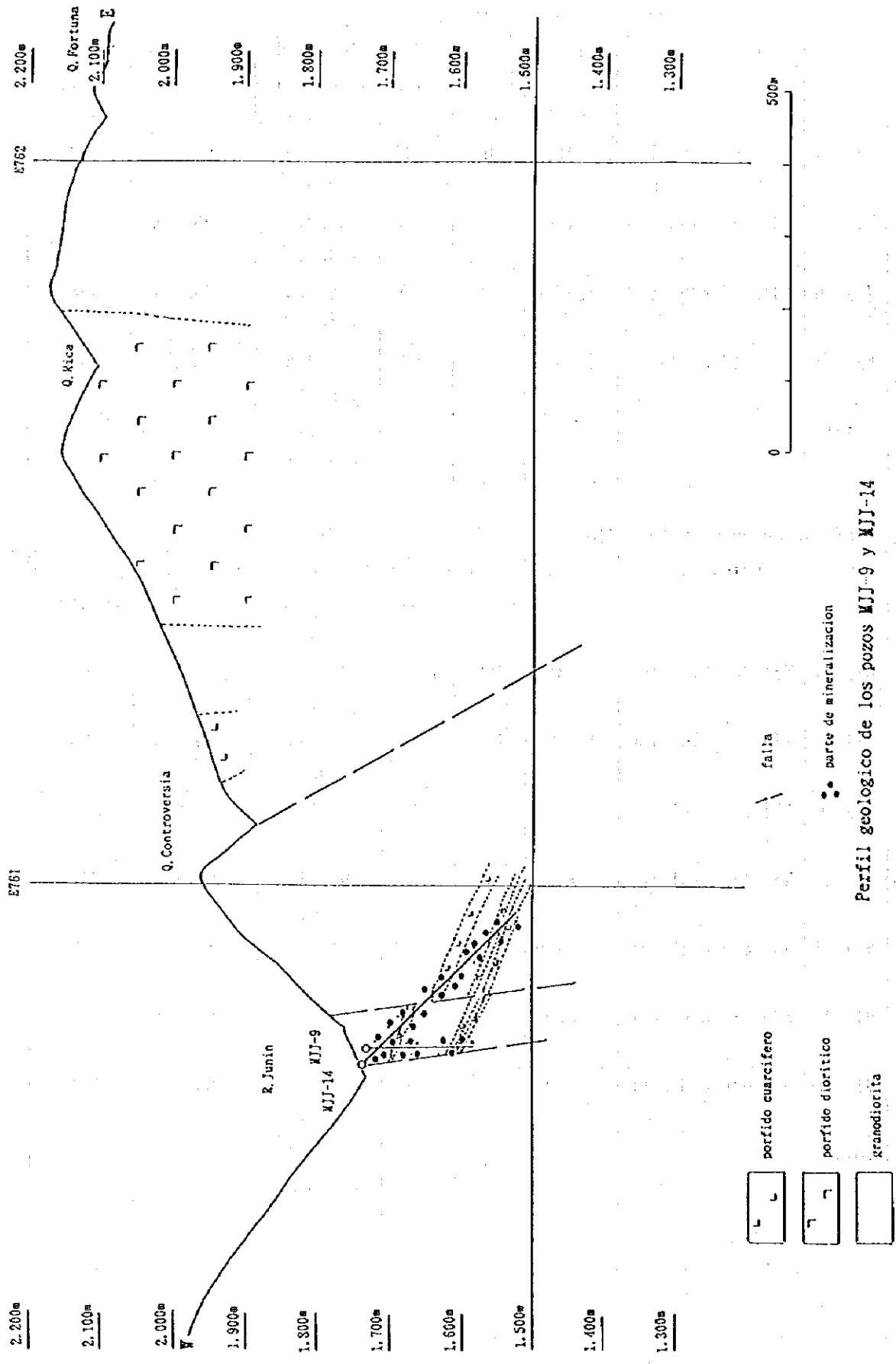
**Tabla II-1-1 Lista de perforación en el área de Junín**

**Perforacion en el area de Junin en 1994**

Pozo No.	Ubicacion	Altitud	Direccion	Inclinacion	Profundidad Resultada (Programada)	Recuperacion	Numero de Muestra
MJJ-14	N35.291 E760.755	1.737m	90°	-45°	300.58m (300m)	98.0 %	314
MJJ-15	N35.135 E760.805	1.710m	90°	-45°	301.21m (300m)	99.7 %	227
MJJ-16	N34.564 E761.687	1.769m	-	-90°	150.73m (150m)	93.1 %	148
MJJ-17	N34.710 E761.815	1.797m	-	-90°	150.25m (150m)	92.9 %	144
Total					902.77m (900m)		

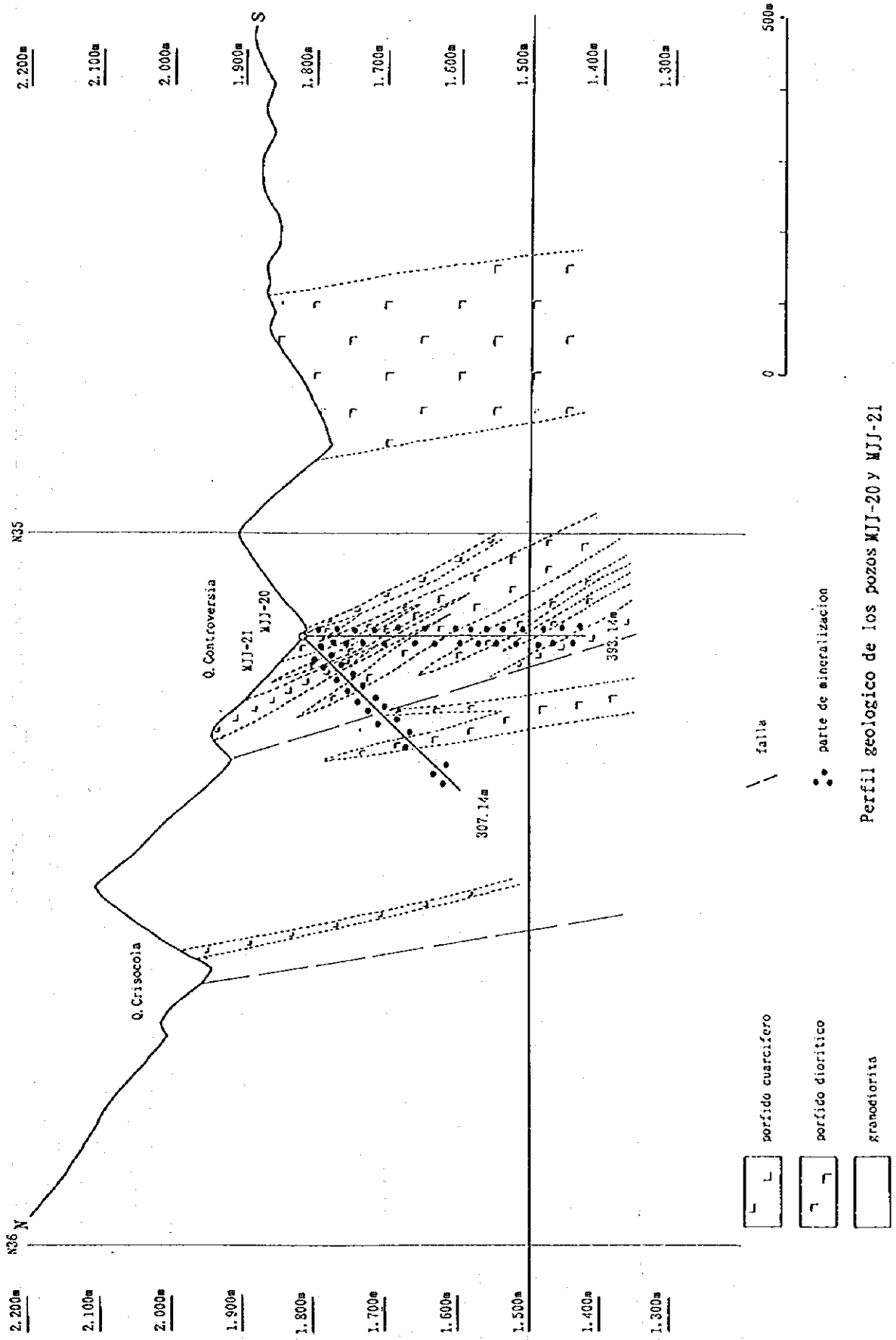
**Perforacion en el area de Junin en 1995**

Pozo No.	Ubicacion	Altitud	Direccion	Inclinacion	Profundidad Resultada (Programada)	Recuperacion	Numero de Muestra
MJJ-18	N34.864 E761.106	1.742m	90°	-45°	302.56m (300m)	97.0 %	92
MJJ-19	N35.146 E761.180	1.817m	90°	-45°	301.03m (300m)	95.2 %	290
MJJ-20	N35.146 E761.180	1.817m	-	-90°	393.14m (400m)	98.5 %	345
MJJ-21	N35.145 E761.162	1.817m	0°	-45°	307.14m (300m)	98.8 %	241
MJJ-22	N34.860 E761.615	1.911m	-	-90°	304.08m (300m)	87.7 %	146
MJJ-23	N35.015 E761.490	2.030m	-	-90°	401.68m (400m)	96.1 %	200
MJJ-24	N35.040 E761.865	2.029m	-	-90°	401.68m (400m)	96.3 %	194
Total					2.411.31m (2.400m)		

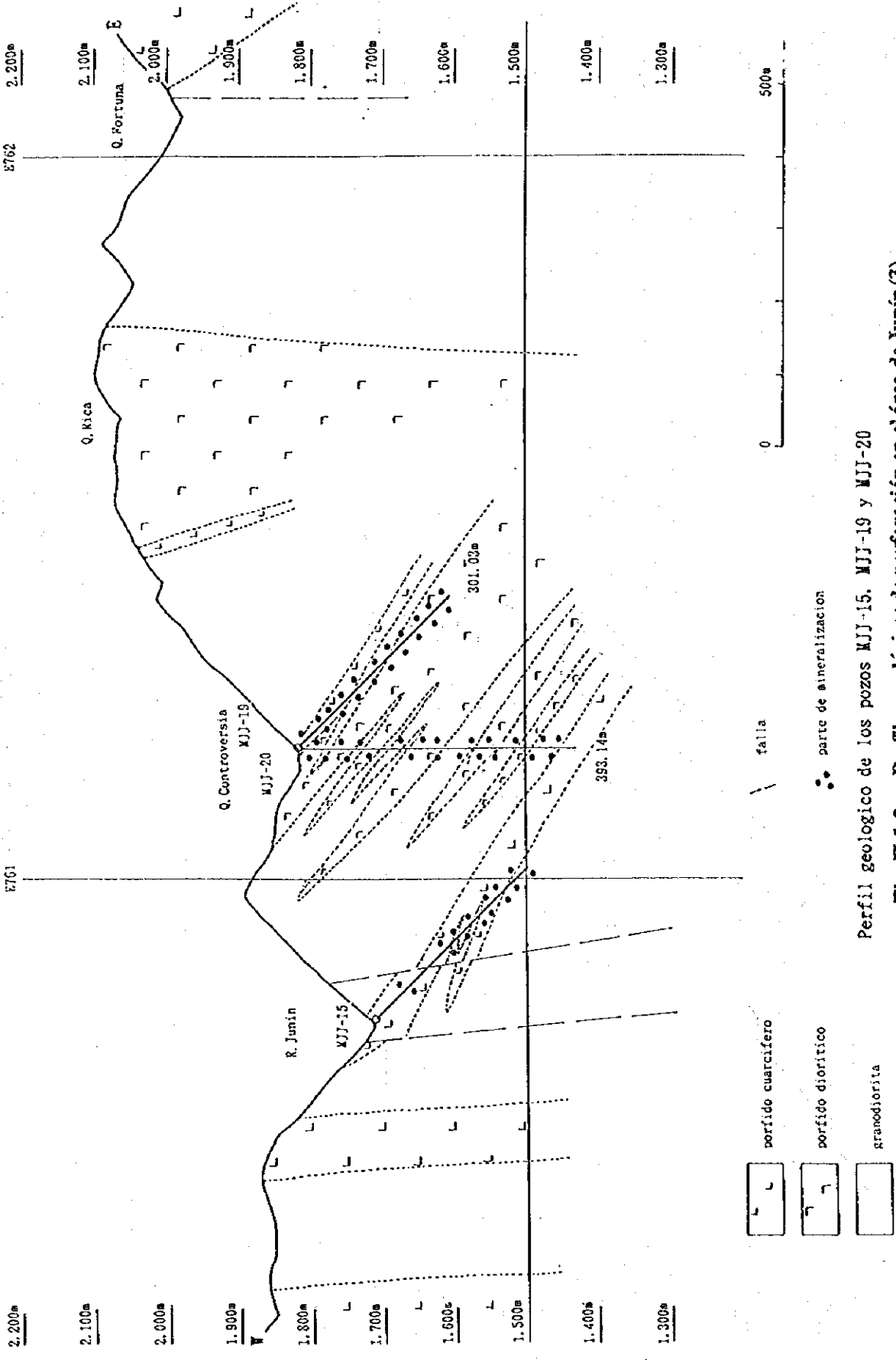


Perfil geologico de los pozos MJJ-9 y MJJ-14

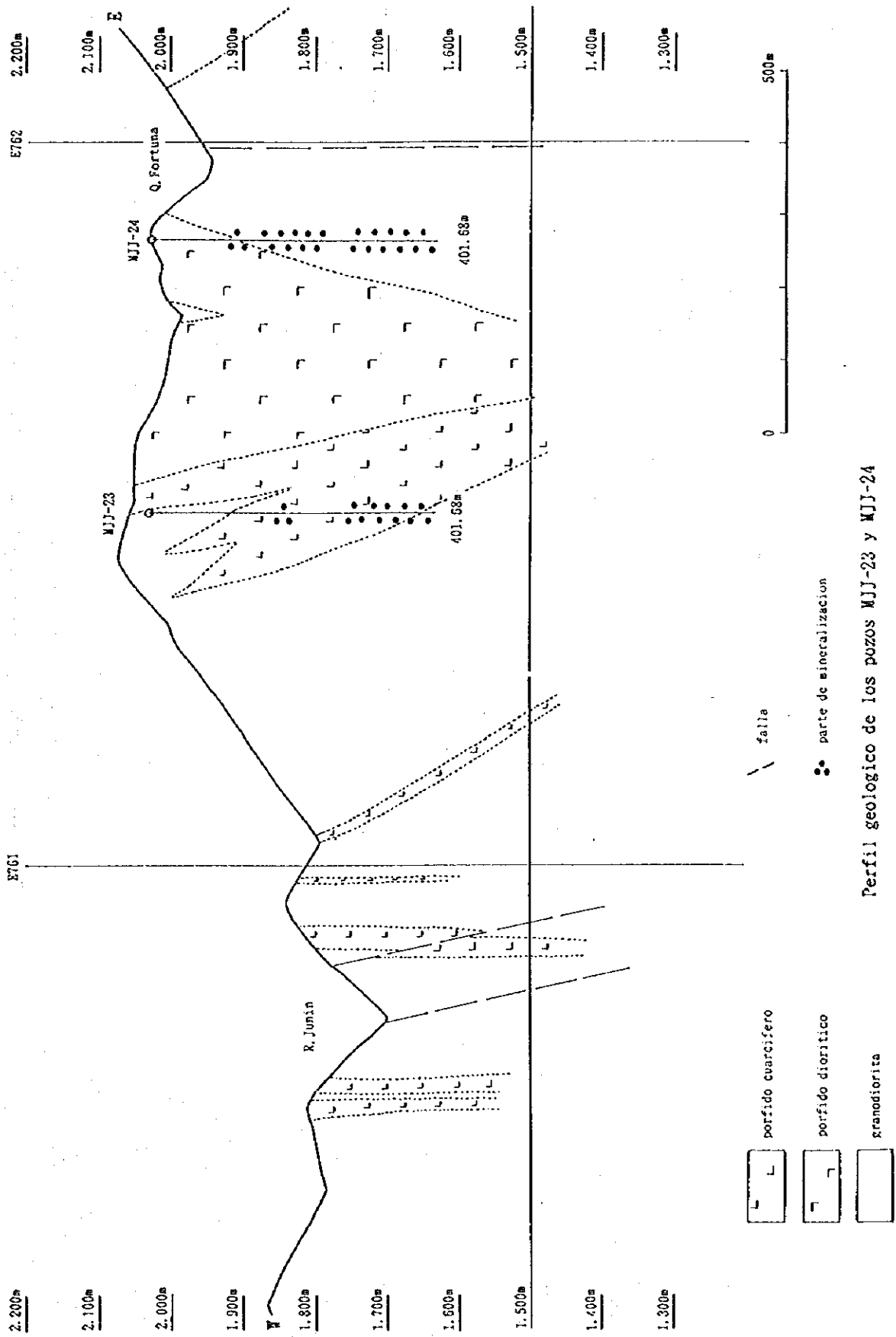
Fig. II-1-2 Perfiles geológicos de perforación en el área de Junín (I)



Perfil geologico de los pozos MJJ-20 y MJJ-21  
 Fig. II-1-2 Perfiles geológicos de perforación en el área de Junín (2)

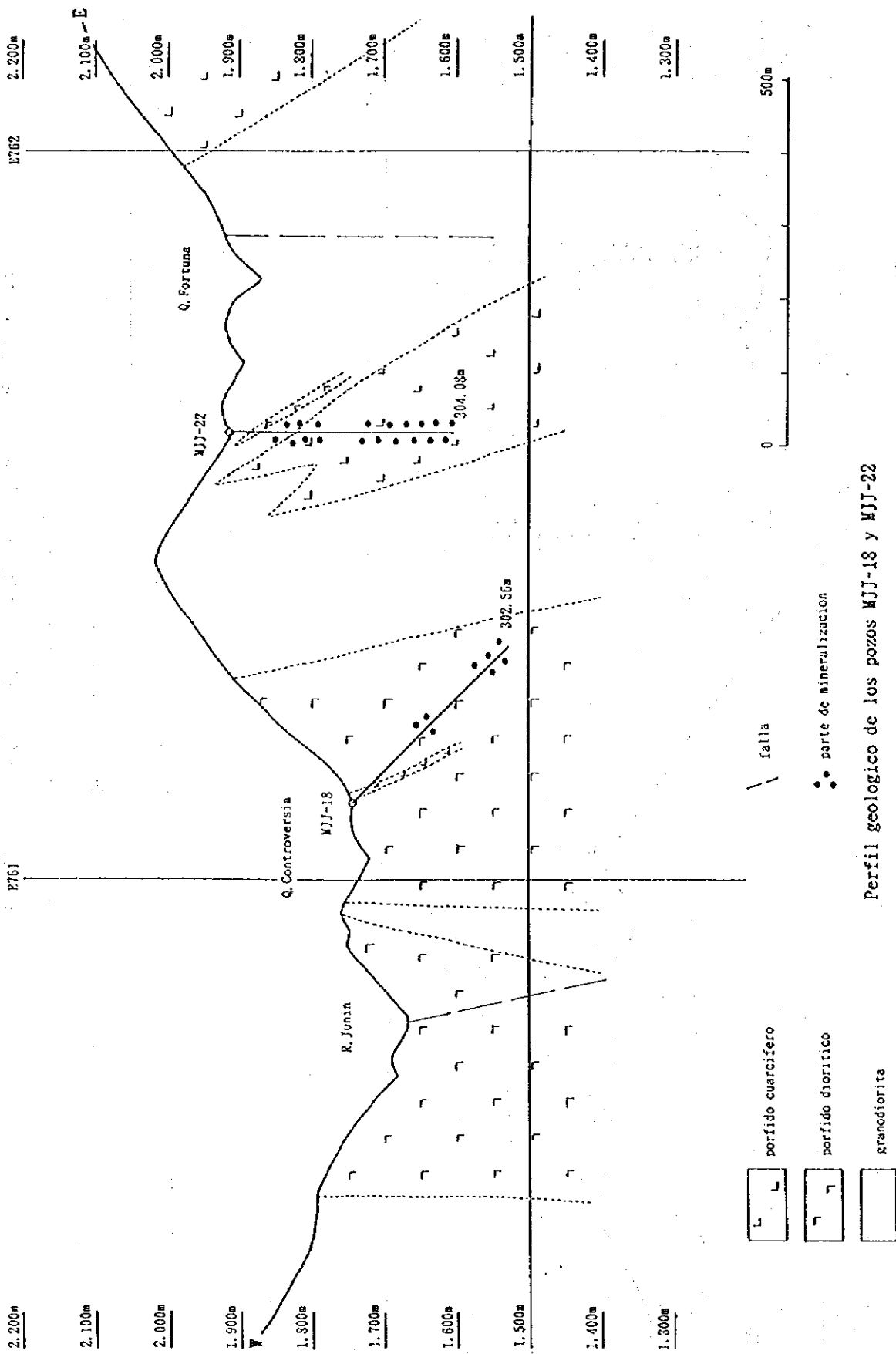


Perfil geológico de los pozos MJJ-15, MJJ-19 y MJJ-20  
**Fig. II-1-2** Perfiles geológicos de perforación en el área de Junín (3)



Perfil geológico de los pozos MJJ-23 y MJJ-24

Fig. II-1-2 Perfiles geológicos de perforación en el área de Junín (4)



Perfil geológico de los pozos MJJ-18 y MJJ-22  
 Fig. II-1-2 Perfiles geológicos de perforación en el área de Junín (5)



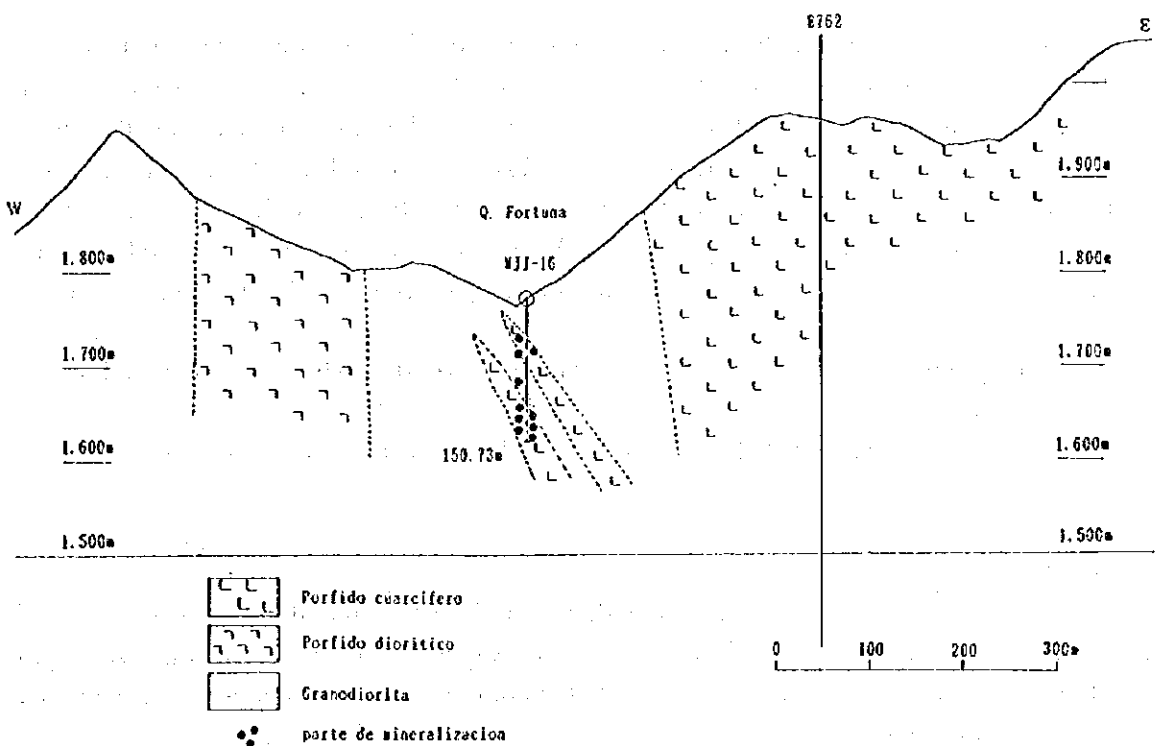
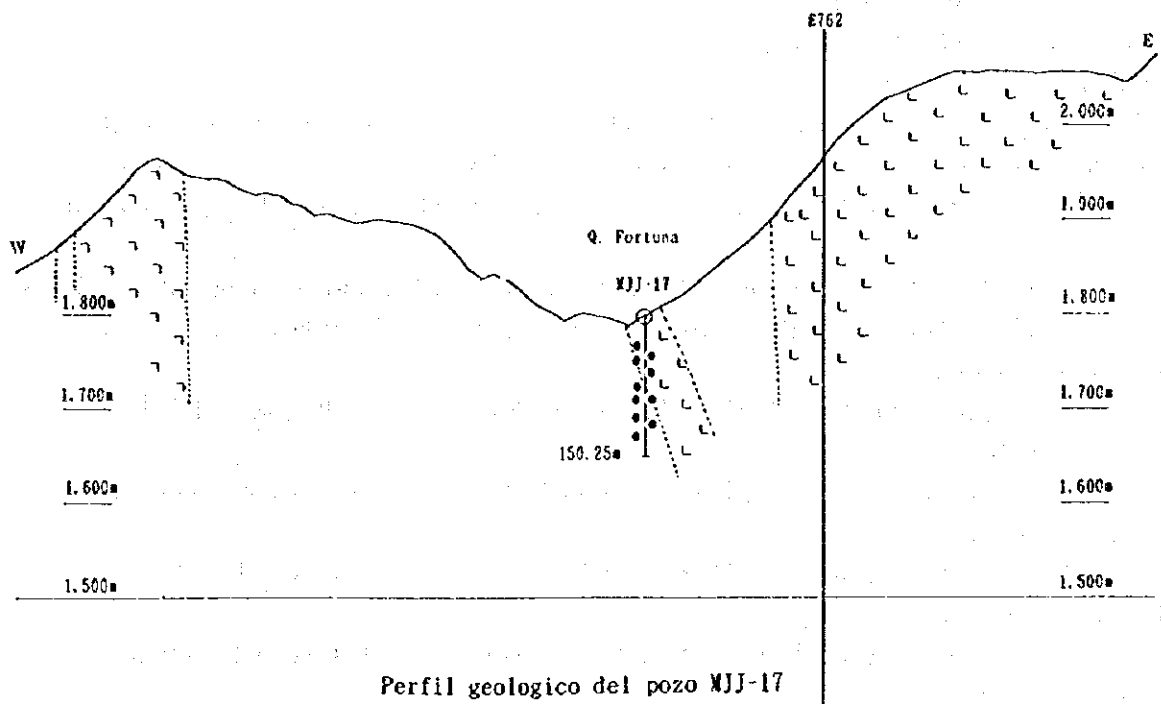


Fig. II-1-2 Perfiles geológicos de perforación en el área de Junín (6)

(1) MJJ-14

Este pozo fue perforado en granodiorita, pórfido cuarcífero y pórfido diorítico. Generalmente la cloritización y epidotización están observadas en estas rocas, y silicificación y sericitización están eminente en las zonas mineralizadas. La mineralización es de pirita, calcopirita y bornita que están en las fracturas. Pirita está en el parte superior de pozo reduciendo en la profundidad, pero calcopirita y bornita están observadas hasta el fondo de pozo. Calcocita y molibdenita se encontró en parte. La distribución de calcopirita y bornita es muy amplia.

Según los analisis químicos de 314 muestras, la ley promedio es no muy alta, pero hay una tendencia de la ley aumenta en profundidad. La ley promedio y la ley de buena parte se señalaron como sigue:

La ley promedio de 0.29% Cu, 0.022% Mo, desde 1.00 m a 300.58 m, longitud de testigo 299.58 m.

La ley de buena parte de 0.31% Cu, 0.005% Mo, desde 12.00 m a 50.00 m, longitud de testigo 38.00 m.

La ley de buena parte de 0.33% Cu, 0.018% Mo, desde 119.00 m a 179.00 m, longitud de testigo 60.00 m.

La ley de buena parte de 0.41% Cu, 0.047% Mo, desde 207.00 m a 294.00 m, longitud de testigo 87.00 m.

(2) MJJ-15

Este pozo fue perforado en granodiorita y pórfido cuarcífero. Generalmente la cloritización, epidotización y sericitización están observadas en estas rocas, y silicificación y sericitización están eminente en las zonas mineralizadas. La mineralización es de pirita, calcopirita y bornita que están en las fracturas. Pórfido cuarcífero en la profundida desde 200 m a 250 m se indica buena mineralización con silicificación, sericitización y cloritización.

Segun los analisis químicos de 227 muestras, la ley promedio es no muy alta, pero hay la ley alta cerca de pórfido cuarcífero en profundidad. La ley promedio y la ley buena se señalaron como sigue:

La ley promedio de 0.22% Cu, 0.007% Mo, desde 0.60 m a 301.21 m, longitud de testigo 300.61 m.

La ley de buena parte de 0.41% Cu, 0.016% Mo, desde 183.00 m a 301.21 m, longitud de testigo 118.21 m.

(3) MJJ-16

Este pozo fue perforado en granodiorita y pórfido cuarcífero. Generalmente la cloritización, epidotización y sericitización están observadas en estas rocas, y epidotización es muy fuerte. La mineralización es de pirita en granodiorita y pórfido cuarcífero, y calcopirita y bornita en pórfido cuarcífero.

Segun los analisis químicos de 148 muestras, la ley promedio es no muy alta, pero hay la ley alta cerca de pórfido cuarcífero en profundidad. La ley promedio y la ley buena se señalaron como sigue:

La ley promedio de 0.15% Cu, 0.001% Mo, longitud de testigo 144.60 m.