

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE GEOLOGIA, MINAS, METALURGIA**  
**Y GEOLOGICA**



**Geología, Diseño y Planeamiento**  
**a Tajo Abierto del Cuerpo Niño**  
**Perdido Mina Raura**

**Informe de Ingeniería**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE**  
**Ingeniero de Minas**

**Roberto Lira Chipana**

**PROMOCION 1984-I**

**LIMA - PERU**  
**1 993**

## I N D I C E

DEDICATORIA .....	01
AGRADECIMIENTO .....	02
INTRODUCCION .....	03

### CAPITULO I

#### ASPECTOS GENERALES

##### GENERALIDADES :

1.1 OPERACION EN TAJO ABIERTO MINA RAURA .....	05
1.2 OPERACION SUBTERRANEA .....	06
1.3 RELLENO HIDRAULICO CEMENTADO .....	07
1.4 RESERVAS DE MINERAL .....	08
1.5 OBJETIVOS .....	08
1.6 UBICACION GEOGRAFICA .....	09
1.7 ACCESO .....	09
1.8 TOPOGRAFIA .....	10
1.9 CLIMA .....	10

### CAPITULO II

#### GEOLOGIA GENERAL DE RAURA

2.1 LITOLOGIA .....	11
ROCAS SEDIMENTARIAS	
ROCAS IGNEAS	
2.2 GEOLOGIA ESTRUCTURAL .....	12
2.3 GEOLOGIA ECONOMICA .....	13

### CAPITULO III

#### GEOLOGIA DEL CUERPO NIÑO PERDIDO EN ESTUDIO

3.1 INTRODUCCION .....	14
3.2 HISTORIA .....	14

3.3	GEOLOGIA LOCAL .....	16
3.4	INTRUSIVOS .....	17
3.5	ESTRUCTURA .....	17
3.6	MINERALOGIA .....	18

#### CAPITULO IV

4.1	DISEÑO OPTIMO DEL TAJO NIÑO PERDIDO .....	19
4.2	METODOLOGIA .....	19
4.3	VALORES MINIMOS EXPLOTABLES (CUTOFF) .....	20
4.4	POSICION, FORMA Y TAMAÑO DEL CUERPO .....	21
4.5	MUESTREO Y LEYES .....	21
4.6	RESERVAS MINABLES PARA EL TAJO NIÑO PERDIDO ....	22
4.7	PLANOS TOPOGRAFICOS SUPERFICIALES, SUBTERRANEOS	
4.8	SECCIONES VERTICALES GEOLOGICAS CADA 15 MTS. Y SECCIONES HORIZONTALES.	
4.9	RADIO DE ORSBROCK .....	24
4.10	VALOR DEL MINERAL DEL TAJO NIÑO PERDIDO .....	24

#### CAPITULO V

##### PLANEAMIENTO

5.1	VIDA DE LA MINA .....	26
5.2	NIVEL DE PRODUCCION DE MINERAL Y DESMONTE .....	26
5.3	PRE-MINADO .....	27
5.4	PLAN DE MINADO .....	27
5.5	PARAMETROS G <sup>3</sup> OMETRICOS DEL TAJO .....	28
5.6	PLANEAMIENTO DE PRODUCCION .....	30

#### CAPITULO VI

##### PERFORACION Y VOLADURA

6.1	EVALUACION DE LA PERFORACION DE LA ROCK DRILL 301 .....	31
-----	--	----

6.2	DETERMINACION DE LOS TIEMPOS DE DURACION DE LAS ETAPAS DE PERFORACION .....	32
6.2.1	TIEMPO PROGRAMADO .....	32
6.2.2	DEMORA MECANICA EFECTIVA .....	32
6.2.3	TIEMPO DISPONIBLE .....	32
6.2.4	DEMORA NO OPERATIVA .....	32
6.2.5	TIEMPO DE TRABAJO .....	32
6.2.6	DEMORAS OPERATIVAS .....	33
6.2.7	TIEMPO EFECTIVO DE TRABJO .....	33
6.2.8	DISPONIBILIDAD MECANICA EFECTIVA .....	33
6.2.9	DEMORA NO OPERATIVA .....	33
6.2.10	DISPONIBILIDAD FISICA .....	33
6.2.11	VELOCIDAD DE PERFORACION .....	33
6.2.12	RENDIMIENTO POR HORAS PROGRAMADAS .....	33
6.3	CUADRO DE RENDIMIENTOS POR MESES EN MINERAL Y DESMONTE. ....	36
6.4	VOLADURA .....	38

## CAPITULO VII

7.1	CONCLUSIONES .....	40
7.2	RECOMENDACIONES .....	41
	BIBLIOGRAFIA .....	42

A MI ESPOSA, MI COMPAÑERA Y  
AMIGA DE TODA LA VIDA POR SU  
APOYO MORAL A TI MI AMOR:  
ISABEL.

A MI MADRE JULIA POR TODO EL  
ESFUERZO POR LOGRAR LO QUE  
SOY

## AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi agradecimiento a mi Alma Mater en la que me formè en el cual encontrè el apoyo incondicional de mis Profesores, a mis Compañeros de trabajo en la Cia. Minera Raura Ingenieros Raùl Valdivia, Jesùs Salamanca, Cèsar Alva; quienes me proporcionaron sugerencias e informaciones tan indispensables para realizar este tema, al Departamento de Ingenieria por el apoyo brindado en las cubicaciones de las Reservas de Mineral, gracias a todo, por su apreciable apoyo y que Dios los bendiga.

## I N T R O D U C C I O N

El diseño òptimo de un tajo abierto es una de las operaciones màs importantes para el estudio tècnico-econòmico de un Proyecto, pues ello nos proporciona el conocimiento de las reservas minables, sobre la cual se realizaràn los càculos correspondientes de las alternativas de producciòn y fijar asì los inversiones necesarias.

Es este periodo tan crítico de la Minería Peruana la Cía. Minera Raura para poder sobrevivir y salir de esta crisis minera se fija "3" objetivos.

Estabilizar la producciòn a 50,000 Tms/Mes, luego pasar en una segunda etapa a 60,000 Tms/Mes y en una tercera etapa alcanzar 75,000 Tms/Mes

Incrementar la Productividad

Bajar costos

Para lograr estos objetivos se toman las siguientes medidas :

- 1º Iniciar la parte superior de su yacimiento de mineral por el mètodo de Tajo Abierto.
- 2º Centrar la explotaciòn minera subterrànea en su mecanizada Mina Catuva, cambiando el mètodo de explotaciòn de corte y relleno, por el de càmaras y pilares con relleno cementado.

- 30 Implementar una política de incentivos para reducir su fuerza laboral a un 40%.
- 40 Una mejor administración y control estricto de los materiales en insumos directos.
- 50 Efectuar una inversión inicial de nueve millones de dólares para la compra de equipos.



# **C A P I T U L O    I**

## **ASPECTOS    GENERALES**

## GENERALIDADES

La explotación de los Cuerpos Mineralizados Betsheva-Aracelli, Catuva, Niño Perdido y Cobriza; se viene implementando por los siguientes métodos

Zona Superior : Tajo abierto (Open Pit)

Zona Inferior : Subterránea, cámaras y pilares con relleno cementado.

### 1.1 OPERACIONES TAJO ABIERTO

Se está trabajando 4 zonas bien definidas como son Cuerpo Niño Perdido, Cuerpo Catuva, Betsheva y Cobriza. El Tajo arrancó con fuerza sus operaciones recién a mediados de 1992, hubo un retraso considerable en cuanto a desbroce por falta de equipos apropiados.

En este año 1993, con la llegada de los nuevos equipos como la Pala Hidráulica RH40-D de 6m<sup>3</sup>. de capacidad de cuchara, los 4 Komatsus de 25 m<sup>3</sup>. de capacidad y la RDC 848 HC se está dando mayor impulso llegando a obtenerse en el mes de Julio un Ratio de desmonte/mineral de 10:1.

El diseño consta de las siguientes características:

Altura de Banco	10 Mts.
Ancho de Berma	7 Mts.
Ratio Desmonte/Mineral	12:1 (En la primera fase)
Distancia Tajo-Botaderos	Nº 1 a 0.9 Km; Nº 2 a 1.8 Km.; Nº 3 a 0.7 Km; Nº 4

a 0.6 Km.  
Ancho de Carretera 20 Mts.  
Gradiente de Rampas 8 %

La perforaciòn se efectua con el ROC 306, Track Drill Roc 301 y ùltimamente con el Roc 848 HC, con Brocas 6", 4", 3"1/2.

La voladura se efectua con malla rectangular con un factor de potencia de 0.21 Kg/Tms.

El carguio de desmonte y mineral ha logrado mejorar su rendimiento, con la incorporaciòn de la Excavadora Hidraùlica RH 40-D, cuyo rendimiento calculado en la pràctica es de 900 Tm/Hora, el transporte del desmonte y morrena, tambièn ha logrado alcanzar una producciòn 110 Tm/Hora con los nuevos camiones Komatsu de 25 m3. de capacidad.

## 1.2 OPERACION SUBTERRANEA

La explotaciòn subterrànea se centraliza en la Secciòn Catuva actualmente entre los niveles 540 y 590, organizàndose en 3 blocks.

El mètodo se describe como sigue, se arranca con un acceso desde la Rampa Principal (ventana), se prepara un pasadizo de secciòn 3.5 Mt x 3.5 Mt. en la caja piso, donde tambièn estàn ubicados los echaderos de mineral, distanciados a cada 30 Mts. aproximadamente.

Desde este pasadizo que tiene una posiciòn longitudinal al cuerpo se arranca las càmaras de

sección 8 Mt. x 4 Mt. en forma transversal a lo largo de la potencia (50 Mts.), dejando pilares intermedios de 8 Mt. x 4 Mt.

#### **La Perforación y Voladura :**

Para la perforación se utiliza un Boomer Electro-Hidráulico y se perfora en Breasting un promedio de 45 taladros por frente con barras de 13', el factor de perforación 0.43 Mts./Tms.

Para la voladura se utiliza el Fanel y Anfo, cargando neumáticamente con cargadores Penberty, el factor de potencia es de 0.40 Kg./Tms.

La limpieza de mineral se efectúa con los Scooptrams Eléctricos EIMCO 903 con un rendimiento de 35 Tm/Hora y Scooptrams Diesel 3 1/2 yardas cúbicas cuyo rendimiento promedio es de 65 Tm/Hora para una distancia de 80 Mt. aproximadamente.

### **1.3 RELLENO HIDRAULICO CEMENTADO**

El relleno de las cámaras se inicia acarreado desmonte de manera que se forme en la parte central de la cámara un Lomo de Corvina a lo largo de la labor para luego proseguir a rellenar con relleno cementado a una relación de 1:25, hasta dejar una luz de un metro del nuevo piso al techo.

El transporte de Mineral, desde el nivel 540 hasta la planta concentradora (2.6 Km) está a cargo

de contratistas con 4 volquetes de 13.5 m3. de capacidad y un rendimiento de 25 Tm/Hora.

#### 1.4 RESERVAS DE MINERAL UBICADO EN JUNIO DE 1993

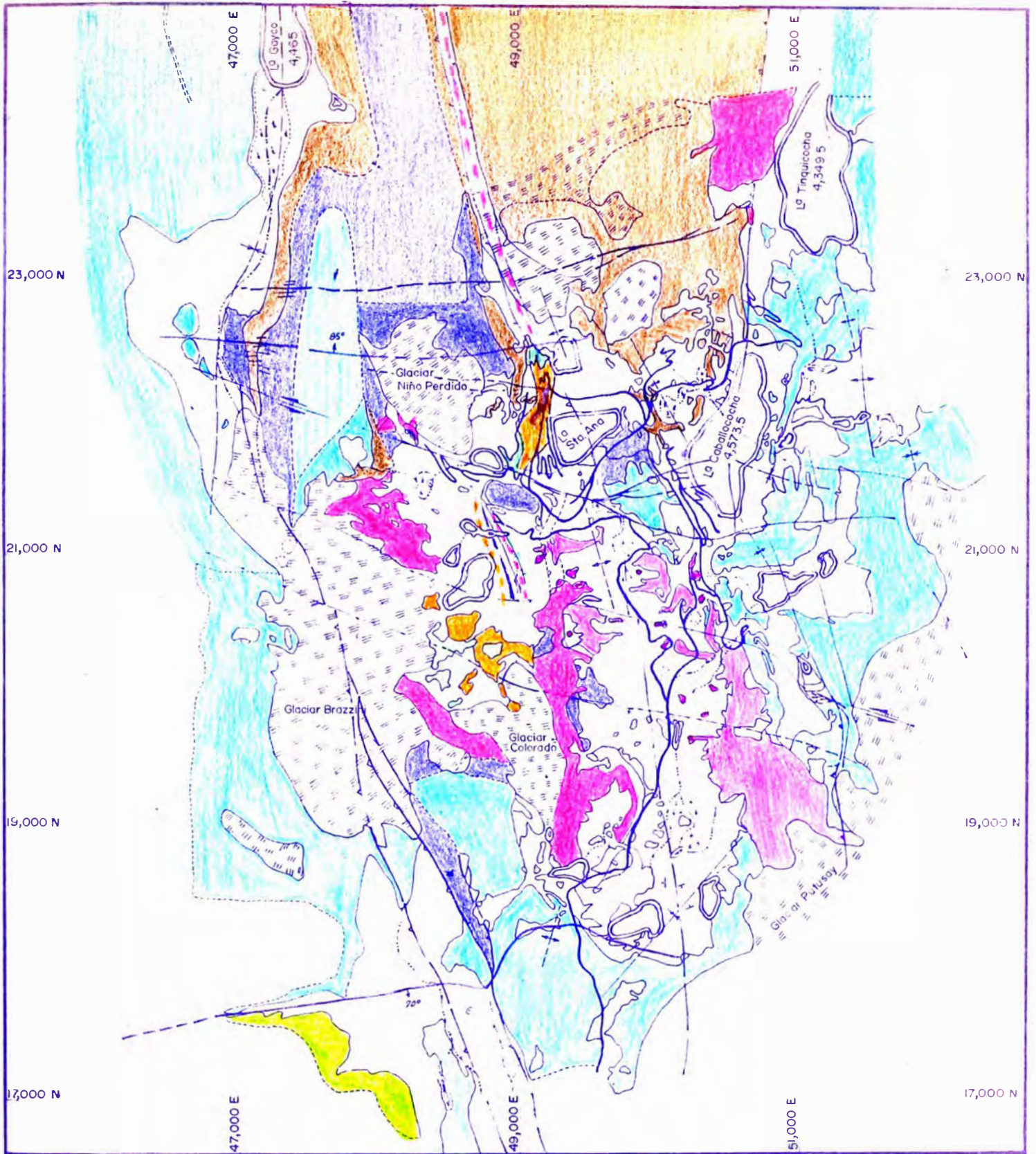
	TMS	% Cu	% Pb	% Zn	OzAg
Mina Subterrànea	3'098,814	0.52	2.54	8.63	6.92
Tajo Abierto	1'672,495	0.51	2.39	8.19	5.87
Total	4'726,309	0.51	2.49	8.48	6.56

Se menciona que debajo del nivel 540 hay un potencial superior a los 5'000,000 de T.M.S.; de igual forma en el tajo abierto hay un potencial adicional de 2'000,000 de T.M.S. que se debe cubicarse conforme avancen los trabajos de desarrollo.

#### 1.5 OBJETIVOS

Nivelar el Cuerpo Niño Perdido con los demás cuerpos en el banco 4770 en un plazo de trece meses a partir del mes de julio del 93, así incrementar la producción del Tajo.

Para la Minería Superficial, no hay tesis que determine el diseño óptimo y esto es fundamental porque nos determina las reservas minables sobre lo cual parten los demás cálculos como vida de la Mina, Secuencia, Plan de Minado, Perforación, Voladura, etc. Por lo tanto, el presente trabajo tiene por



**LEYENDA**

	Caliza Jumasha Fresca		Morrenas Fluvioglacial Talus		Contacto
	Hornfelses		Riódacita putusay		Contacto inferido
	Mármol		Riódacita putusay en facies de C		Fallas
	Brecha Santa Ana		Pórfido Niñococha		Falla inferida
	Arenisca Carhuaz				Veta, Cuerpo
	Cuarzitas Chimú				Veta, Cuerpo inferido
	Granodierita				Eje sinclinal
			Eje anticlinal		

GEOLOGIA:- Ing° J. Fernández C. 1,963

GEOLOGIA:- Ing° M. Valdez C. 1,985

REVISADO:-

REVISADO:-

**COMPANÍA MINERA RAURA S.A.**

**PLANO GEOLOGICO - MINA RAURA**

DIBUJO:- Z O S

FECHA:- Enero 1,993

ESCALA - 1/40,000

Nº

finalidad ampliar y complementar dichos puntos en forma pràctica.

El presente tema me servirà para optar el Tìtulo de Ingeniero de Minas.

#### 1.6 UBICACION GEOGRAFICA

El Distrito Minero de Raura està ubicado en la cumbre de la Cordillera Occidental, entre los Departamentos de Huànuco (Distrito de San Miguel de Cauri, Provincia Dos de Mayo), y Lima (Distrito y Provincia de Oyon).

Las coordenadas de ubicaciòn son

Latitud 10º 26'30" S

Longitud 76º 44'30" W

Coordenadas UTM: 8'845,500 N

309,700 E

La altura varìa de 4,300 a 4,800 MSNM con glaciares que alcanzan a los 5,700 MSNM.

#### 1.7 ACCESO

Para llegar a la Mina desde Lima es a travès de una Carretera afirmada que es la siguiente

De Lima - Huacho - Sayàn - Churìn - Raura; existe un desvio antes de llegar a Huacho que es por el paso de Rìo Seco se llega a Sayàn.

Por Cerro de Pasco se va a Yanahuanca - Uchucchacua-

Oyòn - Raura.

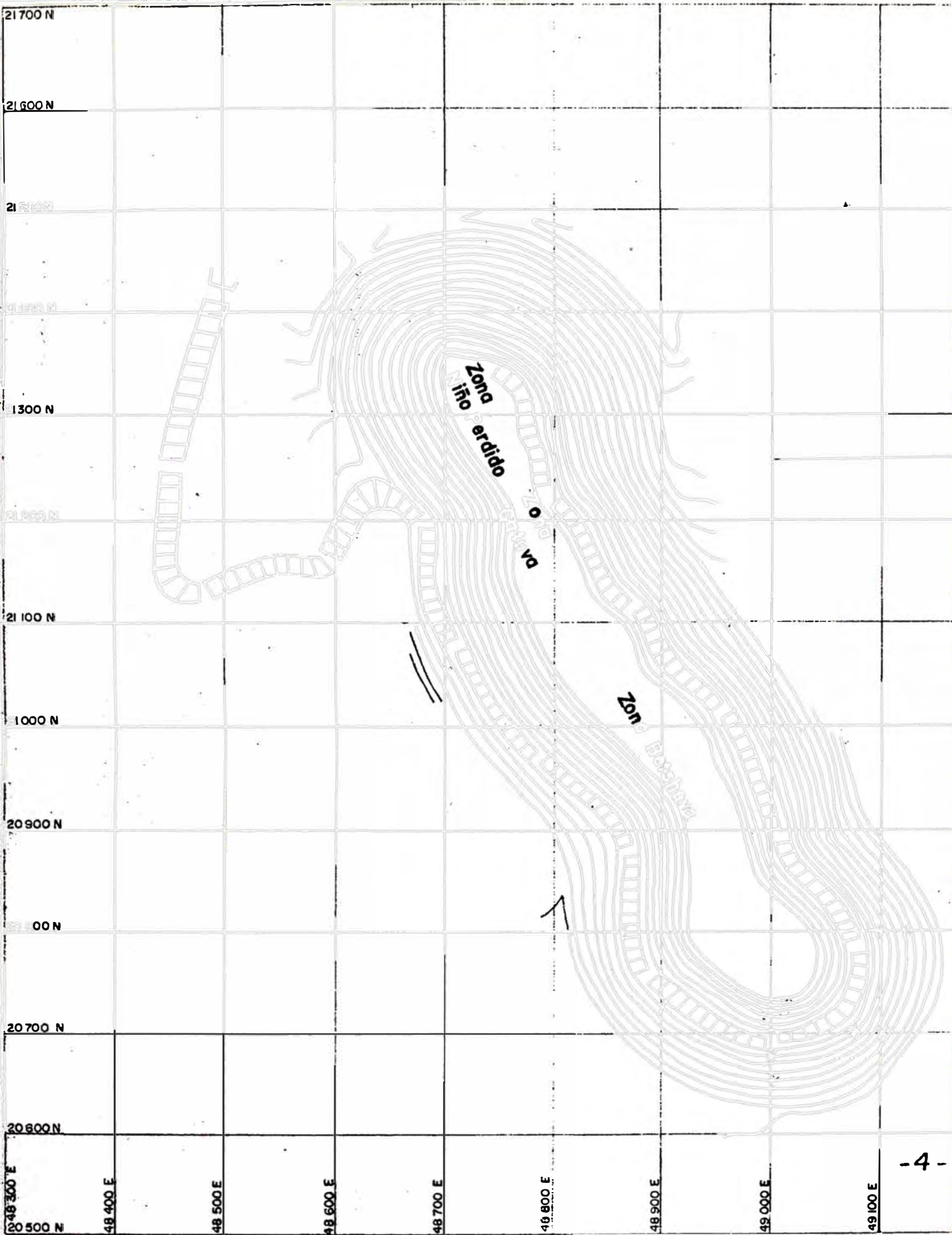
### 1.8 TOPOGRAFIA

La topografía es abrupta con valles y circos glaciares con abundantes lagunas y material morrénico.

### 1.9 CLIMA

El clima es frío y casi no existe vegetación con abundantes lluvias, nevadas durante los meses de Noviembre a Marzo generalmente; fuertes heladas en las noches especialmente la temperatura media anual es de aproximadamente de 3.09 C.





- 4 -

LOGIA:- Ing <sup>o</sup> :	<b>COMPAÑIA MINERA RAURA S.A.</b>		<b>BLOCK</b>
OPOGRAFIA:- Div. Ingenieria	<b>PROYECTO TAJO ABIERTO</b>		
DISEÑO:- ING <sup>o</sup> JHON BROADLEY T.	ESCALA:- 1 / 5,000 .	COORDENADAS:- Mag.	Fecha:- Mayo / 1991
BUJO:-			

**C A P I T U L O   I I**  
**GEOLOGIA GENERAL DE RAURA**

## GEOLOGIA GENERAL DE RAURA

### 2.1 LITOLOGIA

#### ROCAS SEDIMENTARIAS

Las rocas sedimentarias que afloran en los alrededores de la Mina Raura pertenecen a la secuencia estatigráfica del cretáceo.

Las más antiguas que se exponen al Sur Oeste y Oeste, pertenecen al cretáceo inferior (Grupo Goyllarizquizga) y están representadas por las formaciones Chimù y Carhuaz. En contacto por sobre escurrimiento se presenta la Franja calcácea de las formaciones Pariahuanca, Chulec, Pariatambo, Jumasha y Celendín Inferior con una potencia total de 1,200 Mt.

La formación Jumasha es la de mayor espesor con 800 Mt. y también la de mayor importancia porque alberga a los yacimientos minerales.

#### ROCAS IGNEAS

Se considera tres fases de la actividad ígnea en un lapso geológico comprendido entre 8 a 11 millones de años, la primera fase está representada por una intrusión subvolcánica de Dacita y Tobas Río Dacíticas del tipo explosivo. En contacto con las calizas Jumasha tiene fragmentos asimilados de esta última, una segunda fase la constituye la intrusión

de granodiorita que viene a ser la roca intrusiva más antigua del área con una edad Radiométrica de 11 millones de años. Se expone entre la Laguna Putusay alta Cerro Colorado y la Laguna Niñococha en el Sur, y sobre la Laguna Tinquicocha al Norte del Distrito.

En sus contactos con la caliza ha producido alteración llegando a formar Skarn como fase preliminar para la deposición y formación de cuerpos mineralizados, en superficie el área se encuentra limonitizada con tonalidades Ocre-amarillentos por efecto del intemperismo y procesos de oxidación-lixiviación.

Finalmente, la última fase lo representa la intrusión del pórfido dacítico, monzonítico de una edad radiométrica de 7 millones de años que originó también la formación de brecha y diques asociados al sistema de fallamiento Este-Oeste.

## 2.2 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Teniendo como patrón estructural los Andes Centrales del Perú el Anticlinal Santa Ana y el Sinclinal Caballococha son los plegamientos más importantes del área con rumbo N 20°-30°W. El sobre escurrimiento al SurOeste pone en contacto areniscas y cuarcitas del Grupo Goyllarisquizga con las calizas Jumasha.

Debido a fuerzas compresionales E-W se han producido varios sistemas de fracturamiento N 65º-80º W (vetas Gianina, Abundancia, Roxana, Torre de Cristal, Flor de Loto). Fallamiento local en bloques es un patròn estructural importante en Catuva.

Ultimas etapas de actividad tectònica por acciòn de estas mismas fuerzas, originan fallas regionales que atraviezan el Distrito Minero de Raura, representando una reactivaciòn del Sistema NE desplazando a los sistemas NW y Norte.

### 2.3 GEOLOGIA ECONOMICA

El periodo de mineralizaciòn en el Distrito Minero de Raura se produjo probablemente entre 8 a 10 millones de años con formaciòn de minerales de Cobre, Zinc, Plomo y Plata.

La mineralizaciòn se presenta principalmente como relleno de fracturas pre-existente (vetas), reemplazamientos en cuerpos metasomáticos de contacto (bolsonadas en Skarn); depòsitos tipo Stock Work.

**C A P I T U L O    I I I**

**GEOLOGIA DEL CUERPO NIÑO PERDIDO**

## GEOLOGIA GENERAL DEL CUERPO NIÑO PERDIDO

### 3.1 INTRODUCCION

**UBICACION.-** El cuerpo Niño Perdido de 1,000 M2., aflora aproximadamente a 200 mts. al Norte de la Laguna Aurora en la intercepciòn de las Coordenadas: 2140D-N y 48750-E, a una altitud de 4805 mts.

**ACCESO.-** Para llegar al Tajo Niño Perdido se usa una Carretera desde el Campamento de Raura, que va a las Lagunas Niñococha y Aurora.

De la Planta hacia el Tajo hay una distancia de 5 Kms. aproximadamente.

**3.2 HISTORIA.-** En 1904 el Ing. Fermin Màlaga Santolalla, publicò en el Boletìn de Ingenieros de Minas del Perù, una descripciòn del Cuerpo Niño Perdido que textualmente dice "hacia la Falda Oriental de la Cordillera Raura, se encuentra este Yacimiento Mineral el que se presenta, no como filones, sino en depòsitos de volumen considerable, uno de los cuales abraza en su afloramiento una superficie de àrea de 4,000 m2. y està relleno por abundante y rica Galena de grandes facetas y algo curvas debido a su naturaleza Antinonial; con una Ley de Plomo del 70% variando la Plata de 10 a 12 Onzas. La parte de la Galena que ha aflorado a la superficie, oxidada por acciòn de los agentes atmosfèricos, se ha

transformado en Anglesita (Sulfato) y Cerusita (Carbonato de Plomo)".

En 1947-1948.- Alberto Porturas, realizó un estudio geológico del Distrito Minero Raura, en el cual señala la ocurrencia de una estructura mineralizada en el Barranco que yace la actual bolsonada Niño Perdido e indica que la base de este barranco está cubierto de material morrénico.

Este mineral cubría por consiguiente en forma completa dicha bolsonada, razón por la cual, no fue ubicada entonces.

En 1963.- Los señores Delgado y Salazar, adquirieron de Cerro de Pasco, el denuncia Niño Perdido, por haber encontrado en el material Morrénico, que cubría la actual bolsonada, Serucita y Oxidos de Fierro, los cuales les sirvió como indicios para descubrir la mencionada bolsonada.

En 1959.- El Ing. Jaime Fernandez Concha, visitó y mapeó por primera vez el nivel 78 de la bolsonada de Niño Perdido.

En 1961.- G. Abele y R. Valdez, geólogos de exploraciones de Cerro de Pasco, realizaron estudios más detallados del cuerpo Niño Perdido para la Cia. Minera Raura. Con este estudio se cubió 200,000 Tcs con Leyes de 1.21 %Cu, 11.76 %Pb, 10.37%Zn y 12.48 Onzas de Ag. Posteriormente, al Sur del Cuerpo Niño



Perdido se descubrieron los Cuerpos Catuva, Betsheva, Aracelli y Primavera.

### 3.3 GEOLOGIA LOCAL

En el àrea del Tajo abierto Niño Perdido, las rocas predominantes corresponden a las calizas Jumasha, las cuales al ser intruidas por magmas Granodiorìticos y Dacìticos, fueron convertidos en Hornfelses y Màrmoles.

#### CALIZAS JUMASHA

Estas calizas afloran como una secuencia de calizas Dolomìticas y calizas en concordancia estratigràfica, el rumbo promedio N 50º W y buzàn entre 75º - 80º SW.

Las calizas Dolomìticas estàn conformadas por intercalaciones de làminas gruesas y estratos delgados haciendo una potencia promedio de 45 Mts. Estas intercalaciones, cerca a la superficie, fueron selectivas y ligeramente alteradas a Hornfelses Diopsìdicos, Silíceos o Grosularìticos y mayormente a màrmoles Dolomìticos o Calcìticos por el metamorfismo de contacto de la intrusiòn granodiorìtica. Estas calizas, previamente metamorfizadas fueron reemplazadas posteriormente por los cuerpos tubulares tipo Skarn

Cuerpo Niño Perdido al Norte; y  
Cuerpo Catuva al Sur.

Las calizas masivas, formadas por estratos gruesos a muy gruesos se extienden de la Caja Piso de los Cuerpos antedichos hacia el Este por unos 300 Mts. Estas calizas alteradas intensamente a marmol calcitico, no alojan cuerpos o vetas de importancia economica.

En resumen, solamente los horizontes compuestos de calizas dolomiticas son alterados a Hornfelses y marmoles dolomiticos y luego reemplazados por cuerpos tipo Skarn.

#### 3.4 INTRUSIVOS

Dos rocas intrusivas de alto nivel aparecen en el area del Tajo abierto Niño Perdido.

**La Granodiorita.-** Esta roca aflora sobre la Caja Techo de los Cuerpos Niño Perdido y Catuva.

La roca ocurre fuertemente fracturada, argilitizada y oxidada.

**El Pòrfido Dacitico.-** Esta roca aparece como un dique dentro del Cuerpo Catuva a pocos metros de la Caja Techo. El dique fue ligeramente cloritizado y reemplazado por Marmatita y Pirita en el piso.

#### 3.5 ESTRUCTURA

El Cuerpo Niño Perdido, cortado por fallas transversales, corresponden a las vetas Gianina,

Ragaza y otras conforme se pueden ver en los planos y secciones geológicas. Las fallas longitudinales y brechas mayormente han causado la permeabilidad de las aguas superficiales y con ello la oxidación de los sulfuros.

El contacto de la Caja Piso de los Cuerpos Niños Perdido y Catuva, con los mármoles masivos, es consistente con excepción de las zonas de falla.

### 3.6 MINERALOGIA

El Cuerpo Niño Perdido consiste de Marmatita, Esfalerita, Galena y Pirita, reemplazando a una matriz de Andradita, Clorita, Dolomita y Calcita.

En las zonas falladas y brechadas, el mineral antedicho ha sido alterado a óxidos, Azurita, Malaquita y Anglesita; los cuales hacen difícil el tratamiento para obtener concentrados de buena calidad.

En la Caja Techo el Cuerpo fue hallado y fuertemente oxidado por las aguas superficiales y se muestra arcilloso.

**C A P I T U L O    I V**

**DISEÑO DEL TAJO ABIERTO  
NIÑO PERDIDO**

#### 4.1 DISEÑO OPTIMO

La finalidad del diseño òptimo es tener mayores elementos de juicio que nos permitan tomar decisiones màs reales respecto al planeamiento operativo.

Es importante que los l mites finales del Tajo no deben tomarse como algo ya preciso o invariable porque se debe tomar en cuenta los precios, costos, leyes, etc, ya que varian con el tiempo; todo esto sólo se sabe durante el transcurso de la operaci n; podría existir cambios, pero en el futuro debe ser una mínima cantidad para obtener un buen diseño final.

#### 4.2 METODOLOGIA

Para determinar el diseño final que sea lo más òptimo con reservas minables es importante contar previamente con lo siguiente

- a) Ley de CUT OFF (Reserva Minable)
- b) Posici n, forma y tamaño del Cuerpo
- c) Muestreo y Leyes
- d) Planos topográficos superficiales, subterráneos
- e) Geología superficial y subterr nea de los planos topográficos niveles 77  y 74 .
- f) Secciones verticlaes geológicas cada 15 metros y secciones horizontales cada 10 metros.
- g) Tonelajes de Mineral y Desmonte por Bancos
- h) Radio de Desbroce

- i) Ubicaciòn de Botaderos
- j) Lìmites del Tajo Abierto
- k) Altura y Ancho de Bancos
- l) Inclinaciòn del Talud

#### 4.3 VALORES MINIMOS EXPLOTABLES (CUT OFF)

Debido a la actual coyuntura que atravieza en general la Minerìa Nacional y en particular la Cìa. Raura se ve por conveniente establecer que el estimado de reservas sea calculado a nivel CUT OFF Geològico, considerando sin embargo en el planeamiento de Minado el CUT OFF Operativo para no desmejorar la liquidez de la Empresa.

##### **CUT OFF GEOLOGICO**

Es el mineral recuperable cuyo valor es equivalente a la suma de los costos de Minado, Concentraciòn, gastos indirectos de Operaciòn y la Compensaciòn por tiempo de servicios.

Sirve para determinar el nivel de Producciòn y vida ùtil de la Mina por lo que se utiliza como mineral Marginal que se suma a las reservas.

##### **CUT OFF OPERACIONAL**

Es el mineral recuperable cuyo valor es equivalente a la suma de los costos de Minado, concentraciòn, gastos indirectos de la operaciòn,

tiempo de servicio, gastos financieros.

Si este CUT OFF comparado con el valor promedio de las reservas, resulta menor, la operación estará en capacidad de dar una contribución orientada a cubrir los costos no desembolsables de la Empresa; con el desarrollo del Tajo Abierto y la completa mecanización que ya está funcionando en gran parte el costo bajarla transformándose el CUT OFF Operacional en CUT OFF Empresarial generando utilidades.

#### 4.4 POSICION, FORMA Y TAMAÑO DEL CUERPO

En general, como se puede ver en los planos y secciones, el Cuerpo Niño Perdido y el Cuerpo Catuva conforman un horizonte mineralizado tipo Skarn de Plomo, Zinc y Plata con algo de Cobre, de forma tubular con un rumbo general de N 50° W y un buzamiento de 75° - 80° SW y una potencia promedio de 40 metros.

El area mineralizada promedio es de 100 mts.x 40 mts., 4,000 mts. en planta con una profundidad de 25 mts. desde el Banco 4,805.

#### 4.5 MUESTREO Y LEYES

En general, las leyes del Inventario de Reservas de 1992 del Cuerpo Niño Perdido son bajas con respecto al muestreo actual realizado en el Banco 4795. Este muestreo por canales promedió: 1.19% Cu,

8.15 %Pb, 8.57 %Zn y 9.82OzAg/Tcs. Estos resultados indican que a las leyes de muestreo tenemos que castigar por diluciòn y correcciòn los siguientes factores :

Cu	:	0.8403	Zn	:	0.8754
Pb	:	0.7470	Ag	:	0.7090

A partir de la fecha, vamos ha revisar los muestreos antiguos de los niveles 770 y 740, y de este modo se asignarà leyes màs consistentes al mineral o reservas del Tajo NIño Perdido.

#### 4.6 RESERVAS MINABLES PARA EL TAJO NIÑO PERDIDO

Para la explotaciòn de las reservas minerales se ha considerado los siguientes bancos : 4,800; 4,790; 4780; 4,770, cuyas reservas explotables es del orden de 158, 180 TCS, con leyes probables de 0.85 %Cu, 7.75 %Pb, 8.57 %Zn, 9.82 Oz Ag/Tcs. Estas reservas se cubicò con el apoyo del Departamento de Ingenieria de Raura de acuerdo al Diseño propuesto, de acuerdo a los alcances del estudio, el presente diseño se pretende extraer el mayor tonelaje del Yacimiento.



EN RESUMEN :

El diseño es netamente tècnico, no se estima los aspectos econòmicos, esto es la rentabilidad del Proyecto, ya que el objetivo principal es nivelar el Cuerpo Niño Perdido a los Cuerpos Catuva y Betsheva.

Los àngulos de Taludes al Este es de 80º y al Oeste 60º con un WOR = 1.71 : 1  
Esta relación hace que la explotación sea muy econòmica.

BANCO	MINERAL MINABLE TCS	DESMONTE	MINERAL EVENTUALMENTE ACCESIBLE
4800 - 4790	19,290	126,764	19,290
4790 - 4780	77,161	101,963	30,864
4780 - 4770	61,729	41,336	38,580
TOTAL	158,180	270,063	88,734

TOTAL DE RESERVAS MINABLES = 158,180 TCS

TOTAL DE DESMONTE = 270,063 TCS

RELACION : 
$$\frac{\text{Desmonte}}{\text{Mineral}} = \frac{1.71}{1}$$

#### 4.9 RADIO DE DESBROCE

BANCO	MINERAL MINABLE M3	DESMONTE M3	MINERAL EVENTUALMENTE ACCESIBLE M3
4800 - 4790	5,000	46,000	5,000
4790 - 4780	20,000	37,000	8,000
4780 - 4770	16,000	15,000	10,000
TOTAL	41,000	98,000	23,000

MINERAL : 64,000 M3.

DESMONTE : 98,000 M3.

$$\text{RADIO DE DESBROCE} : \frac{98,000}{64,000} = 1.53$$

#### 4.10 VALOR DEL MINERAL DEL TAJO NIÑO PERDIDO

Durante el mes de Julio del presente año, se ha tratado en la Planta concentradora el siguiente mineral :

TAJO : 10,500 TCS con 0.85 %Cu, 7.75 %Pb, 9.85 %Zn y 10.13 Oz Ag.

MINA : 33,871 TCS con 0.59 %Cu, 1.50 %Pb, 6.10 %Zn y 3.34 Oz Ag.

Segùn informaciòn de Lima, el valor unitario para el tipo de mineral antedicho es como sigue

MINERAL TAJO : 67.640 \$ T.C.S.  
MINERAL MINA : 52.916 \$ T.C.S.  
DIFERENCIA : 14.72 \$ T.C.S.

Esta diferencia positiva unitaria indica la condición altamente rentable del mineral del Tajo Abierto Niño Perdido, sobre todo, si se considera el bajísimo costo de explotación comparado con el de Mina.

**C A P I T U L O   V**  
**PLANEAMIENTO DE MINAS**

## PLANEAMIENTO

### 5.1 VIDA DE LA MINA

En este punto es necesario y conveniente hacer un breve comentario sobre la estimación de las razones deseables de producción y vidas establecidas de Proyectos Mineros.

En teoría es posible calcular una extracción óptima pero esto requiere el conocimiento de variables como tonelajes total, variación de leyes, variación de costos y variación de precios de los metales, esta información no es disponible para mi caso, ya que se persigue un objetivo sin tomar importancia estos puntos.

La vida del Cuerpo Niño Perdido está proyectado para un año y 4 meses tiempo en que se nivelarán todos los Cuerpos que conforman el Tajo.

### 5.2 NIVEL DE PRODUCCION MINERAL Y DESMONTE

Para una vida de un año y 4 meses se tendrá lo siguiente

Producción Anual	185,450 TCS
de Mineral	
Producción Mensual :	15,450 TCS
de Mineral	
Producción Diaria	618 TCS

Producción Anual de	98,000 m3.
Material Morrénico y Desmonte	
Producción Mensual	45,000 toneladas
de Material morrénico	
Producción Diaria	1,800 toneladas

### 5.3 PRE MINADO

A lo largo del Cuerpo mineralizado discurre un buen caudal de agua proveniente de los glaciares y constantes nevadas. Este volumen de agua es muy peligroso para la estabilidad de los Taludes del Tajo, la presencia de agua disminuye drásticamente el factor de Seguridad de los Taludes, razón por la cual es un poco dificultoso remover la capa de Morrena que existe sobre el mineral especialmente en la Caja Techo (Nor Este).

Analizando el Diseño del Tajo se decidió hacer el Pre Minado por la Zona Norte desde el banco 4805 formando una berma de 10 mt. y una profundidad de 5 mt. para así lograr una plataforma de canguño para avanzar hacia el Sur limitando el Cuerpo Niño Perdido, se calcula el mineral para iniciar la explotación de acuerdo a lo programado.

### 5.4 PLAN DE MINADO

La finalidad del Plan de Minado es lo siguiente :

- a) Tener mineral inmediatamente accesible aunque actualmente en el banco 4800 en la Zona de desbroce se tiene mineral diseminado que tiene valores económicos altos y está siendo controlado por los geólogos.
- b) La calidad y tonelajes de las reservas de mineral en el Plan de Minado.

Con respecto a los puntos a y b están totalmente garantizados debido a que el Yacimiento Mineralizado se encuentra en superficie, pero sin embargo para los planes futuros se debe realizar un desbroce de 3 : 1 para garantizar la accesibilidad a los bancos de Mineral.

## **5.5 PARAMETROS GEOMETRICOS DEL TAJO**

### **ALTURA DE BANCO**

En base a la relación desmonte mineral y trabajando una sola guardia en desbroce se trabajará con una pala hidráulica RH 40D y 4 Komatsu de 25 m<sup>3</sup>. c/u se determinó una altura de banco de 10 metros.

### **TALUD DE BANCO**

Es la línea trazada desde la Cresta del Banco hasta su pie. En nuestro caso varía de 70 a 80 grados.

### **TALUD DE OPERACION**

Es el Talud del Tajo durante los primeros meses

de operaciòn y varian de 17 a 30 grados.

#### **ANCHO DE BERMA**

Para un talvo de 70 a 80 grados y una altura de banco de 10 metros se tendrà una berma de 7 mts.

#### **ANCHO DE CARRETERA**

El ancho mìnimo es de 4 veces el ancho del camión o sea 20 mt. y una gradiente màxima de 8%.

### **PARAMETROS DEL TAJO NIÑO PERDIDO EN LA PRIMERA FASE**

Profundidad	4770 (35 mts. debajo de la superficie actual)
Nùmero de Banco	4 (Primera Fase)
Ancho Mìnimo de Banco:	7 mts.
Altura de Banco	10 mts.
Ancho de Rampa de Acceso	10 mts.
Ancho de Carretera :	10 mts.
Gradiente de Rampas	8 %
Inclinaciòn de Taludes:	70° - 80°
Radio de Desbroce	1.53
Desmonte	98,000 m3.
Mineral	247,000 TCS
Producciòn Mensual de Mineral	15,450 TCS
Tiempo de Producciòn	16 meses



### 5.6 PLANEAMIENTO DE PRODUCCION

Programa de Producción para el Mes de Agosto '93  
y los siguientes meses en el Tajo Niño Perdido es :

- 1º Mineral a romperse : 15,450 TCS  
Producción diaria sólo : 618 TCS  
de Niño Perdido
- 2º Desbroce de Material : 45,000 Ton.  
Morrénico y Desmonte
- 3º Relación WOR : 1 : 3

Para la extracción de mineral se considera los siguientes equipos en una sola guardia.

EQUIPOS	TONELAJES	HORA/DIA	HRS/MES
1 Tractor D8L Nº 1	- . -	2	50
1 Cargador 966 C	15,450	8	200
4 volquetes de capacidad 13.5 m3 de 7 horas/día	644	28	700

#### MOVIMIENTO DE MORRENA Y DESMONTE

EQUIPOS	TONELAJES	HORA/DIA	HRS/MES
Pala RH 40-D	45,000 Ton	6	150
6 m3 de Capacidad			
4 Komatsu	1,800	24	600
1 Tractor D8L Nº 2	--	2	50

ENTIDAD DE PROYECTOS  
 OFICINA CENTRAL DE PROYECTOS  
 UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS

**C A P I T U L O    V I**

**PERFORACION Y VOLADURA**

## 6.1 EVALUACION DE LA PERFORACION Y VOLADURA

El presente estudio tiene por objeto promover la utilización adecuada de los equipos de perforación aprovechando al máximo la capacidad operativa de estos equipos durante las horas programadas de trabajo.

La eficiencia de la perforación se determina de acuerdo a la velocidad de perforación, lo cual depende de la capacidad de las rocas a resistir a la penetración de la broca (Factor básico), del tipo y forma de la Broca, de la manera como actúa la Broca en el fondo del taladro (percusión, rotación, rotapercusivos, etc), del esfuerzo y velocidad de rotación, diámetros del taladro, y en muchos casos depende de la profundidad del taladro, del método y la frecuencia del barrido de Detritus que dificultan la perforación.

Además la eficiencia depende de la organización de los trabajos de perforación y voladura, así como la escala de producción, todos estos factores determinan los parámetros tecnológicos de las máquinas perforadoras y que básicamente son elegidos de acuerdo a la perforabilidad de las rocas.

El cálculo de rendimiento del equipo de perforación, se realiza en base al estudio de tiempos en operación, con el propósito de establecer el

trabajo que desarrolla el equipo y el operador durante la guardia.

El estudio de tiempos consistió en la determinación de los tiempos de duración de las etapas de perforación, duración del ciclo de perforación y rendimiento.

## 6.2 DETERMINACION DE LOS TIEMPOS DE DURACION DE LAS ETAPAS DE PERFORACION

Para evitar explicaciones reiteradas en el presente Informe estableceré la definición de los principales términos utilizados :

### 6.2.1 1º Tiempo Programado (Tp)

Es el tiempo de duración de una guardia de trabajo.

### 6.2.2 2º Demora Mecánica Efectiva (DME)

Tiempo que un equipo está en reparación mecánica.

### 6.2.3 3º Tiempo Disponible (Td)

Es el tiempo programado menos el tiempo en demoras mecánicas efectiva.

$$Td = Tp - DME$$

### 6.2.4 4º Demora No Operativa (DNO)

Es aquella demora que ocasiona el operador

### 6.2.5 5º Tiempo de Trabajo (Tt)

Es el tiempo disponible sin considerar las Demoras No Operativas.

$$Tt = Td - DNO$$

6.2.6 6Q Demoras Operativas (DO)

Es aquel tiempo que se pierde por alguna razón en la operación, puede ser por disparo, cambio de orden de trabajo, demoras en cambio de Brocas, traslado del equipo, etc.

6.2.7 7Q Tiempo Efectivo de Trabajo (TET)

Se expresa de la siguiente forma

$$TET = Tt - DO$$

6.2.8 8Q Disponibilidad Mecánica Efectiva (DME)

$$DME = \frac{\text{Tiempo Disponible (Td)}}{\text{Tiempo Programado (Tp)}}$$

6.2.9 9Q Demora No Operativa (DNO)

$$D.N.O. = \frac{\text{Tiempo de Trabajo (Tt)}}{\text{Tiempo Disponible (Td)}}$$

6.2.10 10Q Disponibilidad Física (DF)

$$DF = \frac{\text{Tiempo Efectivo de Trabajo (TET)}}{\text{Tiempo Programado (Tp)}}$$

6.2.11 11Q Velocidad de Perforación (Vp)

$$Vp = \frac{\text{Metros Perforados (Mts).}}{\text{Tiempo Neto de Perforación (Minutos)}}$$

6.2.12 12Q Rendimiento por Hora Programada (RHP)

$$RHP = Vp \times 60 \times DF \text{ (mts/Hr.)}$$

En este caso particular se aplicará un estudio a las 2 Track Drill Roc 301 alquilados por la Cia. Atacocha a la Cia. Raura desde Enero 92 a Diciembre 92.

a)	Descripción de Roca	Track Drill 1	Track Drill 2
	Granodiorita Fracturada		
	Caliza Marmolitizada		
	Porfido Dacítico		
	Cuerpos Mineralizado		
b)	Diámetro del Taladro: Pulg.	3 1/2	3 1/2
c)	Longitud de Taladros: Mts.	3.60	3.60
d)	Metros perforados :	18,370.15	2,210.50

CONTROL DE TIEMPO (Has.)

a)	Tiempo Programado	1962.00	160
b)	Demora Mecánica Efectiva	153.67	3.42
c)	Tiempo Disponible	1806.33	156.58
d)	Demora No Operativa	568.08	59.25
e)	Tiempo de Trabajo	1238.25	97.33
f)	Demora Operativa	55.17	10.50
g)	Tiempo Efectivo de Trabajo	1183.08	86.83
	Tiempo de Maniobras	394.33	28.92
	Tiempo Neto de Perforación	788.75	57.91

FACTORES DE RENDIMIENTO	Track Drill Nº 1	Track Drill Nº 2
Disponibilidad Mecànica Efectiva	0.92	0.98
Demora No Operativa	0.69	0.62
Eficiencia Operativa	0.96	0.89
Disponibilidad Fìsica	0.60	0.54

RENDIMIENTOS :

Velocidad Neta de Perforaciòn (Mts./Min.)	0.34	0.30
Rendimiento por Hora Efectiva (Mts./Hora)	13.80	12.20
Rendimiento por Hora Programada (Mts./Hora)	8.30	6.60
Rendimiento por Guardia a 8 horas (Mts./Guardia)	66.40	65.60

El presente resumen de tiempos y rendimientos de los equipos de Perforaciòn, donde se indican un factor de Disponibilidad Mecànica Efectiva del 92% que es aceptable pero se puede mejorar.

Asimismo, la velocidad de perforaciòn neta es de 0.34 Mts./Min. ò 1.12 pies/min.

Se fue optimizando la malla de Perforaciòn, logràndose obtener una malla de 2.50 x 2.20 mts. para mineral y 3.50 x 2.50 mts. para Desmonte, con diàmetro de taladas 3 1/2".

El factor de utilización de taladros es de 0.99, esto significa que el 1% de los metros perforados se pierde por diversas razones como comunicación de taladros a tajfos antiguos, mal terreno, etc.

**CUADRO DE RENDIMIENTOS DE PERFORACION  
(MTS. PERF/HR. EFECTIVA) AÑO 1992**

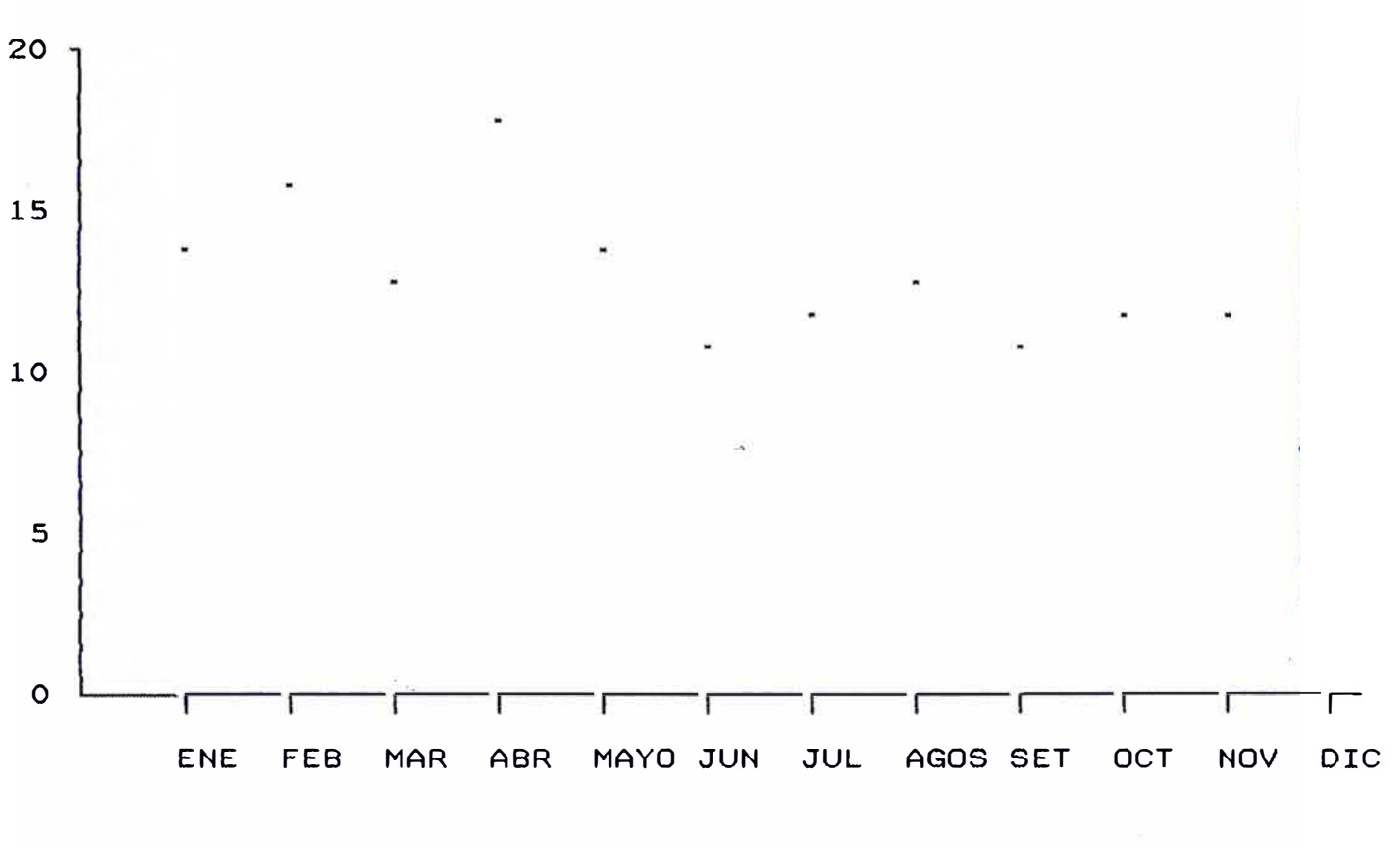
**ROCKDRILL 301 NQ 01**

MESES	MINERAL	DESMONTE	TOTAL
Enero		14.3	14.3
Febrero	15.5	15.1	15.3
Marzo	12.5	15.6	14.05
Abril	18.6	15.0	16.8
Mayo	10.6	18.7	14.65
Junio	10.5	11.3	10.9
Julio	11.7	12.3	12.0
Agosto	12.3	14.8	13.5
Setiembre	11.2	11.9	11.5
Octubre	12.8	12.9	12.8
Noviembre	14.5	10.8	12.6
Diciembre	12.6	11.4	12.0
Total	13.0	13.7	13.4



RENDIMIENTO DE PERFORACION

TRACK DRILL 301



**CUADRO DE RENDIMIENTOS DE PERFORACION  
(MTS. PERF/HR. EFECTIVA) AÑO 1992**

**ROCK DRILL 301 Nº 02**

MESES	MINERAL	DESMONTE	TOTAL
Enero	--	12.9	12.9
Febrero	6.0	--	6.0
Marzo	--	--	--
Abril	--	--	--
Mayo	16.5	--	16.5
Junio	--	--	--
Julio	--	--	--
Agosto	--	--	--
Setiembre	--	--	--
Octubre	--	--	--
Noviembre	--	--	--
Diciembre	--	--	--
Total	10.4	12.9	12.2

**6.4 VOLADURA**

Como se puede observar la Perforación y Voladura van juntos y tienen una gran importancia en todas las demás fases del Ciclo de Minado.

La variable de Voladura más importante es la dimensión del Burden, que es la distancia perpendicular medida desde la carga a la cara libre más cercana.

Para su càculo se tiene muchas teorías como la de Levingtons, Pearse, Ash, etc.

En el Tajo Abierto debido a la falta de equipo que perfore màs de 10 mts. de profundidad, se optò en perforar 3.60 mt. de profundidad con mallas de 3.50 x 2.50 mts. para Desmote y Mineral 2.50 x 2.20 mts. con diàmetro de Broca de 3.50".

Perforaciòn y Voladura en el banco 4815 N

1Q	Malla (Desmote)	$3.50 \times 2.50 = 8.75$	m <sup>2</sup> .
2Q	Long. Taladro	$3.60 \times 90 \% = 3.25$	
3Q	Volumen de Taladro	$3.50 \times 2.50 \times 3.25 = 28.4$	m <sup>3</sup> .
4Q	Tonelaje x Taladro	$28.4 \times 2.7 \text{ TN/m}^3 = 76.68$	
5Q	Perfacion Especifica	$3.25/76.68 = 0.042$	mt/Ton.

EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS DE VOLADURA :

-	Dinamita Gelatina Especial 75% x 1 1/8	.....	27 Kgr.
-	Nitrato de Amonio grado Anfo 36.4 %	.....	635 Kgr.
-	Cordòn Pentacor Detonante SGR	.....	450 mts.
-	Fulminante Antiestático No Elèctrico	.....	02
-	Mecha de Seguridad	.....	16'
-	Petroleo Diesel NQ 2	.....	13 Gal.
-	Retardos	.....	65
-	Factor de Potencia	.....	0.16 Kg/Tn

**C A P I T U L O   V I I**

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 7.1 CONCLUSIONES

En el àrea del Tajo Niño Perdido ocurre un Horizonte de 45 mts. de potencia, compuesto de calizas dolomíticas. Estas calizas previamente alterados, son las que alojan al Cuerpo Niño Perdido y otros Cuerpos del Sur.

Hasta el nivel 770, el tonelaje a explotarse con Tajo Abierto totalizó 246,914 TCS, que a un ritmo de producción de 15,450 TCS por mes se tiene un periodo de producción de 13 meses.

El radio de desbroce alcanzó 1.53, cuyo Desmante Total es de 270,063 Ton.

Las leyes de muestreo para el banco 4795, promedió 1.19 % Cobre, 10.91 % Plomo, 9.71 % Zinc y 13.85 Onzas de Plata con TCS.

El presente trabajo se preparó con el objetivo que sirva como modelo teórico de algunos puntos.

Reserva minable es la parte mineralizada por encima un CUT OFF que se puede realmente explotar.

El diseño del Tajo no tiene ninguna restricción por tener una relación casi constante de desbroce de 3:1.

En la secuencia de Minado se trata de trabajar con la mejor Ley durante esta crisis minera.

La variable de perforación más importante es la velocidad de penetración y es de 0.34 mts. por minuto con la perforadora Rock Drill 301.

La disponibilidad mecánica efectiva de la perforadora es de 92% pudiendo mejorarse esto.

## 7.2 RECOMENDACIONES

Reinterpretar la Geología y reservas de Mineral de los Cuerpos Niño Perdido y Catuva desde el nivel 770 hasta el nivel 630.

Reacondicionar la chimenea R.B. N<sup>o</sup> 5, como Ore Pass para mejorar el transporte de Mineral.

Se recomienda tener presente que los Minerales por debajo del CUT OFF almacenarlos en canchas especiales para tratarlas en condiciones favorables.

Se debe llevar el Desmonte a los botaderos más lejos posibles, ya que a medida que va profundizando el Tajo va ser necesario usar los más cercanos.

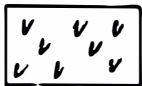
Se recomienda hacer un estudio de Drenaje de aguas para evitar colapsar Tajos Antiguas ya que todo el agua entra al Tajo.



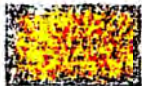
## LEYENDA



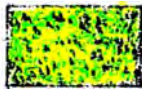
Mármol



Intrusivo Dácítico



Intrusivo Granodiorítico



Hornfeles con diss. Marmatita 4 %



Pirita



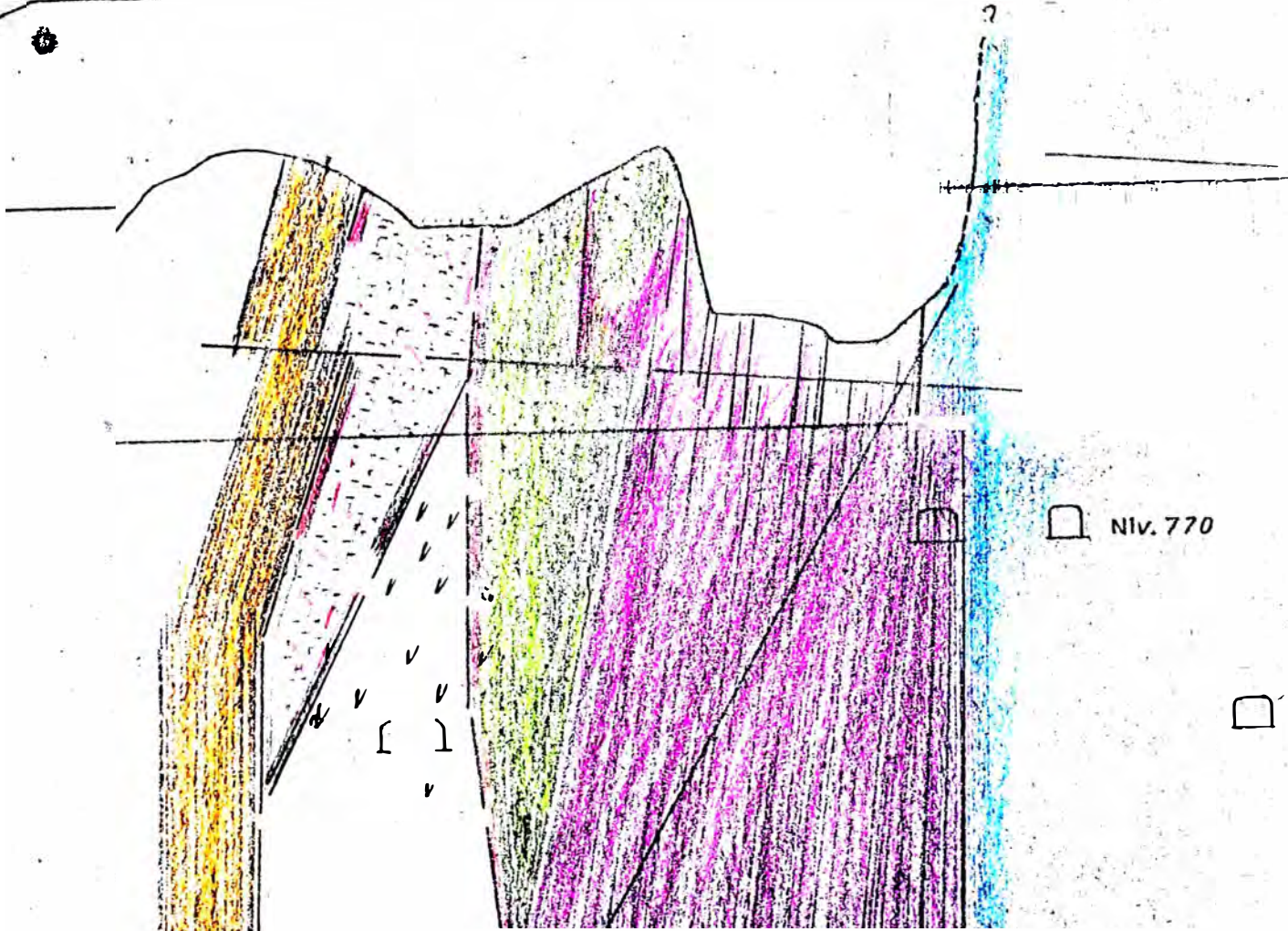
Mineral Económico



Tajo Catuva Antiguo



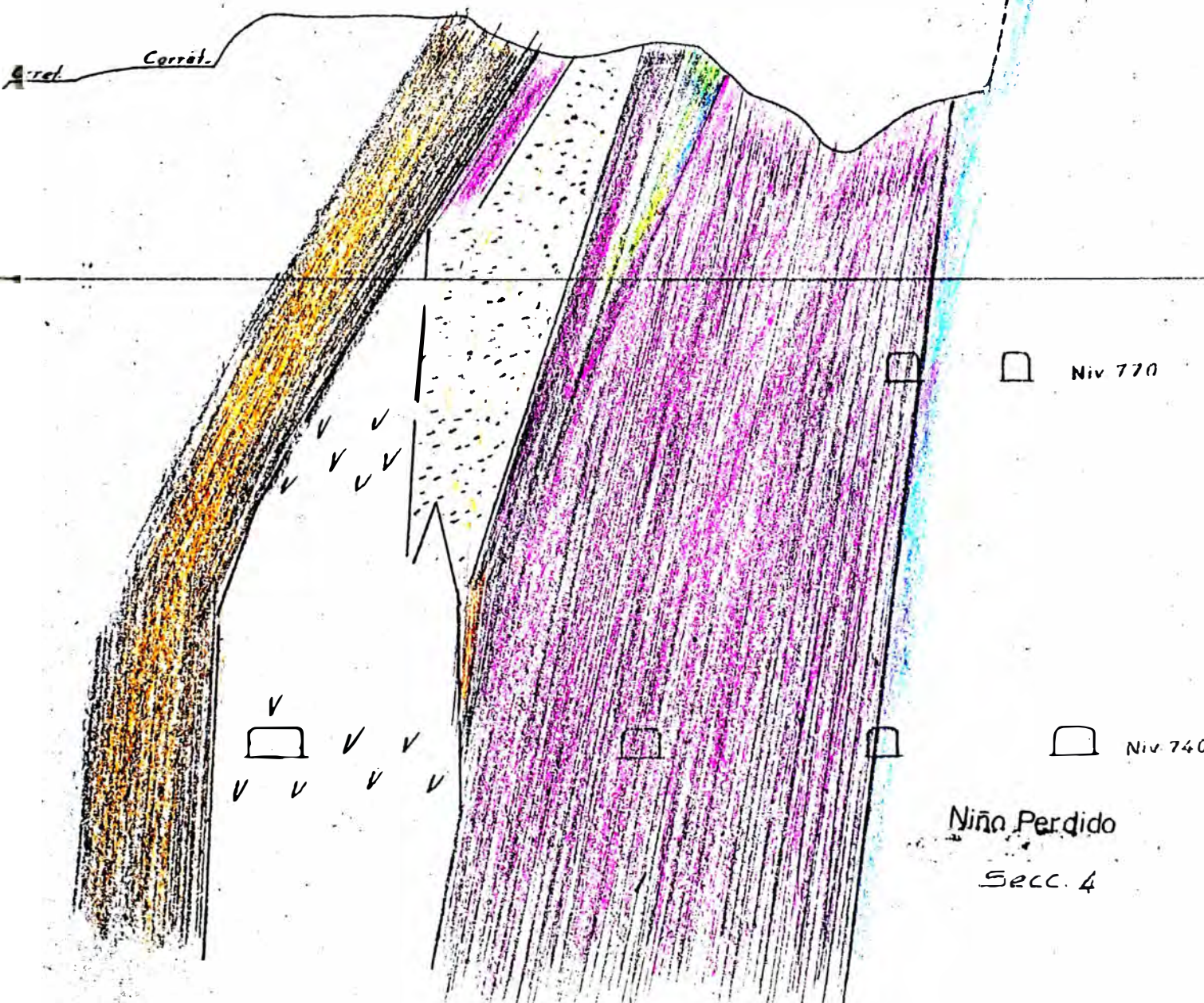
Corref.



NIV. 770

Niño Perdido  
Secc. 3

L de R



Niño Perdido  
Secc. 4

L. de

Corretero

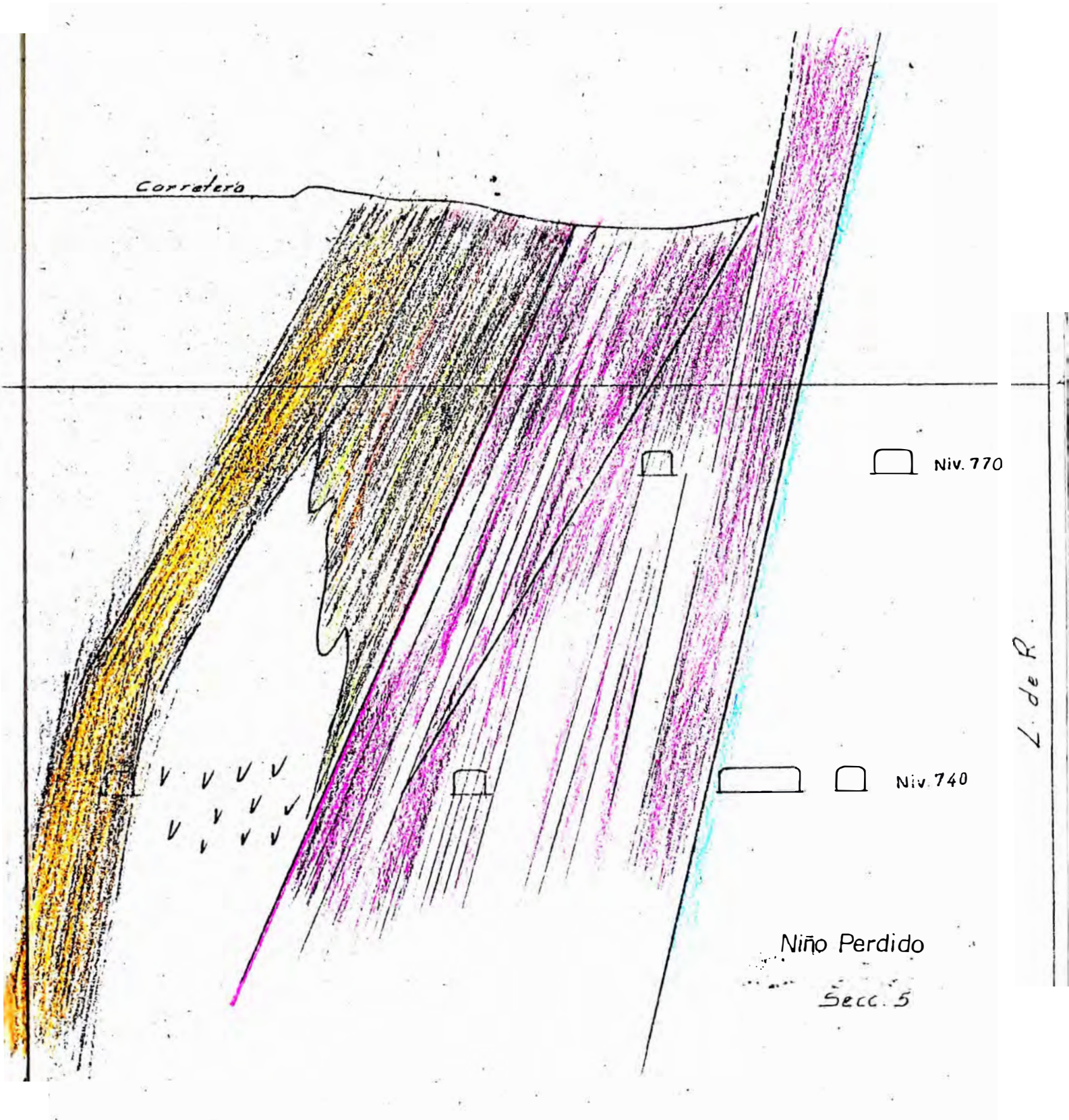
Niv. 770

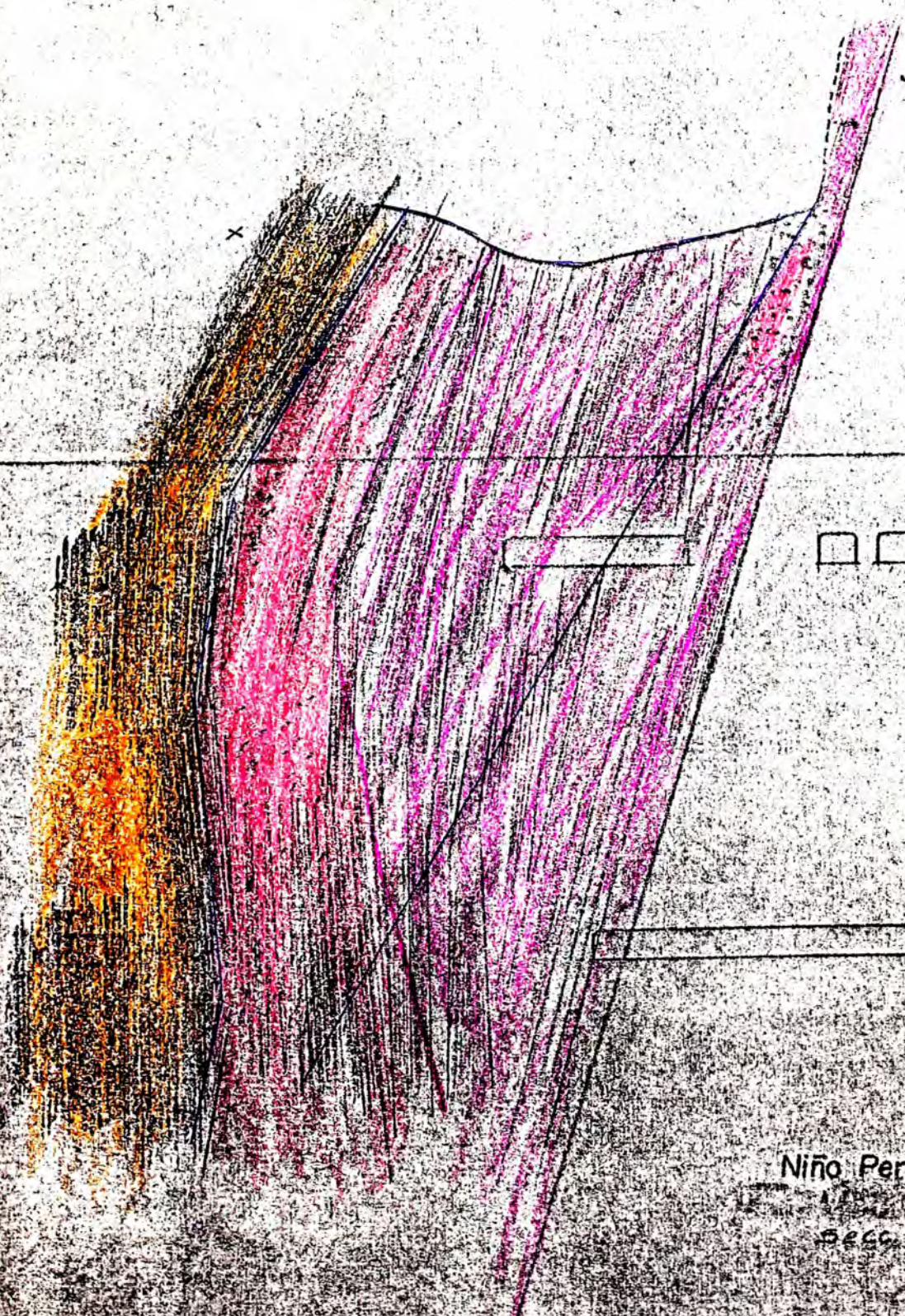
Niv. 740

Niño Perdido

Secc. 5

L. de R.





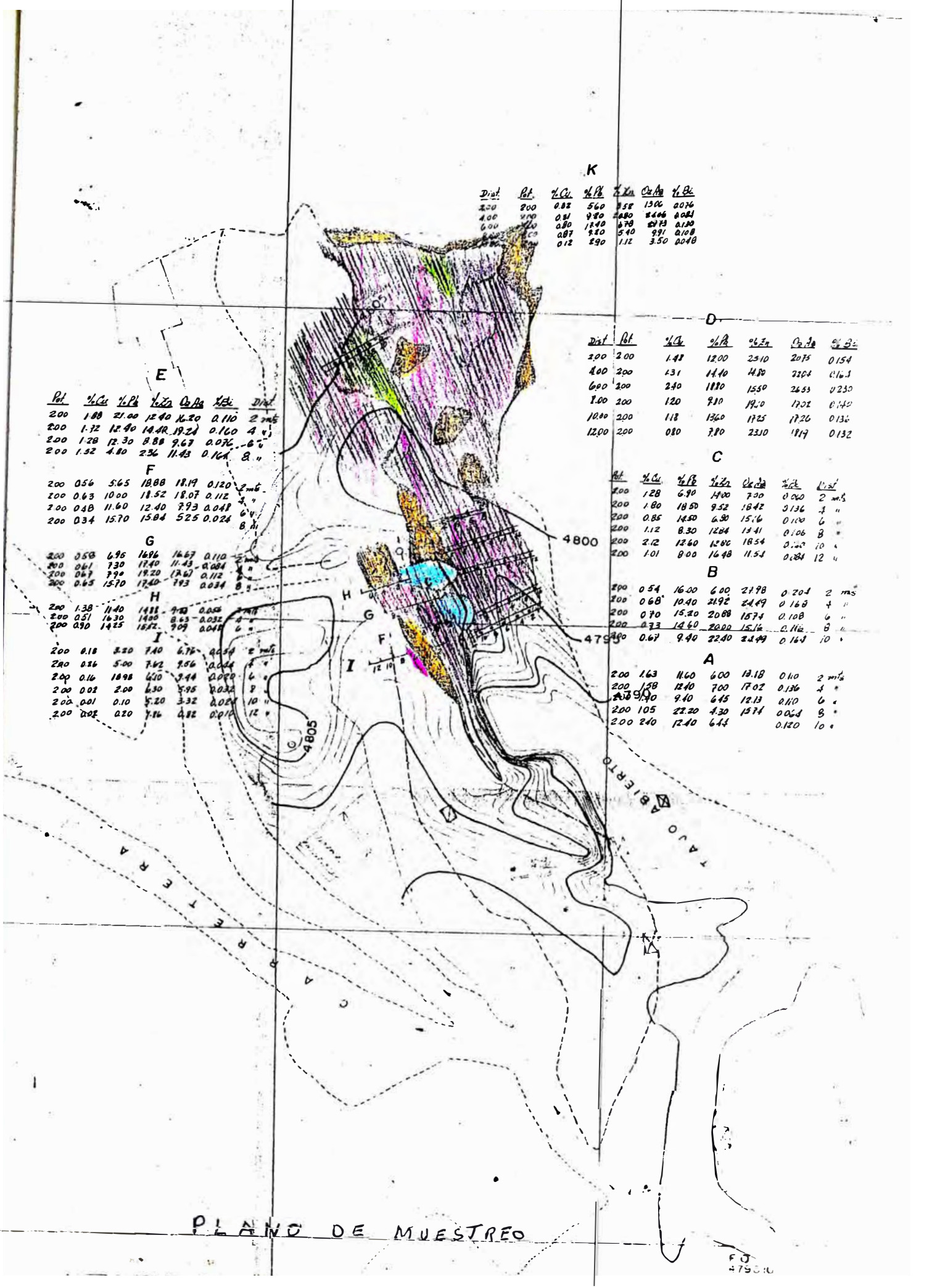
□ □ Niv. 770

□ Niv. 740

Niño Perdido  
SECC. 6

L. de R.

PLANO DE MUESTREO



Pt.	%Ca	%P	%K	Ca/P	K/P	Dist.
200	1.88	21.60	12.40	16.30	0.110	2 ms
200	1.72	12.40	14.4R	19.24	0.160	4 "
200	1.28	12.30	8.88	9.67	0.076	6 "
200	1.32	4.80	2.36	11.43	0.164	8 "

Pt.	%Ca	%P	%K	Ca/P	K/P	Dist.
200	0.56	5.65	18.88	18.19	0.120	2 ms
200	0.63	10.00	18.52	18.07	0.112	4 "
200	0.48	11.60	12.40	7.93	0.048	6 "
200	0.34	15.70	15.84	5.25	0.024	8 "

Pt.	%Ca	%P	%K	Ca/P	K/P	Dist.
200	0.58	6.95	16.96	16.67	0.110	2 ms
200	0.61	7.30	17.40	11.43	0.084	4 "
200	0.67	7.90	19.20	17.67	0.112	6 "
200	0.65	15.70	17.40	7.93	0.034	8 "

Pt.	%Ca	%P	%K	Ca/P	K/P	Dist.
200	1.38	11.40	14.88	9.40	0.058	2 ms
200	0.51	16.30	14.00	8.63	0.032	4 "
200	0.90	14.25	18.72	7.09	0.048	6 "

Pt.	%Ca	%P	%K	Ca/P	K/P	Dist.
200	0.18	3.20	7.40	6.75	0.054	2 ms
200	0.36	5.00	7.62	7.56	0.044	4 "
200	0.16	18.98	6.30	3.44	0.020	6 "
200	0.02	2.00	6.30	5.95	0.032	8 "
200	0.01	0.10	5.20	3.32	0.024	10 "
200	0.02	0.20	7.16	4.82	0.016	12 "

K

Pt.	%Ca	%P	%K	Ca/P	K/P
200	0.82	5.60	1.58	13.06	0.076
400	0.81	9.80	4.80	24.06	0.084
600	0.80	12.40	6.79	27.23	0.120
800	0.87	9.40	9.91	9.91	0.108
1000	0.12	2.90	1.12	3.50	0.048

D

Pt.	%Ca	%P	%K	Ca/P	K/P
200	2.00	1.48	12.00	25.10	20.75
400	2.00	4.31	14.40	44.80	22.04
600	2.00	2.40	11.80	15.50	26.53
800	2.00	1.20	9.10	19.20	17.02
1000	2.00	1.18	13.60	17.25	17.26
1200	2.00	0.80	7.80	23.10	19.17

C

Pt.	%Ca	%P	%K	Ca/P	K/P
200	1.28	6.90	14.00	7.00	0.060
200	1.80	18.50	9.52	18.42	0.136
200	0.85	14.50	6.30	15.16	0.100
200	1.12	8.30	12.84	15.41	0.106
200	2.12	12.60	12.80	18.54	0.120
200	1.01	8.00	16.48	11.54	0.084

B

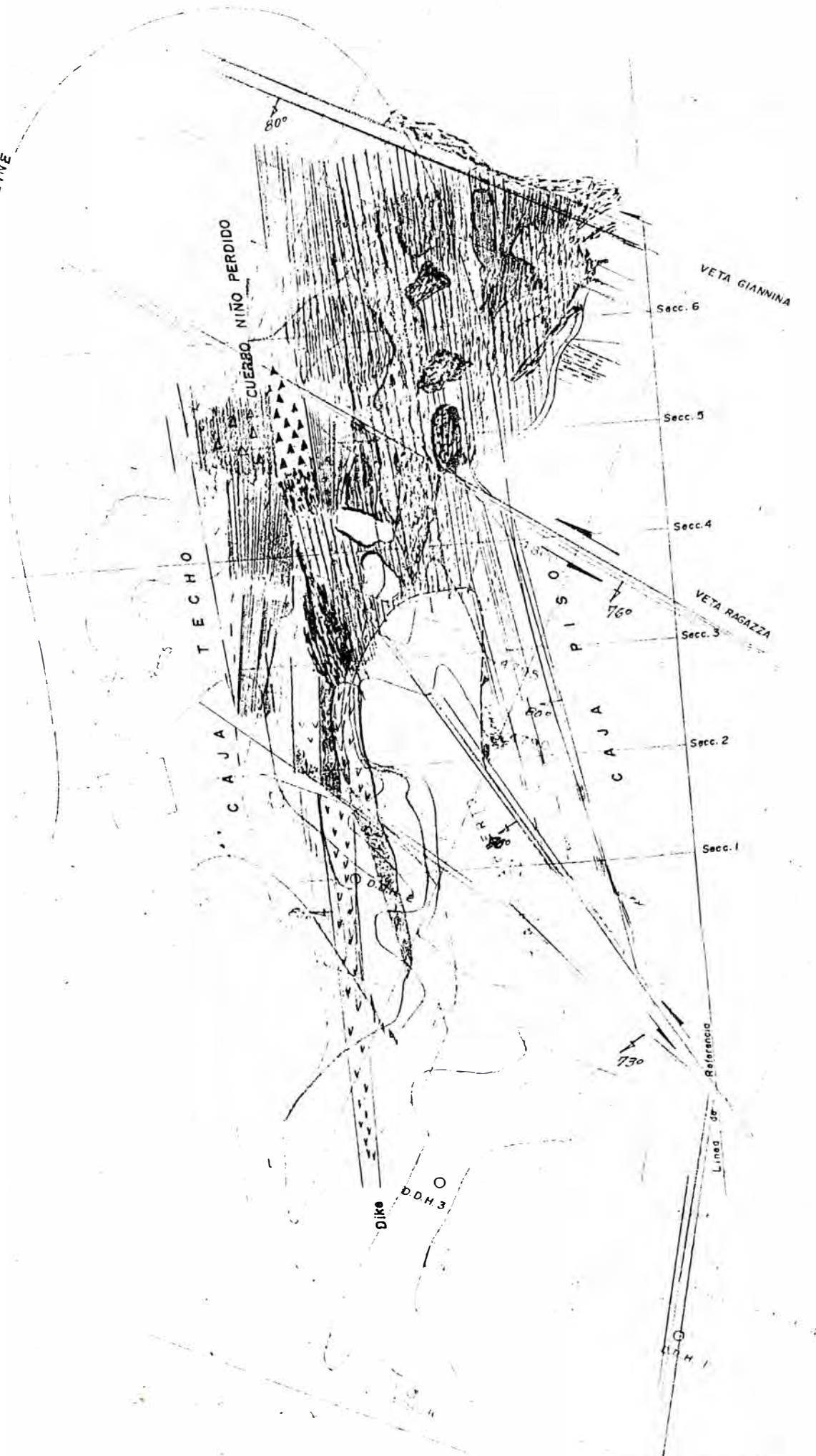
Pt.	%Ca	%P	%K	Ca/P	K/P
200	0.54	16.00	6.00	21.98	0.204
200	0.68	10.40	21.92	24.49	0.168
200	0.70	15.20	20.88	18.74	0.108
200	0.73	12.60	20.00	15.16	0.112
200	0.67	9.40	22.80	24.49	0.168

A

Pt.	%Ca	%P	%K	Ca/P	K/P
200	1.63	11.60	6.00	13.18	0.110
200	1.58	12.40	7.00	17.02	0.136
200	0.90	9.40	6.45	12.13	0.110
200	1.05	22.20	4.30	15.71	0.064
200	2.40	12.40	6.44	0.120	0.120

FJ  
4753.0

OUT. LINE



PLANO GEOLÓGICO DE SUPERFICIE