

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica



ESTIMACION DE RESERVAS POR EL METODO GEOSTADISTICO
APLICADO A VETAS AURIFERAS DEL BATOLITO DE PATAZ
(Sector Norte)

TESIS
Para optar el Título Profesional de:
INGENIERO GEOLOGO

MIGUEL ZULUETA TORRES

Lima - Perú
1992

A MI MADRE MARIA PAZ, POR SU
ABNEGADO AMOR Y APOYO

A MI SEÑORA: EDMITT Y MIS HIJOS:
LUDWIN OMAR Y MIGUEL ANGEL

"ESTIMACION DE RESERVAS POR EL METODO GEOESTADISTICO APLICADO A VETAS AURIFERAS DEL BATOLITO DE PATAZ "

INDICE

RESUMEN

CAPITULO I

I.1	Introducción	1
I.2	Motivos del trabajo que se presenta	3
I.3	Planteamiento del trabajo - comentario	4
I.3.1	Tópicos bajo los cuales se inicia el trabajo	5
I.3.2	Creación de la base de datos	5
I.3.3	Trabajos en LOTUS	6
I.4	Geografía de la zona de estudio	8
I.4.1	Ubicación y acceso	8
I.4.2	Clima, vegetación y recursos naturales	10
I.4.3	Informes de trabajos anteriores	11
I.5	Agradecimientos	12

CAPITULO II

II.1	Estratigrafía	14
II.2	Rocas intrusivas - Batolito de Pataz	17
II.2.1	Descripción de las rocas principales	17
II.2.2	Algunas consideraciones referidas a la Petrología de las rocas magmáticas	19
II.2.2.1	Sobre el término Anatexis	20
II.2.2.2	Series magmáticas calco-alcalinas	21
II.3	Geología estructural	22

CAPITULO III

Geología Económica

III.1	Características generales de las estructuras	27
III.2	Mineralogía de las vetas	28
III.3	Rocas encajonantes	29
III.4	Alteraciones de las rocas encajonantes	29
III.5	Discusión genética sobre la mineralización	30

CAPITULO IV

Estimación de Reservas

IV.1	ESTIMACION ESTADISTICA CLASICA	32
IV.1.1	Tipo de reservas	33
IV.1.2	Determinación de reservas minerales	34
IV.1.2.1	Relaciones fundamentales para el cálculo de Promedio Simple	34
IV.1.2.2	Cálculo Tradicional Log-Normal	36
IV.1.3	Criterios de dilución	38
IV.1.4	Determinación del contenido fino	39
IV.1.5	Cálculos en la Microcomputadora	39
IV.2	ESTIMACION GEOESTADISTICA	
IV.2.1	Consideraciones para el tratamiento Geoestadístico	43
IV.2.2	Determinación de la zona de trabajo	43
IV.2.3	Estudio estructural de las variables	
IV.2.3.1	El Variograma	44
IV.2.3.2	Variable regionalizada	45
IV.2.3.3	Cálculo del Variograma	46
IV.2.3.4	Casos que pueden presentarse en el ploteo de un variograma	47

IV.2.3.5 Modelización de los Variogramas	48
IV.2.3.6 Programa de Modelización	48
IV.2.3.7 Rasgos saltantes que da el Variograma	49
IV.2.4 Configuraciones	50
IV.2.4.1 El soporte	51
IV.2.4.2 Configuraciones presentes	52
IV.2.4.3 Categorización de reservas	52
IV.2.5 EL KRIGEAGE	53
IV.2.5.1 Sistema de Krigeage	54
IV.2.5.2 Krigeage Práctico - Según las Configuraciones	56
IV.2.5.2.1 Sistema en la Configuración 1	57
IV.2.5.2.2 Sistema en la Configuración 2	58
IV.2.5.3 Desarrollo del Krigeage en LOTUS	61

CAPITULO V

Comparación de los resultados entre ambos métodos	64
V.1 Primera etapa - De Promedio Simple	64
V.2 Segunda etapa - De Promedio Log-Normal	66
V.3 Aporte de la Geoestadística a la exploración	69
V.3.1 Aporte en la Veta La Lima 2	71
V.3.2 Aporte en la Veta Mercedes	71
V.3.3 Aporte en la Veta Choloque	73

CAPITULO VI

Conclusiones y Recomendaciones

VI.1 Conclusiones	74
VI.2 Recomendaciones	79

Bibliografía

...

APENDICE A

Tabulación de algunos archivos de Datos y Variogramas

APENDICE B

Listado de BLOCKS cubicados

APENDICE C

Listado de Programas:

- Tratamiento de altos erráticos (en BASICA)
- Para cálculo de variogramas (en BASICA)
- Para Cubicación Tradicional tanto de Promedio Simple como por Log-Normal (Macros en Lotus)
- Para cubicación Geoestadística Krigeage con soporte Log-Normal o de Promedio simple (Macros en Lotus)

APENDICE D

VARIogramas PROMEDIOS-Funciones Auxiliares.

APENDICE E

Breve exposición del trabajo con el paquete de Programas GEOFOR.
Importancia del AutoCAD, Golden.

APENDICE F

Ejemplo secuencial de cálculo en las dos configuraciones.

RESUMEN

Por sus recursos auríferos, la zona de Pataz-Buldibuyo es conocida desde épocas inmemoriales, anotándose su importancia desde los estudios de Antonio Raimondi.

MARCO GEOLOGICO

Estratigráficamente, el basamento está formado por rocas metamórficas pre-ordovícicas del "Complejo Metamórfico del Maraión" (WILSON 1964).

Sobreyacen a ellas pizarras equivalente a la Fm. Contaya y metavolcánicos del Paleozoico inferior (CUEVA 1987).

El Batolito de Pataz que intruye a las rocas anteriores aflora en forma elongada en dirección Nor-Noroeste. La datación radiométrica por Ar40-Ar39 ha dado una edad de 321 ± 1 M.A. (LOCHMANN et al 1990). Los volcánicos terciarios del Lavasén recubren discordante las series mencionadas.

Un conjunto de vetas hidrotermales de dirección NNE a NNW y buzamientos hacia el Este, se emplazan cerca al contacto intrusivo/Complejo. Ellas son trabajadas por sus recursos auríferos. Mineralógicamente las vetas presentan básicamente cuarzo con sulfuros entre los que destacan la pirita y arsenopirita; en menor abundancia existen galena y esfalerita. En secciones pulidas se observa la presencia de oro en las microfracturas de la pirita y/o de la arsenopirita; ocasionalmente en galena y esfalerita; también se ha visto calcopirita como exsoluciones en esfalerita (MIRANDA 1980).

ESTIMACION DE RESERVAS

El tema central del presente trabajo es la aplicación del método Geoestadístico a vetas de comportamiento semitabular (rumbo y buzamiento casi constantes). No se considera aquí la estimación Geoestadística de vetas de bajo ángulo con rumbos y buzamientos variables (Ver Apéndice E), que se viene realizando en otras zonas y cuyos variogramas modelizados se presentan en el CUADRO IV.

Se ha aplicado la Geoestadística en las vetas La Lima 2, Mercedes y Choloque de la CIA. MINERA FODEROSA S.A., que opera en la zona del Batolito de Pataz, Dpto. de La Libertad.

TRATAMIENTO ESTADISTICO DE LOS DATOS

Se observó en el análisis estadístico que los anchos de Veta tiene distribución normal y que su Media calculada por promedio simple o por Log-Normal es casi la misma.

En cambio las leyes presentan distribución Log-Normal por lo que se realizó el tratamiento correspondiente a este tipo de distribución.

Procesando todo los datos por vetas se obtiene los resultados consignados en el cuadro siguiente (CUADRO I) y puede observarse una mayor varianza relativa en la potencias de la veta Choloque a la par que

<u>VETAS</u>	<u>POTENCIA</u> m.	<u>LEY</u> Gr/TM	<u>ESTADIGRAFOS</u>
<u>La Lima 2</u>	0.817 Nº Datos = 1799 0.366 45.06%	10.915 12.977 118.89%	- PROMEDIO - DESV. ESTANDAR - VARIANZA REL.
<u>Mercedes</u>	0.995 Nº Datos = 2425 0.442 44.43%	32.731 48.082 140.72%	- PROMEDIO? - DESV. ESTANDAR - VARIANZA REL.
<u>Choloque</u>	0.943 Nº Datos = 1190 0.503 53.30%	10.033 19.231 137.04%	- PROMEDIO - DESV. ESTANDAR - VARIANZA REL.

CUADRO I

En ninguna de las vetas existe correlación entre las potencias y las leyes. Pueden observarse que la desviación estandar de las leyes es mayor que la media en las tres vetas, ocurriendo lo mismo con leyes de sectores menores.

EVALUACION REALIZADA

Se han comparado tres métodos de estimación de reservas para que comparando sus resultados con la explotación se pueda decidir por la que arroja mejores resultados.

El número de datos utilizados por cada veta se puede observar en el cuadro anterior, siendo mayor la cantidad de datos de la veta Mercedes.

MÉTODOS

1.- TRADICIONAL CON PROMEDIO PONDERADO SIMPLE

2.- TRADICIONAL CON TRATAMIENTO LOG-NORMAL

3.- GEOESTADISTICO con Krigeage de promedio Log-Normal.

La aplicación del Krigeage se ha hecho en dos modalidades:

I - Una de ellas en vetas de rumbo casi constante desarrollado en LOTUS siguiendo la metodología presentada por BERNUY (1979), habiéndose calculado los variogramas en BASIC.

II - La otra en vetas de rumbo variable de bajo ángulo; con programas en FORTRAN, bajo la asesoría de los Ings. O. Bernuy y Samuel Canchaya, 1989-90, (paquete GEOFOR). Este krigeage es puntual (Apéndice E).

COMENTARIOS SUCINTO DE LOS RESULTADOS

En la veta La Lima 2 se tomó un sector piloto (Block 88A) para comparar el método tradicional con el método Geoestadístico. En este Block 88A se usó en total 266 canales de muestreo: 103 de galerías y el resto de tres

... chimeneas de idéntica longitud (55 m.).

Los resultados muestran que el primer método, cubicación clásica por promedios ponderados, subestima sistemáticamente las leyes (12.306 Gr/TM) respecto a las leyes obtenidas en Planta.

El tradicional Log-Normal se acerca mejor con 17.753 Gr/TM (según CUADRO COMPARATIVO), pero no proporciona el "error" de la estimación. Este sector explotado casi en su totalidad ha dado 6,160.53 TM con una ley 17.788 Gr/TM Ley Promediada, corte a corte, con el criterio Log-Normal.

La estimación geoestadística, con promedios por Log-Normal de los soportes, dió 4,666.25 TM con 14.772 Gr/TM de ley, como Mineral Probadó, con errores de estimación respectivos de 12.55% y 28.30% (ver CUADRO COMPARATIVO).

Del trabajo realizado se destaca las siguientes ventajas que proporciona el Método Geoestadístico:

- 1) - En la estimación de reservas proporciona el "error de estimación mínimo" lo cual se comprueba experimentalmente en el Block 88A de la veta La Lima 2, corroborando la concepción teórica.
- 2) - La configuración de los blocks se hace considerando el parámetro "alcance", característica propia de cada sector del yacimiento, sectorizándose mejor zonas ricas y pobres; y analizando mejor las tendencias (cálculo de isovalores, ver CAPITULO V).
- 3) - Sirve como apoyo, complementando con otros análisis, para dirigir la exploración hacia zonas nuevas configurando el "alcance" en diferentes direcciones. (Experiencia en veta Mercedes).

PARÁMETROS GEOESTADÍSTICOS DE LAS VETAS ESTUDIADAS

El variograma modelizado, calculado con el Paquete GEOFOR se expone en el cuadro siguiente (CUADRO IV). Se destaca en el cuadro las diferencias en alcance (A), efecto de pepita (Co) y meseta (C) que existen entre el Sector María (S. MARIA), lado suroeste de la Falla Corihuarmi y MERCEDES, lado noreste de la misma falla. Este implicaría que son dos vetas distintas, dando base a la hipótesis expuesta en II.2. del CAPITULO II.

CUADRO COMPARATIVO

METODO DE ESTIMACION	LEY	T.M.S.	ERRORES DE:	
			LEY	TONELAJE
T.P.S.	12.32	5.807.0		
T.P.L-N	17.75	5.807.0		
GEO.PBD	14.772	4,888.2	28.30%	12.55%
GEO.PBB	14.772	1,639.0		
TNJE. GEOESTADISTICO		6,305.2		
<u>INTERVALOS CON 67% DE CONFIANZA DE:</u>				
LEY	10.59 Gr/TM	a	18.95 Gr/TM	
TNJE S.D.	4,080.60 TM	a	5,251.80 TM	
<u>INCLUYENIO</u>				
TNJE PBB	5,719.6 TM	a	6,890.8 TM	

CUADRO II

EXTRAIDO EN EXPLOTACION

Segun mediciones mensuales con leyes respectivas se extrajo del Block 88A

	TM		Gr/TM
EXTRAIDO	6,160.5	con	17.79
ESTIMADO EN PUENTES	653.0	con	13.50
TOTAL	6,813.5		17.38

CUADRO III

*PARAMETROS GEOESTADISTICOS DE LAS VETAS ESTUDIADAS
(a agosto de 1.992)*

<i>VETA</i>	<i>C</i>	<i>A</i>	<i>Co</i>	<i>Co/(Co+C)</i>	<i>VARIABLE</i>
<i>LA LIMA 2</i>	<i>0.10</i>	<i>12</i>	<i>0.03</i>	<i>23.48%</i>	<i>POTENCIAS</i>
<i>LA LIMA 2</i>	<i>0.83</i>	<i>10</i>	<i>0.75</i>	<i>47.47%</i>	<i>ACUMULADOS</i>
<i>S. MARIA</i>	<i>0.15</i>	<i>15</i>	<i>0.03</i>	<i>14.20%</i>	<i>POTENCIAS</i>
<i>S. MARIA</i>	<i>1.30</i>	<i>10</i>	<i>0.60</i>	<i>31.58%</i>	<i>ACUMULADOS</i>
<i>MERCEDES</i>	<i>0.18</i>	<i>12</i>	<i>0.02</i>	<i>10.15%</i>	<i>POTENCIAS</i>
<i>MERCEDES</i>	<i>1.05</i>	<i>17</i>	<i>0.80</i>	<i>43.24%</i>	<i>ACUMULADOS</i>
<i>CHOLOQUE</i>	<i>0.14</i>	<i>10</i>	<i>0.04</i>	<i>20.00%</i>	<i>POTENCIAS</i>
<i>CHOLOQUE</i>	<i>0.90</i>	<i>10</i>	<i>0.40</i>	<i>30.77%</i>	<i>ACUMULADOS</i>

CUADRO IV

ABREVIATURAS:

T.P.S. = Tradicional de promedio simple
T.P.L-N = Tradicional de promedio Log-Normal
GEOEST. = Geoestadístico
S.D = Sin diluir
GEO. PBD= Geoestadístico Probado
GEO. PBB= Geoestadístico Probable
S. MARIA= Sector María (veta Mercedes)

CAPITULO I

I.1 INTRODUCCION

La CIA. MINERA PODEROSA, viene trabajando en vetas de oro emplazadas en rocas intrusivas calco-alcalinas de tipo "I", (SCHRIBER 1989), mayormente granodioríticas, pertenecientes al Batolito de Pataz.

Estas vetas se encuentran cerca al contacto del intrusivo con rocas muy antiguas, posiblemente Pre-Cambrianas, y tienen rumbos preferentemente Norte-Sur, con buzamientos que oscilan entre 7 y 60 grados hacia el Este. Actualmente la Compañía viene desarrollando sus actividades en tres vetas diferentes; estas vetas son:

VETA LA LIMA

Trabajada en la Mina La Lima. Esta veta es la primera en haberse trabajado por la Compañía. El presente trabajo de estimación versa básicamente en un "clavo" de esta veta. Su rumbo N 15°-20° W y buzamiento de 45° al NE, es casi continuo en toda la zona de trabajo, facilitando la configuración de blocks rectangulares para la estimación.

VETA MERCEDES

Se explora y se explota en la Mina Papagayo. Esta Veta tiene una superficie bastante sinuosa con cambios bruscos de rumbo y buzamiento que oscilan entre 7 y 15 grados (siendo a veces

horizontal). Las características de esta veta han motivado la implementación de un estudio mas amplio, realizado con el asesoramiento de los Ings. Oscar Bernuy y Samuel Canchaya, donde el tratamiento de la información se realiza en el espacio tridimensional. Para ello se ha preparado la base de datos con las coordenadas y cotas de cada canal de muestreo.

Todos los programas que realizan este trabajo estan hechos en Fortran los cuales se complementan con LOTUS, sobretodo para la gestión y edición de gráficos, y con el AutoCAD para el acabado final de la cubicación, la que se edita en colores con la ayuda del Plotter. En el APENDICE E en forma breve, se expone algunos avances de este trabajo, que con asesoria de los ingenieros mencionados, ha realizado el autor de esta Tesis.

VETA CHOLOQUE

Explorada en la Mina El Tingo. El clavo mineralizado de esta Veta ha sido trabajado en algunos sectores por mineros antiguos. Presenta rumbos entre N-S y N 30° W y buzamiento mas o menos continuo entre 58 y 70 grados hacia el NE.

Eventos tectónicos han dejado zonas pobres, por un lado, y en otras la veta se ha sobrepuesto a si misma dando anchos de veta mayores en sectores cortos. Estas características han hecho que la estimación Geoestadística sólo se aplique en ciertos sectores.

Lo mencionado se debe básicamente a resultados propios del método Geoestadístico sobre todo referidos al variograma, el mismo que arroja características de aleatoriedad pura en la variable acumulación. No se descarta la posibilidad que la aplicación del variograma en tres dimensiones pueda darnos estructura en alguna dirección.

I.2 MOTIVOS DEL TRABAJO QUE SE PRESENTA

En el tiempo que la Campaña viene trabajando se había observado que el mineral llegaba a la Planta con mayor ley de la que se calculaba en la cubicación.

Algo similar, aunque de menor importancia viene ocurriendo con el balance mensual de finos calculados labor por labor, versus la producción de Planta.

La cubicación se había venido realizando con el método tradicional de promedios ponderados. Por lo mencionado y bajo estas circunstancias, el DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA de la Compañía decidió encarar el problema probando la cubicación por el método Geoestadístico, sabiendo que ha dado una mejor estimación de reservas en otros yacimientos, según las publicaciones sobre el particular.

El trabajo se inició en una máquina computadora PC de dos disqueteras y sin disco duro. Se creó programas en BASIC y LOTUS; todo a partir de la información teórica de los Cursos de Geoestadística que se dictan en la Facultad de Ingeniería

Geológica, Minera y Metalúrgica de la U.N.I. Actualmente gracias al apoyo que la Compañía brinda, se cuenta con máquinas computadoras que tienen disco duro de 40 y 20 MB así como con la asistencia de un Plotter H.P.

Se ha observado que las distribuciones de frecuencia relativa deben ser examinadas antes de calcular un promedio y que la distribución que se encuentra en las leyes de oro son preferentemente Log-Normal. Lo desarrollado con programas en BASIC y LOTUS, puede aplicarse a vetas o cuerpos mineralizados que cuenten con más de un elemento económico.

I.3 PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO - COMENTARIO

A todo recurso natural le rodea una gran incertidumbre sobre la naturaleza del fenómeno de origen y sobre la calidad y cantidad del recurso. Los estudios sobre el primer punto nos dará una interpretación, o varias interpretaciones; debido a la complejidad ya que por lo general hay superposición de fenómenos.

La calidad (ley) y cantidad (tonelaje) en el caso de los recursos minerales sólo se conocerán al final de la explotación, o sea que el menor orden de confiabilidad de la estimación de reservas existe en el momento de ser descubierto un yacimiento. El máximo nivel de certeza de las reservas minerales es alcanzado cuando el depósito es completamente minado. Entre estos dos extremos existen variados niveles de certeza de estimación.

La certeza de una estimación está directamente ligada al error, siempre presente, que proporcione el método de estimación empleado. El único método que calcula este "error" es el método geoestadístico; además de ser el que por concepción propia, entrega el mínimo error de estimación; por ello es, teóricamente, el mejor método de estimación.

I.3.1 TOPICOS BAJO LOS CUALES SE INICIA EL TRABAJO

Básicamente se empezó pensando que:

- La "estimación" de la calidad y cantidad de un recurso en estudio implica la presencia de un margen de "error" en su determinación y que este error será función de la magnitud y calidad de los estudios y del error cometido en las operaciones posteriores del cálculo; como podría ser un método de minado no adecuado, con pérdida finos o quizás de pilares, por ejemplo.*
- *Se acepta que los resultados de ensayos son e resultado de un buen muestreo: que los fragmentos enviados al análisis son "representativos" y que en el laboratorio se hicieron los cuarteos en forma adecuada, y que se usa un adecuado peso específico.*

I.3.2 CREACION DE LA BASE DE DATOS

La base de datos se creó utilizando el editor SPFED. Contiene los valores de potencia y ley de oro en columnas.

Se confeccionaron los siguientes programas en BASIC:

1- *ALTERR.BAS* Realiza el tratamiento de los altos erráticos, cuando éstos existen (1*).

2- *PROMVAR.BAS* Con las opciones:

-Cálculo de parámetros estadísticos: media, varianza y varianza relativa, de potencia y ley. Así mismo el coeficiente de correlación lineal entre potencia y ley.

-Cálculo de los variogramas de potencias y acumulados de oro.

El programa *PROMVAR.BAS* se aplica al archivo que genera el programa *ALTERR.BAS.*, archivo sin altos erráticos. De esta forma disminuye el "efecto de pepita", fenómeno estructural que se manifiesta conspicuamente en los variogramas con elementos erráticos (oro y uranio), debido en parte a las pequeñas cantidades que se manejan.

1.3.3 TRABAJO EN LOTUS

Todo el trabajo posterior se ha realizado en *LOTUS* usando las siguientes hojas electrónicas:

MODELA.WK1 -Donde se almacena los resultados de los Variogramas de Potencias y Acumulados, hasta 25 puntos como máximo para ser modelizados, mediante un macro, en forma sencilla y automática. Los Variogramas experimentales se han ajustado con el modelo esférico de Matheron.

1(*).-

Se ha considerado que un ALTO ERRÁTICO es todo valor que resulta ser mayor que la media mas dos veces la desviación estandar de la población original; este valor se reemplaza por la media de la población en cuestión.

MODELXX.WK1 -Acá se almacenan los Variogramas experimentales modelizados de todas las labores. Un Macro genera automáticamente el gráfico de la variable que se desee.

XX = Abreviatura de Veta:

LL2 = La Lima 2

MER = Mercedes

CHO = Choloque

KRIGE.WK1 -En este "File" se ha confeccionado Macros en un Menú, uno de los cuales Combina el File *DAXXX.WK1 (*)* de los datos preparados para el Krigeage. La opción *CUBICA* del mencionado Menú contempla las dos configuraciones que se ha diseñado en la estimación. Terminada la cubicación, el sector *BLOCKS* se graba como nuevo "File" llamado *RESULTADOS*. De este File saldrán los promedios de cada "Block" con sus respectivos sigma o errores de estimación. En el *APENDICE F* se expone el manejo de los Macros correspondientes de esta hoja electrónica.

() DAXXX es generalización de:*

DALL2 cuando son Datos de la V. La Lima 2

DAMER cuando son datos de V. Mercedes

DACHO cuando son datos de V. Choloque.

I.4 GEOGRAFIA DE LA ZONA DE ESTUDIO

I.4.1 .- UBICACION Y ACCESO

Las coordenadas Geográficas son las siguientes:

LONGITUD 77 ° 35 ' 24 " OESTE

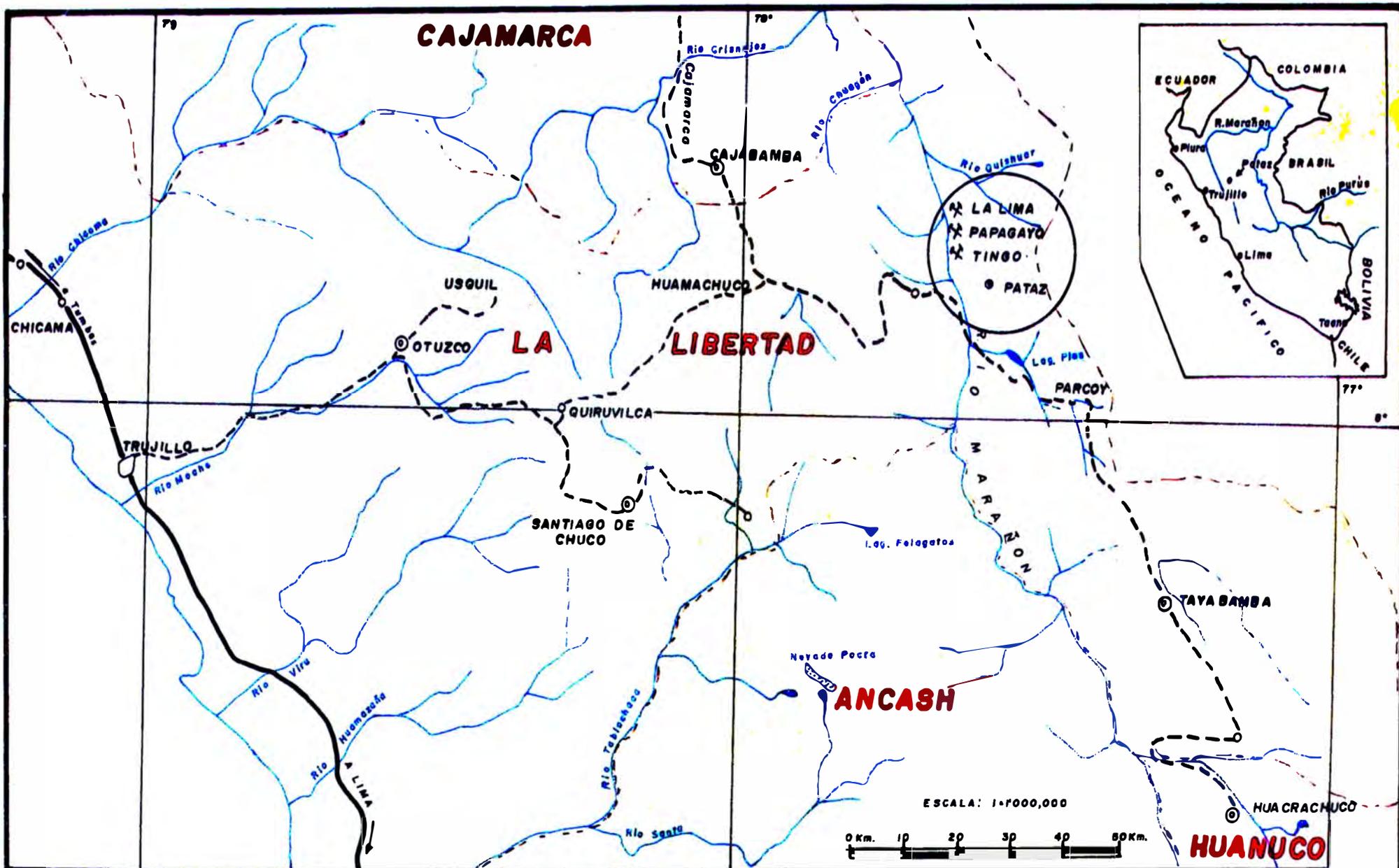
LATITUD 7 ° 47 ' 02 " SUR

Este estudio se ha realizado en vetas que se encuentran en la zona Norte del Dto. de Pataz, Provincia del mismo nombre del Dpto. de La Libertad.

Con relación al río Marañón, el área de estudio se encuentra en el flanco occidental (margen derecha del río) de la cordillera Oriental a la altura del caserío de Vijus. (ver plano de Ubicación: fig. 1)

Esta zona es accesible ya sea por carretera o por medio de avioneta. El itinerario terrestre es a partir de la ciudad de Trujillo, pasando por la ciudad de Huamachuco hasta el pueblo de Chagual, a orillas del río Marañón. De allí, mediante la carretera construida por la Cía Minera Poderosa S.A. en el flanco derecho (en dirección Norte), se llega a Vijus, donde se encuentra el área industrial de la Compañía. Las minas mencionadas de operación se encuentran a diferentes distancias de Vijus, en el mismo flanco de la cordillera, partiendo por una misma carretera hasta un cruce denominado La Morena. De allí se puede ir a la mina El Tingo pasando por la Hidroeléctrica del mismo nombre, o bien se puede seguir viaje a la mina La Lima pasando por Papagayo.

El viaje aéreo se hace gracias al aeropuerto construido por la Compañía en una terraza del río Marañón, cerca al pueblo de Chagual.



PLANO DE UBICACION

CARRETERA ASFALTADA
 CARRETERA AFIRMADA

⊙ CAPITAL DE PROVINCIA
 --- LIMITE DEPARTAMENTAL

Fig. 1

CUADRO DE DISTANCIAS Y TIEMPOS PROMEDIO POR CARRETERA. REFERIDOS A LA CIUDAD DE LIMA

<i>LIMA- TRUJILLO</i>	<i>560 km</i>	<i>08 horas</i>
<i>TRUJILLO-HUAMACHUCO-CHAGUAL</i>	<i>340 km</i>	<i>16 horas</i>
<i>CHAGUAL-VIJUS</i>	<i>20 km</i>	<i>01 hora</i>

DISTANCIAS PROMEDIO ENTRE VIJUS Y LAS MINAS

<i>VIJUS - MINA EL TINGO</i>	<i>0 hor 25 min.</i>
<i>VIJUS - MINA PAPAGAYO</i>	<i>0 hor 25 min.</i>
<i>VIJUS - MINA LA LIMA</i>	<i>1 hor</i>

El tiempo requerido en los vuelos al aeropuerto de Chagual son los siguientes:

<i>Del aeropuerto de Lima:</i>	<i>1 hora 40 minutos.</i>
<i>Del aeropuerto de Trujillo:</i>	<i>0 hora 40 minutos.</i>

I.4.2 CLIMA VEGETACION Y RECURSOS NATURALES

El clima es básicamente seco en todas las estaciones del año. Las precipitaciones de lluvias se presentan desde el mes de noviembre a marzo. Existen algunos ventarrones entre los meses de Julio y Agosto. Entre abril y octubre se acentúa el calor con lluvias muy esporádicas. En estos meses de estiaje las laderas del lugar presentan aspecto semidesértico con la correspondiente disminución del caudal del agua en el río Marañón y sus tributarios.

Los cambios de temperatura están dominados básicamente por la altura. Las cotas mas bajas (1300 m.s.n.m.) a orillas del Marañón alcanzan en el día temperaturas entre 35 a 40 grados. Entre las cotas 1700 a 2800 m.s.n.m. el clima es templado. En cuanto a los campamentos de las minas, tenemos que El Tingo está por encima de 1750, los de la mina Papagayo están alrededor de los 2000 m.s.n.m. y los de la mina La Lima se encuentran alrededor de los 2400 m.s.n.m.

La cordillera oriental presenta su flanco occidental hacia el río Marañón y el flanco oriental hacia el río Huallaga. Estos dos flancos presentan aspectos totalmente contrastados. El flanco del Huallaga presenta un marco de exuberante vegetación típico de ceja de selva, mientras que el valle del Marañón tiene un clima bastante idóneo.

-La vegetación está regentada por el clima y la topografía abrupta de los valles jóvenes. En los pequeños valles de los tributarios del río Marañón se desarrolla la agricultura con el cultivo de caña de azúcar, yuca, coca, etc. y frutales como mangos, chirimoyos, limones, limas, naranjas, etc. En zonas altas, entre 2400 y 3000 se produce maíz, cebada, papa, trigo, ñuña (semejante al maní), hortalizas, etc.

-Entre los recursos naturales tenemos:

HIDROLOGICOS - Caudal de agua suficiente, del que gracias a la topografía abrupta puede obtenerse energía eléctrica (hidroeléctrica). Se puede mencionar a la laguna de Pias en Ariabamaba como un recurso de gran potencial hidroenergético (ver fig. 2).

FORESTAL - En el fondo de algunas quebradas donde no existe agricultura existen árboles de cedro, helechos, etc. Pero la madera necesaria para la mina hay que adquirirlo un poco fuera de la Unidad, a unas 6 horas de viaje en camión. Así mismo se aprovechan los pastos naturales para la crianza de ganado caprino, ovino, vacuno y caballar, pero en poca escala.

MINERO - Este recurso es el más importante que ha llevado a otra situación (con mayor civilización) y otra actividad de vida a los lugareños. Poblado con los campamentos lugares que de otra forma estarían abandonados. La construcción de carreteras y campamentos, así como la fuente de trabajo, ha dado un matiz más dinámico en lo cultural y comercial a toda la región.

1.4.3 INFORMES DE TRABAJOS ANTERIORES

En lo concerniente a Métodos de Estimación de Reservas, el presente trabajo es el primero que enfoca el punto en esta región. La parte Geológica citada en los capítulos correspondientes la he tomado de varios informes que existen a la fecha.

Respecto a la región de Pataz el primero en mencionarlo en sus "Itinerarios" fue el sabio Antonio Raimondi, a mediados de 1800.

En el presente siglo el primero de los exploradores fue M. TARNAWIECKI (1926,1929), quien se refiere a Pataz como una de las pocas zonas en el mundo con enormes reservas auríferas; pocos años después Broggi escribe sobre el distrito de Buldibuyo y Welter sobre La Estrella (yacimiento aurífero en Skarn), citados en "El Peru Minero" de M.SAMAME B.

KENTS (1956) publica un mapa de reconocimiento geológico según el curso del río Marañón entre Huánuco y Celendín. Regionalmente se cuenta con el mapa geológico oficial de la hoja de Pataz a 1/100,000 (WILSON & REYES 1964), con una descripción estratigráfica detallada y con la interpretación de los rasgos estructurales de la región. WILSON et al (1967), amplía la parte sur de Pataz a la escala de 1/200,000. Estos trabajos son citados en estudios regionales realizados posteriormente, como los de la Escuela Francesa (DALMAYRAC et al. 1980).

Existen trabajos locales, surgidos a partir de los años sesenta debido al nuevo interés minero en la región. Muchos de estos trabajos no se han publicado por ser de propiedad privada.

1.5 AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a la Cia MINERA PODEROSA S.A. en las personas: Ing. Walter Sologuren J., Gerente General por su apoyo incondicional a todos los trabajos de investigación; al Ing. Marcelo Santillana S., Gerente de Operaciones por su espíritu amplio de trabajo y al Ing. Luis Seijas P. Superintendente de Geología que hizo posible que el método se difundiera entre los miembros del Departamento de Geología.

Agradezco las sugerencias y críticas dictadas por su amplia experiencia en la zona, que recibiera de los Ings. Carlos Miranda, Fausto Cueva y Jaime Chavez.

Por otro lado quiero agradecer a Carlos Leon Ojeda que, puso a mi disposición todo el material sobre Computación que disponía y sus sugerencias. Al Ing. Joffré Durán por su apoyo y sugerencias en programación y manejo de Software.

Asimismo agradezco a mis ex-profesores de la Universidad Nacional de Ingeniería en especial a mis asesores de TESIS Ings. Oscar Bernuy y Samuel Canchaya.

Hago extensivo mi agradecimiento a los topógrafos: Juan Laurente, Froilán León y Santos Velasco; dibujantes: Jorge Lázaro, Teófilo Sucasaca, Héctor Reyes Ch., y personal de muestreo del Dpto. de Geología de la Compañía, quienes muestran interés por aprender y hacer mejor el trabajo cotidiano.

Finalmente agradezco a la Sra. Ysabel Cabrera A., Secretaria del Dpto. de Geología, por su ayuda en el tipeo de las correcciones finales del presente trabajo.

CAPITULO II

El marco Geológico de la zona se presenta en la Fig. 2, en la que se destaca la presencia de rocas ígneas, intrusivas del Batolito de Patag y las extrusivas denominadas Volcánicas de Lavasén hacia el este. Al oeste de las rocas ígneas, en dirección noroeste, se alinean afloramientos del Complejo Marañón que hacia el oeste está en contacto con formaciones mesozoicas.

II.1 **ESTRATIGRAFIA**

En la región aflora una serie de unidades rocosas cuya disposición y afloramiento se muestra en el plano geológico de la región (fig. 2).

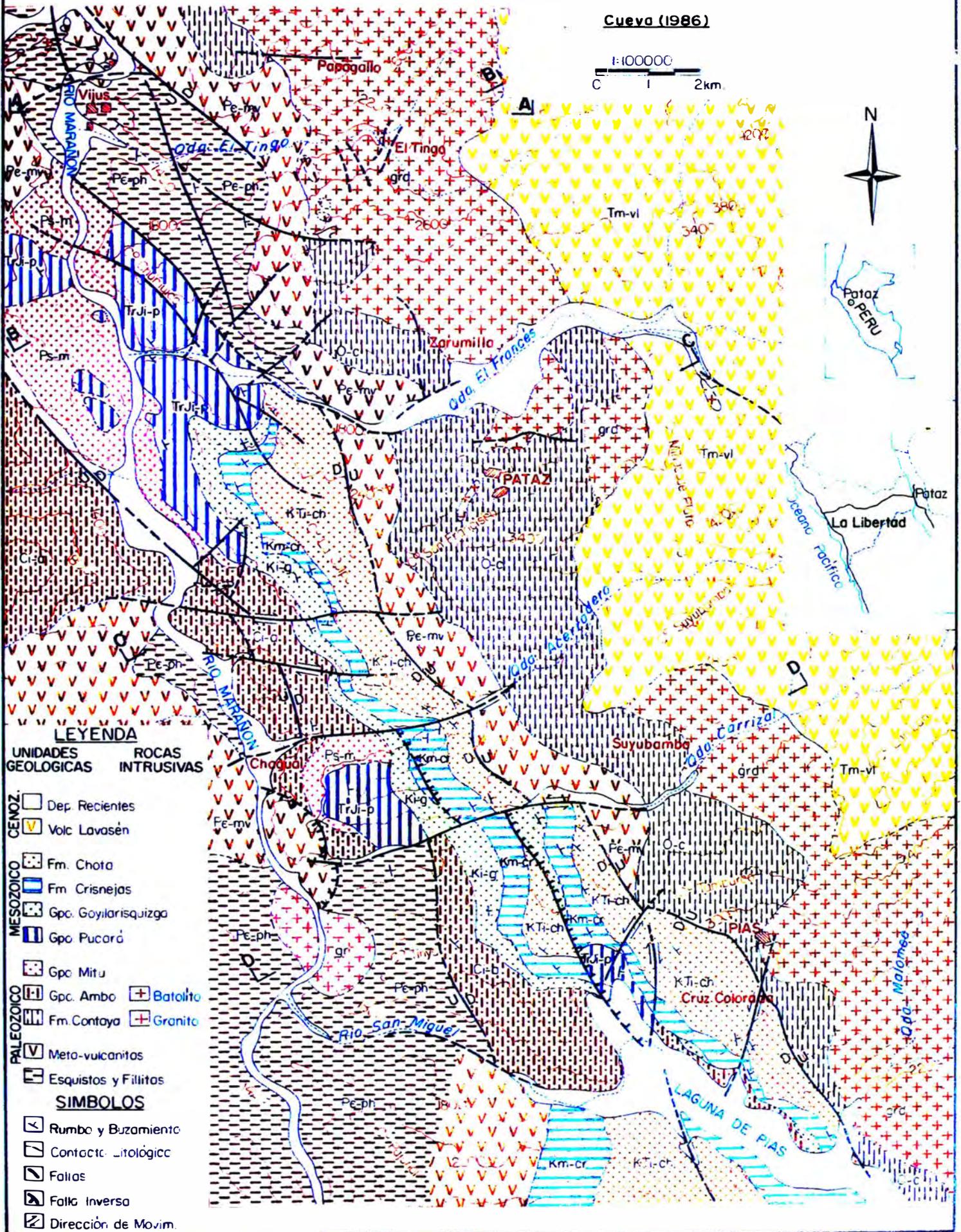
La secuencia estratigráfica de la zona, según los estudios realizados desde Wilson & Reyes (1964) a los estudios de SCHREIBER (1990) y LOCHMANN (en prep.), están ligados a tres ciclos orogénicos:

- El ciclo orgénico Pre-cambriano*
- Ciclo orogénico Hercínico (Paleozoico Superior) y*
- Ciclo orogénico Andino (del Triásico hasta fines del Terciario).*

Las rocas más antiguas afloran al este del río Marañón, que se consideran anteriores al Carbonífero por que el Gpo. Ambo (Missisipiano) los sobreyace. Estas rocas llamadas "Complejo Metamórfico del Marañón" por WILSON & REYES (op. cit.) están formadas por filitas que gradan a mica-esquistos en la base. encima le sigue una serie sericito-esquistos en la que se observan algunos lentes y vetillas de cuarzo de segregación (MIRANDA 1981). Finalmente se halla una secuencia

PLANO GEOLOGICO DE LA REGION DE PATAZ

Fig. 2



metavolcánica de composición andesítica, que infrayace a una serie pizarrosa en algunos sectores.

El rasgo más saltante del ciclo hercínico es una serie pelítica del Llanvirniano (Ordoviciano medio) denominada Fm. Contaya que en discordancia sobreyace al Complejo metamórfico.

La fase principal tectonogénica hercínica ha tenido lugar a fines del Devoniano. Luego del plegamiento Eohercínico le siguió una distensión que permitió la sedimentación molásica denominada Gpo. Ambo, producto de la destrucción de relieves eohercínicos.

Se ha reconocido este grupo en la región de Pataz (CUEVA 1987).

En cambio no se ha encontrado el Carbonífero Superior o Pensilvaniano (Gpo Tarma, de ambiente marino).

Una emersión por procesos epirogenéticos (proceso tardi-hercínico) trae como consecuencia la depositación de molasas rojas (Gpo. Mitu) que en esta parte del flanco de la cordillera Oriental no es muy conspicua.

En cuanto al ciclo andino mucho más notorio en la cordillera occidental, DALMAYRAC (1977) lo divide en dos periodos:

- a) *El primero entre 230 MA a 80 MA; esto es desde inicios del triásico tardío hasta el Santoniano (84 MA), donde a mediados del Cretáceo tardío hubo distensión que formó cuencas donde se acumularon series marinas, carboníferas y detríticas.*
- b) *El segundo del Santoniano (cretáceo tardío) al Cenozoico. manifiesta compresión alternada con períodos de calma, con relieves*

totalmente emergidos, cuya erosión acumula formaciones molásicas rojas. Producto de estos eventos, en la cordillera oriental la transgresión Noriana está representada por calizas y dolomitas de la base del Gpo. Pucará. Luego de ligera lejanía del mar durante el Noriano y Hettangiano, su nueva invasión deposita en el Sinemuriano delgadas capas de calizas de la parte superior del mismo grupo.

En el Cretáceo Inferior (Barriasiense - Aptiano) se destacan tres accidentes principales: dos Geosinclinales, o Geocuencas, separadas por una barrera central: el Geoanticlinal del Marañón:

- La cuenca Oeste, donde se depositaron series marinas detríticas asociadas a facies calcáreas.
- Una zona positiva emergida, correspondiente al Geo-anticlinal del Marañón en la cordillera oriental y
- La cuenca Este, que se prolonga hasta el borde del escudo Brasileño, donde se depositaron sedimentos detríticos, provenientes del escudo y de la Cordillera Oriental. A partir del Albiano (fines del Cretáceo inicial) hasta el Santoniano, la emersión del "Geoanticlinal del Marañón" subsiste.

En el Terciario se acumularon grandes masas de material efusivo entre el Mioceno-Plioceno, conocidos hoy como los volcánicos Lavasén.

En la fig. 3 se presenta una Columna estratigráfica generalizada compilada a partir de los diversos trabajos de campo, según la bibliografía y en especial del trabajo de SCHEREIBER (1990). Esta ilustración no pretende ser definitiva ya que quedan interrogantes sobre el marco geológico

COLUMNA LITO-ESTRATIGRAFICA - Area de Pataz

Tomado del trabajo doctoral de SCHREIBER 1990 Modificado por M. Zulueta T. 1990

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	UNIDAD LITOESTRAT	LITOLOGIA	DESCRIPCION	ESPESOR APROXIM.
CENOZOICO	CUATERNARIO			DEPOSITOS RECIENTES		Material: Coluvial, Morrénico, etc	
	TERCIARIO	Mio-Plioceno		VOLCANICOS LAVASEN		ignimbritas, riolitas, riolacitas (poco), coladas, Andesitas	1,500
MESOZOICO	CRETACEO	Superior	Santoniano	FORMACION CHOTA		Lutitas, areniscas, y conglomerados rojos	400
		Inferior	Albiano Medio	FORMACION CRISNEJAS		Calizas margosas de color marrón	50 - 300
			Neocomiano	FM. GOLLARIS QUIZGA		Areniscas y conglomerados	100 - 350
	JURASICO TRIASICO	Lias Superior	Sinemuriano Noriano	GRUPO PUCARA		Calizas y dolomitas Skarn la Estrella	500
PALEOZOICO	PERMICO	Superior		GRUPO MITU		Areniscas y conglomerados (tono rojo y gris-rosado)	200 - 500
	CARBONIFERO	Inferior		GRUPO AMBO		Lutitas y areniscas, conglomerados (poco) negro-marrón verdoso	500
	ORDOVICIANO			FORMACION CONTAYA		Pizarras grises a negras	600
PRE - CAMBIANO				ROCAS METAMORFICAS DEL COMPLEJO MARAÑON			
				MICAESQUITOS		Metas - riolitas riolacitas andesitas	100 - 1,000
				FILITAS		Filitas (Periclitosquistos) intercalado por tablas cuarcitas y margas; Micasquistos	1,000
							?

FIG. 3

regional. Por ejemplo: el Batolito ha sido datado en 320 ± 1 MA (LOCHMANN 1991), lo cual lo sitúa en el Carbonífero.

Los datos de campo (CUEVA 1987) describen que el Gpo. Ambo sobreyace al Batolito en contacto erosional. Por otro lado se reporta el Stock de La Estrella, que en el Pucará forma Skarn. Por ese motivo en la fig. 3 se presentan dos intrusiones, una que llega al Grupo Ambo, sin alterarlo y la otra que sube hasta ponerse en contacto con el Gpo. Pucará (Skarn La Estrella). Este último pulso del Batolito, podría ser el causante de la mineralización en todas las vetas del Batolito (?).

II.2 ROCAS INTRUSIVAS - BATOLITO DE PATAZ

Las dimensiones de este batolito son : 80 Km. de largo por 5 Km de ancho, (ver figura 4) y presenta una orientación N 200 - 300 W. Esta intrusión se ha emplazado a lo largo de una gran falla de dirección Nor-noroeste (LOCHMANN et al 1990).

El interés económico radica en las vetas de cuarzo que contienen pirita aurífera. Estas vetas se emplazan cerca al contacto del batolito con el Complejo marañón. Aunque en el sector de estudio las rocas encajonantes mas favorable son la tonalita-granodiorita, este hecho no es definitivo. La Veta San Francisco en Pataz aportó gran cantidad de mineral teniendo como roca de caja a pizarras del Complejo Marañón.

II.2.1 DESCRIPCION DE LAS ROCAS PRINCIPALES

El batolito de Pataz es de composición calco-alkalina e intruye a rocas pre-Cambrianas del "Complejo Marañón".

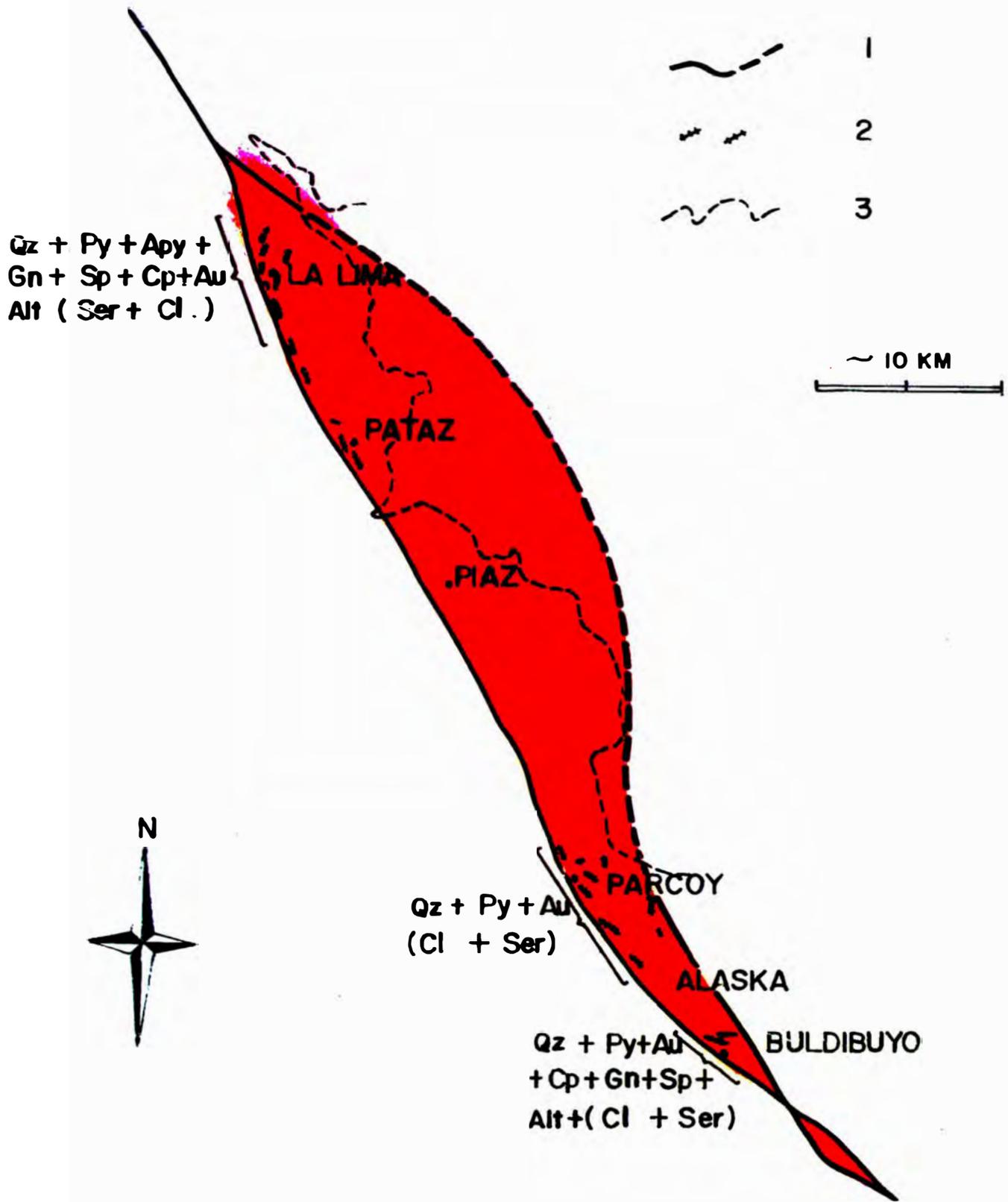


Fig. 52 Presentación simplificada de la geometría del Batolito de Pataz con algunas características y diferencias paragenéticas de las vetas asociadas con este cuerpo intrusivo. 1 = perfil horizontal idealizado del batolito. 2 = rumbos generalizados de algunas vetas auríferas. 3 = límite inferido de los Volcánicos de Lavasen que sobreyacen tanto al Batolito de Pataz como al complejo del Marcñón. SCHREIBER (1990)

En la figura 5 se muestra la diferenciación ideal y diferenciación real de las rocas que componen este batolito. Así mismo se incluye la Serie de Bowen encerrando los minerales esenciales del batolito (MIRANDA, Charla sobre el Batolito de Pataz-1990). Las intrusiones ocurren en stocks o diques, siendo las mas abundantes en volumen, las tonalitas-granodioritas.

DIORITA

Roca compuesta casi exclusivamente por cristales de plagioclasa y hornblenda. Ocurre en las inmediaciones del batolito junto con rocas metamórficas y pizarras del complejo Marañón. Es de color oscuro con tonalidad verdosa. Es tenaz y compacta. En interior mina es escasa, excepto la microdiorita que ocurre como enclave (xenolito grande).

TONALITA - GRANODIORITA

Son las rocas más abundantes (de grano medio a grueso) contienen plagioclasa, cuarzo, biotita y hornblenda. El feldespato potásico está ausente o simplemente subordinado. Constituye el mayor volumen del batolito de Pataz, reconocido tanto en superficie como en interior mina.

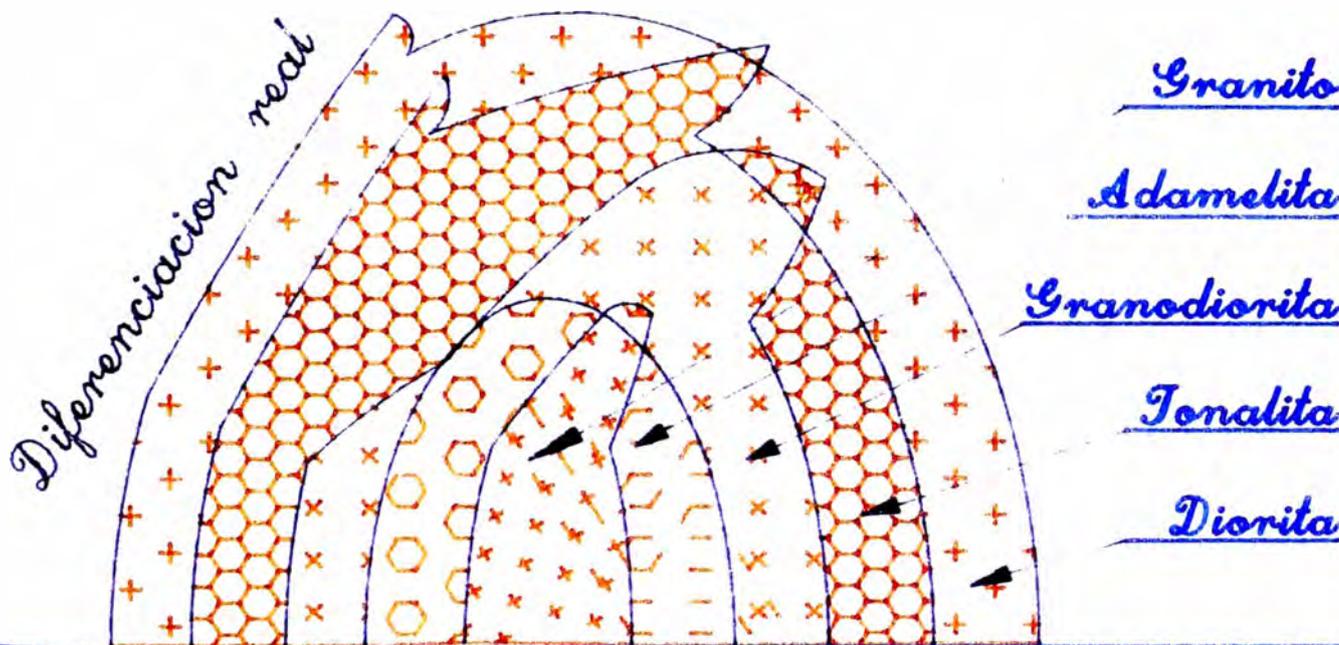
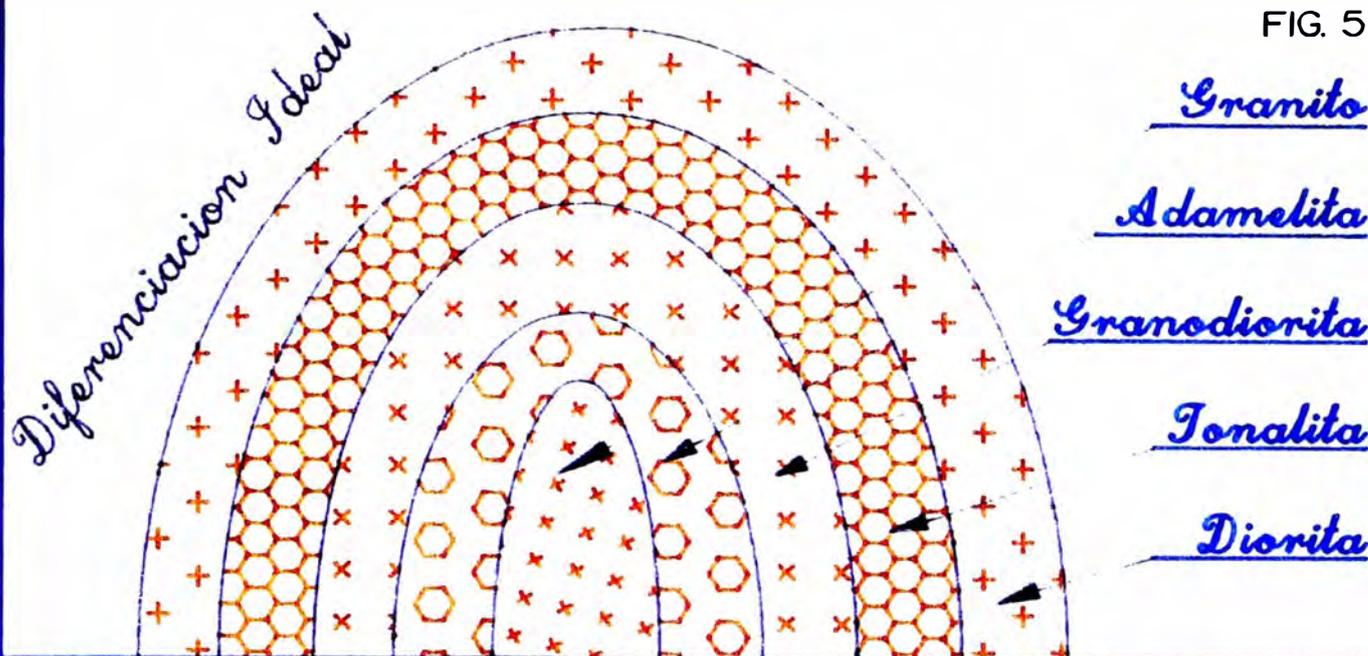
ADAMELITAS

Esta roca está constituida por: Plagioclasa, ortosa, cuarzo, biotita y algo de hornblenda. En superficie es de color rosado variando de compacta y dura hasta friable.

Se presenta como diques y pequeños stocks, lejos del contacto Intrusivo /Complejo.

En secciones delgadas se ha estudiado al microscopio muestras de roca de caja cercana a vetas conocidas. Aunque no se ha hecho un estudio

FIG. 5



Segun la Serie de Bowen
Serie Continua

Serie Discontinua
Plagioclasa - Ca

- Olivino - Mg
- Olivino - Fe
- Ortopiroxeno
- Clinopiroxeno
- Anfiboles
- Biotita

- Ortosa
- Muscovita

Plagioclasa - Na

Minerales esenciales en las rocas del Bobolite de Palaz



exhaustivo, se observa la presencia de allanita (epídota cérica) cerca al clavo mineralizado de la V. Choloque. En la Veta Mercedes también se observa algo parecido (MIRANDA 1990, comunicación verbal).

Existen además aplitas y pegmatitas que son, por su ubicación espacial (MIRANDA 1986), anteriores a las vetas y posteriores a la adamelita. Se presentan alteradas a cuarzo, epídota, sericita y cloritas.

El granito está mucho mas subordinado respecto a las demás rocas.

II.2.2 ALGUNAS CONSIDERACIONES REFERIDAS A LA PETROLOGIA DE LAS ROCAS MAGMATICAS DE LA ZONA

Considerando la escasez de bibliografía en nuestro ámbito estudiantil, me impulsa la aventura de citar párrafos de diversos autores para dar una imagen sencilla de lo que se dice respecto a la zona con relación a la Petrología, geología pura y/o metalogenia.

Los depósitos asociados al magmatismo calco-alkalino son depósitos endógenos que ocurren relacionados a procesos pegmatíticos, pneumatolíticos e hidrotermales, dando lugar a la formación de estructuras filoneanas y estratiformes de hierro, cobre, plomo, zinc, plata, oro, estaño, tungsteno, molibdeno y/o berilo. Estos depósitos ocurren principalmente relacionados a los arcos magmáticos, en los arcos insulares o en los márgenes continentales (VALERA 1987).

Los arcos magmáticos están constituidos principalmente por un magmatismo calco-alkalino. El magmatismo calco-alkalino puede subdividirse en dos series (CHAMPELL & WHITE 1974, PITCHER 1979):

1. *De tipo I (ígneo) que se origina por la fusión parcial del manto; y*
2. *De tipo S (Sedimentario) que se origina en la fusión parcial de la corteza continental o anatexia.*

En ambos casos se desarrollan procesos de diferenciación magmática con tendencia a la formación de rocas graníticas.

II.2.2.1 Consideraciones sobre el término ANATEXIA

definición:

"Refundición de rocas consolidadas al hundirse una masa rocosa, como consecuencia de una fuerte elevación de la temperatura." (DICCIONARIO RIODUERO 1972)

Esta cita solamente habla de la temperatura y no de la presión por lo que creo conveniente citar otras opiniones al respecto.

La composición y cantidad del fundido formado por anatexia depende de la composición química y mineralógica de las rocas, así como de la presión del agua y de la temperatura (WINKLER 1978).

Quando la temperatura de metamorfismo alcanza un cierto valor tiene lugar la ANATEXIA.

El fundido resultante está compuesto predominantemente por cuarzo, plagioclasa y feldespatos alcalinos. Sólo cantidades muy pequeñas de biotita, cordierita y sillimanita pueden disolverse en el fundido, las que junto con la plagioclasa rica en anortita y/o algo de cuarzo, forman

el residuo cristalino.

Para la anatexia se requiere temperaturas notablemente bajas, de aproximadamente 700°C a presión de agua de 2,000 bars, unos 680°C a 4,000 bars y aún mas bajas a más altas presiones de agua, siendo estas condiciones las mismas que las del metamorfismo de alto grado" (WINKLER 1978).

El cuadro siguiente resume las características mas saltantes del magmatismo calco-alcalino:

II.2.2.2 Series ~~magmáticas~~ calco - alcalinas

	SERIE I	SERIE S
Variación Composicional	Alta	Baja
$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Menor a 0.706	Mayor a 0.706
$\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$	Menor a 1.1	Mayor a 1.1
$\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$	Alto	Bajo
$f(\text{O}_2)$ en magmas	Alto	Bajo
$\text{Fe}^{+3} / \text{Fe}^{+2}$	Alto	Bajo
Minerales típicos	Magnetita, esfena y hornblenda	Ilmenita musco- vita y monacitas
Metales típicos	Cu, Mo y oro	Sn y W
Origen del magma	Manto	Corteza conti- nental

SCHREIBER (1989) califica al Batolito de Pataz como del tipo calco-alcalino serie "I":

"El batolito de Pataz con su amplio rango de SiO_2 , su relación baja de $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$, su riqueza en hornblenda, la presencia de magnetita, allanita,

titanita y de Xenolitos con mucha hornblenda, sería claramente de tipo "I". Las características de tipo "S" (como granate, cordierita y un alto contenido de K_2O , (WHITE & CHAMPELL 1983) están ausentes."

En otro lado este mismo autor agrega: "ISHIHARA (1977) distinguió dos secuencias de rocas graníticas una de las cuales se caracteriza por la presencia de hasta 2 % de magnetita, mientras que la otra casi no contiene minerales opacos (alrededor de 0.1 % de ilmenita y prácticamente carente de magnetita). El batolito de Pataz constituye una serie "tipo magnetita", según ISHIHARA (1977 y 1981), no sólo por el predominio de este accesorio opaco, sino también por la presencia de allanita y titanita. Con los granitoides de este tipo el autor relaciona una alta fugacidad de oxígeno, que da como resultado una alta RELACION de Fe_2O_3/FeO en los silicatos y concentraciones de azufre en fluidos residuales, por lo que la gran parte de los yacimientos metálicos de sulfuros se relacionan con él (y también gran parte de los auríferos). Los yacimientos oxídicos (de W y Sn) estarían ligados con los granitoides tipo "ilmenita" que son de baja fugacidad de oxígeno".

II.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Muchos de los problemas que se presentan en Geología Estructural requieren un cuidadoso análisis geométrico de cuerpos tridimensionales. La corteza terrestre ha sufrido, a lo largo del tiempo geológico, una secuencia de deformaciones intermitentes.

En la región de Pataz (a la que pertenece la zona de estudio) parece haber ocurrido una actividad tectónica grande en un amplio periodo geológico.

Si bien el trabajo cotidiano (inmediato) enfoca los problemas estructurales de una veta emplazada en roca intrusiva, varios ingenieros de la Compañía vienen realizando trabajos estructurales (mediante microtectónica), en el complejo Marañón y en el Batolito, con el fin de tener un enfoque global de los esfuerzos que actuaron en la región, lo cual facilitará la exploración.

Con relación a la mineralización los esfuerzos en el intrusivo parecen haber ocurrido en tres etapas:

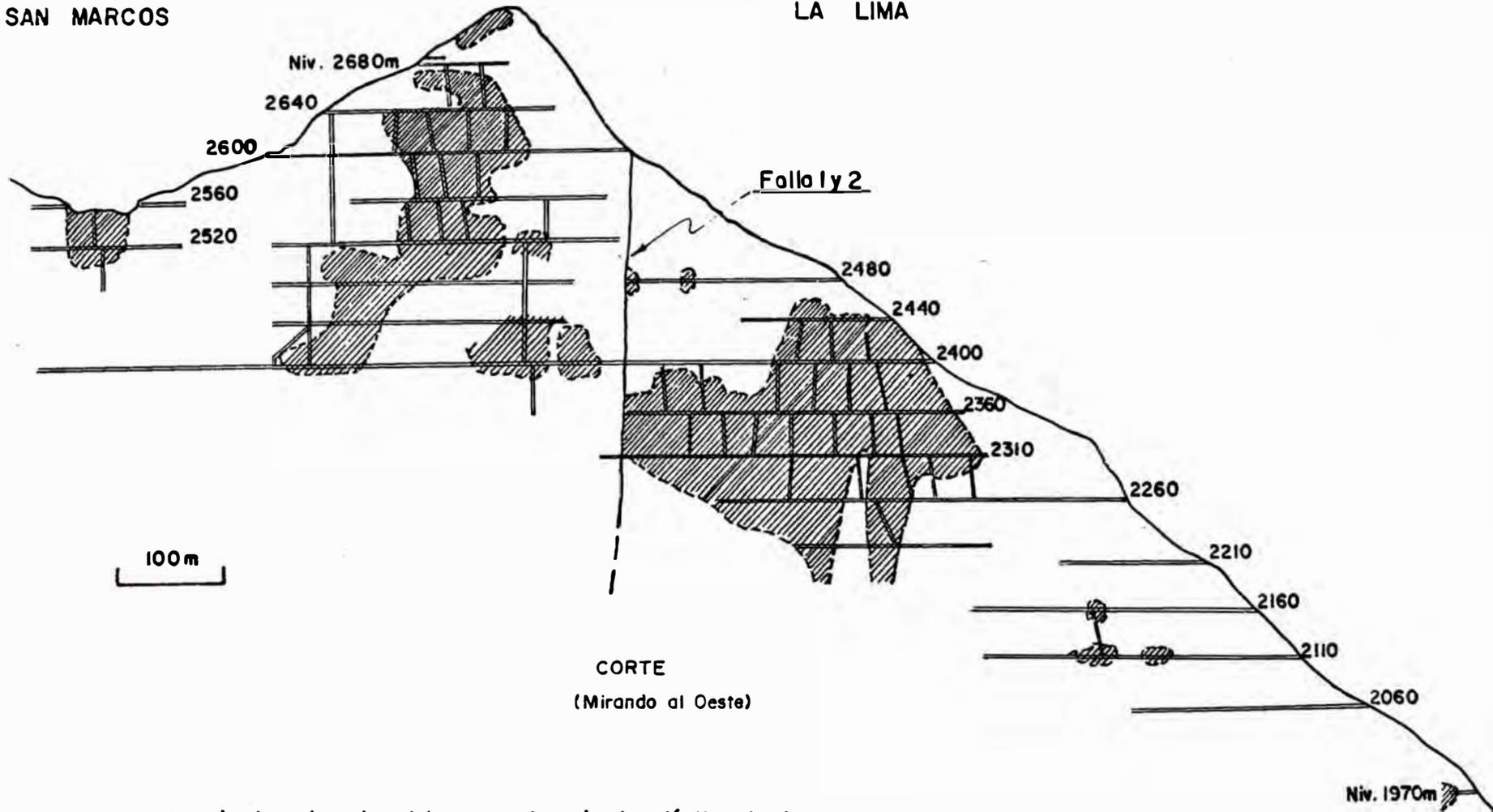
La primera etapa pre - mineral

- *La segunda etapa coetánea con la mineralización*
- *La tercera etapa post - mineral.*

Como resultado del primer periodo se formarían las fallas (que se mineralizaron posteriormente) con rumbos entre N 300 W a N 200 E, predominantemente; formados a partir de fallas mas antiguas y complejas cuyo rumbo preferencial es aproximadamente de Este a Oeste.

De estas últimas fallas se conocen tres: La falla 1-2 en La Lima (Fig. 6), falla Corihuarmi en Papagayo y falla Sophia en El Tingo. Estas fallas complejas fueron de gran trabajo tectónico, con buzamientos semiverticales y con fuerte brechamiento (potencias de 6 m. en el caso de F. Sophia, de 4 a 5m en el caso de la F. Corihuarmi y de 1 a 2m. en la Falla 1-2).

Estas fallas son importantes porque cerca a ellas se emplazan los clavos mineralizados (ver fig. 6) y se sostiene la hipótesis de que han servido como conductos de la soluciones mineralizantes.



corte de la mina La Lima mostrando los límites de los cuerpos con mineralización económica ($\geq \sim 10 - 14$ g/t Au), y las partes estériles de la veta, éstos se emplazan cerca a la falla 1-2

Si bien no toda la falla ha servido para este fin, por la impermeabilidad de los detritos con buen porcentaje de arcillas, cuyo comportamiento a presiones y temperaturas de la actividad hidrotermal se desconocen, lo interesante es su relación espacial con los clavos mineralizados en las vetas. Esta idea se viene reforzando a medida que avanza la exploración.

No obstante, no en todos los niveles las estructuras están mineralizadas, ya que en la intercepción de falla Sophia y V. Choloque, la estructura de Choloque es estéril, pero puede ser diferente en otras cotas, buscándose las zonas interezantes con las tendencias que nos brinden los isovalores. Igualmente se ha explorado la falla 1-2, en niveles inferiores (Nv 2110) de las vetas La Lima, sin resultados económicos; pero se encontraron dos clavos cercanos a dicha falla entre los niveles 2300 y 2600, uno a cada lado de la falla (fig. 6).

Por otro lado, la exploración de otras vetas, entre ellas las vetas Cortaderas, Bárbara y Sophía son de gran expectativa, sobre todo cerca a la falla Sophia.

Centrándose en esta hipótesis la V. La Lima no parece haber sido fallada como veta sino como estructura antes de ser mineralizada y por lo tanto se trataría de dos vetas diferentes separadas por una falla que alimentó a ambas con soluciones mineralizantes. En El Tingo la exploración al otro lado de la falla Sophia, se hace pensando en otras estructuras y no en la posible prolongación de la veta Choloque, con la que se reconoció la falla mencionada.

Naturalmente empiezan a surgir muchos interrogantes que se tendrán que aclarar con investigaciones futuras, aprovechando el avance de las

exploraciones, porque entendemos que la idea es bastante general y cada falla grande debe tener sus peculiaridades por estudiarse (tipos de movimientos que afectó, camino de las soluciones, alteraciones que éstas han podido producir, etc.).

Por otro lado, la actividad tectónica post-mineral tiene carácter de reactivación, paralela a las estructuras mineralizadas presentándose desplazamientos como los mostrados en la fig. 9; esto es, predominantemente N-S de tipo inverso sinistral.

Esta apreciación es el resultado de la experiencia observada en las vetas exploradas; por ejemplo: la falla Corihuarmi no desplaza a la V. Mercedes, lo cual se deduce por las estriás existentes, las que por interpretación de los geólogos residentes de Papagayo (CUEVA & MIRANDA en comunicación verbal), indican que ha habido un último movimiento que la vuelve a su posición inicial.

Sin pretender dar explicación total a los eventos, como una modesta apreciación, se resume lo dicho en los siguientes tres acápites referidos a la mineralización:

- I. Dislocación regional que produce fallamientos grandes de rumbos E-W que originaron fallas secundarias con rumbos entre N 45° W a N 40° E, con relleno, en alguna niveles de ellas, de cuarzo lechoso y pirita de primera generación.*
- II. Una reactivación en las fallas secundarias anteriores de menor intensidad con fracturamiento de la pirita existente. Luego una distensión E-W que permitió la penetración de soluciones*

hidrotermales (con oro) aprovechando el fallamiento regional de la primera etapa, emplazándose el oro en las microfracturas de la pirita.

III. Reactivaciones acompañadas primero de compresión, aproximadamente E-W, que origina fallas inversas, con la consiguiente sobreposición de vetas en algunos sectores de los clavos y con sectores estériles en otros. Finalmente termina esta última etapa con una distensión que origina fallas normales las cuales en sectores coincide con la veta, como se ve en la V. Choloque.

CAPITULO III

GEOLOGIA ECONOMICA

Los Distritos Mineros más sobresalientes de la región con minas de importancia en Recursos Auríferos, se destacan en dos zonas (fig.7). La del Sur, Buldibuyo-El Gigante-Parcoy y la del Norte La Lima-Papagayo-El tingo.

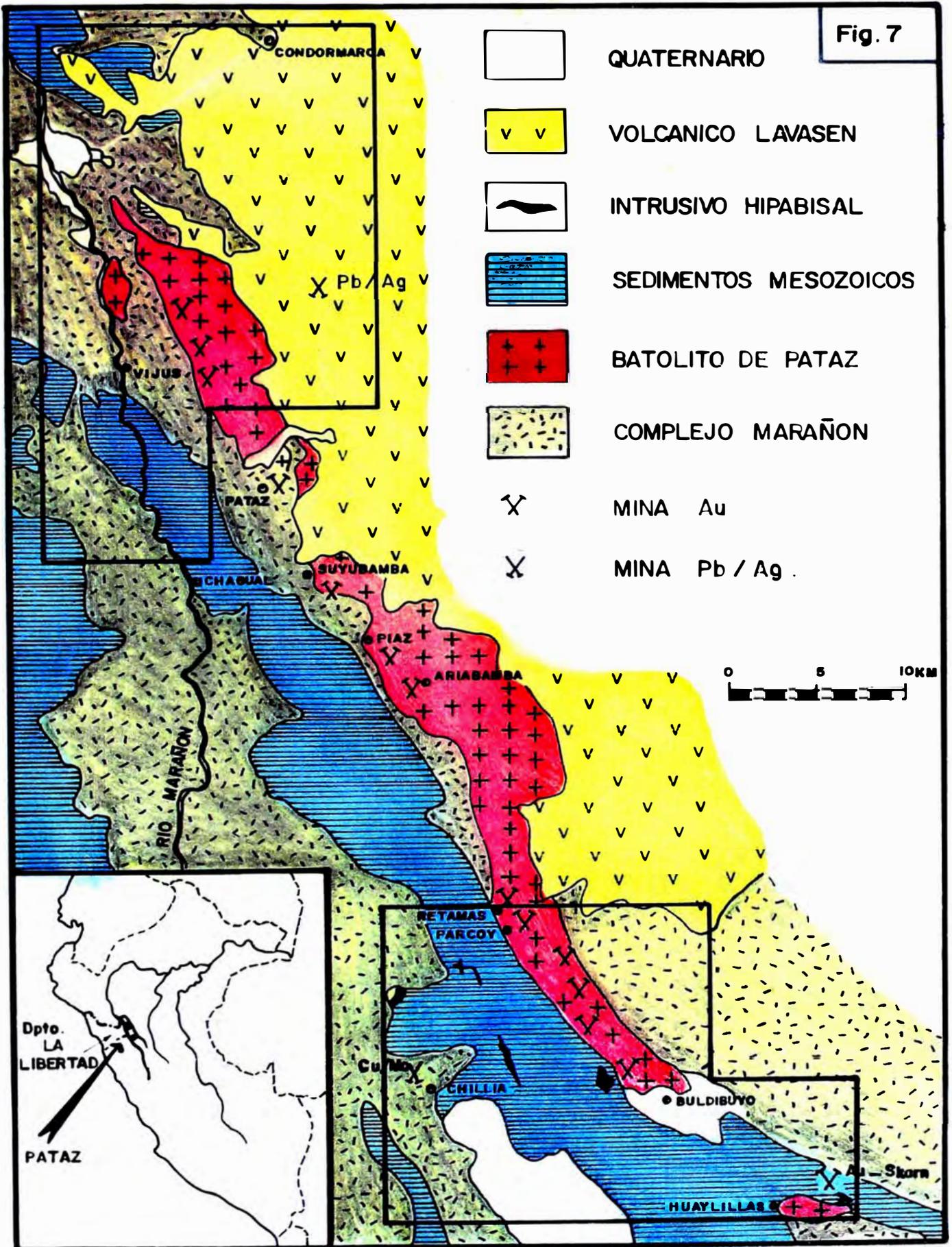
Cabe destacar presencia Aurífera en otros contextos geológicos, como el de la Estrella (fig.7) y los ubicados en los Volcánicos Lavasén (Condormarca, fig.8)

III.1 CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS ESTRUCTURAS

El interés económico en esta zona es por la presencia de recursos auríferos detectados en la pirita de vetas cuarzosas emplazadas en el Batolito de Pataz. Estas vetas con rumbos mayormente N-S y buzamiento hacia el Este, tienen un fuerte control estructural, ejercido por fallas grandes que generaron bloques.

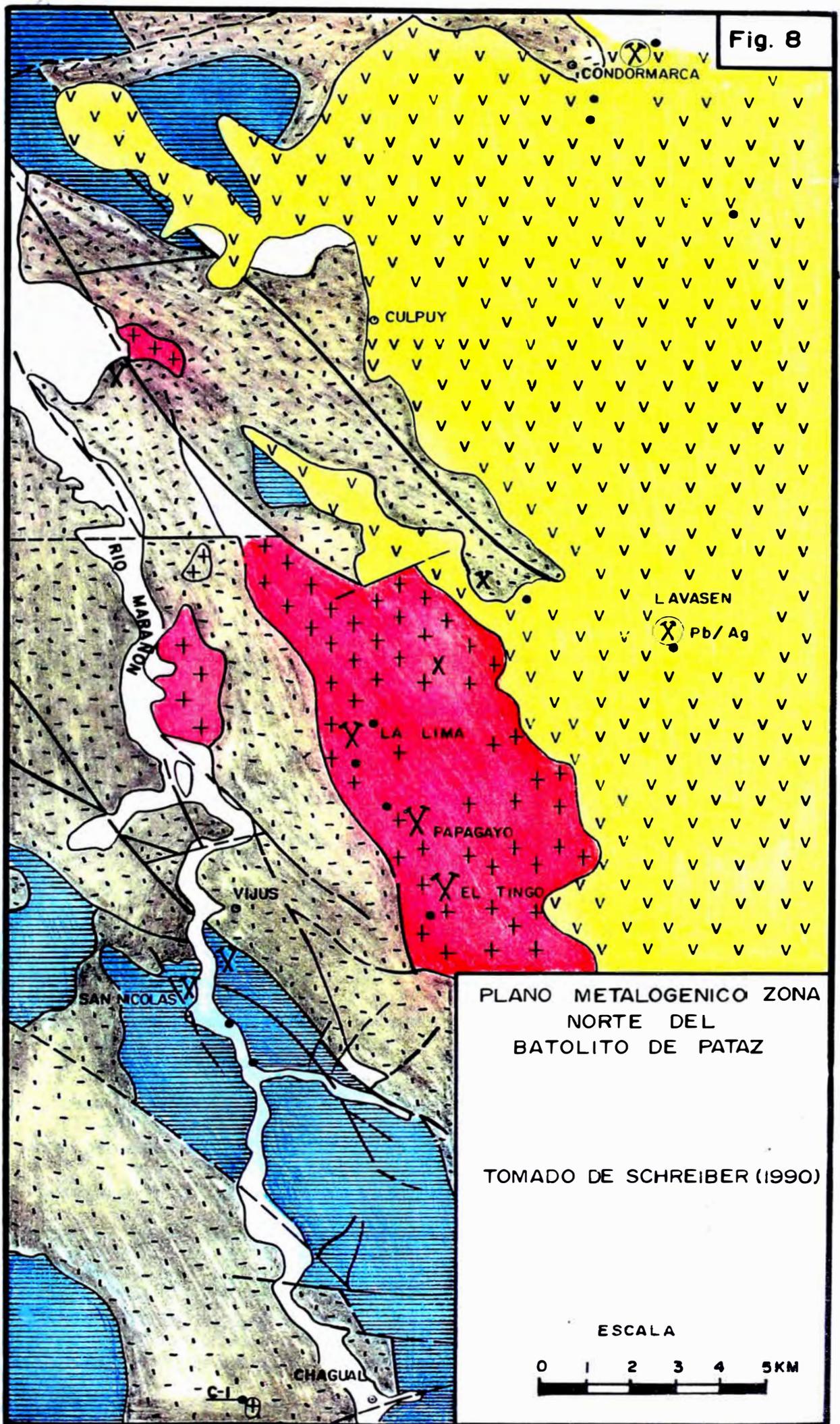
Los clavos mineralizados tiene dimensiones aproximadas de 300 por 300 m², con islas internas de sobreposición de veta y zonas estériles. Estos clavos presentan cierta zonación mineralógica con cuarzo compacto y poco fracturado en los bordes, y presencia de cloritas, donde la existencia de sulfuros es casi nula.

Un poco hacia el centro aumenta el fracturamiento del cuarzo y aumenta la presencia de pirita, intercrecida con arsenopirita. Hacia el centro del clavo la presencia de pirita aumenta, estando aquí intercrecida con



Plano metalogénico de la región de Pataz. (SCHREIBER-1990)

Fig. 8



PLANO METALOGENICO ZONA NORTE DEL BATOLITO DE PATAZ

TOMADO DE SCHREIBER (1990)

ESCALA



galena y esfalerita; la ley también aumenta. La esfalerita se presenta bastante subordinada con respecto a la galena, siendo peculiar la fuerte disminución de la arsenopirita.

Fuera de los límites mencionados del clavo, la estructura se presenta con milonitas que tienen cierta presencia de pirita, con potencias desde unos cms. a mas de un metro. El esquema mencionado casi siempre se ve afectado por el trabajo tectónico subsecuente y por el tipo de roca encajonante. En zonas de enclaves la estructura se ramalea y empobrece.

Aunque es bastante común que la pirita esté englobada en cuarzo, no obstante, se ha visto que existen zonas de estructura con material milonítico bastante cloritizado (de aspecto pizarroso), donde la pirita se presenta en nidos irregulares en los espacios de la roca de caja fracturada y que según los ensayos es económica. Este caso se ha visto en la chimenea 190 de la veta Choloque, habiéndose cubicado con estas características.

El esquema de zonamiento mineralógico mencionado se encuentra bastante disturbado por los diversos eventos tectónicos que han ocurrido posteriores a la mineralización. Se ilustra un caso observado en la Veta Jimena (fig.9), lazo techo de la veta Mercedes, en la que un block de veta después de haberse fallado lateralmente, posteriormente por reactivación, en el plano de la veta, se ha producido sobreposición en un sector, dándole una potencia (ancho de veta) inusual.

III.2 MINERALOGIA DE LAS VETAS

La mineralogía de las vetas es bastante sencilla y como fue mencionada anteriormente está constituida por:pirita, arsenopirita, galena y

SECUENCIA PARAGENETICA-BATOLITO DE PATAZ

	HIPOGENOS				SUPERGENOS
CUARZO	_____	_____	_____	_____	
SERICITA	_____	-----?			
ARCILLA	_____	_____	_____		_____
CLORITA	-----	-----	_____P	?	_____
ESPECULARITA	_____P				
MAGNETITA	_____P				
PIRITA	_____	_____	-----		
ARSENOPIRITA		_____			
WOLFRAMITA P	_____P				
COBALTITA		_____			
OR-ELECTRUM			_____P P		
ESFALERITA			_____		
CALCOPIRITA			_____		
PIRROTITA		_____P	_____		
GALENA			_____		
CALCITA				_____	
HEMATITA					_____
LIMONITA					_____
MOLIBDENITA			_____P		
TETRAHEDRITA			_____		

F = Fracturamiento

INTERPRETADO POR:
ING° C. MIRANDA - 1992

esfalerita.

Al microscopio se ha observado calcopirita en exsolución dentro de esfalerita. La pirita se observa bastante fracturada y el oro se encuentra en las microfracturas de ésta. Se ilustra esta característica en fotografías. Se adjunta además la interpretación paragenética planteada por el Ing. Carlos Miranda.

III.3 ROCAS ENCAJONANTES

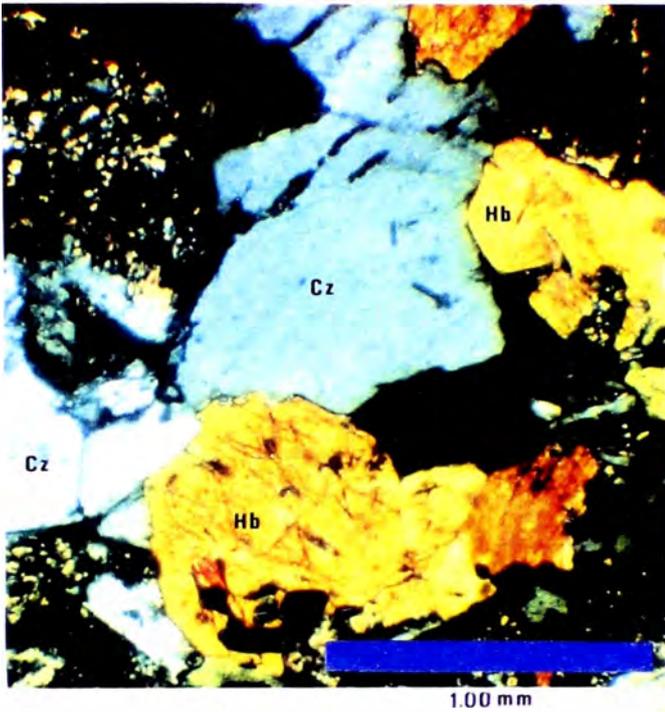
Estudios mas recientes (CHAVEZ 1990 y CUEVA en comunicación verbal), vienen delimitando una zona de enclaves paralelo al contacto del Intrusivo con el Complejo Metamórfico, antes de entrar a una zona donde prevalece el intrusivo (hacia el Este).

Estructuralmente estas zonas influyen en la continuidad de las vetas, siendo mas favorables en la zona donde la roca encajonante es netamente intrusiva. De las rocas observadas (diorita, tonalitas-granodiorita, adamelitas), las vetas en estudio básicamente tienen como roca encajonante a las granodioritas. Si ocasionalmente se cruza zona de enclaves por lo general se empobrece, sobretodo por que la estructura sufre bifurcaciones.

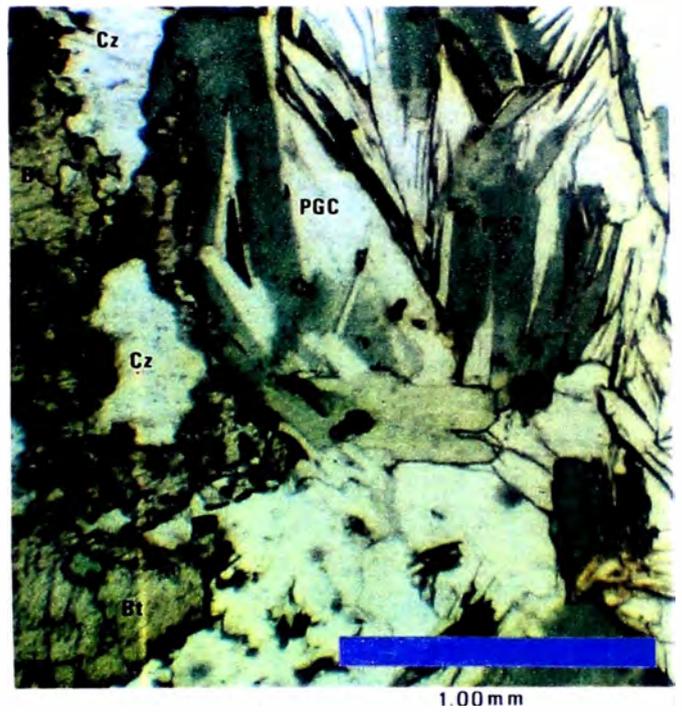
Por la bibliografía se sabe ,no obstante, que la veta San Francisco en Pataz trabajada por la Northern, dio gran cantidad de mineral de buena ley en roca de caja formada por pizarras de la Fm. Contaya. (CUEVA 1987)

III.4 ALTERACIONES DE LAS ROCAS ENCAJONANTES

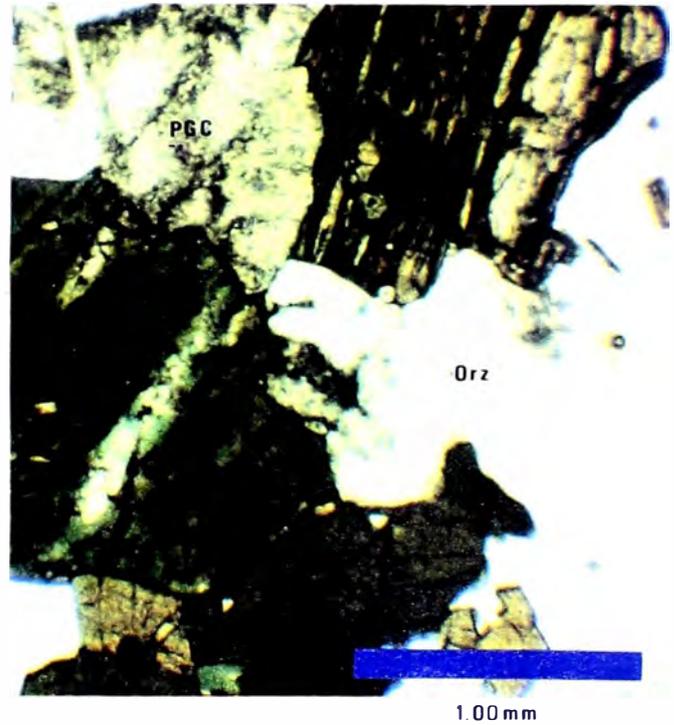
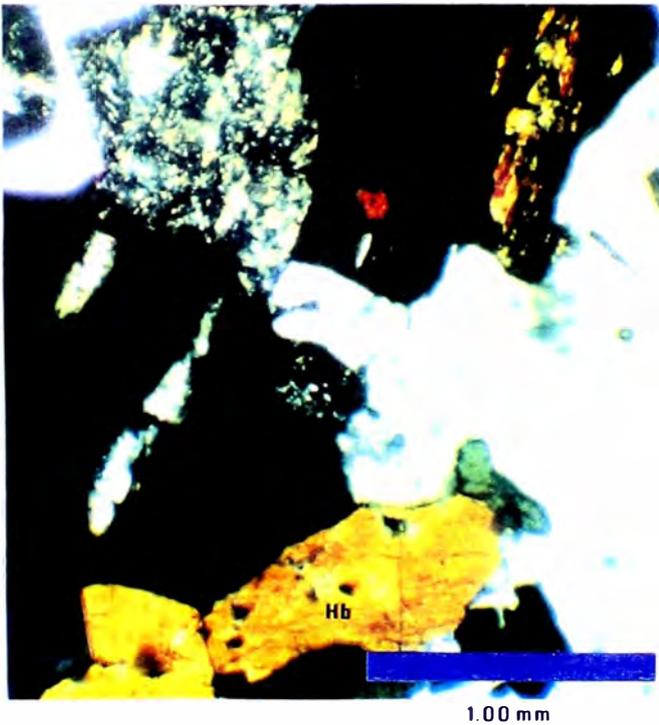
Las alteraciones principales de caja que se observan son: sericitización, silicificación, cloritización, piritización y alteración potásica. Frente



M.F.4.- Sección delgada en Nx. de una tonalita del "Batolito", se observa cuarzo, hornblenda, plagioclasas sericitizadas y clorita.



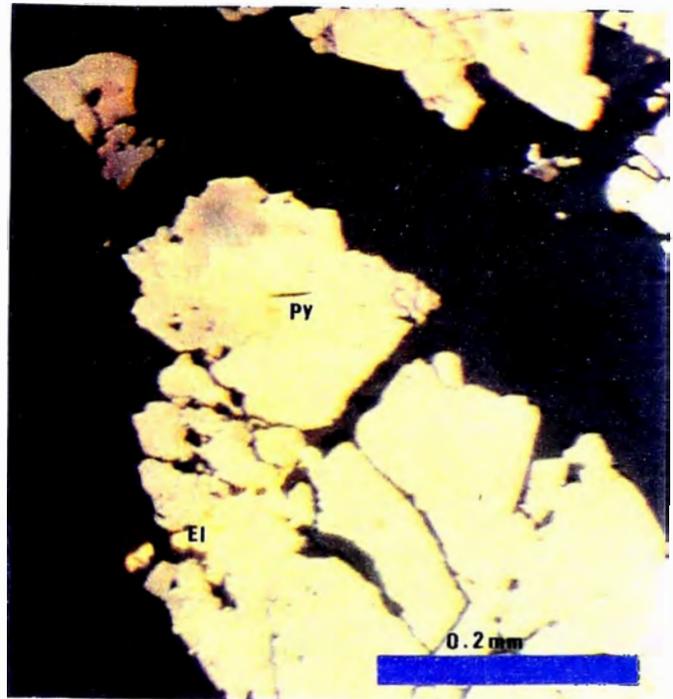
M.F.5.- Sección delgada en N//. de un stock granítico cerca a Chagual, se observa cuarzo, plagioclasas sódicas y biotitas.



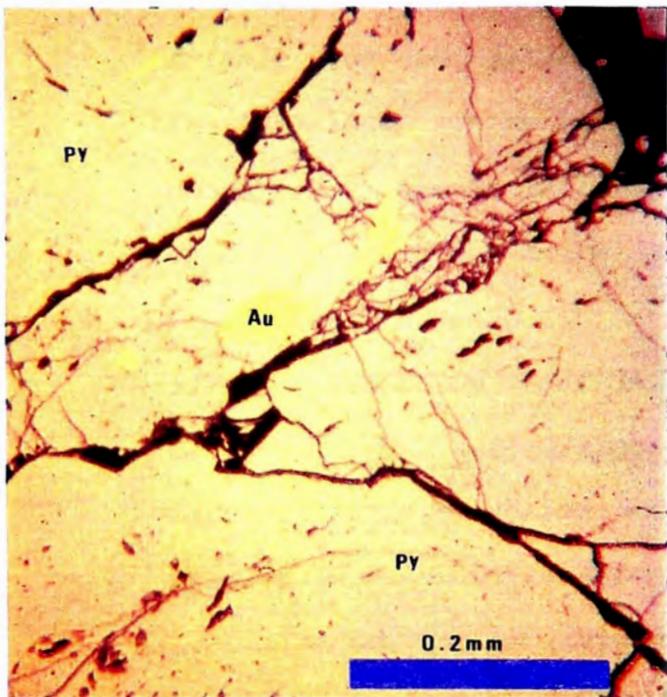
M.F.6-M.F.7.- Sección delgada en Nx. y en N//. de una granodiorita del "Batolito", se aprecia cuarzo, plagioclasas sericitizadas, hornblenda cloritizada y ortosa.



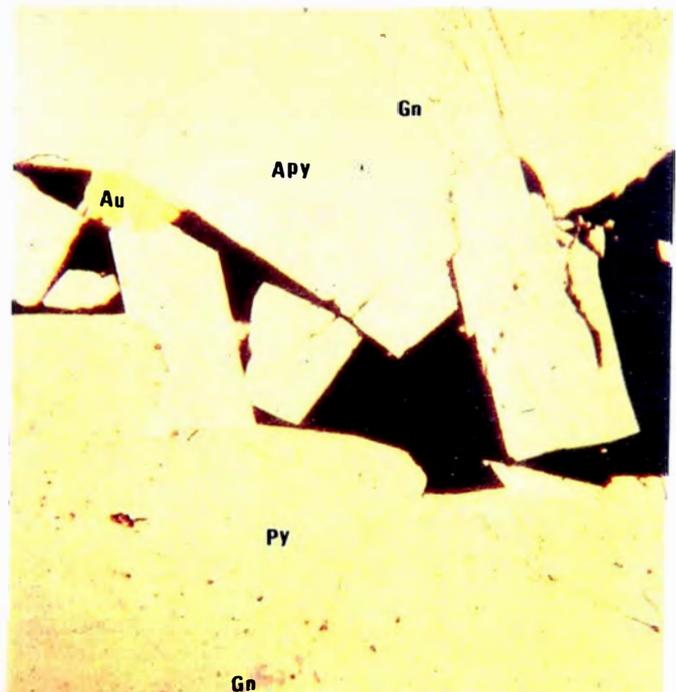
M.F.8.- Sección pulida de una muestra en la veta La Lima, se observa un grano de oro de 0.3mm en intercrecimiento con galena, pirita y cuarzo.



M.F.9.- Sección pulida de una muestra en la veta La Lima, se observa electrum en pirita diaclasada, esfalerita y cuarzo.



M.F.10.- Sección pulida en una muestra de veta del Distrito, se observa oro en las fisuras de pirita diaclasada.



M.F.11.- Sección pulida en una muestra de la región se aprecia un grano de oro de 0.15mm de largo en asociación con arsenopirita, pirita y galena.

al intemperismo las vetas se comportan en forma semejante a la roca encajonante, por cuyo motivo es muy raro encontrar crestones de cuarzo, existiendo una fisiografía poco conspicua.

No existe una fisiografía útil de las vetas que sirva de guía para su exploración en superficie. Por otro lado las alteraciones hidrotermales observadas no son guía o control, por lo que se piensa afinar estudios microscópicos y/o geoquímicos para encontrar alguna guía práctica para la exploración. Dentro de las alteraciones supérgenas sobresale la limonitización.

La alteración que produce el agua meteórica (superficial) en las estructuras afecta a grandes profundidades (mas de 100 m.), debido a lo friable que es la roca intrusiva de este batolito y su alto fracturamiento. Entre los óxidos se observa que existen, aunque en poca proporción, óxidos de manganeso. casualmente en estas zonas de oxidación se ve oro nativo, el cual se ha liberado de la pirita.

III.5 DISCUSION GENETICA SOBRE LA MINERALIZACION

La época de mineralización es desconocida aún. Si el evento de mineralización económico es único en toda la región un buen dato es la existencia del Skarn La Estrella, con valores económicos de oro emplazado predominantemente en pirrotita, en vez de en pirita (sulfuro aurífero principal en esta zona del Batolito). Las calizas alteradas a Skarn pertenecen al grupo Pucará.

Sobre el origen de las soluciones auríferas existen dos hipótesis, una sustentada por el Ing. Carlos Miranda y otra por el Dr. D. Schreiber.

CAPITULO IV

"La distribución de las leyes de mineral en un depósito tiene un carácter de mezcla entre lo estructurado y aleatorio; por eso el proceso de mineralización tiene una estructura general que sigue ciertas leyes: Geológicas o metalogénicas, existiendo en particular zonas de ley rica y zonas de ley pobre, siendo esto posible solo si la variabilidad de leyes posee cierto grado de continuidad."

MATHERON G.

ESTIMACION DE RESERVAS

IV.1 ESTIMACION ESTADISTICA CLASICA

Los métodos clásicos se vienen usando en la evaluación de reservas minerales desde hace varios años. Estos métodos asumen que las muestras tomadas de una población desconocida son aleatoriamente seleccionadas e independientes una de la otra.

En otras palabras, suponen que, en un cuerpo mineralizado la posición de cualquier muestra tomada no es importante.

No obstante, esto se contradice con el hecho de que, por lo general las muestras tomadas a corto espacio denotan cierta correlación, o sea que reflejan cierto grado de continuidad en la mineralización.

El presente trabajo: "ESTIMACION DE RESERVAS POR EL METODO GEOESTADISTICO APLICADO A VETAS AURIFERAS DEL BATOLITO DE PATAZ", aparte de la evaluación geoestadística incluye una evaluación por el Método Estadístico Clásico por promedio simple y otra por promedio log-normal.

para que comparando los resultados se adopte el método apropiado.

IV.1.1 - TIPO DE RESERVAS

El tipo de reservas consideradas, tal como se observa en el Cuadro Resumen, son dos: RESERVAS PROBADAS Y RESERVAS PROBABLES.

No se ha tenido en cuenta aún la clasificación según la accesibilidad. Los blocks que constituyen las reservas probadas tienen al menos una labor adyacente muestreada, ya sea galería o chimenea.

En cambio las reservas probables son aquellos blocks, adyacentes a blocks probados, considerando el criterio del geólogo residente.

Las labores de exploración que brindan los datos para la ubicación en una veta determinada son las galerías, chimeneas, subniveles, etc.

Los blocks de mineral probado adyacentes a una labor toma como longitud el segmento mineralizado, reconocido por cartografiado o mapeo, con las respectivas leyes que reporta el laboratorio. Considerando la ley diluída de 5.8 Gr/TMS como sub-marginal, serán tomados como reservas económicas los blocks con ley promedio mayor o igual a dicha ley sub-marginal.

Dada una longitud "L" de mineralización reconocida en una labor, los blocks toman un alto perpendicular; criterio tomado de (ALARCON et al. 1978). El block probable es adyacente al block probado y puede o no tener la misma área del probado dependiendo de algún rasgo geológico.

Cuando el block ha sido reconocido por una galería y una chimenea adopta la forma triangular (mineral Probado), y la de trapezoide el Probable.

tomando como base mayor la hipotenusa del triángulo del block probado.

Existen zonas limitadas por dos galerías y dos chimeneas, que a veces cuando los parámetros son económicos se toma toda el área como block probado.

Las otras formas de los blocks obedecen a algún criterio geológico (guiado por la experiencia); así por ejemplo considerando el gran trabajo tectónico que ha habido en el Batolito de Pataz existen zonas estériles dentro de un clavo de mineral, con otras zonas donde la veta se presenta sobrepuesta una parte sobre la otra.

IV.1.2 - DETERMINACION DE RESERVAS MINERALES

El tonelaje es básicamente función del ancho de la veta (potencia), aunque se observa que hay variación del peso específico de un punto a otro, por la mayor o menor presencia de sulfuros (galena y esfalerita).

Se viene investigando sobre el particular, y mientras no se conozcan resultados de este trabajo experimental se está empleando el peso específico igual a 2.85.

IV.1.2.1 -RELACIONES FUNDAMENTALES PARA EL CALCULO DE PROMEDIO SIMPLE

Definamos para un canal *i*-ésimo:

P_i = ancho de veta

L_i = ley del canal

PDi = ancho diluido de veta o potencia diluida.

Se trata de calcular los promedios:

PSD = ancho promedio de veta sin diluir.

LSD = ley promedio sin diluir.

PD = ancho promedio de veta diluido.

LD = ley promedio diluido.

Adicionalmente se define el Acumulado $A_i = P_i * L_i$

El ancho de veta se estima por promedio simple de todos los canales de la labor o labores que intervienen en un Block:

$PSD = \sum (P_i) / N$, donde $N = N^{\circ}$ de canales

Este ancho de veta con el área respectiva del Block y el peso específico ($P.G.$) nos da el tonelaje seco (TMS) de mineral sin diluir, tanto para el mineral probado como para el probable.

$TMS = Area * PSD * P.E$

Con los criterios de dilución mencionados se diluye cada canal de muestreo y se calcula el ancho promedio diluido (PD) y consecuentemente el tonelaje diluido (TMD).

$PD = \sum (P_{Di}) / N$

$TMD = Area * PD * P.E$

Las leyes se calculan según las siguientes relaciones.

La ley sin diluir se calcula con:

$LSD = \sum (A_i) / \sum (P_i)$

y la Ley diluida mediante:

$LD = \sum (A_i) / \sum (P_{Di})$

Las unidades empleadas son metros para el ancho de veta y Gr/TMS para la ley.

IV.1.2.2.- CALCULO TRADICIONAL LOG-NORMAL

El análisis de los histogramas indujo a pensar que no había una conexión entre la distribución que presentaba la ley y la determinación de su promedio.

Los anchos de veta presentan típica distribución normal mas no las leyes de oro y/o los acumulados del mismo, como se observa en los histogramas siguientes.

En primer lugar mostramos el histograma de anchos de veta o potencias que presenta distribución normal con una sola moda.

El siguiente histograma corresponde a los acumulados que presenta una clara distribución Log-Normal, con la moda bastante cercana al origen de las coordenadas.

Luego se muestra el histograma de los logaritmos de los acumulados (con distribución normal).

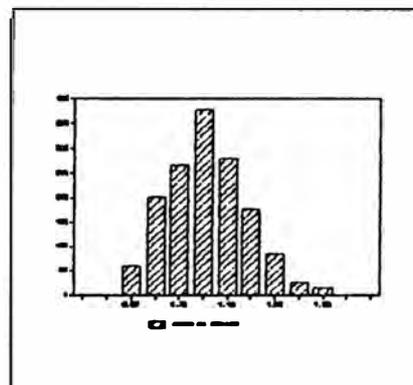
Una secuencia bastante parecida se repite en las otras Vetas

estudiadas: veta Mercedes y veta Choloque, cuyas ilustraciones presentamos a continuación.

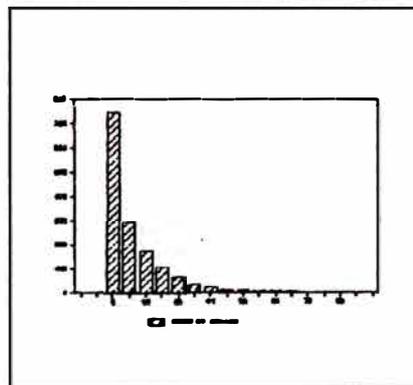
HISTOGRAMAS

VETA LA LIMA 2

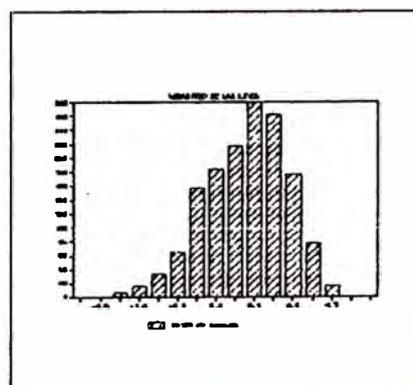
POTENCIAS



LEYES

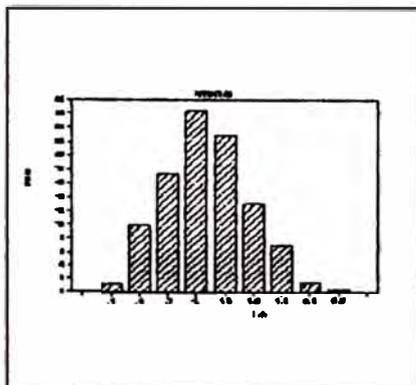


LOGARITMOS DE LEYES



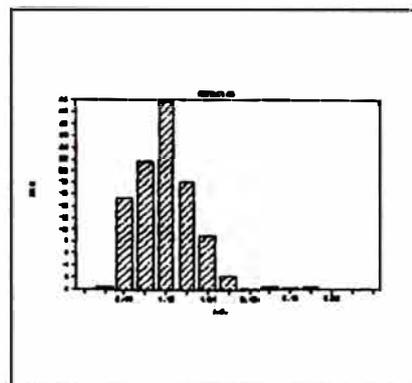
VETA MERCEDES

POTENCIAS

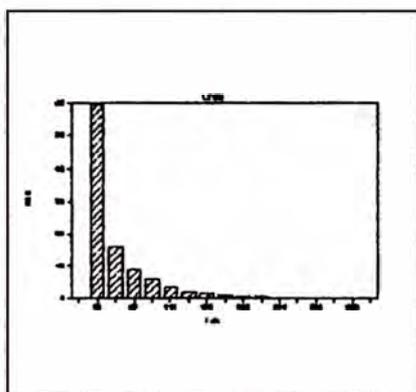


VETA CHOLOQUE

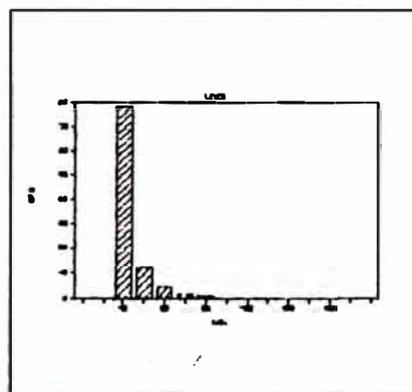
POTENCIAS



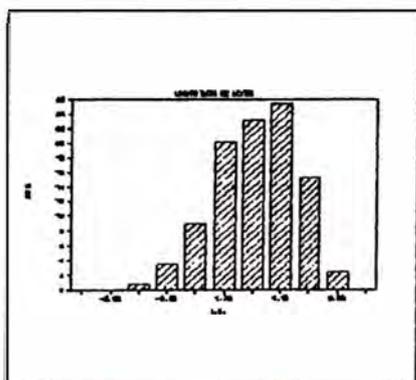
LEYES



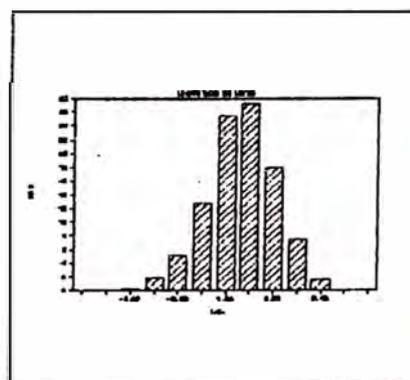
LEYES



LOGARITMO DE ACUMULADOS



LOGARITMO DE ACUMULADOS



A Continuación vamos a explicar la forma de promediar en el cálculo de una distribución log-normal. Definimos previamente:

α = promedio de los logaritmos de la variable

β^2 = varianza de los logaritmos anteriores.

Se trata de calcular el promedio de la variable en estudio "V" según:

$$V = \text{Exp}(\alpha + \beta^2/2)$$

éste es el antilogaritmo de alfa mas beta al cuadrado entre dos, (DAVID 1977). Se entiende que la variable puede ser ancho de veta (sin diluir o diluido) o acumulado. La ley resulta de dividir el acumulado promedio, calculado según la expresión anterior, entre el ancho de veta promedio; ambos calculados con esta modalidad. En la práctica la potencia se calcula por promedio simple porque este valor es bastante cercano al calculado por el método Log-Normal.

IV.1.3 - CRITERIOS DE DILUCION

Los criterios de dilución para el ancho de veta tienen los siguientes intervalos:

Si el ancho es menor de 0.80 m. se diluye a un metro.

En el rango de 0.80 m. 1.00 m. el ancho de veta se diluye en un 25 % mas.

Los valores mayores a un metro se diluyen aumentándoles 25 cm.

Cada canal de muestreo es afectado por uno de estos criterios, determinándose por promedio de éstos la potencia diluida. Estos criterios se han utilizando también en la estimación Geoestadística.

IV.1.4 - DETERMINACION DEL CONTENIDO FINO

El contenido fino es función directa de la ley del Block. Este valor promedio es teóricamente único para un block dado y resulta de la multiplicación de la ley sin diluir por el tonelaje sin diluir. Igual resultado debe darnos si se utilizara la ley diluída con el tonelaje diluído.

Existe no obstante, alguna discrepancia entre el utilizar los valores (Ley y Tonelaje) diluidos o sin diluir y se debe tener cuidado en que este error sea tolerable. La diferencia no debe ser mayor de 0.01 % tomando en forma porcentual la división de esta discrepancia entre el contenido fino promedio.

IV.1.5 - CALCULOS EN LA MICROCOMPUTADORA

Ya se mencionó con anterioridad que, se ha crado en una hoja electrónica de LOTUS varios MACROS activados por un MENU. En la Figura 10 se muestra las zonas más importantes de la hoja TRAD&LOG.WK1 para calcular la cubicación tradicional, tanto por promedio simple como por log-normal, de un block cualquiera.

La columna A contiene las Macros del Menú que se activa con <Alt "M">. Esta columna se deja oculta.

La zona denominada "DATOS" entre las columnas B52...I52 recepcionará por combinación todos los datos de toda o parte de una veta elejida, cuya base de datos se ha creado en LOTUS o en algún editor. Para el caso de las vetas en estudio, la información tiene el siguiente esquema, tomada de una parte de la V. CHOLOQUE, como ejemplo:

ZONAS MAS IMPORTANTES EN LA HOJA DE CALCULO PARA CUBICACION TRADICIONAL

ZONA DE MACROS	ZONA DE RESPUESTAS A LAS MACROS	ZONA de Cálculo (Promedios de potencia y ley)	RESUMEN DE BLOCKS
	ZONA DE BASE DE DATOS (Copiado por Combinación de un File Externo)	ZONA DE EXTRACCION DE DATOS POR LABORES DE LA BASE DE DATOS	
Lineamiento general del file TRA&LOG.WK1, que se utiliza en el cálculo tradicional de Promedio Simple y de Promedio Log_Normal.			Agosto 1, 989 ...MZT
FIG. 10			

VETA CHOLOQUE

NIVEL	LABOR	FECHA	PTO REF	DIST.	POT	LEY
2014	G S		FCHI30+	1	0.70	4.33
2014	G S			2	0.80	6.33
2014	G S			3	0.80	10.40
2014	G S			4	0.80	5.14
2014	G S			5	0.60	3.34
2014	G S			6	0.50	2.47
2014	G S			7	0.70	32.87
2014	G S			8	0.60	5.54
2014	G S			9	0.70	11.54
2014	G S			10	0.30	9.74
2014	G S			11	0.35	34.40
2014	G S			12	0.90	8.40
2014	G S			13	1.10	6.67
1904	G S		PTO 35	2	0.30	2.27
1904	G S			4	0.35	1.60
1904	G S			6	0.35	2.40
1904	G S			7	1.00	6.00
1904	G S			8	0.50	11.00
1904	G S			9	0.50	11.70
1904	G S			11	0.30	4.06
1984	CH190	25-8-89	T-G	15	1.35	4.94
1984	CH190			18	1.15	13.33
1984	CH190			19	1.00	16.00
1984	CH190			20	0.90	12.50
1984	CH190			21	1.00	9.50
1984	CH190			22	1.00	19.10
1984	CH190			23	0.60	4.50
1984	CH190			24	0.40	4.53
1984	CH190			25	0.60	5.34
1984	CH190			26	0.50	3.33
1984	CH190			27	0.40	12.34
1984	CH190			28	0.50	20.40
1984	CH190			29	0.90	7.60
1984	CH190			30	0.90	3.50
1984	CH190			31	0.85	7.10
1984	CH190			32	0.80	4.50
1984	CH190			33	0.55	5.70
2014	CH190	13-10-89	T-G	1	0.60	6.67

El mecanismo que sigue la opción "CUBICA: del Menú, empieza separando de la zona "DATOS" las labores que, por teclado, el usuario elije con sólo tipear el NIVEL y la LABOR. De este modo puede separar hasta cinco labores, que se ubican en las zonas nombradas Labor1, Labor2, Labor3...etc.

Luego se podrá elejir la porción que interviene de cada labor en el cálculo de los anchos de veta y ley del block, copiándose en forma

automática en la zona "CALCULO". En esta zona se realizan los cálculos pertinentes del Promedio Simple y Promedio Log-Normal.

A esta altura, el programa (Macro) nos pide que se le de por teclado el nombre del block y el área respectiva. Con estos datos viene la alternativa de si es PROBADO o si es PROBABLE, respondiéndosele con "A" o "B" según sea el caso. Si la respuesta es "A" copia los resultados en la zona llamada PROBADO, presentando en forma automática los tonelajes y leyes respectivas, tanto para promedio simple (en la primera fila) y promedio Log-Normal (segunda fila).

Terminada la cubicación y separando los blocks según el método de promedio empleado, se realiza el PROMEDIO RESUMEN. Para ello el Menú contempla la opción RESUMEN, ante cuya acción pregunta si se trabaja con blocks PROBADOS O PROBABLES.

El Programa contempla que las variables área, tonelaje diluido y tonelaje sin diluir simplemente se sumen. Los anchos de veta (diluídos y sin diluir) se ponderan con el área, en cambio las leyes son ponderadas con el tonelaje respectivo. Por otro lado existe la opción "SALIDA" mediante la cual se graba en el diskett de trabajo los resultados de la cubicación, en un file cuyo nombre el usuario puede elegir.

Se entiende que este programa no es definitivo y puede ser mejorado y/o adaptado para otras situaciones de vetas o cuerpos mineralizados con mas elementos; solo hace falta un conocimiento adecuado del LOTUS - 123.

Ejemplo de Cuadro Resumen en la Cubicación Tradicional de Veta La Lima 2.

VETA LA LIMA 2

PROBADO

BLOCK No	AREA M ²	POT. S. D. M	LEY-Au SIN DIL.	TONLJE T.M.S.	POT. DILUIDA	LEY DILUIDA	TONLJE DILUIDO
2A	385.0	0.70	18.2	735.2	1.10	10.9	1,228.9
33A	819.2	0.80	17.7	1,837.4	1.20	11.8	2,748.0
81A	330.0	0.80	21.1	722.0	1.10	14.3	1,068.8
82A	400.0	0.90	19.7	970.3	1.20	14.3	1,334.6
84A	1,824.0	1.00	12.9	5,282.6	1.30	9.9	6,886.4
85A	698.0	1.10	12.1	2,171.7	1.40	9.7	2,693.1
86A	519.0	0.90	14.7	1,299.1	1.20	10.7	1,787.0
87A	1,190.0	1.20	12.2	3,900.7	1.40	10.0	4,750.9
88A	515.0	0.90	17.5	1,378.1	1.20	13.2	1,825.8
89A	664.0	0.90	13.3	1,722.5	1.20	9.8	2,334.1
90A	837.0	0.80	13.5	1,950.4	1.20	9.5	2,761.6
91A	435.0	0.90	9.7	1,061.8	1.20	6.9	1,477.3
92A	115.2	0.70	14.1	223.6	1.10	8.9	351.3
101A	307.0	1.10	13	941.4	1.30	10.5	1,174.0
102A	1,957.2	1.20	17.3	6,577.1	1.40	14.2	8,016.6
103A	1,094.0	1.10	8.9	3,387.3	1.40	7.1	4,222.3
104A	335.0	1.00	13.2	943.9	1.30	10.1	1,233.2
105A	85.0	1.20	8.8	301.2	1.50	7.3	363.9
106A	85.0	1.40	8.3	334.5	1.60	7.0	395.0
108A	336.0	0.80	16.7	779.5	1.10	11.9	1,091.7
109A	347.0	0.90	19	900.3	1.20	14.4	1,181.6
110A	1,237.0	0.90	14.1	3,220.0	1.30	10.3	4,414.8
111A	817.0	0.80	10.2	1,930.8	1.20	7.2	2,733.1
112A	200.0	0.80	21.9	448.4	1.10	15.2	647.4
113A	342.0	0.80	20.1	771.0	1.10	14.0	1,101.4
114A	700.0	0.60	21.1	1,230.3	1.10	12.1	2,144.2
116A	304.0	1.00	11.8	893.4	1.30	9.2	1,136.5
117A	202.0	0.90	11.2	584.3	1.20	8.3	793.1
118A	232.0	1.00	6.7	691.8	1.20	5.8	795.6
120A	255.0	0.80	9.5	616.1	1.20	6.6	885.7
121A	280.0	0.60	9.1	464.6	1.00	5.1	830.2
122A	311.0	0.70	10.8	658.9	1.20	6.9	1,032.0
	18,157.6	0.94	14.0	48,929.9	1.26	10.50	65,440.3
PROBABLE							
33B	819.2	0.80	17.7	1,837.4	1.10	11.8	2,607.9
85B	302.0	1.10	11.6	939.9	1.30	9.4	1,157.6
91B	210.0	0.90	9.7	512.6	1.20	6.9	713.2
92B	115.2	0.70	14.1	223.6	1.10	8.9	351.3
105B	38.0	1.20	8.8	134.7	1.50	7.3	162.7
106B	38.0	1.40	8.3	149.5	1.60	7.0	176.6
113B	284.5	0.80	17.7	641.4	1.10	10.0	916.2
SUBTOT	1,806.9	0.90	14.7	4,439.0	1.20	10.7	6,085.5
TOTAL	19,964.5	0.90	14.1	53,368.9	1.30	10.5	71,525.8

IV.2 - ESTIMACION GEOESTADISTICA

IV.2.1 CONSIDERACIONES PARA EL TRATAMIENTO GEOESTADISTICO

Se ha tenido presente que los modelos matemáticos no pueden ser aplicados a la Geología ciegamente y que influyen los cambios mineralógicos tanto de veta como de la roca caja en el cálculo del variograma.

Ejemplo de esto se vio en la veta Choloque donde los variogramas del acumulado (ancho de veta por ley) aplicado a zonas cuarzosas dieron aleatoriedad bastante alta. Por otro lado los variogramas calculados en la misma estructura de Choloque pero donde la pirita se hallaba en material milonítico fuertemente cloritizado dio mayor continuidad de mineralización y se pudo aplicar el método.

En la Veta Mercedes se tuvo mucho cuidado con el rasgo geológico de la falla Corihuarmi y aunque macroscópicamente no se notan diferencias mineralógicas sustanciales, las constantes del Variograma calculado en ambas zonas respecto de la falla son diferentes (Cuadro IV, del RESUMEN).

En la veta La Lima también se tuvo cuidado con un split respecto a la estructura principal donde las constantes del variograma también resultaron diferentes. En forma local se ve que los variogramas de labores horizontales cercanas (niveles 2440, 2480) son diferentes, siendo mayor esta diferencia si se compara con los de labores verticales.

IV.2.2 - DETERMINACION DE LA ZONA DE TRABAJO

Se eligió una zona de la veta en que, el material que rellena la estructura viene a ser económico. Este espacio geométrico se procura sea igual a su forma Geométrica natural caracterizada por una cierta homogeneidad, básicamente mineralógica.

La guía mineralógica es el cuarzo con sulfuros. En las mejores zonas de las vetas estudiadas existe una mineralogía sencilla formada por pirita, galena y esfalerita. La pirita es el mineral económico por excelencia, porque el oro se encuentra mayormente en ella.

Así la zona de trabajo se determina con la observación macroscópica de la cartografía (mapeo) lo que es corroborado con las leyes que reporta el laboratorio.

Por ejemplo en la veta La Lima 2 la zona de trabajo está entre los niveles 2400 y 2520, (ver Fig. 14). En la veta Mercedes se ha trabajado en el Nv 1934 a lo largo de la Galería Norte (Nivel María), y una parte de la galería 1967, con las chimeneas 16, 130, 50 y 200.

IV.2.3 - ESTUDIO ESTRUCTURAL DE LAS VARIABLES

IV.2.3.1 - EL VARIOGRAMA

La Geoestadística no es meramente una técnica surgida del amalgamiento de las ciencias Geológicas con la teoría de Probabilidades y la Estadística Clásica, sino enteramente una nueva metodología cuya función fundamental es el Variograma.

El Variograma es la herramienta principal de la Geoestadística. Es una función que representa el grado de continuidad de la mineralización, sin perder de vista que continuidad equivale a la menor o mayor discrepancia entre las variables.

El cálculo de los variogramas en una zona de trabajo es el primer paso en un estudio geoestadístico de estimación de reservas minerales. Una vez

conocida esta función se usará en todos los pasos subsecuentes del trabajo, sobre todo en el Krigeage.

Esto se debe a que la función variograma expresa cuantitativamente aspectos geológicos importantes tales como la continuidad, tamaño y forma de la zona de influencia en las direcciones que se haya aplicado.

IV.2.3.2 VARIABLE REGIONALIZADA

Un fenómeno natural puede ser caracterizado por la distribución en el espacio de una o mas variables llamadas Variables Regionalizadas.

La distribución de leyes en el espacio tridimensional, pesos específicos o anchos de veta son ejemplos de variables regionalizadas que caracterizan al menos algún aspecto del fenómeno de mineralización.

Debido a la importancia que tiene el soporte (tamaño de muestra) la variable regionalizada que caracteriza la ley será el Acumulado de Oro, anotada anteriormente como el producto del ancho de veta por la ley, en cada canal de muestreo.

Dada una cadena de valores (sea de anchos de veta o acumulados) nos preguntamos que semejanza o diferencia puede esperarse entre puntos separados por una distancia "h".

A esta variación esperada se le denomina correlación espacial, y cuando existe, dando un crecimiento, significa que los valores de esta cadena no son realizaciones independientes una de la otra, al menos en una distancia determinada, llamada **alcance**.

Debemos encontrar una manera de caracterizar esa semejanza de los valores dentro de un área de interés y la mejor manera de comparar valores $Z(X)$

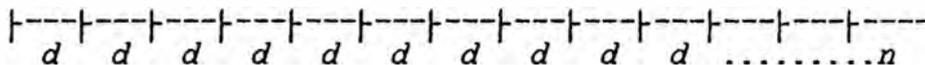
y $Z(X+h)$ en los puntos X y $X+h$ es considerando sus diferencias cuadráticas, usando toda la cadena de valores para todos los posibles puntos X y $X+h$.

IV.2.3.3 - CALCULO DEL VARIOGRAMA

Supongamos que tenemos $N(h)$ pares de muestras separados por un vector h . El variograma experimental lo estimamos por:

$$2G(h) = \frac{1}{N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} \{Z(X_i) - Z(X_i + h)\}^2$$

Como un caso simple en la siguiente figura se ilustra puntos muestreados regularmente distribuidos a lo largo de una línea.



Este es un grupo de 'n', muestras tomadas a intervalos de "d" metros. Entonces usando la fórmula anterior tendremos 'n-1' pares, al calcular $G(d)$, 'n-2' pares para $G(2d)$, y así sucesivamente. En las vetas auríferas estudiadas: $d = 1.00$ m. realizándose el cálculo con el programa PROMVAR.BAS realizado en BASIC, (APENDICE C). Comparando con la fórmula inicial tendremos: $N(1) = n-1$, $N(2) = n-2$, $N(3) = n-3$..etc.

Los variogramas así obtenidos se grafican pasándose los valores h y $G(h)$ a una hoja electrónica en LOTUS para ser MODELIZADO según alguna función de las que mostraremos luego.

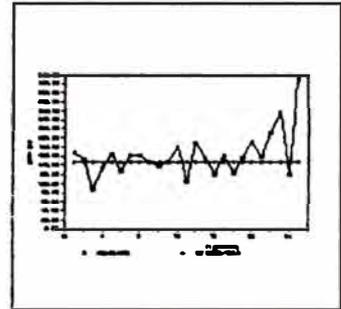
El gráfico del Variograma experimental tendrá en el eje X los valores "h" iguales a $1d, 2d, 3d, \dots$ etc, y en el eje Y los valores " $G(h)$ ": $G(d), G(2d), \dots$ etc. En este mismo gráfico se plotea la varianza de los "n" valores.

IV.2.3.4 - CASOS QUE PUEDEN PRESENTARSE EN EL PLOTEO DE UN VARIOGRAMA

EFFECTO PERIÓDICO PURO

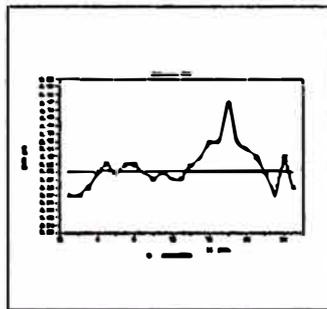
- Esta configuración es el caso en que los valores de la función no presentan correlación alguna o sea son independientes.

Tales casos se observaron en el Acumulado de un gran sector de la Veta Choloque. Como ejemplo se ilustra el Variograma del Acumulado de la chimenea 460 de la Veta La Lima 2.



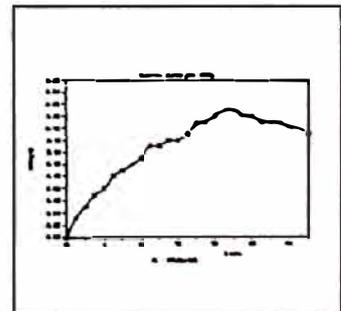
EFFECTO PERIÓDICO CON ESTRUCTURA

- Este es el caso más común en todas las labores estudiadas. Se muestra como ejemplo el Variograma de Potencias de la misma CH-460 notándose que en este caso si existe autocorrelación entre los valores, al menos en tramos de unos pocos metros.

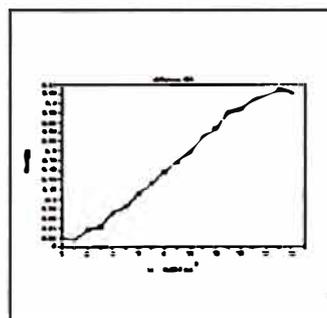
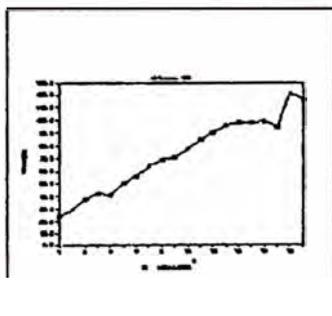


ESTRUCTURA SIN EFFECTO PERIÓDICO

- Sólo se ha presentado en un caso de todos los Variogramas observados en las tres Vetas. La figura muestra este Variograma de la galería Norte del Nivel 1934.



Cabe destacar en esta misma Veta Mercedes, nivel 1934 (María) chimenea 130, el caso de Variograma lineal, al analizarse los primeros 30 m., tanto en la variable potencia como en el Acumulado, cuyos gráficos se muestran en las Figuras siguientes.



IV.2.3.5 - MODELIZACION DE LOS VARIOGRAMAS

Existen diferentes funciones de Modelización:

MODELOS SIN MESETA

LINEAL $G(h) = ph$

LINEAL GENERALIZADO..... $G(h) = ph^A$, con $0 < A < 2$

DE WIJSIAN $G(h) = 3A \log(h)$

MODELOS CON MESETA

EXPONENCIAL $G(h) = C (1 - \exp(-h/A))$

ESFERICO $G(h) = C \left\{ \frac{3h}{2A} - \frac{h^3}{2A^3} \right\}$, para $h < A$

$G(h) = C$, para $h > A$

EFFECTO PEPITICO PURO ... $G(h) = C$, $h = 0$
 $G(h) = C$, $h > 0$

En el presente trabajo se ha presentado el modelo Esférico o de Matheron para todas las labores estudiadas bajo la siguiente forma:

$$G(h) = \begin{cases} C_0 + C \left\{ \frac{3h}{2A} - \frac{h^3}{2A^3} \right\} & , \text{para } h \leq A \\ C_0 + C & , \text{ } h > A \end{cases}$$

Donde:

C_0 Es el efecto de pepita
 C Es la meseta
 A Es el Alcance

Con excepción del caso presentado en la chimenea 130 que, como ya se mencionó se ajusta al modelo lineal, tanto en los anchos de veta como en acumulados, el resto de labores se ajustan a la última expresión mencionada.

IV.2.3.6 - PROGRAMA DE MODELIZACION

En estos yacimientos las variables en estudio son dos : el ancho de veta

y el acumulado de oro. En el Cuadro de VARIOGRAMAS MODELIZADOS se expone labor por labor los parámetros de los variogramas respectivos, obtenidos a partir de los variogramas experimentales.

Naturalmente: C = meseta A = alcance, Co = efecto pepita y $Co/(Co+C)$ sirve como un índice de variabilidad de los datos, siendo mas aleatorio en cuanto mayor sea el porcentaje obtenido.

Se ha creado en una hoja electrónica de LOTUS un file llamado MODELA, con programas (macros) para la modelización. El programa es sencillo con la ventaja que se puede observar el gráfico en pantalla, haciéndose los ajustes del caso cuantas veces requiera el operador, hasta ajustar las curvas teórica y experimental. La primera fila en cada labor, corresponde al ancho de veta, y la segunda fila al acumulado. De esta manera cada labor queda caracterizada por estos parámetros que se usarán en la estimación de reservas o Krigeage.

Cabe resaltar que cuando se hizo el tratamiento de los altos erráticos, reemplazándose éstos por la media de la población, se logró disminuir el efecto de pepita.

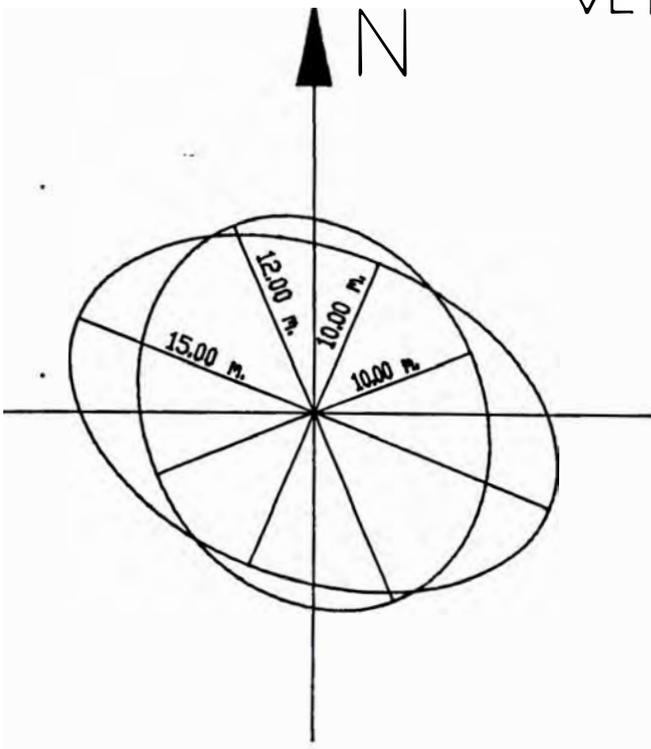
IV.2.3.7 - RASGOS SALTANTES QUE DA EL VARIOGRAMA

El variograma proporciona cuantitativamente las siguientes características geológicas:

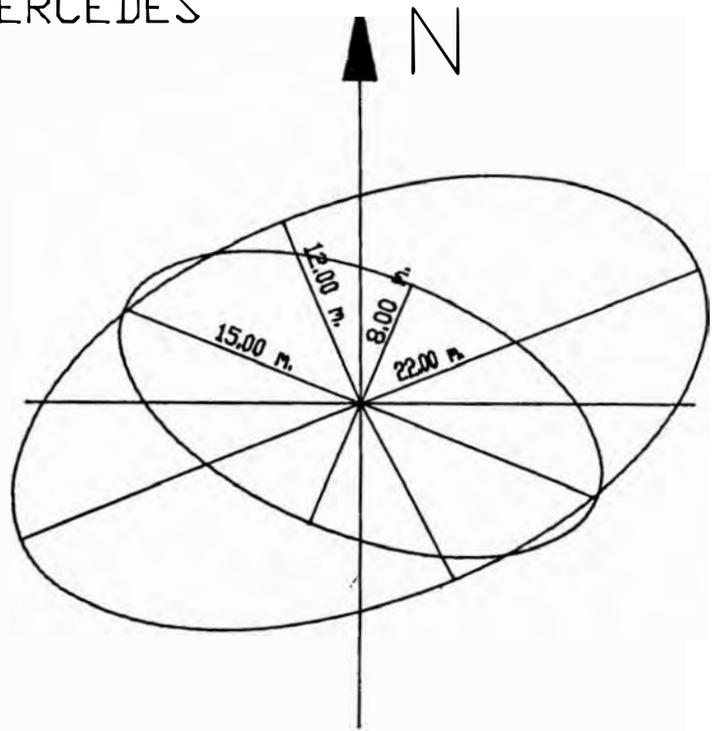
LA CONTINUIDAD

Se refleja en el grado de crecimiento de los valores a partir del origen. Este crecimiento es rápido casi en todos los variogramas observados en el área de estudio. En todos se obtuvo el "efecto de

VETA MERCEDES

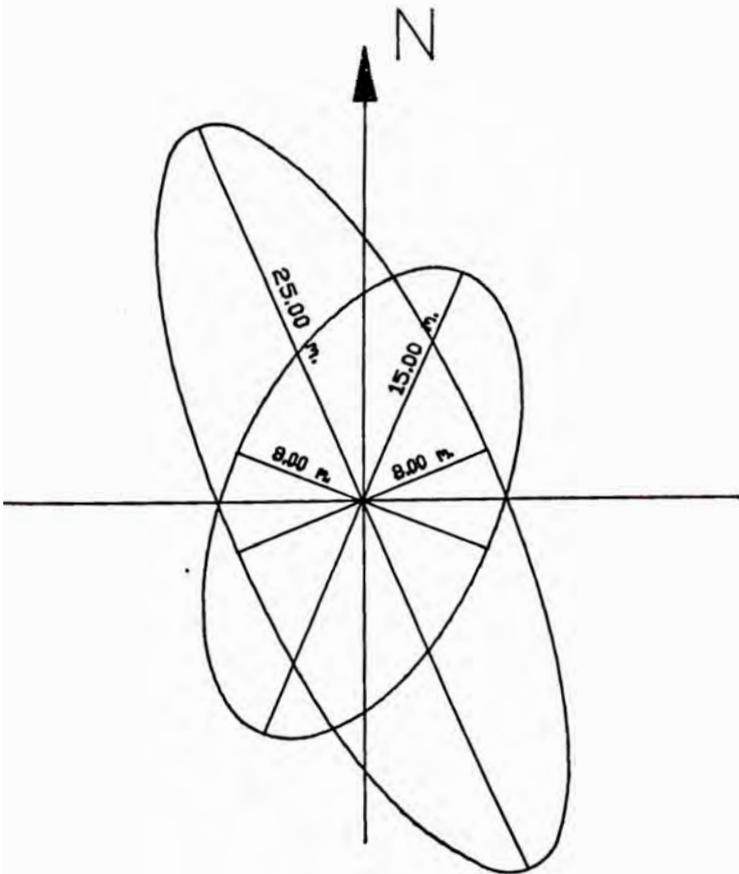


ANISOTROPIA DE POTENCIAS

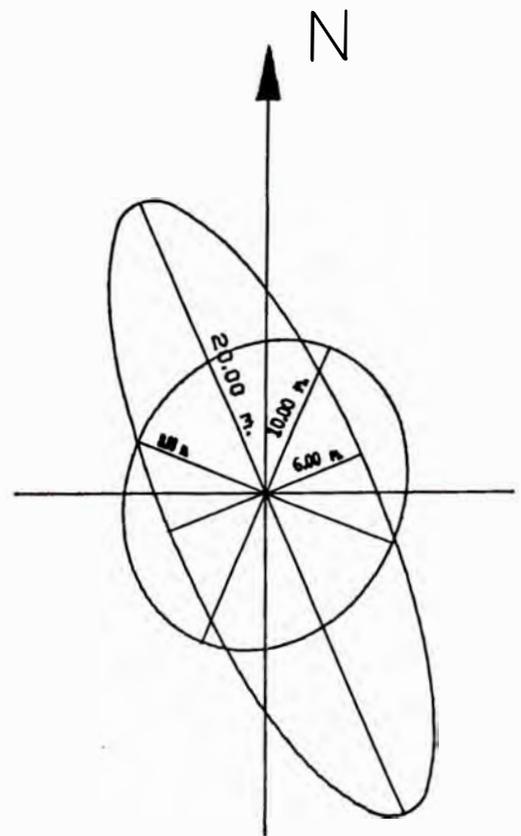


ANISOTROPIA DE ACUMULADOS

VETA CHOLOQUE



ANISOTROPIA DE POTENCIAS



ANISOTROPIA DE ACUMULADOS

pepita", típico en yacimientos auríferos.

ZONA DE INFLUENCIA

Se denomina así a la zona donde la muestra posee autocorrelación o continuidad. Este parámetro se llama "alcance" y caracteriza a la dirección en que se calculó el variograma.

ANISOTROPIAS

La Anisotropía puede ser fácilmente representada por los alcances que se obtienen de varios Variogramas computados en diferentes direcciones. Un ejemplo de ilustración se observa en la figura 11 que muestra la anisotropía tanto de Potencias como Acumulados de oro de las vetas Mercedes y Choloque.

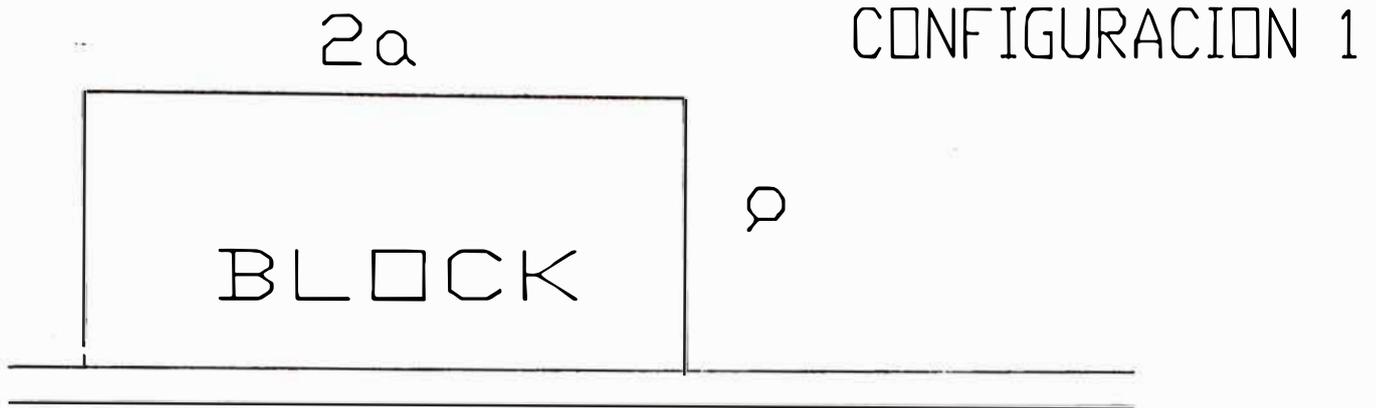
IV.2.4 CONFIGURACIONES

En la evaluación de Yacimientos tipo Veta, CONFIGURACION se entiende el diseño de los Blocks a estimar dándole forma de rectángulos cuyas dimensiones dependen de los parámetros geoestadísticos obtenidos del Variograma experimental modelizado.

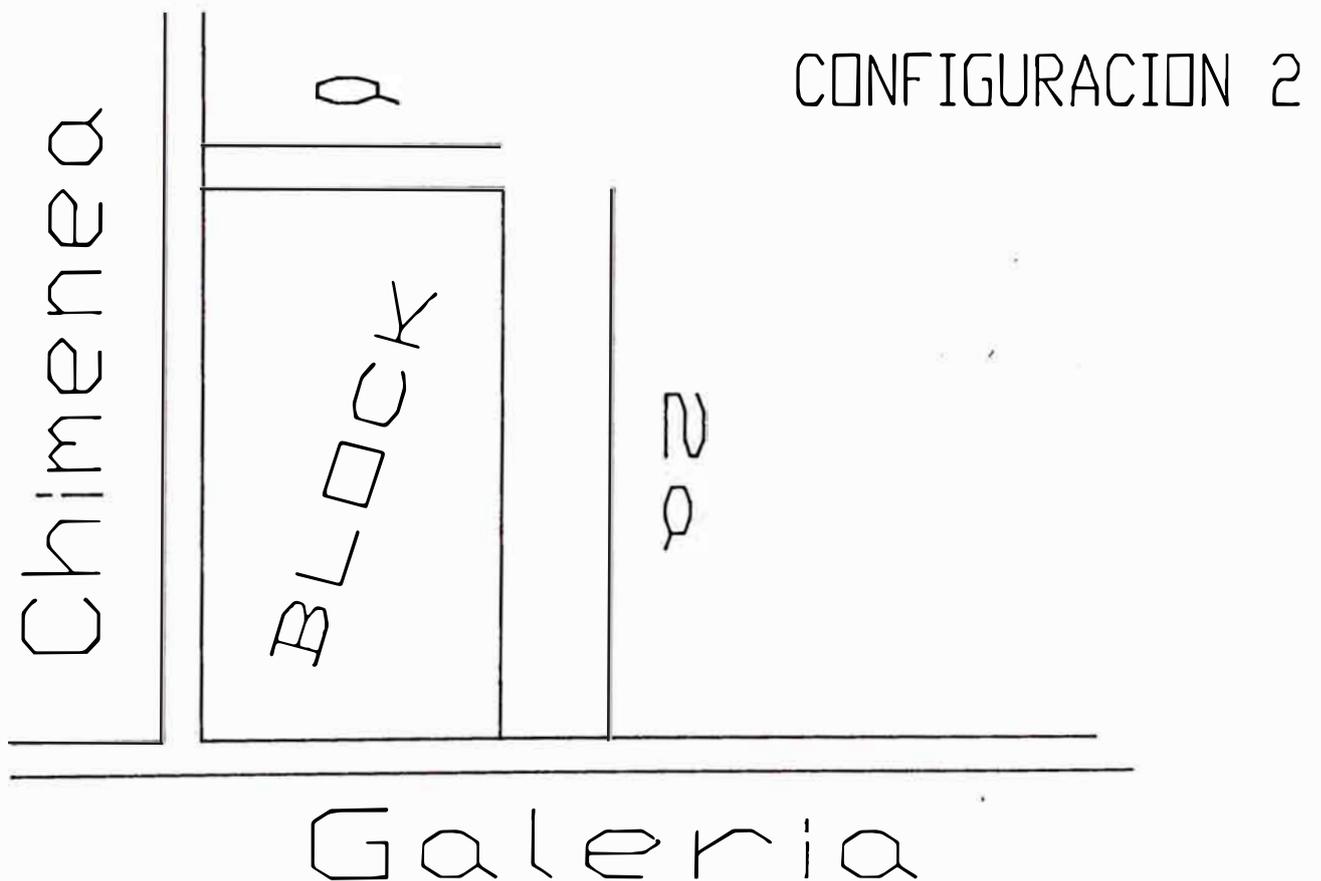
En este trabajo, estas configuraciones son posibles solo en Vetas que presentan rumbo y buzamiento en promedio, casi constantes, como la veta La Lima 2 y la veta Choloque, y un sector de la veta Mercedes (ver figura 12).

La veta Mercedes después de la F. Corihuarmi presenta gran variabilidad de su rumbo que ocasiona dificultad en el cálculo del Variograma en una dirección y subsecuentemente en la configuración de Blocks rectangulares. Además presenta bajo buzamiento. Por ese motivo, en esta Veta se está realizando el trabajo con Programas mas elaborados que realiza variogramas considerando la informacion en el espacio tridimensional,

CONFIGURACIONES DE BLOCKS



"a" Alcance del variograma de la labor adyacente



"a" preferentemente alcance de Chimenea porque en todos los casos es menor que el alcance de la galeria.

bajo el asesoramiento de los Ingenieros Oscar Bernuy y Samuel Canchaya.

El hecho de manejar rectángulos al configurarse los blocks se debe, como veremos mas adelante, a la facilidad que esto brinda en la estimación por Krigeage. Las dimensiones de este rectángulo se ha procurado sea "2A" de largo por "A" de alto, donde "A" es el alcance del variograma de acumulaciones.

Según el número de labores aledañas al block se ha encontrado dos configuraciones. Se destaca el hecho de haberse dado preferencia al alcance del Acumulado en las dimensiones del Block, con la finalidad de tener mayor precisión en la estimación de la ley de oro o contenido fino. Las configuraciones presentes se pueden apreciar en la Fig. 12.

IV.2.4.1.- SOPORTE

El soporte es el sustento fisico de la realización de una variable.

En el manejo de estas características un conjunto de datos ubicados en el espacio, tambien se llama "soporte". Puede ser la ley de uno, de dos o mas tramos de un taladro diamantino, por ejemplo.

En el caso de una Galeria, un conjunto de Potencias o Acumulados, tomados a malla regular, tendrán un soporte en una longitud "L" de ella, o toda la Galeria.

En el caso de un canal de muestreo, el "soporte" viene a ser el "peso" de la muestra tomada en ese canal.

Al estimar una variable (Potencia o Acumulado) de un Block, el estimador Z^ se definirá como una combinación lineal según la siguiente expresion:*

$$Z^* = \sum l_i * S_{p_i}$$

Donde: l_i es el ponderador del respectivo S_{pi} : valor o promedio de valores definidos en un soporte p .

IV.2.4.2.- CONFIGURACIONES PRESENTES

Las configuraciones definidas para el presente estudio se ilustran en la figura 12.

CONFIGURACIONES EN LAS VETAS

CONFIGURACION 1

Esta configuración se establece en los casos donde el panel está flanqueado por una sola labor reconocida (muestreada) ya sea galería o chimenea.

CONFIGURACION 2

Esta configuración se presenta cuando el Block está flanqueado por dos labores reconocidas: a un lado una Chimenea y al otro una Galería.

IV.2.4.3.- CATEGORIZACION DE RESERVAS

Idéntico a lo que se vio en la Cubicación Tradicional se han considerado dos categorías de reservas: Reservas Probadas y Reservas Probables. En base al Variograma se calculó el área de influencia (alcance) mediante el cual se definen las reservas **PROBADAS**.

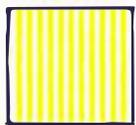
Las reservas **PROBABLES** se definen en los Blocks que no están rodeados de labor alguna. Por ejemplo en la veta Mercedes Nv 1934, los Blocks A,B,C,D,..etc constituyen los Blocks de reservas Probadas, los blocks AB, BB, .etc. las Probables. A medida que la explotación avance en los tajeos o cuando se programen otras labores de exploración las reservas Probadas y Probables irán variando en sus límites.

LEYENDA DE COLORES

DE CUBICACION



DE 5.80 A 7.00 (gr./TM)



DE 7.00 A 12.00 (gr./TM)



DE 12.00 A 20.00 (gr./TM)



MAYOR DE 20.00 (gr./TM)

OTRAS LEYENDAS



ZONA TAJEADA



PILARES ESTERILES

IV.2.5 EL KRIGEAGE

El término "Krigeage" encierra una serie de aspectos respecto a la variable regionalizada, cuyo estudio, aplicaciones y desarrollo es toda una especialidad y rebasa los límites de este trabajo. Podemos mencionar por ejemplo términos como Krigeage Puntual, Krigeage Universal y Krigeage Aleatorio, hablando de la bibliografía que escasamente se tiene en nuestro medio.

Para hablar de algo mas reciente en el WORLD GOLD FORUM on Technology and Practices, (BRUCE et al. 1989) señalan entre los propósitos de su artículo: "Comparar el desempeño del Krigeage Probabilístico, el Krigeage Ordinario y el método del inverso de las distancias en la estimación de reservas involucrando datos de exploración que tienen una distribución sesgada".

Este es un ejemplo de que las investigaciones sobre el krigeage continúan, cuyos resultados nos llegan pálidamente en las revistas especializadas. Y vale la oportunidad de citar y darle la razón a DAVID (1977) cuando dice:

"La Geoestadística es una disciplina activa la cual no puede ser encerrada en un marco fijo. Nadie puede estar seguro de lo que llaman Krigeage Universal. Los problemas de dirección y buzamiento han sido constantes en la evaluación de minas, arriesgando la hipótesis estacionaria y los métodos que dependen de ella."

Luego agrega: " Si bien la historia no ha terminado aún, parece que el Krigeage Universal es poco conocido en aplicaciones mineras, por haber varios caminos de abordar el problema, debido al buen fortalecimiento de las propiedades del variograma y el Krigeage local (o puntual). Por otro lado esto se reparte en el campo de mapeo y contorno automático. Esto ahora ha alcanzado un estado de madurez

en esta disciplina gracias a la introducción de una nueva teoría, la de las funciones intrínsecas aleatorias de orden I^* .

IV.2.5.1 SISTEMA DE KRIGEAGE

El Krigeage Local (que aplicaremos ahora) es una técnica de estimación que provee el mejor estimador lineal sin sesgo de una característica, ya sea ancho de veta o acumulado (cuyo valor real se desconoce), y de la que sólo se conocen datos de muestreo.

La información disponible, que se usa para la estimación local en una zona de quasi-estacionaridad, por lo general lo constituyen los datos de canales de muestreo y la información estructural del variograma modelizado, que caracteriza la variabilidad espacial en la zona de trabajo.

Consideremos a V como el volumen de un Block, cuya variable va a ser estimada por Z^* . La técnica del Krigeage hará esta estimación considerando los siguientes puntos:

- 1 - Que Z^* sea insesgada o sea que en promedio este estimador sea igual al valor verdadero Z_v esto es que

$$m = E\{Z^*\} = E\{Z_v\}$$

- 2 - Que Z^* sea óptimo; esto es que si:

$$Z^* = \sum l_1 * Z_1$$

los ponderadores l_1 sean tales que la varianza de estimación dada por:

$$\sigma^2 E = E\{Z_v - \sum l_1 Z_1\}^2 \text{ sea mínima.}$$

La expresión anterior se puede minimizar empleando el formalismo de Lagrange para lo cual se define primero una función F tal como sigue:

$$F = \sigma^2 E - 2\mu \{\sum l_1 - 1\}$$

En este caso se utiliza como ecuación de enlace la condición insesgada $\sum l_i = 1$, por minimiza la varianza $\sigma^2 E$ de estimación, hallándose los ponderadores l_i óptimos al igualar cada derivada parcial, aplicada a F respecto de l_i , a cero. La constante μ es la constante de Lagrange.

El resultado de este proceso es el sistema lineal de Matheron que se mostrará a continuación:

$$\sum_j G_{ij} = G_{iv} - \mu, \quad \text{con } i = 1, 2, \dots, n$$

$$\text{y } \sum_j l_j = 1$$

La deducción matemática de este grupo de ecuaciones no se incluye en este trabajo pudiéndose consultar los libros que sobre el particular se mencionan en la Bibliografía, y/o copias del curso *Geoestadística I* que se dicta en la Facultad de Ingeniería Geológica Minera y Metalúrgica de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

Así mismo la varianza mínima de estimación, llamada varianza de Krigeage, tiene la expresión siguiente:

$$\sigma^2_k = \sum l_i * G_{iv} + G_{vv} - \mu$$

Donde:

G_{ij} es el variograma promedio $G(h) = G(M, M')$, siendo M y M' los extremos del vector h ; cuando M recorre el soporte i y M' recorre independientemente el soporte j .

G_{iv} es el valor medio del variograma $G(h) = G(M, M')$ cuando M se mueve en todo el Block v y M' se desplazan independientemente en el soporte i .

G_{vv} es el valor medio del variograma $G(h) = G(M, M')$ cuando tanto M y M' se desplazan independientemente el Block v .

Se nos plantea dos problemas inmediatos:

- *Primero , puesto que en un Block cualquiera, casi siempre vamos a tener varios datos en la o las labores que la flanquean, se necesitaría un l_1 por cada muestra, planteándose así, al quererse aplicar un Krigeage estricto un gran sistema lineal de ponderadores incógnitas. La alternativa es utilizar un "Krigeage práctico" (ver capítulo IV.2.5.2)*
- *El segundo aspecto es cómo evaluar los variogramas promedios G_{1j} , G_{1v} y G_{vv} . Esto se analiza por medio de funciones auxiliares expresados gráficamente en ábacos.*

Salvando estos dos inconvenientes tendríamos la posibilidad de resolver el sistema lineal de Matherón y con los ponderadores l_1 obtenidos fácilmente evaluar el estimador Z^ .*

En el APENDICE D se presenta anotaciones sobre Cálculo de los variogramas promedio", "funciones Auxiliares" y el uso de sus abacos. Estas notas las he tomado de Journel & Huijbregts (1989). y se ha adjuntado considerando que existe poca bibliografía en castellano sobre el particular.

IV.2.5.2.- KRIGRAGE PRACTICO - SEGUN CONFIGURACIONES

En el sector de trabajo (clavo mineralizado) se tiene tanta información, en galerías y chimeneas, que aplicar un Krigeage estricto no sería conveniente.

La estimación se ha realizado diseñando un plan de Krigeage en base a la metodología planteada por BERNUY (1987).

Esta metodología presenta simplificaciones prácticas al Sistema de Matherón, que se ajusta a las configuraciones de Bloques mencionadas.

IV.2.5.2.1 SISTEMA EN LA CONFIGURACION 1

Esta configuración es cuando existe un panel flanqueado por una labor ya sea galería o chimenea, y se tiene 2 ponderadores l_1 y l_2 , relacionados con el estimador Z^* por:

$$Z^* = l_1 Z_1 + l_2 Z_2$$

Donde:

Z_1 es el promedio de los valores en la longitud L del panel muestreado.

Z_2 es el promedio de los valores de todo o gran parte de las galerías o chimeneas circundantes.

Las ecuaciones de Krigeage queda, simplificadas a:

$$l_1 G_{11} + l_2 G_{12} + \mu = G_{1v}$$

$$l_1 G_{21} + l_2 G_{22} + \mu = G_{2v}$$

$$l_1 + l_2 = 1$$

Cuando el alcance "a" del variograma es menor que $L/2$, normalmente se cumplen con las siguientes equivalencias:

$$G_{12}=C \quad G_{22}=C \quad G_{1v}=X(L, I)$$

$$G_{21}=C \quad G_{2v}=C \quad G_{11}=F(L) - \frac{C_0}{L}$$

Donde C y C_0 son parámetros extraídos del variograma correspondiente y $X(L, I)$ es la función auxiliar "chi" (ver Apéndice D).

Reemplazando estos parámetros en el sistema, tenemos las siguientes ecuaciones:

$$l_1 \left(F(L) - \frac{C_0}{L} \right) + l_2 C + \mu = X(L, I) \dots 1$$

$$l_1 C + l_2 C + \mu = C \dots 2$$

$$l_1 + l_2 = 1 \dots 3$$

al reemplazar 3 en 2, se tiene $\mu=0$ y

$$l_1 = \frac{X(L, I) - C}{F(L) \frac{C_0}{L} - C}$$

Y de 3 se obtiene:

$$l_2 = 1 - l_1$$

$F(L)$ se define de la siguiente manera:

$$F(L) = 1 - \frac{3a}{4L} + \frac{a^2}{5L^2}, \quad \text{si } L \geq a$$

$$F(L) = \frac{L}{2a} - \frac{L^3}{20a^3}, \quad \text{si } L < a$$

La varianza de Krigeage, que nos dá el "error mínimo" de estimación, se calcula según la siguiente relación:

$$\sigma^2_{Z_k} = l_1 G_{1v} + l_2 G_{2v} - G_{vv} \quad \text{donde } G_{vv} = F(L, 1)$$

Tanto $X(L, I)$ y $F(L, I)$ son funciones auxiliares (ver Apéndice D).

IV.2.5.2.2 SISTEMA EN LA CONFIGURACION 2

En esta configuración el estimador Z^* tiene un sumando mas;

$$\text{o sea : } Z^* = l_1 Z_1 + l_2 Z_2 + l_3 Z_3$$

En este caso:

Z_1 es el promedio de potencia o acumulado del tramo "L", que se pondera con l_1 .

Z_2 es el promedio del tramo "l", ya sea de potencia o acumulado, que se pondera con l_2

Z_3 será el promedio de gran parte del yacimiento o de un sector con homogeneidad geológica, que interviene ponderado con l_3

El sistema de Krigeage para esta configuración es:

$$l_1 G_{11} + l_2 G_{12} + l_3 G_{13} + \mu = G_{1v}$$

$$l_1 G_{21} + l_2 G_{22} + l_3 G_{23} + \mu = G_{2v}$$

$$l_1 G_{31} + l_2 G_{32} + l_3 G_{33} + \mu = G_{3v}$$

$$l_1 + l_2 + l_3 = 1$$

En los sectores estudiados por lo general cada labor tiene sus propios parámetros geoestadísticos, o sea que el alcance, meseta y efecto pepítico de la galería no son iguales a los correspondientes de las chimeneas.

Los valores de los variogramas medios que necesitamos para resolver el sistema de ecuaciones para esta configuración son:

$$\begin{array}{lll}
 G_{11} = F(L) - \frac{C_0}{L} & G_{21} = H(l, L) & G_{33} = C \\
 G_{12} = H(L, l) & G_{22} = F(l) - \frac{C_0}{l} & G_{1v} = X(L, l) \\
 G_{13} = C & G_{23} = C & G_{2v} = X(l, L) \\
 G_{31} = C & G_{32} = C & G_{3v} = C \\
 G_{vv} = F(L, l)
 \end{array}$$

Habiéndose hecho intervenir la ley media, automáticamente el valor de $\mu = \theta$, resultando un sistema de 3 x 3, cuyas incógnitas son l_1 , l_2 y l_3 . Al reemplazar lo anterior queda :

$$l_1 \left(F(L) - \frac{C_0}{L} \right) + l_2 K + l_3 = X(L, l) \dots\dots\dots 1$$

$$l_1 K + l_2 \left(F(l) - \frac{C_0}{l} \right) + l_3 = X(l, L) \dots\dots\dots 2$$

$$l_1 + l_2 + l_3 = 1 \dots\dots\dots 3$$

Donde $K = H(L, l)$

Como se ha hecho el artificio de hacer la meseta $C = 1$, $F(L)$ es calculada, con la relación ya presentada, con el alcance de la galería.

$F(l)$ se calcula idénticamente pero con parámetros de la chimenea.

Para resolver el sistema, simplificamos restando 3 a 1; se obtiene la ecuación 4:

$$l_1 \left(F(L) - \frac{C_0}{L} - 1 \right) + l_2 (K - 1) = X(L, l) - 1 \dots\dots\dots 4$$

A la relación 2 le restamos la relación 3 y obtenemos 5

$$l_1(K-1)+l_2(F(L)-\frac{Co}{L}-1) = X(1,L)-1 \dots\dots\dots 5$$

A la relación 4 la multiplicamos por (K-1) y surge la relación 6:

$$l_1(F(L)-\frac{Co}{L}-1)(K-1)+l_2(K-1)=(X(L,1)-1)(K-1) \dots 6$$

A la ecuación 5 se la multiplica por: $(F(L)-\frac{Co}{L}-1)$ obteniéndose la ecuación 7:

$$l_1(F(L)-\frac{Co}{L}-1)(K-1)+l_2(F(L)-\frac{Co}{L}-1)(F(1)-\frac{Co}{L}-1) \\ = (X(1,L)-1)(F(L)-\frac{Co}{L}-1) \dots\dots\dots 7$$

A 6 restamos 7 y llegamos a la relación 8:

$$l_2((K-1)^2-(F(L)-\frac{Co}{L}-1)(F(1)-\frac{Co}{L}-1)) = \\ ((X(L,1)-1)(K-1)-(X(1,L)-1)(F(L)-\frac{Co}{L}-1)) \dots\dots\dots 8$$

Luego de 8 obtenemos el valor de l_2

$$l_2 = \frac{((X(L,1)-1)(K-1) - (X(1,L)-1)(F(L)-\frac{Co}{L}-1))}{(K-1)^2 - (F(L)-\frac{Co}{L}-1)(F(1)-\frac{Co}{L}-1)}$$

Al reemplazarlo en la ecuación 4 el valor de l_2 , calculamos l_1 :

$$l_1 = \frac{(X(L,1) - 1) - l_2(K-1)}{F(L) - \frac{Co}{L} - 1}$$

y finalmente: $l_3 = 1 - l_1 - l_2$

La varianza de Krigeage para la configuración 2 tiene la siguiente expresión:

$$\sigma^2 k = l_1 G_{1v} + l_2 G_{2v} + l_3 G_{3v} - G_{vv}$$

IV.2.5.3 DESARROLLO DEL KRIGEAGE EN LOTUS

Todo el desarrollo anterior se ha programado en una hoja electrónica de cálculo en LOTUS (Krige.wk1). Con esta finalidad se prepararon los datos con promedios de los tramos, ya sea de galería o chimenea (o de todo un sector homogéneo) en 3 columnas, la primera de potencias sin diluir, la segunda de potencias diluidas, según el criterio mencionado, y la tercera de los acumulados.

Así por ejemplo en un Block "8B" a estimar que tenga Configuración 2, los soportes de galería y chimenea serían 8Bg y 8BCh, respectivamente, tal como aparece en el cuadro siguiente.

El Sector al que pertenezca el Block tendrá una influencia con los soportes denominados SECTOR en el cuadro.

BLOCK No	POT. SD (M)	POT. DIL (M)	ACUM POTxLEY
SECTOR	0.977	1.256	13.894
B8g	1.048	1.293	19.431
B8ch	1.010	1.276	17.807
B9	1.162	1.484	19.466
B12	0.726	1.082	15.374

Los Bloks 7 y 9 son de configuración 1, y su valor respectivo, ya sea de potencias o acumulado, se pondera con l_1 , mientras que l_2 pondera al valor promedio de la variables respectivas del SECTOR.

Quando la configuración es 2, como ocurre con el Block 8, aparecen dos promedios en la tabla (un valor de la labor horizontal y el otro de la vertical), los que se ponderarán con los l_1 y l_2 respectivos y el valor promedio del SECTOR interviene con el ponderador l_3 en este caso.

Para realizar la estimación se requiere tener a la mano 3 ábacos de las funciones auxiliares: $X(l/a, h/a)$, $H(l/a, h/a)$ y $F(l/a, h/a)$.

En el APENDICE D se definen y se ve la importancia de contar con estos ábacos. Las funciones mencionadas, han sido diseñadas en los ábacos para variogramas de meseta $C = 1$.

Entonces cuando empieza a funcionar el programa para cualquiera de las 2 configuraciones, transforma la meseta C de la labor elegida a la unidad. Puesto que el efecto de pepita C_0 interviene en la función variograma, los parámetros geoestadísticos de una función cualquiera de alcance "a", meseta C y efecto de pepita C_0 , son normalizados automáticamente: adaptación a los ábacos (en alcance "a", meseta igual a 1 y efecto de pepita igual a la división C_0/C).

Así por ejemplo el Acumulado de la Chimenea 480-2 tiene un alcance igual a 8, meseta de 70 y efecto pepítico de 90. Normalizado queda con alcance igual a 8, meseta igual a la unidad ($C=1$) y el efecto pepítico de $C_0/C = 0.778$

El proceso del Krigeage en Lotus se hace en el FILE KRIGE.wk1, habiendo calculado previamente los soportes que intervendrán en la estimación de los Blocks.

Existen varios Macros que pueden ser activados por un MENU, uno de los cuales jala por COMBINACION el File de los soportes, que contiene un cuadro semejante al mostrado anteriormente, con potencias diluidas y sin diluir y el acumulado, de cada Block. Por otro lado se jala por combinación el "CUADRO DE PARAMETROS GEOESTADISTICOS", que contienen alcance, meseta y efecto de pepita de cada Labor.

Al empezar la Estimación se da por teclado el nombre de las labores que intervienen en un Block. El programa extrae de la tabla respectiva los parámetros Geoestadísticos y los normaliza en forma automática, pidiendo información por teclado de los abacos según sea la relación: lado del

block, alcance respectivo.

Con estos datos se calculan automáticamente los ponderadores l_1 . Al darle los nombres de los soportes (uno en el caso de la Configuración 1 y dos en el otro caso), el block es evaluado y copiado en una tabla con su respectivo "error de estimación" (σ_k). Todo este proceso se explica paso a paso en el Apéndice F, para que quede mas claro.

CUADRO DE PARAMETROS GEORSTADISTICOS

LABOR	C	A	Co	$\frac{Co}{(C+Co)}$
NV2400	0.19	20	0.00	0.00%
NV2400	8.50	12	6.50	43.33%
CH500A	0.02	5	0.002	10.63%
CH500A	3.57	6	3.2	47.26%
CH520A	0.05	7	0.012	19.16%
CH520A	1.20	4	6.00	83.30%
CH480-1A	0.11	12	0.01	25.00%
CH480-1A	35.02	10	39.00	42.86%
CH460A	0.05	6	0.03	37.50%
CH460A Efecto Pepítico Puro				
NV2440	0.05	7	0.02	0.00%
NV2440	20.00	6	35.00	43.33%
CH480-2	0.06	10	0.002	3.33%
CH480-2	70.00	8	90.00	56.25%
CH440B	0.02	7.5	0.02	44.72%
CH440B	21.06	5	21.00	49.93%
CH500B	0.07	15	0.024	25.08%
CH500B	35.00	5	85.00	70.83%
CH520B	0.23	20	0.00	0.00%
CH520B	9.53	7	13.00	57.70%
NV2480	0.07	9	0.02	25.71%
NV2480	82.00	10	58.00	63.64%
CH500C	0.01	5	0.072	84.71%
CH500C	93.83	6	80.00	46.02%
CH520C	0.09	6	0.01	9.93%
CH520C	12.19	6	10.00	45.07%
CH540C	0.10	6	0.03	20.83%
CH540C	90.00	6	55.00	37.93%
CH570C	0.04	5	0.01	22.22%
CH570C	120.00	9	85.00	41.46%
NV2520	0.12	13	0.04	20.00%
NV2520	80.00	8	60.00	41.43%

Veta La Lima 2

Norte



NV 2520 GS

SECTOR
EXPERIMENTAL

NV 2480

CONTORNO DE CLAVO
A PRINCIPIOS DE 1989

NV 2440



NV 2400 GS

FALLA I-2

SECCION MIRANDO AL OESTE

CAPITULO V

V COMPARACION DE RESULTADOS ENTRE AMBOS METODOS

Como se mencionó en la Introducción del presente trabajo, el problema para el Departamento de Geología de la Compañía radicaba en que su ley de Cubicación, así como la ley del balance mensual, siempre era menor que la ley que calculaba Planta al final del proceso.

Desde Marzo de 1989, en que se realizara la primera Cubicación Geoestadística, a la Evaluación de setiembre de 1990 (con promedio log-Normal, ha sido necesario un enfoque continuo del problema con comparación de los resultados.

En la figura 14 se muestra una visión panorámica de la V. La Lima 2, destacando el contorno del clavo tal como es conocido a fines del año 1988, y en él el Sector Experimental o Piloto (en Azul). Cabe destacar el fenómeno estructural de la Falla 1-2. La fig.15 presenta la Cubicación Tradicional con promedio simple del Sector y las dos siguientes (figs. 16 y 17), las Cubicaciones Geoestadísticas con promedio simple y por Log-Normal respectivamente.

El último dibujo (fig. 18) presenta la forma actual del sector, en su gran mayoría ya tajeado, y destaca una pequeña franja estéril diagonal generada por una falla de reactivación, coplanar con la veta.

V.1 PRIMERA ETAPA -DE PROMEDIO SIMPLE

Esta primera etapa de evaluación geoestadística se caracteriza por considerar los aspectos más clásicos de la estadística. Si a partir de los resultados de esta cubicación se hubieran emitido conclusiones, hoy

ESTIMACION TRADICIONAL CDN PROMEDIO SIMPLE

88

CH 570

CH 540

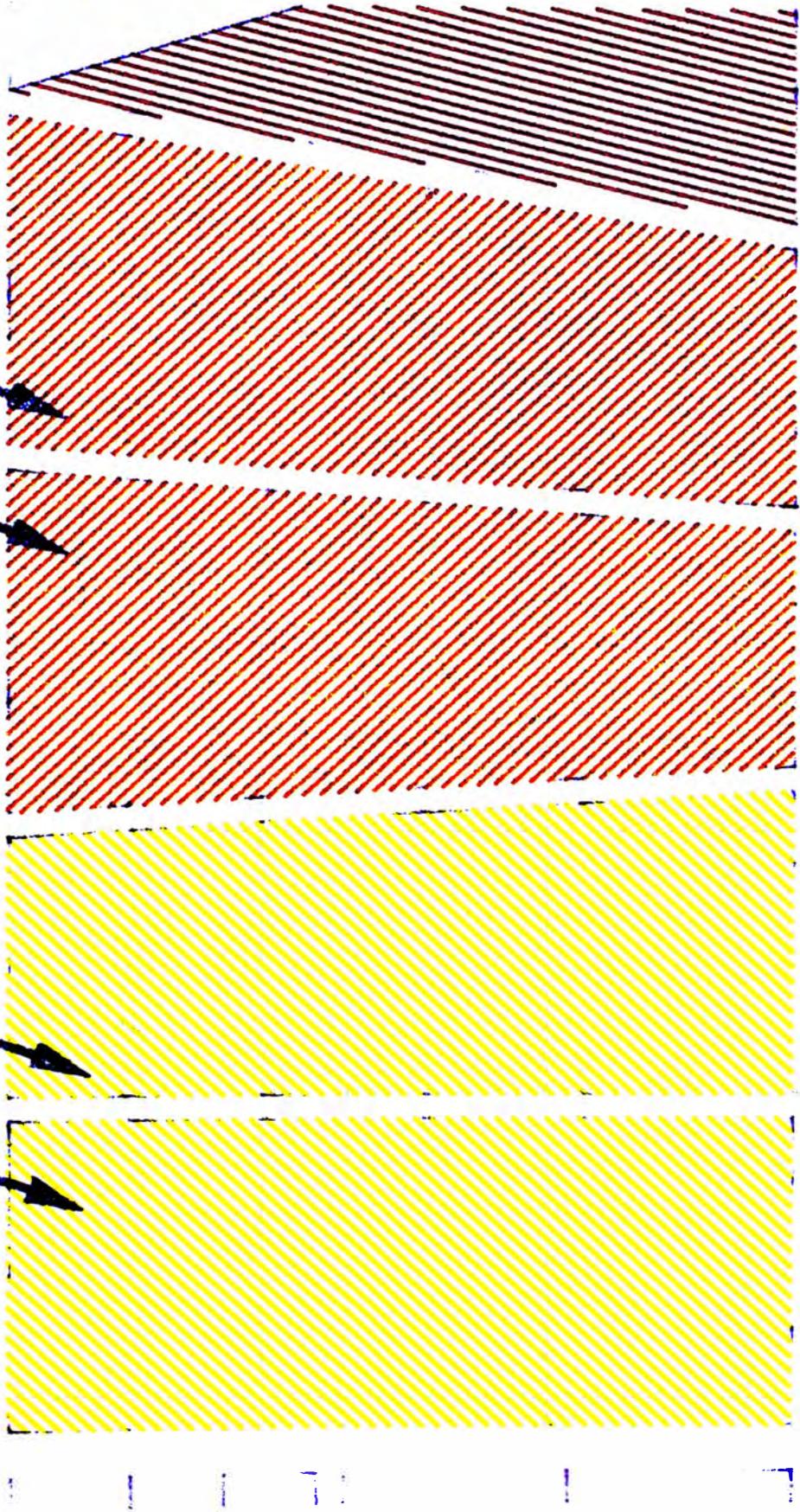
CH 520

86

CH 500

CH 480

Hv 2500 GS

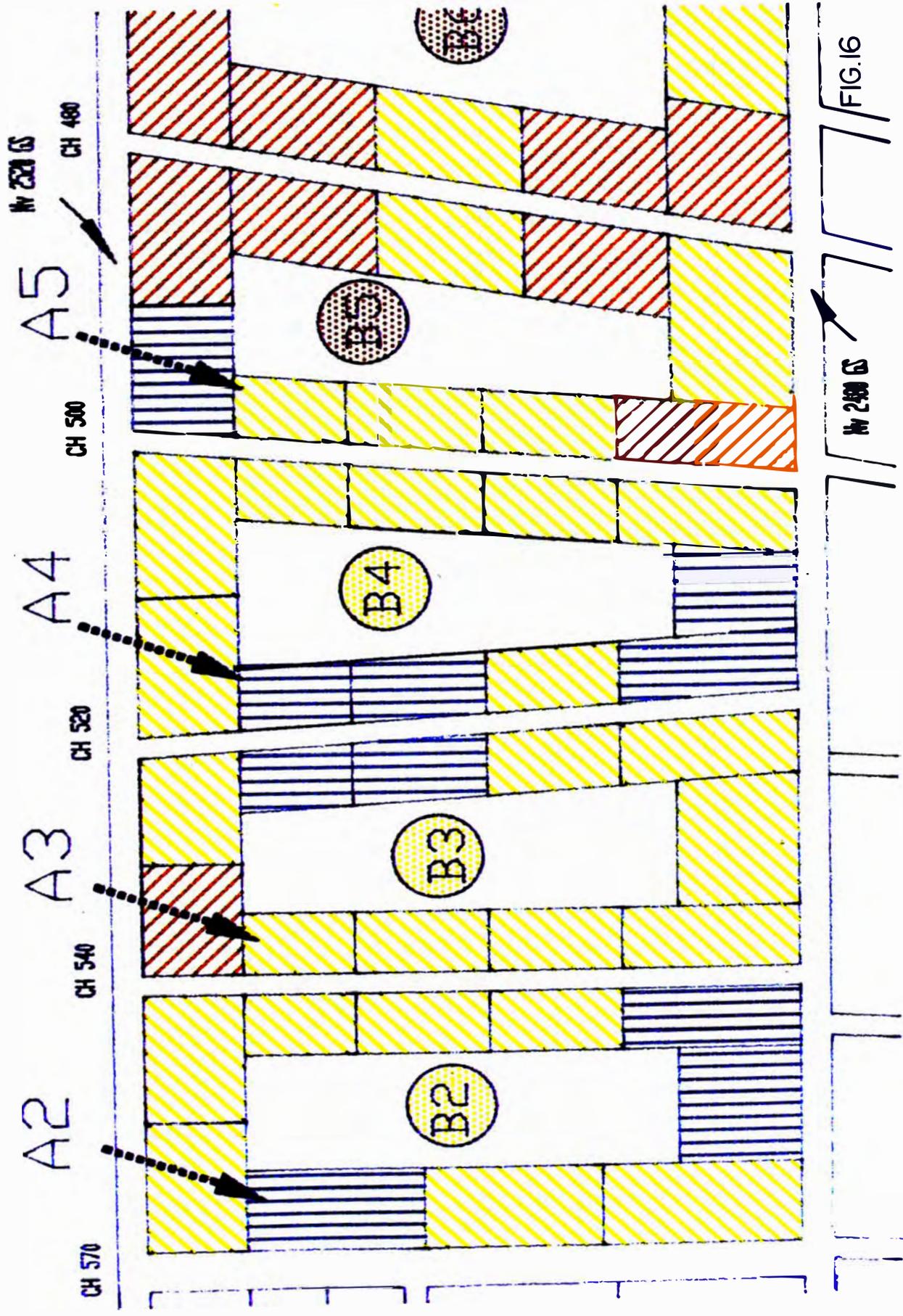


Hv 2500 GS

FG 15

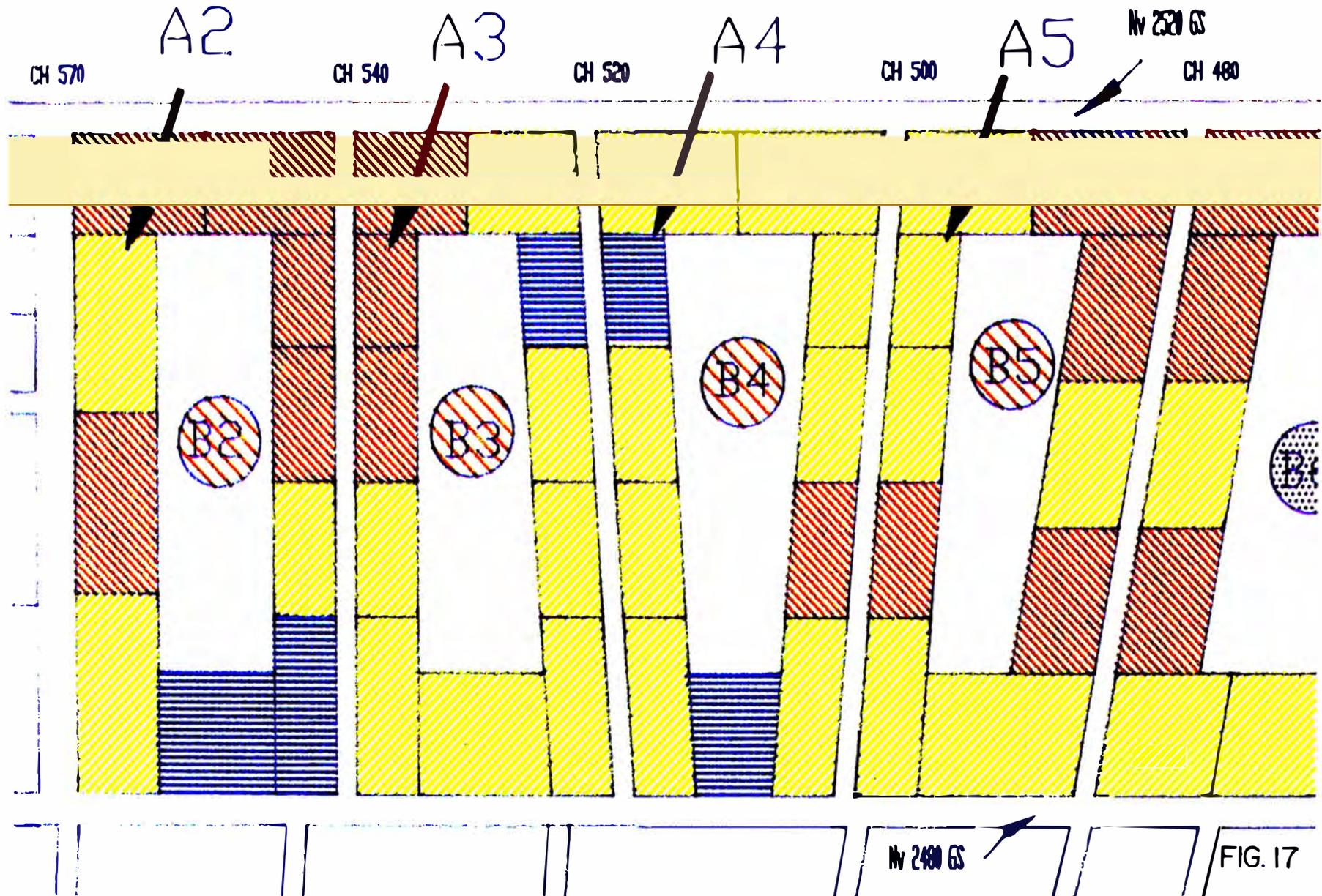
SECTOR PILOTO EN VETA LA LIMA 2

GEESTADISTICO CON PROMEDIO SIMPLE



SECTOR PILOTO EN VETA LA LIMA 2

GEDESTADISTICO CON PROMEDIO LOG-NORMAL



estaríamos cambiando muchas de ellas.

En la cubicación tradicional de Diciembre de 1988 el "Sector Piloto" figura con dos Blocks : el 88 y el 86, categorizados como mineral PROBADO. Este sector esta comprendido entre los niveles 2480 y 2520, limitado por la Chimenea 520 hacia el norte y la Chimenea 570 al sur para el Block 88, y por las chimeneas 480 y 520, para el Block 86 (ver fig. 15).

RESULTADOS DEL METODO TRADICIONAL

	POTENCIA (METROS)	LEY (Gr/TM)	TONELAJE TM
BLOCK 88	0.943	12.316	5,807.0
BLOCK 86	0.709	16.530	4,332.0

En la estimación geoestadística (Marzo 1,989) en este mismo sector figuran cuatro Blocks : A2, A3, A4 y A5; diferenciándose dos categorías de mineral: el PROBADO que lo forman los bloques pintados según su ley (ver fig. 16) y un sector central como mineral PROBABLE.

Con la finalidad de hacer mas fácil la comparación presentamos los resultados geoestadísticos ciñéndose al bloqueo tradicional.

METODO GEOESTADISTICO (con promedio simple)

	POTENCIAS (METROS)	LEY Gr/TM	TONELAJE TM	ERRORES RELATIVOS
BLOCKS A2+A3	0.851	11.398	4,374.4	13.25% 35.06%
PROBABLE B2+B3	0.851	11.398	1,921.6	
BLOCKS A4+A5	0.742	15.304	3,926.1	14.2% 35.82%
PROBABLE B4+B5	0.742	15.304	1,387.1	

Con este método se esperaba que la ley promedio subiese de valor; mas por el contrario, como se observa en el cuadro anterior el valor de la ley promedio disminuye. Por otro lado el método geoestadístico es el único que

nos permite obtener los llamados "errores de estimación" y además, gracias a su flexibilidad, es posible la sectorización en tramos cortos de ley baja y alta, según los colores de cubicación convencionales de la misma.

Del cuadro anterior, considerando sólo el mineral Probado se deduce los siguientes intervalos, con el 67 % de confianza:

PARA LOS BLOCKS A2+A3:

INTERVALO DE POTENCIA	0.74	a	0.96
INTERVALO DE LEY	7.40	a	15.39
INTERVALO DE TONELAJE	3793.20	a	4954.80

PARA LOS BLOCKS A4+A5:

INTERVALO DE POTENCIAS	0.608	a	0.810
INTERVALO DE LEYES	10.811	a	22.249
INTERVALO DE TONELAJES	3,716.9	a	4,947.1

Se considera que los primeros cortes de tajeos en este sector no son suficiente para evaluar comparativamente los métodos.

Mientras tanto se fue mejorando la metodología de trabajo, estimándose por el mismo método, en forma paralela al tradicional, sectores de las vetas Mercedes y Choloque; en las cuales el control se acentuó, en el sector denominado María de la V. Mercedes, y en el sector antes de la falla Sophia, en la V. Choloque.

V.2 SEGUNDA ETAPA - DE PROMEDIO LOG - NORMAL

La segunda etapa considera las distribuciones log-Normales.

Se ha creado Macros en Lotus que muestran en forma automática el histograma de frecuencias relativas.

Al calcular los promedios respectivos tanto por promedio simple (ponderado en caso de las leyes) como por el Log-Normal, la diferencia en el caso de las leyes entre estos resultados es significativa (casi de 20%), por tener éstas una distribución marcadamente Log-Normal; pero es insignificante en el caso de las potencias (por tener distribución Normal). Ver gráficos de histogramas en el Capítulo IV.1.2.2.

Con esta nueva concepción se retomó el sector experimental, con sus datos originales y se cubicó. Los resultados para el Sector Piloto son los siguientes :

METODO GEOESTADISTICO con promedio Log-Normal

	POTENCIAS (METROS)	LEY Gr/TM	TONELAJE TM	ERRORES RELATIVOS
BLOCKS A2+A3	0.917	14.772	4,666.2	12.55 % 28.30 %
PROBABLE B2+B3	0.907	14.715	2,102.6	
BLOCKS A4+A5	0.711	16.008	3,586.9	12.90 % 31.25 %
PROBABLE B4+B5	0.711	16.008	1,312.1	

Del cuadro anterior, considerando sólo mineral probado se deduce los siguientes intervalos, con 67 % DE CONFIANZA :

ESTIMACION GEOESTADISTICA (PROM. LOG-NOR)

TONAJE		LEYS D	ERROR DE:		INTERVALOS			
BLOCK	PROBADO	PBD	TONAJE	LEY	TNMIN	TNMAX	LEYMIN	LEYMAX
A2+A3	4666.2	14.77	12.55%	28.30%	4,081	5,252	10.59	18.952
A4+A5	3586.9	16.01	12.90%	31.25%	3,124	4,050	11.01	21.011

Al considerar el tonelaje Probable se tiene el siguiente cuadro:

BLOCK	TONELAJE		LEY S.D.		PBD	CT. FINO	
	PROBADO	PROBABLE	PBD	PBB		PBB	TOTAL
	TM	TM	Gr/TM	Gr/TM	Kg	Kg	Kg
A2+A3	4666.25	2102.68	14.772	14.715	68.93	30.94	99.87
A4+A5	3586.89	1312.10	16.008	15.554	57.42	20.41	77.83

PBD = PROBADO
PBB = PROBABLE

INTERVALO DE TONELAJES:

A2+A3	5,919.43 TM	a	7,618.43 TM
A4+A5	4,267.02 TM	a	5,530.96 TM

Recién se obtiene un intervalo dentro del cual cae la ley promedio del mineral extraído, como veremos más adelante.

CUADRO DE RESULTADOS DESPUES DE LA EXPLOTACION

En la fig. 18 de este capítulo se observa el Sector Piloto, en el cual sólo quedan ciertos pilares de mineral por recuperar y pilares estériles. La prueba comparativa en el sector mencionado se tomó en setiembre de 1990, cuando casi se habían agotado los tajeos en este sector.

Con los datos de mediciones mensuales y el tratamiento de las leyes de corona corte a corte, desde la preparación e inicio de la explotación, se obtuvo el siguiente balance:

EXTRAIDO

BLOCK	TONELAJE	LEY	CONT. F
	TM	Gr/TM	Kg

A2+A3	6160.53	18.076	111.36
-------	---------	--------	--------

A4+A5	5117.78	19.634	100.48
-------	---------	--------	--------

=====

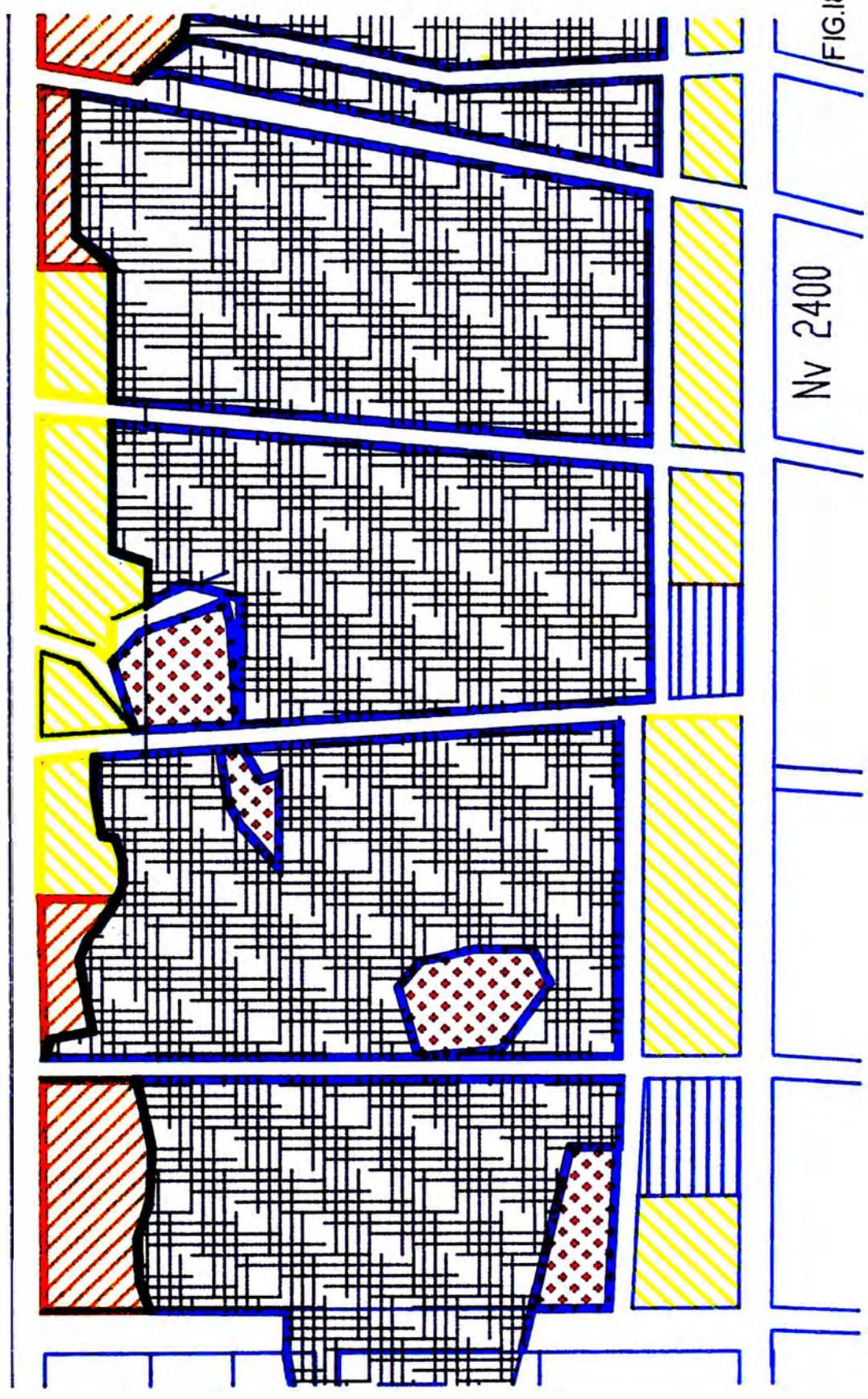
Como se puede apreciar la ley promedio de lo extraído no cae dentro del intervalo calculado por el primer cálculo Geoestadístico y obviamente es diferente a la estimación tradicional de 12.316 Gr/TM, éste es un valor subestimado en el caso del Block 88.

Si bien lo ideal hubiese sido que Planta trabajara sólo con mineral del Sector Experimental para que la comparación sea más exacta, aceptando que la extracción es óptima (sin pérdida de finos) son los resultados

SECTOR PILLIJI EN VETA LA LIMA 2

Tajeado en su mayor parte

A2 A3 A4 Nv 2520 A5



obtenidos bastante alentadores. Por lo pronto se tiene en mente calcular la media de las leyes por el proceso Log-Normal, semejante al método clásico. Es decir tener tres cubicaciones por comparar por lo menos por un periodo prudencial, las tradicionales por promedio y por Log Normal y la Cubicación Geoestadística con Promedios Log-Normal.

Con los mismos datos de la estimación tradicional de promedio simple se realizó el correspondiente por promedio Log-Normal cuyos resultados exponemos a continuación.

ESTIMACION PROM. LOG-NOR

	TONELAJE	LEY S.D.	CT. FINO
BLOCK	ESTIMADO	ESTIMADA	ESTIMADO
	TM	Gr/TM	Kg
88	5,806.999	17.752	103.09
86	4,605.522	16.040	73.87

Si bien el método presenta aceptables resultados tiene el inconveniente de no proporcionar ninguna "varianza de estimación".

V.3 APORTES DE LA GEOESTADISTICA EN LA EXPLORACION

La metodología mostrada tiene un desarrollo sencillo en su aplicación utilizando Lotus (Apéndice F) cuando se estudia y evalúa vetas de rumbo y buzamiento relativamente constantes. La veta La Lima 2 reúne estas características y ha servido como aplicación piloto, poniendo en mente la futura utilización de la geoestadística en las otras vetas.

La mina Poderosa explora muchas vetas dentro de las cuales tiene tres en la etapa de explotación, cada una con sus respectivas idoneidades.

La estimación geoestadística se viene realizando anualmente, ofreciendo sólido apoyo a la estimación tradicional trimestral, al ofrecerle por extrapolación valores estimados en sectores que por el método tradicional no es posible detectar, como ya se mencionó para la veta La Lima y Mercedes.

La respuesta al porqué no se realiza aún, la estimación geoestadística en periodos mas cortos se debe a la complejidad que presenta la operación de tres vetas, con sus propias peculiaridades cuyo seguimiento exige una gestión amplia, con programas flexibles y de fácil manejo por el geólogo residente, aparte que requiere equipo de computación en cada Mina.

La geoestadística por un lado nos permite estimar con mayor precisión el mineral ya encontrado, pero también nos brinda la utilización de los valores krigeados para analizar las tendencias y poder decidir con mayor probabilidad labores de exploración, mediante la configuración de curvas isovalóricas tanto de potencias como de leyes.

Por bibliografía especializada se conoce de la utilización de los valores Krigeados para modelizaciones matemáticas (PETERSEN 1990), y su adaptación a nuestra realidad se está investigando.

Los contornos isovalóricos que se han efectuado deben ser interpretados de acuerdo al contexto geológico, que de ninguna manera se pretende reemplazar. El soporte geológico puede y debe decidir sobretodo en lo que concierne al tectonismo y litología de la zona, que el geólogo residente conoce.

Ejemplos de estas configuraciones realizadas en las vetas La Lima 2, Mercedes y Choloque se muestran en las figuras siguientes.

V.3.1 APORTE EN LA EXPLORACION DE VETA LA LIMA 2

Con los dibujos 19, 20 y 21 se enfoca el clavo mineralizado de la veta La Lima 2 por encima del Nv 2400.

En Julio de 1,988 la cubicación tradicional (fig.19) presentó 2 sectores que parecía no tener correlación según lo observado en la galería del Nv 2400. La cubicación geostatística de febrero del 89 se realiza sobre el sector principal, extrapolando mineral en el block A (fig.20) al lado Sur debajo del Nv 2520, a pesar que en dicha galería se presentaba la veta empobrecida.

Futuras labores (fig.21), corroboraron el resultado geostatístico de la cubicación mencionada, ampliada en la cubicación posterior. Por otro lado la cubicación geostatística de setiembre 90 (fig.21) con promedio logarítmico descartó sectores cercanos al Nv 2400, que el promedio simple sobreestima.

La configuración de isovalores con los datos krigeados (figs.22 y 23), en la veta La Lima 2, abre la expectativa en 2 sectores debajo del Nv 2400.

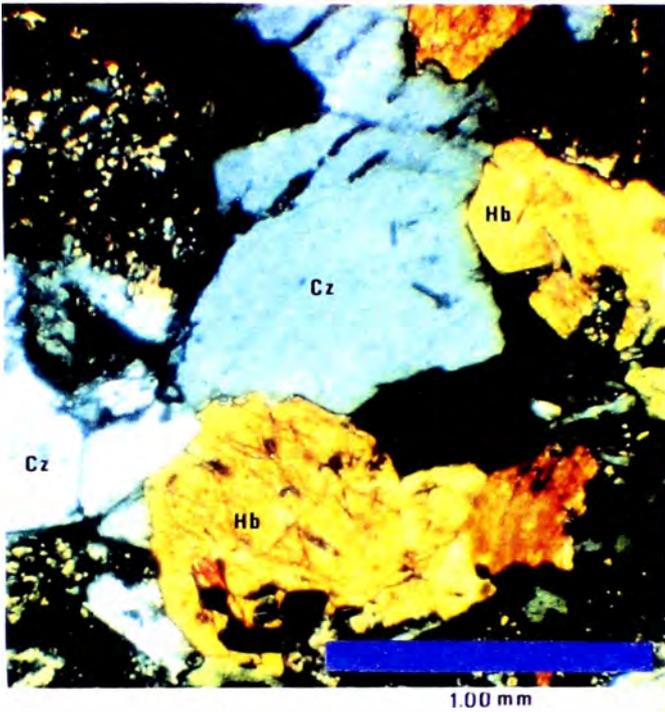
A la fecha se viene realizando uno de los 2 inclinados proyectados (en pendiente negativo), para reconocer las zonas inferiores, con alentadores resultados.

V.3.2 APORTE EN LA VETA MERCEDES

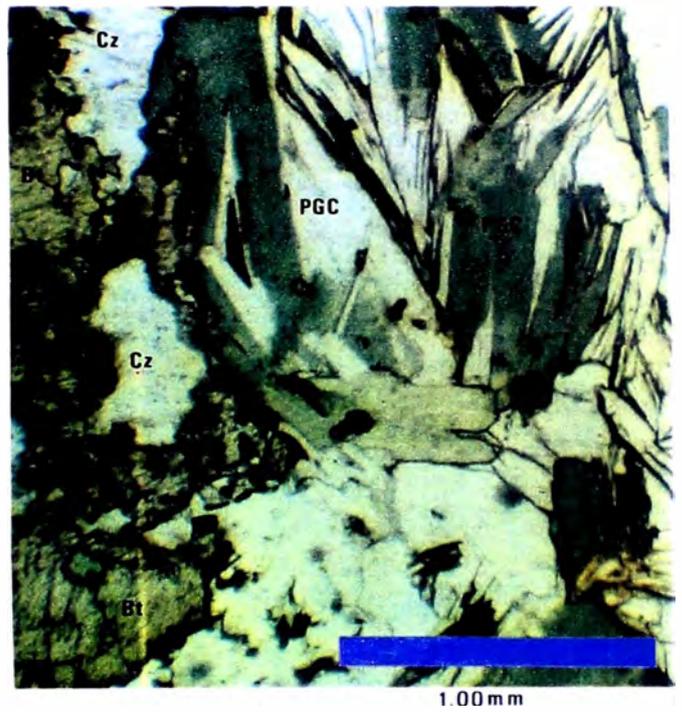
Lado noroeste de falla corihuarmi

En el año 1989 se proyectaba la realización de una cortada (Cortada Gloria) (fig. 26), en busca de las estructuras semiparalelas a la veta Mercedes, conocidas en superficie por cateos.

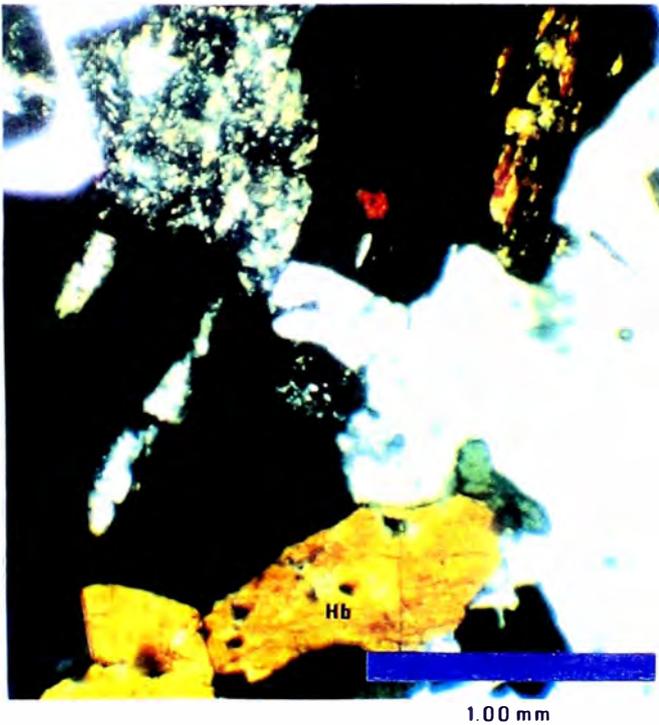
Utilizando los datos del estudio geofísico realizado en 1987 por el Dr.



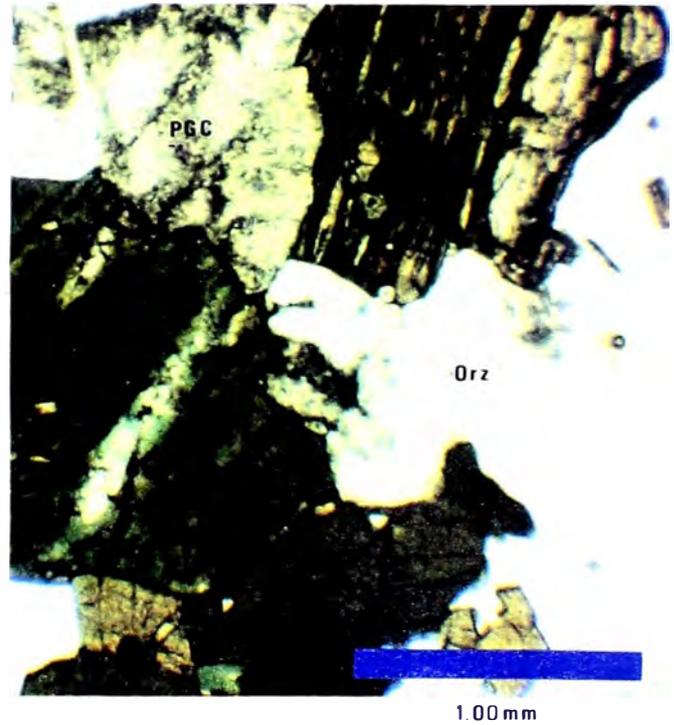
M.F.4.- Sección delgada en Nx. de una tonalita del "Batolito", se observa cuarzo, hornblenda, plagioclasas sericitizadas y clorita.



M.F.5.- Sección delgada en N//. de un stock granítico cerca a Chagual, se observa cuarzo, plagioclasas séicitizadas y biotitas.

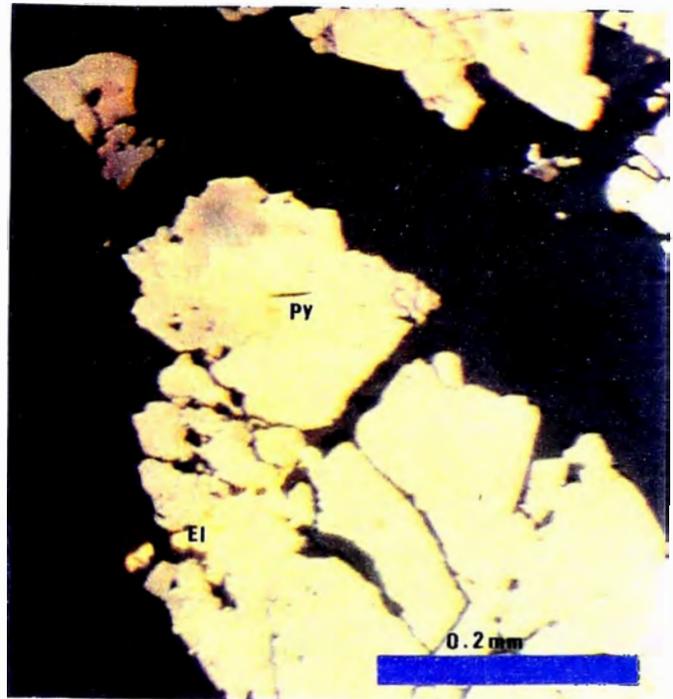


M.F.6-M.F.7.- Sección delgada en Nx. y en N//. de una granodiorita del "Batolito", se aprecia cuarzo, plagioclasas sericitizadas, hornblenda cloritizada y ortosa.

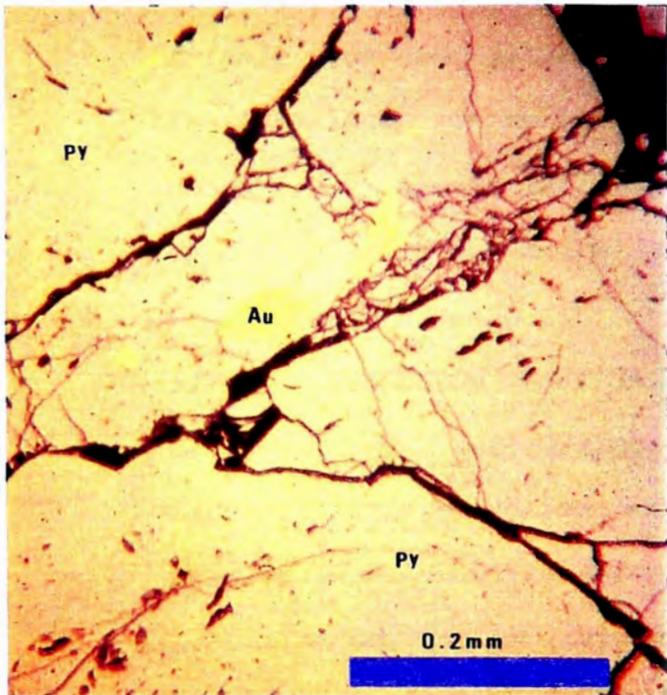




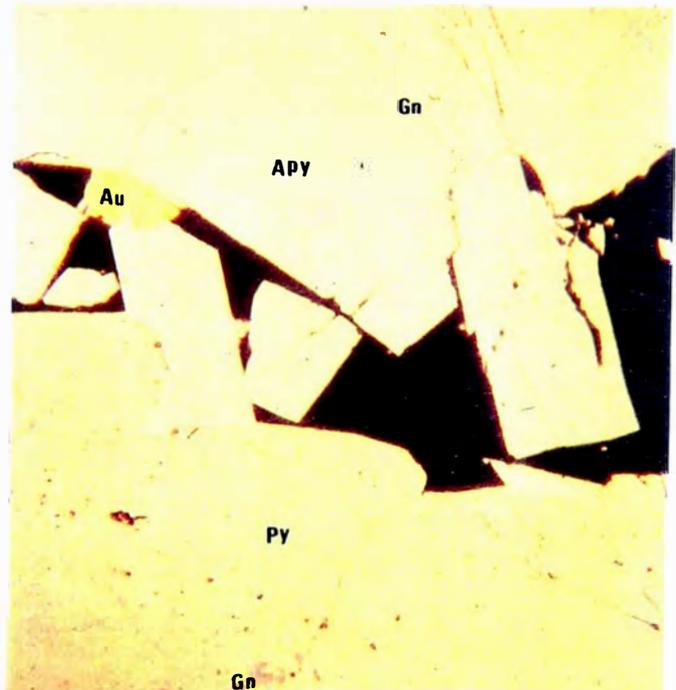
M.F.8.- Sección pulida de una muestra en la veta La Lima, se observa un grano de oro de 0.3mm en intercrecimiento con galena, pirita y cuarzo.



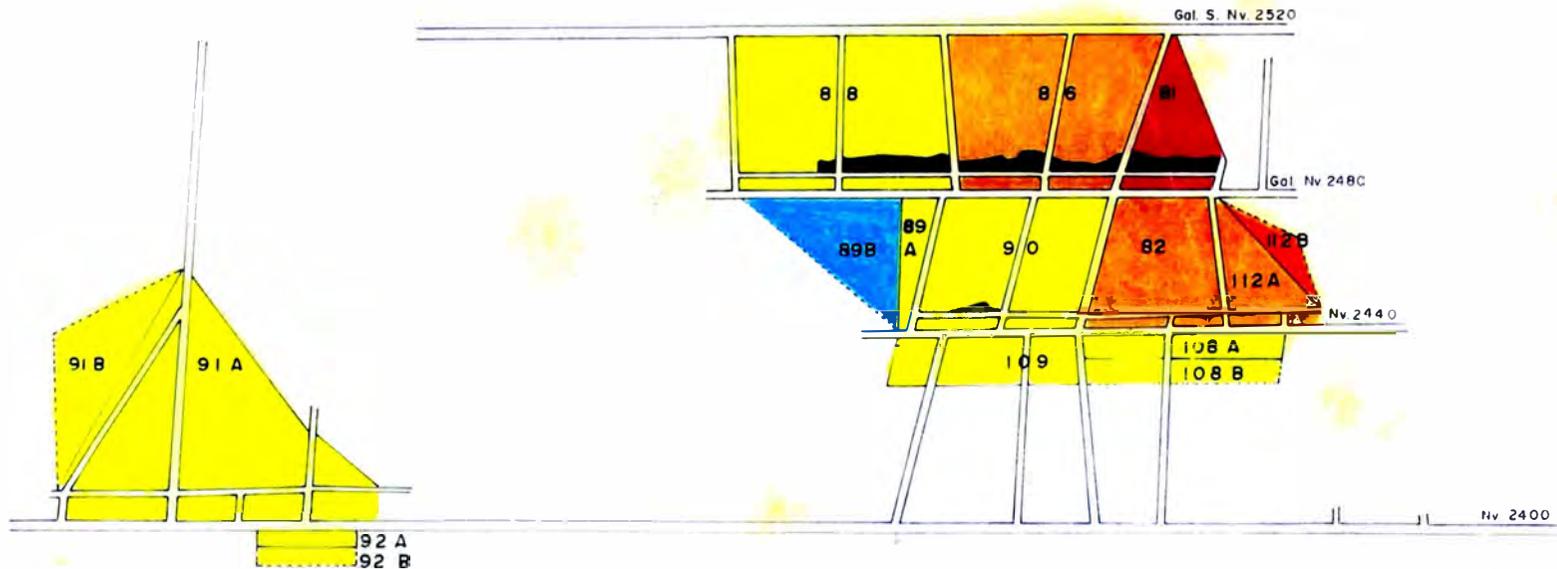
M.F.9.- Sección pulida de una muestra en la veta La Lima, se observa electrum en pirita diaclasada, esfalerita y cuarzo.



M.F.10.- Sección pulida en una muestra de veta del Distrito, se observa oro en las fisuras de pirita diaclasada.



M.F.11.- Sección pulida en una muestra de la región se aprecia un grano de oro de 0.15mm de largo en asociación con arsenopirita, pirita y galena.

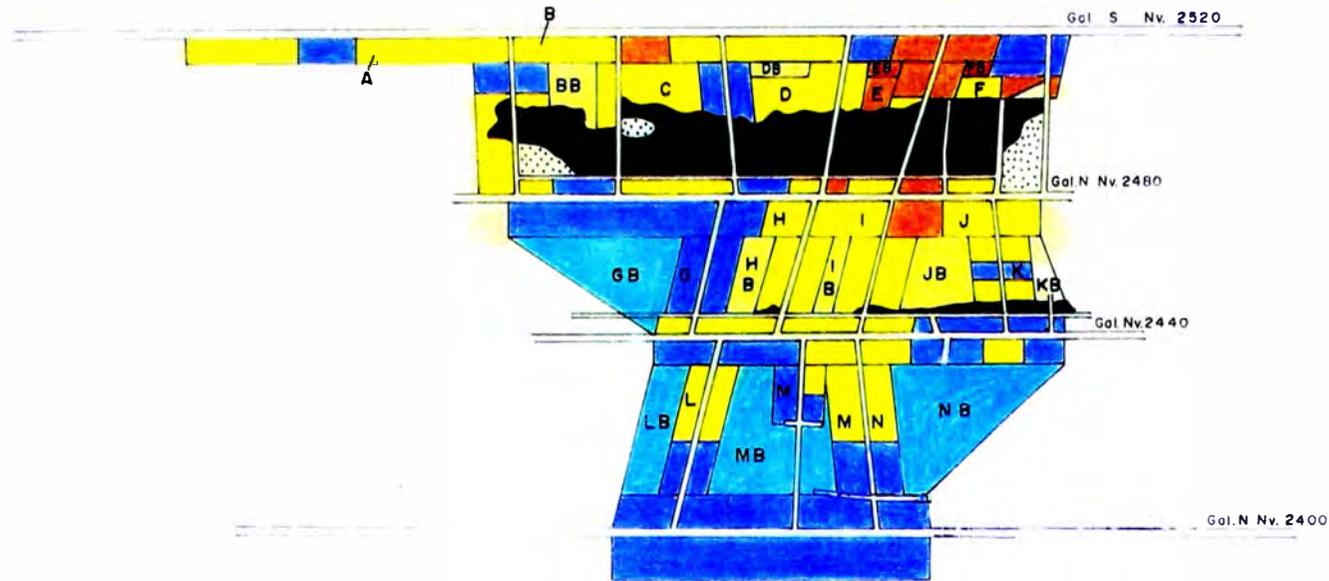


LEYENDA

	Rojo	20	Gr./T.M.S.
	Naranja	12 - 20	" "
	Amarillo	7 - 12	" "
	Azul	4 - 7	" "
	Zona Explotada		



COMPAÑIA MINERA PODEROSA S.A. VIJUS-PATAZ			
PLANO DE CUBICACION METODO TRADICIONAL VETA LA LIMA			
			Escala: 1:2,000
GEOLOGIA Ing°M. Zulueta T.	TOPOGRAFIA S. Velasco M.	DIBUJO J. Lizaro A.	FECHA Julio - 88



LEYENDA

	Rojo	20	Gr./T.M.S.
	Naranja	12 - 20	" "
	Amarillo	7 - 12	" "
	Azul	4 - 7	" "
	Zona Explotada		
	Zona Esteril		



COMPAÑIA MINERA PODEROSA S.A.
VIJUS-PATAZ

**PLANO DE CUBICACION
METODO GEOESTADISTICO
VETA LA LIMA**

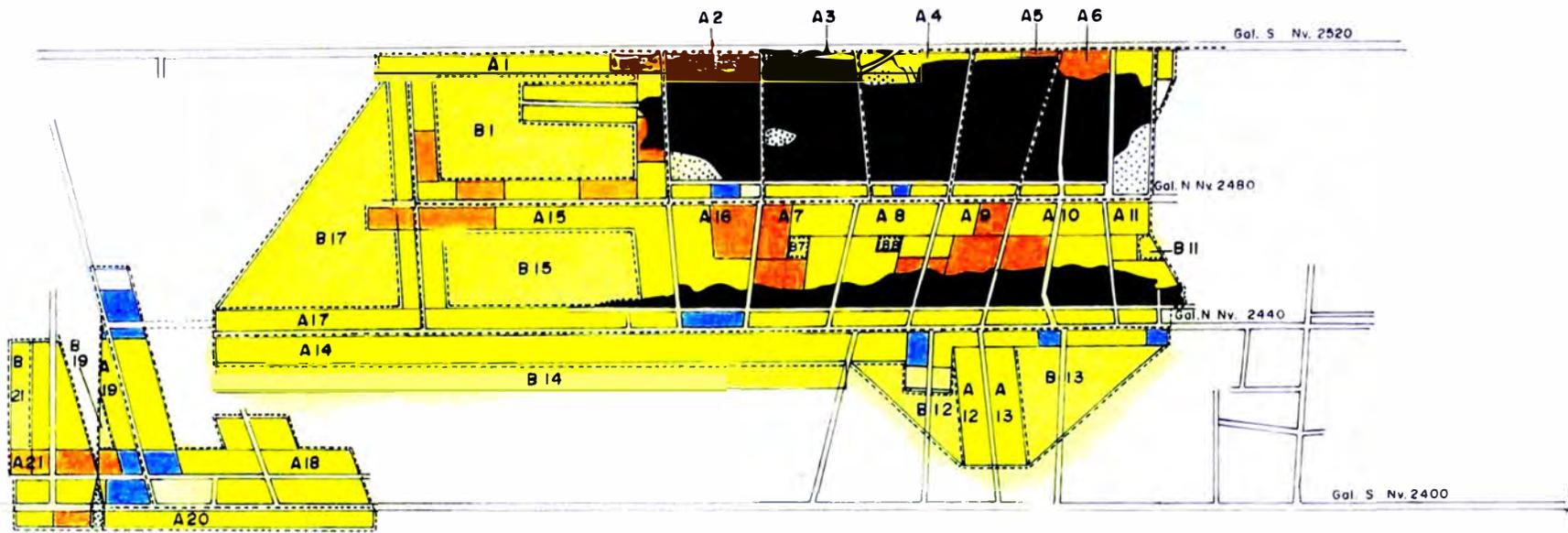
Escala: 1:2,000

GEOLOGIA
Ing^o M. Zulueta T.

TOPOGRAFIA
S. Velazco M.

DIRUJO
J. Ldz. ro A.

FECHA
Febrero - 89



LEYENDA

	Rojos	20	Gr. /T.M.S.
	Naranja	12 - 20	" "
	Amarillo	7 - 12	" "
	Azul	4 - 7	" "
	Zona Explotada		
	Zona Esteril		



COMPAÑIA MINERA PODEROSA S.A. VIJUS-PATAZ			
PLANO DE CUBICACION METODO GEOESTADISTICO VETA LA LIMA			
Escala: 1:2,000			
GEOLOGIA Ing° M. Zulueta T.	TOPOGRAFIA S. Velasco M.	DIBUJO J. Lázaro A.	FECHA Septiembre - 90

José Arce, más el contorno brindado por la cartografía, se buscaba algún otro apoyo que nos permitiese direccionar dicha labor con la menor longitud. Los variogramas en cuatro direcciones del acumulado aplicado en la veta mercedes (Fig. 11) favoreció la decisión de hacerla paralela a la Falla Corihuarmi.

A la fecha se ha interseptado:

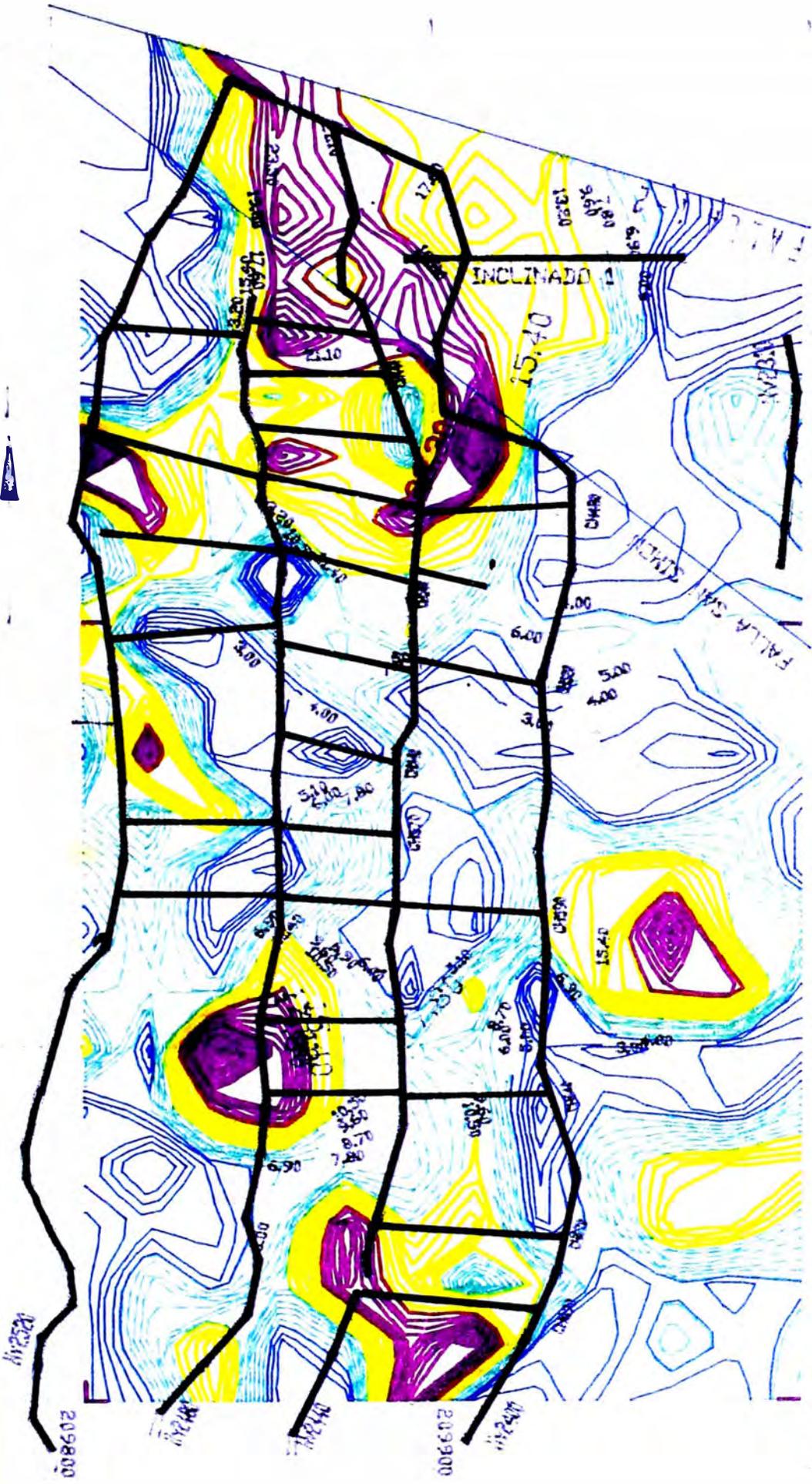
Veta Jimena, con sectores mineralizados que se están reconociendo en profundidad con un inclinado; cuyo dimensionamiento, relacionado a sus lazos mineralizados y control estructural en el bloque que limitan las fallas La Brava y San Antonio, se exploran con grandes expectativas.

Veta Carmela, que si bien cerca de la falla Corihuarmi presentaba una profunda disturbación tectónica, a la fecha se ha entrado en zona mineralizada (reconocida en menos de 100 m todavía), pero de grandes expectativas tanto hacia arriba, por el encampane ganado, como horizontal y en profundidad.

Lado sureste de la falla corihuarmi

Sector denominado María, donde la comparación de los planos de las estimaciones tradicional y geoestadístico era peculiar. Mientras el plano de cubicación tradicional mostraba blocks aislados, el geoestadístico presentaba blocks continuos configurando zonas de leyes económicas con mucha probabilidad de que esta característica profundice más.

Esta configuración favoreció la determinación de realizar un pique inclinado de exploración. A la fecha esta labor tiene alrededor de 100 metros, habiéndose detectado que la mineralización económica aún continúa hacia abajo. Adicionalmente se programó un sondaje de perforación



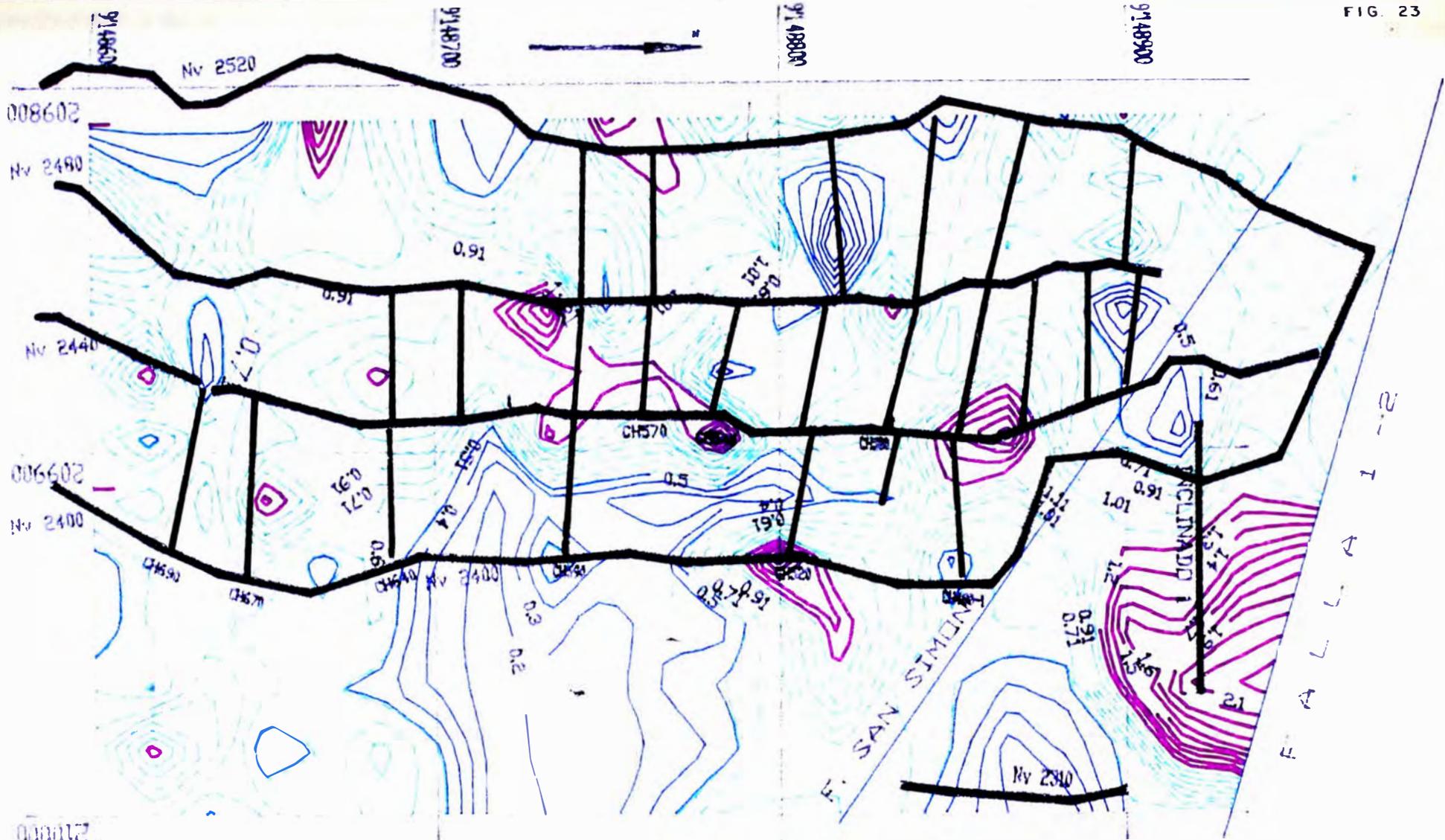
CIA MINERA PODEROSA S.A.

ISOLEYES

Veta La Lima 2

Ing. N. Zambrano T. Mayo - 1992

ESCALA



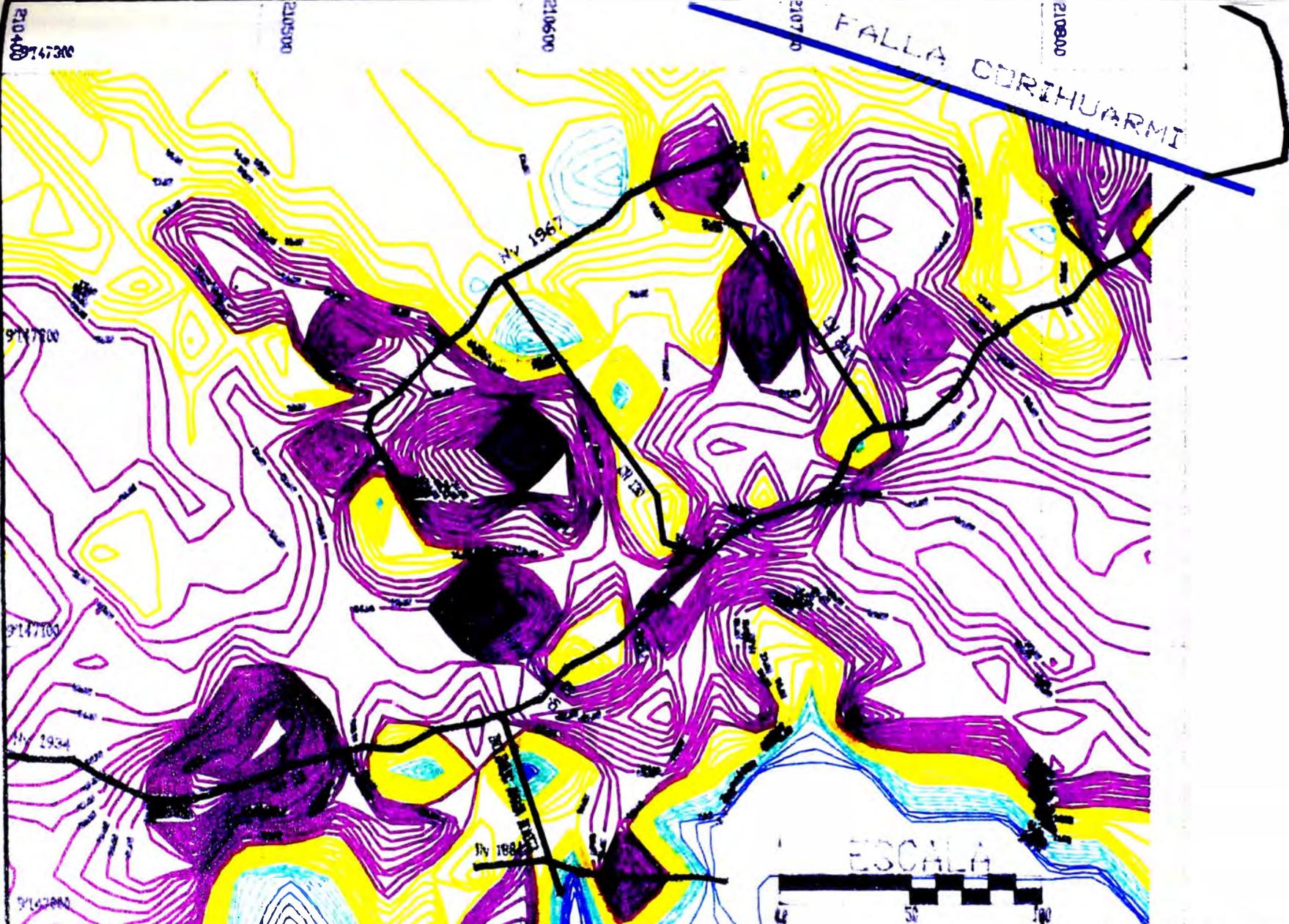
ESCALA



CIA MINERA PODEROSA S.A.

ISOPOTENCIAS
Veta La Lima 2

Ing. M. Zúñiga T. Mayo-1992



LEYENDA

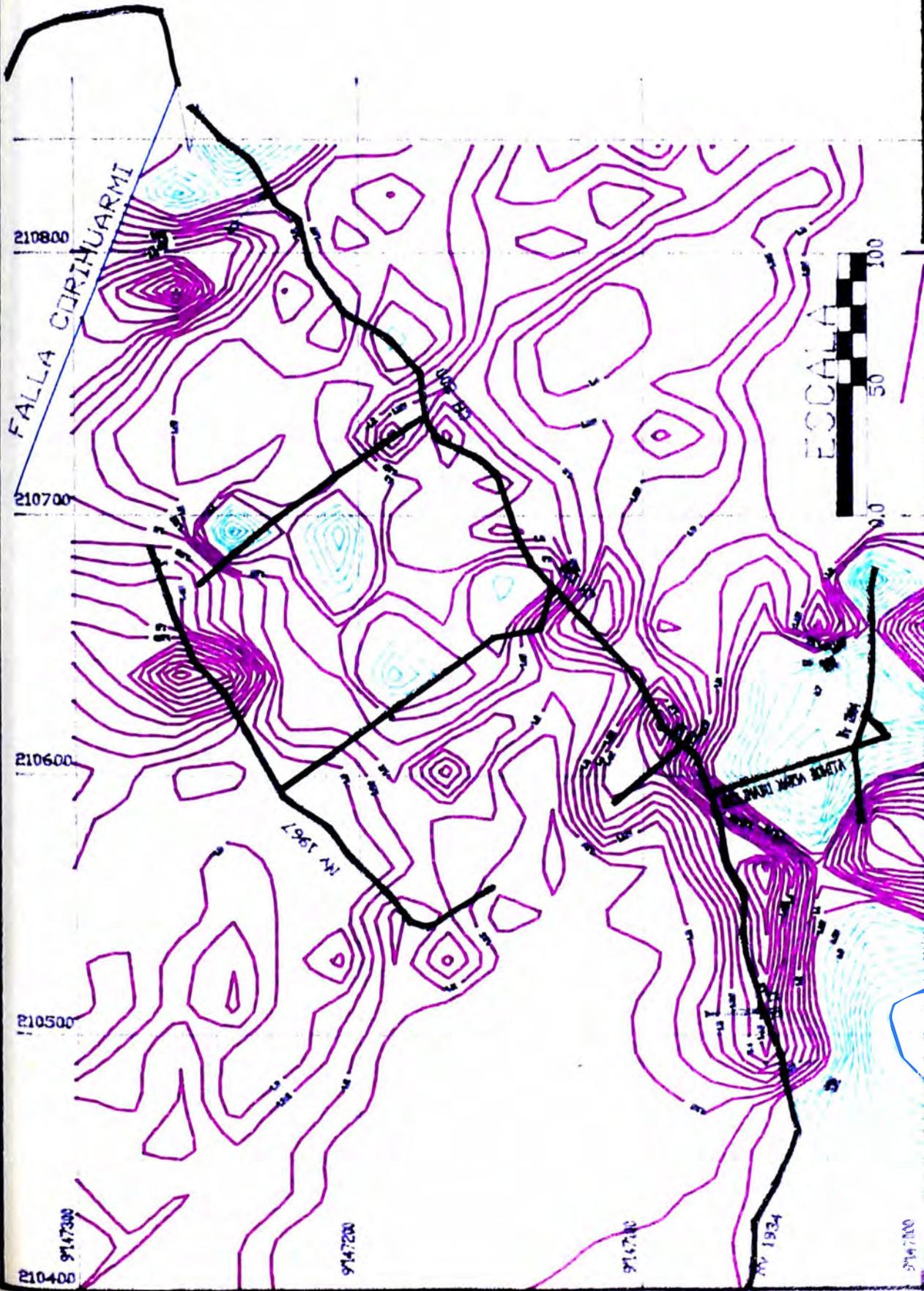
-  Mayor de 500 Gr/TM
-  De 12 a 20 Gr/TM
-  De 5 a 12 Gr/TM
-  Mayor de 20 Gr/TM

CIA MINERA PODEROSA S.A.

ISOLEYES

Veta Mercedes

Ingeniero X. Zúñiga T. Mayo - 1992



LEYENDA

 Mapa de 1967

 Mapa de 1992

 Mapa de 1967

CIA MINERA PODEROSA S.A.

ISOPOTENCIAS

Veta Mercedes

Ing. M. Zúñiga I. Mayo 1992

diamantina a 300 m. al Este del inclinado interseptándose la veta con valor económica, debajo de la galería 1934. Esto confirma continuidad de mineralización en una amplia zona.

Con la información del Inclinado y las galerías seguidas a partir de él, se ha confeccionado los planos correspondientes de isovalores (figs. 24 y 25) que nos muestran importantes tendencias por reconocer con labores de exploración.

V.3.3 APORTE EN LA VETA CHOLOQUE

La veta Choloque presenta la zona mineralizada, hasta hoy conocida, un poco alejada de la falla Sophia muy diferente a las otras vetas que presenta la mejor zona mineralizada cercana a alguna falla importante. Lógicamente debe haber gran influencia tectónica y litológica en la mineralización de una veta. Pero configurando isovalores con los datos krigeados presenta una zona importante cercana a la falla Sophia y por debajo del Nv 1904. Se está retomando la idea de continuar la exploración con la galería sur de dicho nivel, habiéndose calculado que con 150 m. de avance se estaría comprobando la tendencia observada en leyes (fig.27), aunque no muy favorable en potencias según la (fig.28) porque existen lazos de potencias centimétricas.

Cabe destacar que se vienen realizando isovalores krigeados en otras vetas, además de las mencionadas, (veta Escondida en La Lima, veta Carmela en Papagayo y veta Cortadera en El Tingo), con miras a la programación de labores de exploración para el año 1,993. Se señala que en El Tingo, la potencialidad de mineral estaría situada debajo de los niveles conocidos, posiblemente por tectonismo de bloques a reconocer con un buen estudio tectónico de la zona, así como buen mapeo de los lazos en cada veta.

Falla La Brava

Falla San Antonio

Falla Corihuarmi

Cortada GLORIA

Sector MARIA

9147000

210200

211000



Labor Minera



Block de Cubicacion

ESCALA



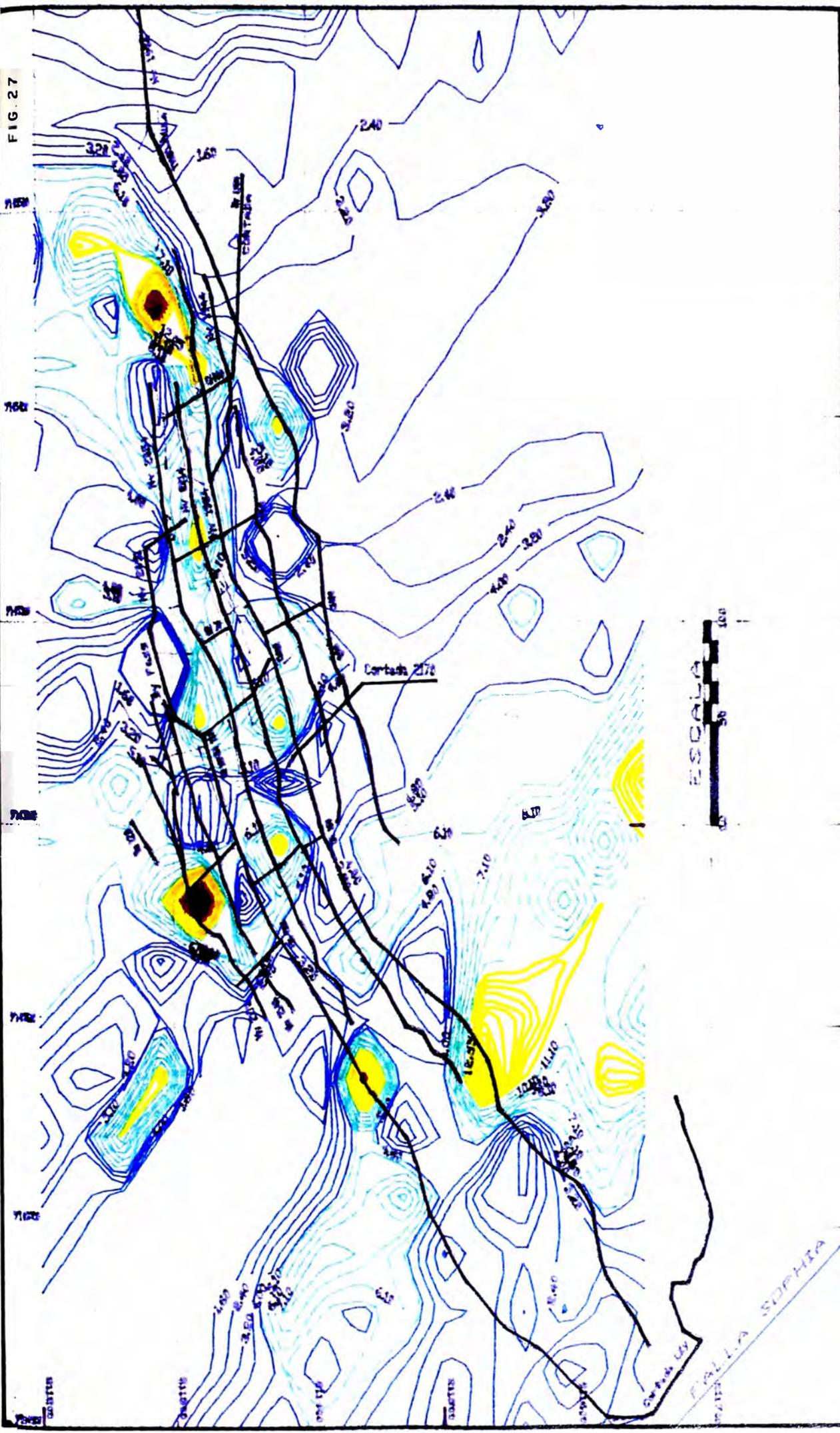
CIA MINERA PODEROSA S.A.

Veta Mercedes a ambos lados de la Falla Corihuarmi

Fig.26

Set - 1991 | Ing. M. Zulueta T.

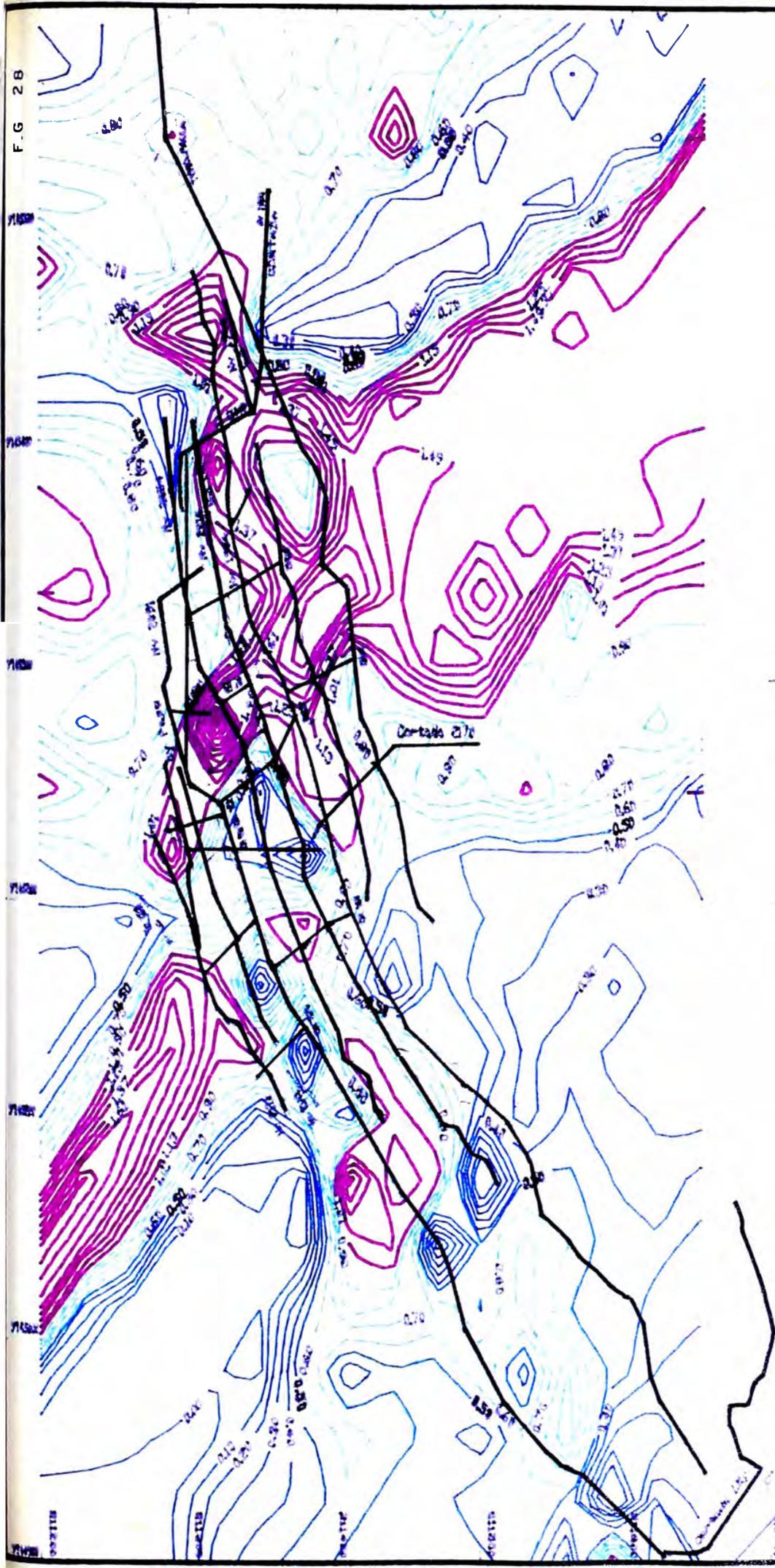
FIG. 27



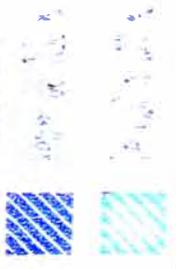
CIA MINERA PEDEROSA S.A.
ISOLEYES
 Veta Choloque
 Ing. M. Zaldívar I. Mayo - 1992

LEYENDA

-  Mayor de 20 g/tm
-  Menor de 20 g/tm
-  Mayor de 20 g/tm
-  Mayor de 20 g/tm



LEYENIA



CIA MINERA PUDEROSA S.A.

ISOPOTENCIAS

Veta Choloque

Ing. M. Zúñiga, S. Mayo - 1992



LEYENIA

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VI.1 CONCLUSIONES

1 - Estudios microtectónicos (RIVERA 1992) así como la observación cotidiana, nos revelan que en el Batolito de Pataz se han dado eventos tectónicos variados y de diferente intensidad en varias etapas de su historia geológica. Los efectos de estos fenómenos se reflejan en los variogramas de las diferentes labores que presentan cambios importantes en cortos tramos, habiendo incluso algunas zonas con aleatoriedad pura.

El diseño de tajos para la explotación de 20 metros como máximo es acertado reduciendo el porcentaje de error que pueda acarrear el método de explotación.

2 La mineralogía económica de las vetas es simple; consiste de pirita, galena, esfalerita y ocasionalmente arsenopirita. Estos sulfuros se hallan mayormente embebidos en cuarzo. No obstante, existen zonas de pirita en agregados, diseminados en material cloritizado sin cuarzo. Ejemplo de esta característica se presenta a lo largo de la chimenea 190 de la Veta Choloque, donde las cajas son sueltas.

3 - En las vetas estudiadas, la roca caja mas favorable es la granodiorita sin presencia de enclaves, y cercanas a alguna falla grande importante. Se tiene la idea de que algunas zonas de estas fallas pudieron servir de conductos a soluciones

mineralizantes.

- 4 - *Las estructuras afloran con diferentes longitudes que van de 2 kilómetros a pocos cientos de metros, con anchos que varían de pocos centímetros a 2 metros. La geometría es filoneana con lazos sigmoides y/o ramificaciones. En menor escala se observan estructuras aproximadamente paralelas con tendencia a juntarse en profundidad.*

Respecto a los niveles donde se han encontrado estructuras interesantes hasta hoy conocidos, se tiene casos extremos, como El Tingo (v. Luz, v. Choloque) alrededor de 1,800 m.s.n.m y Mina el Gigante a 4,200 m.s.n.m.

- 5 - *Según otros estudios la mineralogía tiene asociación típica mesotermal (250-350 grados centígrados) determinado con estudios microtermométricos en inclusiones fluidas; han estimándose una presión de formación de la vetas de 700 Kb equivalente a una profundidad de 5 a 7 Km. (SCHREIBER 1989)*

- 6 - *Los efectos tectónicos en las vetas son de diferente intensidad, notándose que la v. Choloque ha sido la mas afectada, por cuyo motivo muestra alta aleatoriedad (efecto de pepita alto) en la variable Acumulada. No obstante al efectuarse cálculos de variogramas en otras direcciones, tomando los datos en el espacio (concordadas y cota de cada canal de muestra) se obtuvo estructuras que hacen aplicable el método, con un cierto incremento de la varianza de estimación.*

- 7 - *Los métodos estadísticos formales producen limites de confiabilidad*

pero ignoran las relaciones espaciales dentro del depósito. Por otro lado, la estadística al analizar poblaciones nos da una medida de dispersión que es la desviación estandar. Para el caso de valores auríferos en este estudio, este parámetro es mayor que la media de la población. Con el trabajo Geoestadístico se encuentra una medida de dispersión de la población (error de estimación) entre 28 % y 32 % , aceptable como para ajustar los intervalos de confianza.

- 8 - *En la veta La Lima 2 el alcance mayor es de 10 m y el mínimo de 5 m en el caso del acumulado, siendo en cada labor este alcance menor o igual al alcance de potencias respectivas. Alcance de potencia menor que de Acumulado sólo se presenta en pocos casos. En esta veta los menores alcances se muestran cerca del nivel 2400 mejorando hacia el nivel 2520.*
- 9 - *En el análisis de anisotropías los alcances mayores de acumulados en la veta Mercedes y V. Choloque coinciden con el rumbo de la veta, NEE en el caso de la veta Mercedes y NNW en la veta Choloque, coincidiendo el mayor alcance de la potencia en la v. Choloque mas no en la eta Mercedes. En la veta La Lima 2, en forma similar, los mayores alcances ocurren en dirección de las labores horizontales mas que en las labores verticales.*
- 10 - *El estudio geoestadístico también ayuda en la exploración. Esta experiencia se presentó en la V. Mercedes. Los gráficos de anisotropías de los alcances, tanto de acumulados como de potencias, afianzó otros estudios (geofísicos, mapeos, secciones, etc) para la exploración mediante una cortada (Cda. Gloria), con*

resultados a la fecha bastante alentadores.

- 11 - La información que nos brinda el variograma es muy importante, pero este hecho no nos debe llevar a una posición de dejar de lado los estudios y aplicaciones de las teorías clásicas, considerando sobre todo al promediar los soportes, los histogramas, que nos dan cuenta del tipo de distribución (log-normal o no).
- 12 - Los histogramas analizados muestran una clara distribución normal en las potencias y de tipo log-normal en los acumulados. Como consecuencia de esto comparando los promedios del caso simple y el log-normal, es mínima la discrepancia en el caso de las potencias, no así en el caso de los acumulados que da una discrepancia global de 20% mas, en el caso del promedio log-normal con respecto al promedio simple. Es sintomático observar que esta discrepancia es mucho mas grande en zonas de mineral de buena ley, donde con el promedio simple se subestima la ley.

Sin embargo, esta explicación no se puede aplicar en todos los casos; como por ejemplo en las leyes de una corona de tajo, en donde el proceso de promedios simples no parece haber subestimado el promedio. Tal es el caso de la Veta La Lima 2 donde se encontró que se había sobreestimado blocks cercanos al Nv 2400.

En este sector se obtuvo:

a) En la primera cubicación geoestadística, con promedio simple:

POT	Ley S D	POT D	Ley D
0.694	9.24	1.116	5.75

b) *En segunda cubicación geoestadística, (con prom log-normal):*

<i>POT</i>	<i>Ley S D</i>	<i>POT D</i>	<i>Ley D</i>
<i>0.698</i>	<i>7.111</i>	<i>1.118</i>	<i>4.82</i>

Los resultados de la segunda cubicación hacen que estos blocks no sea económicos. Se deduce que en zonas de panizo y/o cuarzo con pirita brechada de arrastre puede sobreestimarse con el promedio simple, corrigiendo el promedio log-normal.

13 - La Geoestadística sirve para la evaluación de yacimientos, zonificando mejor las áreas evaluadas. Esto gracias a que el método proporciona el mínimo error de estimación dado por concepción propia del método y se ha corroborado en la práctica con la experiencia de los sectores explotados en la V. La Lima 2. Por otro lado la zonificación de leyes Krigeadas pueden servir para dirigir mejor la exploración en nuevas zonas de una veta, ayudándose con la técnica de curvas isovalóricas.

14 - Los programas presentados en este trabajo, utilizando el lenguaje BASICA y el software LOTUS 123 puede ser suficientes para estimar reservas en vetas con rumbos y buzamientos en promedios mas o menos constantes, sin importar el número de variables, es decir en vetas polimetálicas.

15 - En el caso de compañías que operan en mas de una veta se hace indispensable contar con mayores equipos, máquina PC de 16 MH de velocidad, con memoria RAM de 1 Mega y con disco duro de 40 Mb. En caso de necesitar el apoyo del AutoCAD es indispensable un monitor a color y un Plotter. El software indispensable lo

constituye el paquete GEOFOR (con la asesoría de O. Bernuy y S. Canchaya), compilador de Fortran, los paquetes Lotus, Word y AutoCAD y los utilitarios Norton, Pctools, Kedit.

- 16 - *En lo que concierne al "Muestreo", que es competencia de geología, se nota en los últimos resultados del variograma de nuevas labores, mejoras en el trabajo de muestreros, con las charlas que sobre este tema se dictaron a los muestros de la sección.*

VI.2 RECOMENDACIONES

- 1 - *Considerando que todo el método depende de los resultados de dos procesos importantes como son el "muestreo" y los ensayos de Laboratorio Químico, en la medida de lo posible se deben optimizar éstos. Se recomienda una continua vigilancia e incentivos al grupo de muestreros, haciéndoles ver la importancia de su trabajo, dictándoseles charlas ,etc.*
- 2 - *No debería abandonarse ningún yacimiento sin aprovechar los datos de muestreo con análisis estadísticos y Geoestadísticos con lo cual podría localizarse zonas ricas que salvarían la operación, probablemente hasta que mejoren los precios del mercado.*
- 3 - *En toda etapa de las exploraciones se deben hacer histogramas de las variables observando el tipo de distribución hasta poder elegir el método mas conveniente a usar en el cálculo de los promedios.*
- 4 - *No debemos olvidar que la observación del geólogo residente es fundamental y que el cálculo frío de los promedios es un*

- complemento de éste. De otra manera se corre el riesgo de tomar como verdaderos valores de zonas donde el tectonismo ha dejado material estéril. Se recomienda entrenar a los geólogos en el manejo de los programas básicos para que con estas herramientas puedan tener mejor visión del yacimiento.*
- 5 - *Los equipos de computación deben ser de buena calidad y los paquetes de software originales, para evitar pérdida de información y atrazo en la ejecución de los programas.*
 - 6 - *Se recomienda tomar la veta Choloque en El Tingo y el Sector del Nivel María de la v. Mercedes en Papagayo como piloto a gran escala. El geólogo residente debe controlar el comportamiento de estas vetas frente a los resultados que da la Cubicación geoestadística, con la explotación.*
 - 7 - *En el tratamiento de los datos para el balance mensual, seguir con el tratamiento log-normal con el respectivo tratamiento de los altos erráticos, si los hubiera.*
 - 8 - *Proveer de disco duro a la máquina computadora de la Mina El Tingo, facilitando de ese modo el trabajo tanto para los cálculos de leyes como la actualización de los trabajos topográficos concernientes al AutoCAD.*
 - 9 - *Hacer intervenir a todos los geólogos de cada Mina en la confección de la matriz geológica de las vetas respectivas, con fines de sacarle mayor provecho a los equipos, sobretudo al plotter.*

- 10 - *Al haberse implementado en un alto porcentaje el conjunto de programas dado por los Ing. O. Bernuy y S. Canchaya, se hace indispensable la organización de charlas sobre este trabajo a los geólogos residentes de las diferentes minas, con los fines obvios de mejorar la labor cotidiana.*

- 11 - *Aprovechar los avances alcanzados en este año 92, con el manejo de la gestión topográfica y de leyes en Clipper, siguiendo en la difusión del conocimiento de estos programas entre el personal de topografía y muestreo, mediante charlas.*

- 12 - *Hacer extensivo el manejo de los resultados de cubicación Tradicional y Geoestadístico en Clipper, conectando la base general de leyes a los lotes de muestras que se envían al Laboratorio, en forma hágil.*

- 13 - *Seguir en la mejora de los programas que hacen los balances del mineral explotado, mensualmente, para su respectiva comparación con lo reportado en Cubicación.*

- 14 - *Tener la información, topográfica y de leyes, lo mas actualizada posible en la computadora, de todas las vetas de interés (aún las de fuera de la Unidad), según las estructuras (Dbase) existentes. Para el tratamiento de isovalores, variogramas, promedios por bancos, etc, que con el avance actual de los programas existentes, se hace fácil su ejecución.*

BIBLIOGRAFIA

- 1 .- ACERO F.A. & HONEDERO J. (1988) *Introducción a Dbase IV*, 297 p.
- 2 .- ALARCON, J. & MAYTA O. & CASTILLO C. (1978) *Normas para la evaluación de reservas minerales de exploración subterránea Bol.S.G. del Perú, T.60 (Anales del IV Congreso de Geología, Lima 20 al 25 de agosto de 1978, Parte I)*
- 3 .- *Apuntes de los cursos (1984-1985) Geostatística I y Geostatística II, dictados en la Facultad de Ingeniería Geológica Minera y Metalúrgica. de la U.N.I.*
- 4 .- BARAS E. *Lotus 1-2-3, Guía del Usuario*, 378p.
- 5 .- BARNES H. (1969) *Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits*, A Wiley-Interscience Publication JOHN WILEY AND SONS, New York, 798p.
- 6 .- BAYLY R. (1982) *Introducción a la Petrología, PARANINFO, (MADRID)* 437p.
- 7 .- BOYLE R.W. (1979) *The Geochemistry of Gold and its Deposits. Canadá Geol. Survey Bull. v.280, 584p*
- 8.- BYERS R. (1986) *Introducción a las Bases de Datos con Dbase III Plus*, 357 p.
- 9.- CANCHAYA S. (1987) *Cocientes Metálicos y Otras Curvas Isovalóricas; guía curso P. Univ. Católica, mayo.*
- 10 .- CARRABIS J. (1986) *Programación Avanzada en dBase III*, 255 p.
- 11 .- CUEVA F. (1987) *Geología General y Económica del Distrito de Pataz -La Libertad.- Tesis de Ingeniero Geólogo, Universidad Nacional de Ingeniería; 153 p.*
- 12 .- CHAPPELL, B. & WHITE, A. (1974): *Two contrasting granite types: Pacific Geology, v. 8, p 173-174.*
- 13 .- CHAVEZ J. (1990) *Estudio Geológico de la Veta La Lima, en el Segmento Norte del Batolito de Pataz, Mineralogía Aurífera Asociada.- Tesis de Ingeniero Geólogo, Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 137 p.*
- 14 .- DALMAYRAC, B. & LAUBOCHER, G. & MAROCCO R. *Géologie des Andes Péruviennes: ORSTOM Trav. Doc, v.122, 501 p.*
- 15 .- ISHIHARA S. (1977): *The magnetite series and ilmenite-series granitic rocks: Mining Geology, v. 27, p 293-305*
- 16 .- ISHIHARA S. (1981): *The granitoid series and mineralization. Econ. Geology, v. 75, p 458-484*
- 17.- JOURNEL A.G. & HUIJBREGTS CH.J. (1989) *Mining Geostatistics.- Academic Press (London); 600 p.*
- 18 .- JOYANES L. (1985) *Programación Basic para Microcomputadoras*, 439 p.
- 19 .- KERNIGHAN B. & RITCHIE D. (1986) *El lenguaje de programación C*, 235 p.
- 20 .- KREYSZIG E. (1974) *Introducción a la Estadística Matemática, Principios y Metodos*, 218p.

- 21 .- MARIN F. QUIROS A. & TORRES A. (1991) Clipper 5. Referencia Rápida. 595p.
- 22 .- DAVID M. (1977) Geostatistical Ore Reserve Estimation, Elsevier Scientific Publishing Company, 345p.
- 23 .- MIRANDA C. & INJOQUE J. (1981) Informe Geológico Cía. Minera Poderosa S.A. Inf. Privado
- 24 .- MIRANDA, C. SEIJAS, L. & VALLE L. (1981) Informe Geológico SECTOR: La Lima-Pataz (Rep. Privado), Cía. Minera Poderosa S.A.
- 25 .- NANTUCKET CORPORATION (1990) Clipper 5.0 Reference, 238p.
- 26 .- PETERSEN U. (1990) Ore Distribution, Zoning, and Exploration of Hydrothermal Ore Deposits.- Economic Geology, Vol 85, 424-435 p.
- 27 .- PIERRE F. & MOUSSET J. (COORDINADORES) Geostatistics, Departamento de Ingeniería Minera, Mackey School of Mines. Universidad de Nevada - Reno.
- 28 .- PITCHER, W. (1978) Anatomía de un batolito, Bol. S.G. del Perú, T.60 (Anales del IV Congreso de Geología, Lima 20 al 25 de agosto de 1978, Parte I)
- 29 .- RENDU J. (1984, sept.) Interactive Graphics for Seminario Gram Modeling.- Mining Engineering, 1332-1340 p.
- 30 .- SCHREIBER D. & AMSTUTZ G. & FONTBOTE L. (1990) The formation of auriferous quartz-sulfide veins in the Pataz region, northern Peru: A synthesis of geological, mineralogical, and geochemical data.- Mineralium Deposita, Vol.25, 136-140 p.
- 31 .- SCHREIBER D. & FONTBOTE L. & LOCHMANN D. (1990) Geologic setting, Paragenesis, and Physicochemistry of Gold Quartz Veins Hosted by Plutonic Rocks in the Pataz Region.- Economic Geology, Vol 85, 1328-1347 p.
- 32 .- SCHREIBER D. (1989) Las Vetas Auríferas de Pataz y su Génesis en el Marco de la Evolución Geológica de la Cordillera Central del Norte del Perú, Universitat Heidelberg, Ruprecht-Karls, 235p.
- 33 .- SOLOGUREN W. & SAMANIEGO A. (1977) Prospección Aurífera Poderosa, Inf. Privado.
- 34 .- TARNAWIECKI (1929) La Región Aurífera de Pataz.- Sociedad Geológica del Perú; Bol # 3, p15-49
- 35 .- TSU-DER CHOU G. (1986) Dbase III, Guía del Programador, 417 p.
- 36 .- TULCANASA E. Geoestadística, Apuntes Provisorios, Universidad Nacional de Ingeniería, 121p.
- 37 .- VALERA J. (1987) Geología de los Depositos de Minerales Metálicos, editado en U.N.M.S.M, 449p.
- 39 .- VAN BRUNT B.H. & TAYLOR D.L. (1989) Application of Non-parametric Geostatistics to the Manhattan Gold Deposit.- GOLD FORUM on Technology and Practices 'World Gold '89' Chapter 3, 23-32 p.

- 40 .- VARGAS A. (1975) Estudio de Posibilidades en la Zona Aurífera de Pataz, Estudio Geológico Minero de la Zona Aurífera Comprendida entre Pataz y Tayabamba Departamento de la Libertad.
- 41 .- WAITE M. PRATA S. & MARTIN D. (1985) Programación en C, Introducción y Conceptos Avanzados, 455 p.
- 42 .- WILSON J. & REYES L.(1964) Geología del Cuadrángulo de Pataz (hoja 16-h), comisión de la Carta Geologica Nacional, Bol. # 9.
- 43 .- WILSON J. & REYES L.& GARAYAR,J. (1967) Geología de los Cuadrángulos de Mollebamba, Tayabamba, Huaylas, Pomabamba, Carhuaz y Huari: Perú Servicio Geología Minería, v.16, 95 p.
- 44 .- WINKLER H.G.F. (1974) Petrogénesis de Rocas Metamórficas, H. BLUME EDICIONES, Rosario 17, Madrid-España, 346p.
- 45 .- UNO (1989) Using Autocad, Improved Coverage Trough Release 10, 763 p.

APENDICE A

AT

TABULACION DE ALGUNOS ARCHIVOS DE DATOS Y VARIOGRAMAS

ARCHIVO DE DATOS

GALERIA NORTE N° 1934

No DATOS=322

Pot en metros
Ley en Gr/TM

POT	LEY	POT	LEY	POT	LEY
		1.85	37.30	2.00	2.50
		1.95	90.70	2.15	1.40
0.80	1.40	1.95	81.50	2.00	4.70
0.80	17.10	2.00	18.00	1.50	3.40
1.15	63.60	2.00	51.50	2.00	1.20
1.20	43.00	1.95	21.90	2.00	3.60
1.30	29.10	2.00	22.00	1.80	6.50
1.15	74.10	2.10	21.00	1.30	2.70
1.20	64.90	2.00	37.50	1.30	2.10
1.20	43.70	1.95	18.00	1.15	4.40
1.25	33.40	1.90	53.30	1.20	2.50
1.10	24.50	1.85	16.50	1.15	4.60
1.30	38.50	1.65	67.50	1.20	2.50
0.87	32.10	1.70	25.80	0.95	2.10
1.30	9.60	1.65	31.20	1.50	6.60
1.35	6.90	1.60	46.00	1.50	38.80
1.35	29.50	1.20	15.40	1.60	5.90
1.25	6.40	1.45	3.90	1.60	23.90
1.30	9.40	1.75	33.30	1.80	31.00
1.30	35.90	1.80	53.50	1.75	6.50
1.20	29.90	1.40	23.00	2.00	7.50
1.10	16.40	1.50	10.00	2.00	5.10
1.30	11.30	1.20	4.00	2.05	4.50
1.50	47.70	1.10	8.40	2.00	1.20
1.60	94.40	1.10	5.00	2.00	1.00
1.70	74.50	1.20	5.50	2.00	1.10
1.85	18.80	1.20	8.50	1.90	3.90
1.65	28.70	1.10	1.50	2.10	6.20
1.75	193.00	0.50	1.40	2.30	4.00
1.85	70.87	0.50	3.50	2.00	3.40
1.80	33.67	0.45	4.50	2.00	1.40
1.60	98.14	0.50	4.00	1.70	5.20
1.55	1.54	1.25	4.50	2.00	9.30
1.65	76.27	1.20	5.50	1.85	12.00
1.70	38.94	1.20	5.00	1.50	6.60
1.25	68.50	1.10	5.20	1.40	3.70
1.60	50.00	1.35	3.70	1.20	6.80
1.40	28.50	1.60	4.50	1.30	49.00
1.50	12.00	1.80	6.00	0.90	25.20
1.55	22.50	1.80	10.07	0.90	19.40
1.80	45.30	1.80	5.70	0.90	31.10
1.60	29.70	1.85	3.50	1.00	13.00
1.70	74.50	1.80	3.00	1.50	14.60
1.75	12.60	2.10	3.30	1.90	35.90
1.90	67.50	2.10	2.00	1.70	6.90
					1.40
					51.50

Continúa...

POT	LEY	POT	LEY	POT	LEY
1.40	9.00	0.60	153.40	1.30	29.40
1.20	15.40	0.70	19.80	1.20	20.50
1.20	12.00	0.70	14.20	1.10	19.00
1.10	11.00	1.30	14.10	1.20	19.60
0.80	10.20	0.50	89.70	1.10	26.00
0.80	28.00	0.70	20.00	1.00	9.10
1.60	16.00	0.90	54.50	0.90	2.30
1.30	5.80	0.90	32.90	0.80	16.30
1.20	7.40	0.90	27.50	0.60	21.60
0.80	1.07	1.00	8.50	0.60	10.40
0.80	1.94	1.00	47.20	0.60	3.20
0.80	1.60	1.20	13.60	0.60	6.60
0.95	1.47	1.40	14.80	0.50	1.90
1.30	1.87	1.50	27.90	0.60	13.60
1.35	0.94	1.40	11.00	0.90	18.70
1.30	1.07	0.80	3.20	1.00	7.80
2.00	1.60	0.65	3.50	0.85	2.10
1.60	2.10	1.20	10.00	1.20	2.50
1.80	4.10	1.20	10.50	1.60	8.40
1.90	2.00	1.10	15.50	1.75	3.00
1.90	2.20	1.20	13.50	1.65	1.00
1.90	1.10	1.40	16.70	1.60	3.20
2.00	10.50	1.40	9.40	1.80	9.20
2.00	8.30	1.60	14.00	1.45	7.50
1.60	4.40	1.75	13.70	1.45	14.90
1.30	2.60	2.10	8.50	1.60	28.00
1.40	17.10	2.10	12.90	1.65	63.40
1.50	7.40	2.00	15.60	1.65	20.30
1.70	5.90	1.90	11.40	1.50	6.10
1.60	2.50	1.90	7.80	1.25	2.60
1.90	7.80	1.60	6.40	1.05	21.50
1.80	30.40	1.00	5.40	1.10	75.90
1.40	113.10	0.90	45.60	1.30	3.70
2.60	30.20	1.10	5.10	1.25	80.50
2.50	19.40	1.50	2.70	1.00	37.00
1.55	54.70	1.50	2.30	0.45	5.98
1.10	38.00	1.40	1.00	0.20	4.00
0.80	10.00	1.45	6.20	0.45	4.70
1.00	16.50	1.45	16.30	0.40	4.90
1.10	13.40	1.20	7.00	0.40	3.80
1.00	31.40	1.15	30.20	0.75	4.40
1.40	31.00	1.00	11.10	0.45	4.00
1.35	122.20	0.50	12.30	0.50	9.10
1.40	18.20	0.60	11.30	0.50	4.20
1.30	9.50	0.85	5.60		
1.30	38.50	1.00	12.40		
1.20	67.10	1.50	11.40		
16.00	23.50	1.60	44.10		
0.95	24.40	1.60	39.70		
0.60	151.40	1.40	27.50		

CHIMENEA 16

CHIMENEA 130

No Datos =

22 No Datos

106

POT	LEY	POT	LEY	POT	LEY	POT	LEY
1.30	41.10	0.75	56.20	0.80	9.40	0.75	5.67
1.20	18.90	0.55	18.90	0.75	9.00	0.95	5.07
1.25	7.30	0.75	12.40	0.90	7.00	1.20	1.67
1.25	41.90	0.50	8.40	0.90	15.30	1.10	19.27
1.10	42.70	0.70	5.10	0.50	8.40	1.10	7.50
1.10	88.40	0.60	5.20	0.50	6.67	1.10	9.00
1.10	31.00	0.50	3.60	0.50	1.67	1.10	20.40
1.15	20.90	0.50	4.60	0.40	1.73	1.10	5.50
1.40	27.20	0.40	3.20	0.60	2.87	1.10	31.40
1.30	66.50	0.55	1.60	0.70	14.53	0.80	102.00
1.20	68.00	0.40	2.00	0.50	4.00	0.80	6.60
1.20	45.40	0.70	1.00	0.55	4.13	0.80	44.00
1.20	42.60	0.55	1.20	0.60	2.76	0.90	3.60
1.30	91.50	0.70	1.10	0.80	22.33	0.90	7.80
1.30	18.50	0.60	0.90	0.80	19.40	0.75	15.80
1.40	13.00	1.10	0.70	0.80	1.00	1.15	4.73
1.20	9.20	0.90	2.20	0.85	6.00	0.90	5.46
1.40	24.40	1.30	3.00	0.80	28.13	0.75	3.13
1.20	46.50	1.20	6.30	0.25	5.67	1.10	1.40
1.50	3.10	1.50	1.40	1.00	9.33	1.10	1.53
1.40	3.40	1.50	2.70	1.00	23.67	1.30	1.47
1.10	6.20	1.50	2.30	1.10	9.00	1.50	2.20
		1.50	9.00	1.10	22.00	1.65	4.40
		1.50	9.40	0.90	3.34	1.50	1.20
		1.20	6.00	0.30	8.47	1.40	25.00
		1.20	10.93	0.15	3.00	1.55	1.00
		1.30	4.60	0.15	4.67	1.60	4.00
		1.30	9.60	0.55	5.20	1.80	2.50
		1.25	13.70	0.70	12.20	2.00	13.50
		1.20	8.50	0.95	9.10	2.00	3.00
		1.20	10.60	0.85	1.10	2.00	1.90
		1.10	28.70	0.75	2.10	1.70	2.50
		0.85	25.33	0.85	5.47	1.30	2.50
		0.80	7.60	0.85	3.33	1.30	3.20
		0.80	2.80	0.80	3.00	1.60	2.30
						1.70	2.40

CHIMENEA 50
No DATOS

CHIMENEA 200
35.00 No DATOS 126.00

POT	LEY	POT	LEY	POT	LEY	POI	LEY
1.60	5.73	1.70	15.47	1.00	2.70	0.50	10.40
1.65	4.53	1.75	1.40	0.90	2.00	0.55	6.70
1.65	2.14	1.75	25.33	1.00	9.00	0.80	10.20
1.80	2.07	1.60	17.67	1.10	3.00	0.55	7.80
1.80	2.93	1.50	15.00	1.20	42.50	0.60	10.50
1.90	10.93	1.70	7.00	1.80	17.80	0.70	7.40
2.15	5.07	1.55	2.10	1.80	1.00	0.75	4.00
1.90	3.27	1.35	7.50	0.80	33.80	0.75	7.50
1.70	5.33	1.40	9.00	1.60	42.00	0.90	19.40
1.55	11.31	1.80	11.50	2.00	14.50	1.00	4.60
1.65	14.33	1.45	3.70	2.00	1.30	1.10	5.00
1.85	88.00	1.20	22.80	1.80	1.50	1.10	11.50
1.65	72.80	1.30	6.00	1.80	4.33	1.40	37.00
1.60	4.34	1.70	11.07	1.70	1.61	1.55	23.40
1.75	9.60	1.80	2.50	1.35	18.27	1.30	8.73
1.40	11.30	1.75	8.60	1.35	12.80	1.30	8.10
1.70	8.70	1.95	25.50	1.30	14.00	1.35	6.50
1.30	8.00	1.80	5.50	0.86	8.27	1.45	9.40
1.50	8.20	1.80	7.40	0.63	6.75	1.50	23.00
1.50	3.50	1.90	16.61	0.60	2.27	1.50	18.60
1.30	2.30	1.70	16.61	0.85	7.33	1.60	25.30
1.70	112.50	1.40	16.61	0.90	1.10	1.65	37.40
1.35	23.50	1.40	16.61	1.15	51.23	1.65	54.40
1.40	41.00	1.55	12.30	0.90	3.60	1.60	17.10
1.20	35.50	1.85	27.80	0.85	3.50	1.35	52.20
0.90	11.30	1.80	49.00	1.20	1.40	1.30	8.43
1.10	9.50	1.60	12.50	1.00	4.10	1.30	8.10
1.40	7.20	1.85	15.00	0.70	1.40	1.30	6.50
1.65	7.00	2.20	6.00	0.40	16.00	1.45	9.40
1.90	12.00	1.45	3.60	0.35	9.50	1.30	23.00
1.55	49.50	1.25	9.00	0.35	10.70	1.50	18.60
1.50	80.00	1.20	7.50	0.35	12.50	1.60	23.30
1.65	105.23	1.25	37.00	0.45	7.70	1.65	37.40
0.80	78.70	1.20	51.23	0.60	12.00	1.65	54.40
1.60	44.30	1.25	30.00	0.60	8.10	1.60	17.10
1.80	40.00	1.40	24.50	0.65	38.60	1.85	52.20
		1.60	25.40	0.70	6.30	1.20	3.50
		1.70	73.70	0.65	27.60	1.45	2.90
		1.45	18.50	0.70	4.70	1.75	1.50
		1.10	8.00	0.70	20.90	1.30	8.00
		1.10	10.50	1.05	1.30	1.40	10.00
		1.10	3.00	1.00	4.90		
				0.55	3.00		

VARIOGRAMAS con las respectivas varianzas sobre la columna
V. MERCEDES

NV 1934 G.N. CON 322 DATOS			de CH 130 CON 35 DATOS		de CH 130 CON 106 DATOS	
	varianzas		varianzas		varianzas	
	0.193	290.356	0.151	68.348	0.164	125.742
H	Gam P	Gam A	Gam P	Gam A	Gam P	Gam A
1	0.030	134.330	0.019	24.835	0.020	95.403
2	0.050	170.910	0.016	29.403	0.035	92.986
3	0.070	141.890	0.038	37.887	0.052	99.691
4	0.080	171.440	0.044	42.458	0.063	118.639
5	0.100	191.300	0.071	41.770	0.072	115.695
6	0.110	189.830	0.086	50.519	0.071	120.536
7	0.120	175.980	0.111	56.256	0.077	139.392
8	0.130	215.480	0.131	63.769	0.087	134.781
9	0.150	241.140	0.155	68.379	0.104	147.541
10	0.150	202.840	0.178	70.711	0.118	152.404
11	0.160	221.480	0.196	78.174	0.133	154.661
12	0.160	246.450	0.228	84.863	0.145	154.286
13	0.170	239.890	0.246	90.173	0.148	140.705
14	0.180	226.010	0.280	95.358	0.154	156.344
15	0.180	229.430	0.285	98.065	0.160	126.635
16	0.200	257.160	0.306	98.507	0.164	140.740
17	0.210	256.040	0.314	99.097	0.164	141.994
18	0.210	229.080	0.327	94.630	0.162	144.825
19	0.200	252.620	0.323	121.172	0.158	133.103
20	0.200	232.060	0.313	116.709	0.153	144.510
21	0.190	232.990	0.279	123.283	0.154	135.103
22	0.180	228.940	0.255	99.052	0.156	131.051
23	0.180	237.650	0.218	90.856	0.155	141.253
24	0.180	249.010	0.187	149.223	0.153	119.183
25	0.180	227.360	0.204	129.954	0.151	133.523
26	0.170	257.620	0.186	228.975	0.145	137.203
27	0.180	276.690	0.198	231.401	0.141	99.749
28	0.180	271.820	0.125	313.125	0.145	110.239
29	0.180	270.500			0.155	103.087
30	0.190	283.400			0.169	92.167
31	0.200	320.260			0.172	93.176
32	0.210	319.160			0.177	102.692
33	0.210	320.910			0.174	115.136
34	0.220	327.110			0.173	101.346
35	0.220	330.200			0.177	109.499
36	0.220	329.850			0.184	127.071
37	0.210	319.150			0.191	118.026
38	0.210	322.500			0.206	127.166
39	0.210	318.740			0.208	123.222
40	0.210	285.750			0.206	126.713
41	0.220	308.240			0.197	114.936
42	0.230	332.780			0.197	115.714
43	0.240	293.730			0.194	117.925
44	0.250	311.200			0.198	121.726
45	0.260	317.760			0.190	124.893
					0.184	109.322

CHIMENEA 50 CON 34 DATOS			CHIMENEA 200 CON 101 DATOS					
varianzas			varianzas					
	0.076	2601.243		0.190	523.430			
1	0.044	1729.193	1	0.028	338.284	51	0.268	567.320
2	0.041	2429.024	2	0.052	389.835	52	0.273	577.688
3	0.057	2671.566	3	0.057	459.202	53	0.273	555.422
4	0.078	3045.199	4	0.068	487.467	54	0.274	561.493
5	0.061	3159.764	5	0.085	547.429	55	0.275	597.346
6	0.063	3150.327	6	0.098	547.892	56	0.286	485.320
7	0.049	3161.353	7	0.103	538.580	57	0.297	568.952
8	0.043	3199.854	8	0.107	470.655	58	0.296	599.927
9	0.063	2159.310	9	0.107	376.822	59	0.299	566.142
10	0.061	1647.835	10	0.102	411.147	60	0.300	482.678
11	0.069	2246.591	11	0.109	382.159	61	0.294	519.617
12	0.089	2715.399	12	0.119	366.773	62	0.287	559.653
13	0.072	2821.626	13	0.128	336.484	63	0.285	608.064
14	0.092	2918.512	14	0.132	432.694	64	0.285	609.935
15	0.083	3013.268	15	0.138	553.349	65	0.275	621.856
16	0.079	3021.759	16	0.148	564.110	66	0.271	589.996
17	0.105	3255.734	17	0.158	513.339	67	0.271	563.754
18	0.097	3019.845	18	0.165	550.171	68	0.274	479.354
19	0.138	2489.468	19	0.167	553.180	69	0.275	449.096
20	0.133	1753.904	20	0.175	528.267	70	0.277	332.666
21	0.122	2098.716	21	0.192	464.391	71	0.278	451.979
22	0.125	2113.552	22	0.197	506.474	72	0.263	385.813
23	0.106	2314.182	23	0.199	543.306	73	0.257	485.817
24	0.104	2268.859	24	0.208	577.056	74	0.252	511.898
25	0.115	2461.734	25	0.213	547.587	75	0.234	664.445
26	0.112	2717.307	26	0.214	536.350	76	0.227	656.254
27	0.139	3071.163	27	0.213	523.070	77	0.210	621.711
28	0.121	3774.208	28	0.217	567.024	78	0.189	627.123
29	0.103	4437.724	29	0.224	574.629	79	0.180	571.031
30	0.107	5397.225	30	0.230	543.258	80	0.170	454.795
31	0.097	5991.586	31	0.238	545.957	81	0.162	293.733
32	0.121	5777.019	32	0.252	588.784	82	0.156	321.740
33	0.161	1728.459	33	0.266	569.381	83	0.163	295.736
			34	0.270	574.642	84	0.167	446.038
			35	0.268	587.997	85	0.157	534.372
			36	0.273	662.481	86	0.149	646.684
			37	0.276	610.201	87	0.135	647.672
			38	0.274	570.099	88	0.120	715.195
			39	0.273	495.623	89	0.104	631.134
			40	0.277	526.450	90	0.096	573.145
			41	0.282	535.457	91	0.086	549.880
			42	0.284	542.232	92	0.072	545.534
			43	0.290	521.117	93	0.075	337.511
			44	0.296	580.945	94	0.075	473.060
			45	0.291	571.654	95	0.064	399.087
			46	0.289	605.871	96	0.068	545.865
			47	0.288	551.427	97	0.065	719.583
			48	0.283	549.353	98	0.048	622.710
			49	0.276	611.186	99	0.040	713.407
			50	0.266	596.881	100	0.039	716.849

APENDICE B

LISTA DE BLOCKS CUBICADOS

B1. - BLOCKS CUBICADOS GEOESTADISTICAMENTE CUYOS SOPORTES SE PROMEDIARON CON PONDERACION SIMPLE.

El plano de estos blocks ya no se incluyen. Este apéndice se presenta sólo con fines didácticos al compararse con los resultados de este mismo sector pero utilizando el log - Normal.

VETA LA LIMA 2

MARZO 1989

PROBADOS

BLOCK *	AREA M ²	POT. M	LEY Gr/TM	TONELAJE S.D.	POT. DIL	LEY DIL	TONELAJE DIL.	ERRORES DE	
								POT.	LEY
A	1,188.0	0.772	11.874	2,613.838	1.135	8.079	3,842.883		
B	952.0	0.855	11.231	2,319.786	1.156	8.306	3,136.459		
C	853.0	0.844	11.582	2,051.806	1.157	8.446	2,812.725		
D	861.0	0.767	11.169	1,882.103	1.156	7.411	2,836.651		
E	910.0	0.719	15.221	1,864.727	1.134	9.652	2,941.029		
F	898.0	0.763	15.378	1,952.746	1.142	10.271	2,922.721		
G	930.0	0.813	9.149	2,154.857	1.183	6.286	3,135.542		
H	782.0	0.825	10.080	1,838.678	1.167	7.125	2,600.893		
I	672.0	0.839	12.919	1,606.853	1.156	9.372	2,213.971		
J	872.0	0.788	13.503	1,958.338	1.140	9.336	2,833.128		
K	308.0	0.925	9.765	811.965	1.133	7.973	994.547		
L	421.0	0.649	10.240	778.703	1.128	5.898	1,353.431		
M	1,296.0	0.777	9.632	2,869.927	1.133	6.599	4,184.849		
N	782.0	0.727	11.106	1,620.265	1.131	7.144	2,520.660		
P	1,008.0	0.713	8.861	2,048.306	1.111	5.691	3,191.621		
	12733.0	0.782	11.470	28372.896	1.144	7.839	41521.168	15.21%	31.11%

PROBABLE

BLOCK *	AREA M ²	POT. M	LEY Gr/TM	TONELAJE S.D.	POT. DIL	LEY DIL	TONELAJE DIL.
BB	321.5	0.980	11.970	897.950	1.270	9.237	1163.669
CB	391.5	0.900	11.590	1004.198	1.220	8.550	1361.246
DB	399.0	0.730	11.710	830.120	1.130	7.565	1284.980
EB	262.0	0.640	21.790	477.888	1.060	13.156	791.502
FB	972.0	0.760	19.180	2105.352	1.110	13.132	3074.922
GB	636.2	0.860	7.050	1559.326	1.180	5.138	2139.541
HB	322.5	0.860	9.700	790.448	1.190	7.010	1093.759
IB	135.0	0.890	15.530	342.428	1.200	11.518	461.700
JB	577.5	0.790	15.440	1300.241	1.130	10.794	1859.839
KB	157.5	0.630	10.160	282.791	1.040	6.155	466.830
LB	492.0	0.610	6.070	855.342	1.050	3.526	1472.310
MB	963.0	0.730	8.940	2003.522	1.130	5.775	3101.342
NB	1092.0	0.680	10.920	2116.296	1.110	6.690	3454.542
	6721.7	0.760	12.026	14565.900	1.134	8.103	21726.180

TOTAL	19454.7	0.774	11.679	42938.795	1.141	7.929	63247.348
-------	---------	-------	--------	-----------	-------	-------	-----------

32- BLOCKS CUBICADOS GEOESTADISTICAMENTE CUYOS SOPORTES SE PROMEDIARON CON PROCESO LOG-NORMAL.

VETA LA LIMA 2
AGOSTO DE 1990

PROBADO

BLOCK *	AREA M ²	POTENC M	LEY Gr/TM	TONELAJE	POTENC DIL	LEY DIL	TONELAJE DIL	ERRORES DE POT	DE LEY
A	1,188.0	0.830	14.204	2811.11	1.183	9.970	4004.73	19.97%	29.77%
B	952.0	0.923	14.589	2503.29	1.211	11.432	3285.65	11.25%	31.93%
C	853.0	0.890	14.855	2162.96	1.195	11.293	2905.43	13.74%	23.62%
D	861.0	0.764	12.848	1875.73	1.153	8.521	2828.14	13.14%	32.59%
E	910.0	0.560	19.523	1711.17	1.071	12.026	2777.97	14.28%	27.59%
F	898.0	0.746	16.156	1909.66	1.119	10.771	2864.44	16.70%	26.88%
G	930.0	0.814	13.004	2156.93	1.169	9.055	3097.66	18.76%	22.28%
H	782.0	0.832	14.257	1854.32	1.173	10.114	2613.91	18.78%	16.37%
I	672.0	0.886	15.602	1658.18	1.186	11.390	2271.40	13.50%	23.69%
J	872.0	0.827	13.709	2055.66	1.149	9.868	2855.79	11.28%	25.00%
K	308.0	0.879	12.981	771.48	1.196	9.536	1050.14	10.43%	22.70%
M	749.0	0.769	11.246	1641.74	1.132	7.642	2416.14	15.17%	18.54%
N	624.0	0.827	11.796	1469.99	1.156	8.435	2055.73	16.29%	23.31%
PBD	10,599.0	0.815	14.336	24582.20	1.161	10.061	35027.05	15.06%	25.27%

Las diferencias entre los cuadros de los Blocks PROBADOS se deben a dos hechos. El primero es que la ley sub-marginal subió de 4 a 5.8 Gr/TM desde la Estimación realizada en marzo de 1989 al mes de Agosto de 1990. La segunda es que al recalcular con Krigage pero promediando cada soporte con Log-Normal ocurrió que en los Blocks L, M y N se había sobrestimado la ley en su sector cercano al Nv. 2400, así como todo el Block P. Así se explica que al ser recalculado el sector se tenga menor tonelaje.

Los datos de este sector anulado son:

CUBICACION	POT S.D.	LEY S.D.	POT D.	LEY D.
MARZO/89	0.694	9.240	1.116	5.750
AGO/90	0.798	7.111	1.178	4.820

La ley se sobrestimó a 9.24 por el método de promedios ponderados. Con la nueva ley marginal, el valor diluido de 4.82 Gr/TM, estos blocks ya no entran en el inventario de Cubicación.

No se incluye el cuadro de Blocks PROBABLES de la segunda Cubicación porque tendría el mismo areaje, un tonelaje semejante y la ley promedio del PROBADO. En la siguiente página se exponen los blocksitos estimados en la V. La Lima 2, hasta setiembre de 1990, así como los estimados en el sector María de la veta Mercedes.

BLOCKS ESTIMADOS A SETIEMBRE DE 1990.
 VETA LA LIMA 2

BLOCK	AREA	POT.	LEY	TONELAJE	POT.	LEY	TONELAJE	ERRORES DE :	
*	M²	M	Gr/TM	S.D.	DIL	DIL	DIL	POT.	LEY
1	157.50	0.944	11.119	423.783	1.245	8.428	559.041	17.87%	20.59%
2	162.00	0.754	14.587	348.036	1.114	9.867	514.527	22.38%	19.65%
3	162.00	0.746	14.493	344.519	1.139	9.494	525.921	22.61%	19.98%
4	162.00	0.648	14.232	299.106	1.108	8.319	511.714	26.05%	23.44%
5	135.00	0.772	18.569	297.174	1.184	12.118	455.366	12.63%	27.54%
6	108.00	0.891	16.793	274.243	1.178	12.699	362.687	8.35%	27.99%
7	88.00	1.105	16.545	277.045	1.382	13.221	346.691	11.28%	18.89%
8	54.00	1.000	18.528	153.917	1.274	14.550	196.001	12.29%	19.84%
9	60.50	0.907	15.652	156.449	1.198	11.857	206.517	13.17%	17.95%
10	103.50	0.893	11.235	260.345	1.200	8.264	353.967	6.18%	39.93%
12	75.00	0.847	17.523	181.073	1.170	12.683	250.183	6.43%	26.61%
14	135.00	0.751	17.111	288.795	1.148	11.192	441.521	12.64%	29.98%
15	64.00	0.995	9.130	181.488	1.153	7.89	210.307	7.64%	45.05%
16	80.00	0.805	9.320	183.540	1.146	6.540	261.288	15.56%	61.21%
17	48.00	0.741	7.910	101.369	1.540	5.080	157.867	14.91%	65.55%
18	36.00	0.833	10.790	85.466	1.154	7.790	118.400	13.26%	42.74%
25	106.60	0.754	11.050	229.073	1.116	7.470	229.073	50.61%	17.39%
26	61.20	0.981	10.890	171.106	1.154	9.260	171.106	26.27%	11.69%
27	30.25	0.865	10.267	74.566	1.199	7.408	103.369	13.52%	31.82%
34	41.25	0.863	8.832	101.476	1.206	6.322	141.773	15.48%	50.31%
35	33.00	0.854	14.613	80.339	1.183	10.553	111.247	9.07%	30.73%
36	33.00	0.763	13.785	71.723	1.091	9.633	102.631	10.25%	37.21%
43	46.80	0.834	13.472	111.192	1.194	9.406	159.260	14.54%	23.00%
44	78.00	0.569	16.523	126.464	1.077	8.731	239.332	15.57%	35.95%
45	66.00	0.515	21.966	96.940	1.048	10.798	197.203	17.43%	31.24%
46	48.00	0.632	25.383	86.477	1.055	15.212	144.299	20.78%	22.29%
50	71.50	0.621	17.830	126.606	1.061	10.443	216.152	16.88%	31.92%
52	57.50	0.633	14.606	103.752	1.064	8.691	174.356	16.57%	38.23%
53	54.00	0.854	11.047	131.431	1.170	8.064	180.052	10.33%	26.07%
57	144.50	0.689	20.454	283.764	1.070	13.173	440.595	18.12%	22.52%
58	88.00	0.730	15.650	183.155	1.140	10.023	285.987	24.94%	27.77%
59	200.00	0.784	23.054	446.743	1.145	15.776	652.811	10.80%	18.93%
61	130.00	0.686	17.224	254.085	1.070	11.042	396.321	17.40%	22.41%
62	130.00	0.686	17.224	254.085	1.070	11.042	396.321	17.40%	22.41%
63	120.00	0.720	13.586	246.254	1.094	8.944	374.089	16.04%	28.19%
64	90.00	0.749	12.849	192.039	1.090	8.825	279.591	7.79%	31.39%
65	90.00	0.667	19.578	171.080	1.069	12.214	274.226	7.07%	29.82%
66	130.00	0.757	12.996	280.341	1.112	9.844	411.954	14.12%	36.89%
67	130.00	0.854	11.047	316.408	1.170	8.064	433.459	10.33%	26.07%
68	80.00	1.074	10.099	244.872	1.376	7.877	313.631	11.90%	25.47%
69	128.00	0.872	12.258	317.929	1.228	8.716	447.128	28.49%	15.54%
70	40.00	0.811	13.856	92.502	1.161	9.686	132.329	20.15%	14.77%
71	52.25	0.816	15.345	121.494	1.156	10.834	172.081	7.84%	13.26%

BLOCKS ESTIMADOS A SETIEMBRE DE 1990.
VETA LA LIMA 2

BLOCK	AREA	POT.	LEY	TONELAJE	POT.	LEY	TONELAJE	ERRORES DE	
*	M ²	M	Gr/TM	S.D.	DIL	DIL	DIL	POT.	LEY
72	60.00	0.857	12.745	146.599	1.162	9.407	198.631	7.47%	15.20%
73	36.00	0.811	13.856	83.252	1.161	9.686	119.096	30.60%	14.77%
74	128.00	0.872	12.258	317.929	1.226	8.716	447.128	28.49%	15.54%
75	50.00	0.885	14.849	126.182	1.174	11.204	167.231	15.72%	12.63%
76	27.50	1.019	16.887	79.888	1.289	13.350	101.048	13.66%	9.65%
77	80.00	0.952	15.015	217.024	1.253	11.404	285.731	18.06%	8.92%
78	66.00	0.854	13.020	160.568	1.184	9.386	222.720	9.55%	18.29%
79	50.00	0.944	13.698	134.547	1.219	10.609	173.725	13.27%	23.16%
80	30.00	1.140	16.679	86.728	1.275	13.265	109.048	14.25%	17.70%
81	128.00	0.819	12.179	298.842	1.176	8.482	429.128	6.50%	6.99%
82	32.00	0.877	14.551	79.941	1.199	10.637	109.352	7.23%	17.24%
83	31.00	1.107	13.402	97.782	1.367	10.853	120.742	11.13%	20.18%
85	216.00	0.803	17.019	494.382	1.126	12.135	693.366	13.77%	14.00%
86	384.00	0.893	16.188	977.250	1.194	12.103	1307.017	11.46%	30.21%
88	48.00	0.834	12.070	114.043	1.149	8.757	157.189	9.59%	16.32%
89	32.00	0.953	10.999	86.942	1.238	8.472	112.877	10.97%	15.66%
90	50.00	0.839	11.156	119.598	1.132	8.273	161.265	9.53%	17.54%
91	195.00	0.841	14.338	467.578	1.142	10.563	634.679	11.74%	14.35%
92	25.00	0.826	14.341	58.822	1.133	10.449	80.732	9.72%	23.31%
93	50.00	0.781	14.136	111.353	1.123	9.838	159.999	10.27%	24.98%
94	40.00	0.781	14.136	89.082	1.123	9.838	127.999	10.27%	24.98%
95	132.00	0.781	16.086	293.899	1.104	11.386	415.207	13.56%	15.99%
97	35.00	0.934	12.070	85.532	1.149	8.757	117.892	9.59%	16.32%
98	42.00	0.803	9.241	96.109	1.138	6.522	136.185	13.38%	30.81%
99	60.00	0.803	10.040	137.298	1.138	7.085	194.551	13.38%	29.35%
100	60.00	0.801	10.974	137.035	1.136	7.740	194.287	13.40%	25.99%
101	60.00	0.909	8.815	155.454	1.217	6.586	208.070	11.81%	29.52%
102	66.00	0.994	12.851	187.040	1.279	9.989	240.625	11.01%	17.89%
103	112.00	0.757	12.772	241.619	1.105	8.753	352.559	22.40%	23.64%
104	112.00	0.832	12.520	265.459	1.134	9.184	361.884	20.46%	21.95%
106	45.00	0.992	13.101	127.172	1.266	10.262	162.350	10.83%	17.04%
107	112.00	0.757	12.772	241.619	1.105	8.753	352.559	22.49%	23.64%
108	112.00	0.832	12.520	265.459	1.134	9.184	361.884	20.46%	21.95%
109	112.00	0.783	13.545	249.971	1.152	9.212	367.560	21.73%	21.55%
110	112.00	0.783	13.545	249.971	1.152	9.212	367.560	21.73%	21.55%
111	54.00	0.901	8.965	123.250	1.121	6.335	172.459	13.82%	61.18%
116	128.00	0.702	11.685	256.117	1.103	7.437	402.418	14.08%	8.30%
117	60.00	0.746	9.704	127.597	1.117	6.481	191.042	9.04%	21.16%
118	60.00	0.685	8.669	117.175	1.097	5.415	187.584	7.43%	11.57%
119	48.00	0.685	8.669	93.740	1.097	5.415	150.067	7.43%	11.57%
120	60.00	0.816	12.585	139.457	1.188	8.639	203.162	8.20%	14.93%
121	128.00	0.703	11.793	256.471	1.102	7.523	402.035	14.06%	9.29%
140	200.00	0.784	23.054	446.743	1.145	15.776	652.811	10.80%	16.93%

Continúa

BLOCKS ESTIMADOS A SETIEMBRE DE 1990.
 VETA LA LIMA 2

BLOCK	AREA	POT.	LEY	TONELAJE	POT.	LEY	TONELAJE	ERRORES DE	
*	M ²	M	Gr/TM	S.D.	DIL	DIL	DIL	POT.	LEY
141	180.00	0.898	17.046	460.556	1.214	12.601	623.034	16.92%	4.49%
142	74.25	1.004	10.419	212.447	1.303	8.025	275.809	8.89%	22.76%
143	54.00	0.964	8.751	148.435	1.263	6.682	194.376	10.34%	28.69%
144	120.00	0.789	14.516	269.927	1.154	9.927	394.705	10.08%	26.69%
145	120.00	0.933	14.016	319.019	1.243	10.520	425.019	9.79%	26.67%
146	200.00	0.807	15.151	460.061	1.143	10.702	651.303	10.35%	29.51%
147	200.00	0.807	15.151	460.061	1.143	10.702	651.303	10.35%	29.51%
148	180.00	0.933	14.016	478.527	1.243	10.520	637.529	9.79%	26.67%
149	90.00	1.097	9.798	281.381	1.370	7.846	351.405	10.57%	28.29%
150	90.00	0.982	10.034	251.883	1.309	7.527	335.759	11.80%	30.86%
151	120.00	0.982	10.034	335.844	1.309	7.527	447.678	11.80%	30.86%
152	160.00	1.026	11.307	467.856	1.309	8.862	598.904	11.30%	26.20%
153	40.00	1.118	9.645	127.452	1.387	7.774	158.118	10.37%	29.21%
154	96.00	1.118	10.511	305.885	1.314	8.943	359.510	11.06%	27.61%
155	160.00	1.048	14.401	477.888	1.292	11.681	589.152	11.58%	21.10%
156	160.00	1.001	14.401	456.456	1.292	11.157	589.152	11.58%	21.10%
157	160.00	1.001	0.105	456.456	1.314	0.080	599.184	11.06%	27.61%
158	160.00	1.118	9.645	509.808	1.387	7.774	632.472	10.37%	29.21%
159	160.00	1.118	11.307	509.808	1.309	9.657	596.904	11.30%	26.20%
160	160.00	1.026	10.034	467.856	1.309	7.865	596.904	11.80%	30.86%
161	160.00	0.982	9.798	447.792	1.370	7.023	624.720	10.57%	38.29%
162	160.00	1.970	10.008	898.320	1.321	14.925	602.376	11.22%	29.41%
163	160.00	1.033	10.379	471.048	1.421	7.545	647.976	10.08%	25.47%
164	120.00	1.150	15.076	393.300	1.114	15.563	380.988	25.21%	32.28%
165	120.00	1.062	12.029	363.204	1.352	9.449	462.384	19.78%	30.14%
166	116.00	0.791	15.076	261.505	1.114	10.705	368.288	25.21%	32.28%
167	25.00	1.062	12.029	75.668	1.352	9.449	96.330	19.78%	30.14%
168	120.00	1.090	14.187	372.780	1.367	11.312	467.514	16.49%	30.02%
169	128.00	0.868	19.245	316.646	1.185	14.097	432.288	20.70%	27.78%
170	128.00	1.114	13.709	406.387	1.387	11.011	505.978	11.80%	28.88%
171	128.00	0.989	15.486	360.787	1.273	12.039	464.390	4.56%	28.78%
172	160.00	0.970	11.695	442.320	1.248	9.090	569.088	4.65%	39.88%
173	160.00	0.958	11.806	436.848	1.435	7.882	654.360	5.18%	41.07%
174	128.00	1.000	15.245	364.800	1.288	11.855	469.133	4.96%	30.45%
175	128.00	0.973	14.058	354.950	1.254	10.908	457.459	5.09%	33.94%
176	128.00	1.094	16.580	399.091	1.362	13.318	496.958	12.05%	25.59%
177	108.00	0.959	13.617	295.180	1.242	10.514	382.288	5.48%	33.76%
178	108.00	1.036	12.046	318.891	1.316	9.483	405.065	5.07%	35.35%
179	108.00	1.036	12.046	318.881	1.316	9.483	405.065	5.07%	35.35%
180	108.00	0.959	13.617	295.180	1.242	10.514	382.288	5.48%	33.76%
181	108.00	1.094	16.580	336.733	1.362	13.318	419.224	12.05%	25.59%
182	128.00	0.868	19.245	316.646	1.185	14.097	432.288	20.70%	27.78%
183	128.00	1.090	14.187	397.632	1.367	11.312	498.682	16.49%	30.02%
184	128.00	0.819	12.179	298.771	1.176	8.482	429.005	6.05%	6.89%

APENDICE C

RELACION DE PROGRAMAS REALIZADOS EN BASIC

RELACION DE PROGRAMAS REALIZADOS EN BASIC

II. – PROGRAMA PARA EL CALCULO DE VARIOGRAMAS EN UNA DIRECCION – CÁLCULOS ESTADÍSTICOS

MIGUEL ZULUETA TORRES

```
105 DIM VA$(3)
110 GOTO 140
120 FOR J=1 TO N:A!(J)=C(J)
130 NEXT J:RETURN
140 INPUT "nombre del ARCHIVO";aci$
150 ET$=AC$+".DAT":OPEN ET$FOR INPUT AS 1
160 INPUT#1, N,ZZ
170 DIM A!(N),B(N),C(N),G(N),AC(N)
180 VA$(0)="POTENCIAS":VA$(1)="ACUM-Au"
190 FOR E=1 TO N
200 INPUT#1,A!(E),B(E):C(E)=A!(E)*B(E)
210 NEXT E
220 PRINT "DESEA : 1=RESULTADOS ESTADISTICOS DE POTENCIAS Y ACUM-Au"
230 PRINT "          2=VARIOGRAMAS EXPERIMENTALES DE POTENCIA Y ACUM-Au"
240 INPUT TR:IF TR>3 THEN GOTO 220
250 OPEN AC1$+".RES" FOR OUTPUT AS2
260 PRINT#2, "NDAT.=";N
270 IF TR=2 THEN GOTO 640
280 SP=0:SA=0:SI=0:S2=0:S3=0:SL=0:NO=0
290 FOR K=1 TO N
300 IF A(K)=0 THEN NO=NO+1:GOTO 320
310 SP=SP+A(K):SA+C(K)
320 NEXT K
340 FOR W=1 TO N
350 IF A(W)=0 THEN GOTO 370
```

RELACION DE PROGRAMAS REALIZADOS EN BASIC

```
370 NEXT W
380 N2=N-NO:VP=SI/N2:VA=S3/N2
390 DSP=SQR(SI/(N2-1))
400 DSA=SQR(S3/(N2-1))
410 SXY=0: SX=0: SY=0: SX2=0: SY2=0
420 FOR I =1 TO N
430 SXY=SXY+A(I)*B(I)
440 SX=SX+A(I):SY=SY+B(I)
450 SX2=SX2+A(I)^2:SY2=SY2+B(I)^2:NEXT I
460 XM=SX/N:YM=SY/N
470 XV=(SX2/N)-XM^2:YV=(SY2/N)-YM^2
480 SGX=SQR(XV):SGY=SQR(YV)
490 XN=SXY-SX*SY/N:XD=SX2-SX*SX/N
500 M=XN/XD:B=(SY-SX*M)/N:CO=M*SGX/SGY
510 PRINT#2,"          RESULTADOS ESTADISTICOS          "
520 PRINT#2,"          =====          "
530 PRINT#2,"          I POT      ACUM-AU LEY "
540 PRINT#2," MEDIAS ";PRINT#2, USING"###,###";MP;PRINT#2,USING"#####,##";MA
550 PRINT#2," VARSAS ";PRINT#2, USING"###,###";VP;PRINT#2,USING"#####,##";VA
560 PRINT#2," des St   ";PRINT#2, USING"###,###";DSP;PRINT#2,USING"#####,##";DSA
570 PRINT#2," ***** "
580 PRINT#2,"
590 PRINT#2," COEFICIENTE DE CORRELACION LEY-POT = ";USING"###.##";CO
600 PRINT#2," P A R A M E T R O      B          =";USING"###.##";B
610 PRINT"TRABAJARA CON LA OPCION 2? (S/N)":INPUT S$
620 IF S$="S" THEN CLOSE #2:OPEN ACIS+"VAR" FOR OUTPUT AS 2:GOTO 640
630 GOTO 900
640 TH=0:L=1:H=1
650 IF TR=1 THEN PRINT#2,"VARZA DE POT ="VP;PRINT#2,"VARZA DE ACUM-Au ="VA
```

RELACION DE PROGRAMAS REALIZADOS EN BASIC

```
660 SV=0:LI=0:Z=N-L
670 FOR I=1 TO Z
680 P=A(I)*B(I)
690 IF P<>0 THEN GOTO 720
700 LI=LI+1
710 GOTO 740
720 X=(A(I)-A(I+L))^2
730 SV=SV+X
740 NEXT I
750 NP=Z-LI
760 G(H)=5*SV/NP
770 L=L+1
780 IF L>(N-1) THEN 810
790 H=H+1
800 GOTO 660
810 IF TH=1 GOTO 870
820 FOR T=1 TO H
830 AC(T)=G(T):NEXT T
840 GOSUB 120
850 TH=1:H=1
860 GOTO 660
870 PRINT#2,"VARIOGRAMAS DE : "VAS(0), VAS(1)
880 FOR Y=1 TO H
890 PRINT#2, Y, AC(Y),G(Y):NEXT Y
900 END
```

RELACION DE PROGRAMAS REALIZADOS EN BASIC

I. - PROGRAMA PARA EL ANALISIS POR "ALTOS ERRATICOS "

```
10 CLS: INPUT "ARCHIVO DE DATOS .DAT " ;FIL$
20 RES$ = FIL$ + "C.DAT":PRINT "SIN ALTOS ERRATICOS EN : "RES$:DAT$=FIL$+"DAT"
30 OPEN DAT$ FOR INPUT AS 1:OPEN RES$ FOR OUTPUT AS 2
40 INPUT#1,N,M:DIM A(N,2):PRINT#2,N,:PRINT#2,M
50 FOR I=1 TO N
70 FOR J=1 TO M:INPUT#1,A(I,J):NEXT
90 NEXT
100 S=0:LO=0
110 FOR I=1 TO N
120 IF A(I,2)=0 THEN LO=LO+1:GOTO 140
130 S=S+A(I,2)
140 NEXT
150 MM=S/(N-LO):S=0:LO=0
160 FOR I=1 TO N
170 IF A(I,2)=0 THEN LO=LO+1:GOTO 190
180 S=S+(A(I,2)-MM)^2
190 NEXT
200 SD=SQR(S/(N-LO-1))
210 F=MM+2*SD
220 FOR I=1 TO N
230 IF A(I,2)>F THEN A(I,2)=MM
240 NEXT
260 FOR I=1 TO N
270 PRINT#2,1(I,1):PRINT#2,A(I,2)
280 NEXT
290 END
```

PROGRAMAS REALIZADOS EN LOTUS

*****MACRO DE CUBICACION PROM. SIMPLE Y LOG-NORMAL***

MIGUEL ZULUETA TORRES

/WGRM

/DQIB56..H56 ~ Q/DQI{END}{DOWN} ~ Q

/XNQue NIVEL ? : ~I299~

/XLQue LABOR de este NIVEL ? : ~J299~

/XNESTOS DATOS SE LLAMARAN LABOR ~LABORX~

/XI(LABORX=1) ~ /RNCSALIDA ~ I302..0302 ~ {GOTO}LABOR1 ~ {DOWN}/CXX ~ ~ /DQOSALIDA ~ EQ/XGOTRO ~

/XI(LABORX=2) ~ /RNCSALIDA ~ I802..0802 ~ {GOTO}LABOR2 ~ {DOWN}/CXX ~ ~ /DQOSALIDA ~ EQ/XGOTRO ~

/XI(LABORX=3) ~ /RNCSALIDA ~ I1102..01102 ~ {GOTO}LABOR3 ~ {DOWN}/CXX ~ ~ /DQOSALIDA ~ EQ/XGOTRO ~

/XI(LABORX=4) ~ /RNCSALIDA ~ I1302..01302 ~ {GOTO}LABOR4 ~ {DOWN}/CXX ~ ~ /DQOSALIDA ~ EQ/XGOTRO ~

/XI(LABORX=5) ~ /RNCSALIDA ~ I1502..01502 ~ {GOTO}LABOR5 ~ {DOWN}/CXX ~ ~ /DQOSALIDA ~ EQ

/XLUtilizara otra LABOR ?(S/N) : ~ C1 ~

/XIC1="S" ~ /XGPASO0 ~

{GOTO}I1 ~ {DOWN}

/REBORRA ~

{GOTO}I281 ~ {END}{UP}{down}

/XLJALARA DE ALGUNA LABOR ? (S/N) : ~ b1 ~

/xiB1="n" ~ /xgpaso2 ~

/XNQUE NUMERO DE LABOR ~ B2 ~

/RNDSIGUE ~ /RNCSIGUE ~ ~

/XIB2<1#OR#B2>5 ~ {BS}{BS}{BS}/XGPASO1 ~

/XIB2=1 ~ {GOTO}LABOR1 ~ {?}/C{?} ~ SIGUE ~ /XGPASO1 ~

/XIB2=2 ~ {GOTO}LABOR2 ~ {?}/C{?} ~ SIGUE ~ /XGPASO1 ~

/XIB2=3 ~ {GOTO}LABOR3 ~ {?}/C{?} ~ SIGUE ~ /XGPASO1 ~

/XIB2=4 ~ {GOTO}LABOR4 ~ {?}/C{?} ~ SIGUE ~ /XGPASO1 ~

/XIB2=5 ~ {GOTO}LABOR5 ~ {?}/C{?} ~ SIGUE ~

{goto}n2 ~ /c(right){end}{down} ~ pln ~

xclocanor ~

PROGRAMAS REALIZADOS EN LOTUS

*****MACRO DE CUBICACION PROM. SIMPLE Y LOG-NORMAL***

MIGUEL ZULUETA TORRES

```
{GOTO}CALCULO~ {end}{down}{right 7}+ {left 2}*{left}~/c~ {UP}.{END}{UP}{DOWN}~
{end}{up}{down}{right}/CFORMULA~ ~
/c~ {LEFT}{END}{DOWN}{RIGHT}.{END}{UP}{DOWN}~ {GOTO}POTSD~
@avg({left 4}{UP 8}.{END}{down}~)~ {DOWN}
@avg({left}{up 9}.{END}{down}~)~ {DOWN}
@avg({left 2}{UP 10}.{END}{down}~)~ {CALC}
{DOWN}+{UP}/{UP 3}~ {DOWN}+{UP 2}/{UP 3}~
{GOTO}POTSD~/RV{END}{DOWN}~ ~
{GOTO}CUADRO~ {GOTO}BLOCK~ {?}~ {GOTO}AREA~ {?}~
/XL PROBADO O PROBALE (A/B) ? : ~E1~
/XIE1="B"~ {GOTO}PROBABL~ {RIGHT}{END}{DOWN}{DOWN}/XGA42~
{GOTO}PROBADO~ {RIGHT}{END}{DOWN}{DOWN}
/CBLOCK~ ~ {RIGHT}/CAREA~ ~ {RIGHT}/CPOTSD~ ~ {RIGHT}/CLEYSD~ ~
{RIGHT 2}/CPOTD~ ~ {RIGHT}/CLEYD~ ~ {CALC}~
/XIE1="B"~ {GOTO}PROBABL~ {RIGHT}{END}{DOWN}{DOWN}/XGA46~
{GOTO}PROBADO~ {RIGHT}{END}{DOWN}{DOWN}
/CBLOCK~ ~ {RIGHT}/CAREA~ ~ {RIGHT}/CPOTSDL~ ~ {RIGHT}/CLEYSDL~ ~
{RIGHT 2}/CPOTDL~ ~ {RIGHT}/CLEYDL~ ~ {CALC}~
/XLCALCULA BLOCK PROBABLE ? (S/N): ~B6~
/XIB6="S"~/XGPAS03~
{GOTO}LABOR1~ {DOWN}/RELB1~
{GOTO}LABOR2~ {DOWN}/RELB2~
{GOTO}LABOR3~ {DOWN}/RELB3~
{GOTO}LABOR4~ {DOWN}/RELB4~
{GOTO}LABOR5~ {DOWN}/RELB5~
/XL SIGUE CUBICANDO ? (S/N): ~B5~
/XIB5="S"~/XG\K~
```

PROGRAMAS REALIZADOS EN LOTUS

*****MACRO DE CUBICACION PROM. SIMPLE Y LOG-NORMAL***

MIGUEL ZULUETA TORRES

```
{GOTO}PROBADO~/XQ~
{GOTO}LABOR1~/XLSE QUEDA LABOR1? (S/N): ~B4~
/XIB4="N"~/RELB1~
{GOTO}LABOR2~/XLSE QUEDA LABOR2? (S/N): ~B4~
/XIB4="N"~/RELB2~
{GOTO}LABOR3~/XLSE QUEDA LABOR3? (S/N): ~B4~
/XIB4="N"~/RELB3~
{GOTO}LABOR4~/XLSE QUEDA LABOR4? (S/N): ~B4~
/XIB4="N"~/RELB4~
{GOTO}LABOR5~/XLSE QUEDA LABOR5? (S/N): ~B4~
/XIB5="N"~/RELB5~
XGvoy~
```

*****MACRO DE RESUMEN *****

```
/XL PROBADO O PROBABLE (A/B) ? : ~E1~
/XIE1="B"~/REBRR~ {GOTO}PROBABL~ {RIGHT}{DOWN 3}/WGZY/RNDSALE~/XGA75~
/REBRR~ {GOTO}PROBADO~ {RIGHT}{DOWN 3}/WGZY/RNDSALE~
/RNCSALE~ {END}{DOWN}{END}{RIGHT}~
{GOTO}ENTRA~/RVSALE~ENTRA~/RNDYA~/RNCYA~
{END}{DOWN}{END}{RIGHT}~ {END}{DOWN}{DOWN}/CLINEA~ ~ {GOTO}PILAR~
{DOWN}{RIGHT 2}/CYA~ ~ {UP}{LEFT 2}
/C{RIGHT}~LUEGO~ {RIGHT 10}/C{RIGHT}~AFTER~ {CALC}{GOTO}VIENE~/RVVIENE~
{END}{DOWN}VA~ {GOTO}YA~ {END}{DOWN}{DOWN}{RIGHT}/CVA~~/RERECIVE~
{GOTO}YA~ {UP 3}/FXV{?}~ {END}{DOWN}{END}{RIGHT}{DOWN}~
```

PROGRAMAS REALIZADOS EN LOTUS

*****MACRO DE CUBICACION PROM. SIMPLE Y LOG-NORMAL***

MIGUEL ZULUETA TORRES

***** MACRO DE ENTRADA *****

{GOTO}PROBADO ~ {RIGHT}{DOWN 3}/RE{DOWN 35}{RIGHT 3} ~ CHEQUEAR TONELAJE SEGUN PESO ESPECIFICO ~ /X

***** MACRO PARA JALAR LOS DATOS *****

{GOTO}DATOS ~ /FCC{?} ~ {?} ~ /RNCDATOS ~ B52..H54 ~ /RNCDATOS ~ {END}{DOWN} ~
/XG\M ~

***** MACRO QUE CALCULA PILARES DE UN BLOCK *****

/XL CALCULA PILAR O AGREAGA (C/S) : ~ B3 ~

/XIB3="C" ~ /XG\K ~

{GOTO}PROBADO ~ {RIGHT}{END}{DOWN}{?}{RIGHT}{?}{RIGHT}{?}{RIGHT}{?}{RIGHT 2}{?}{RIGHT}{?} ~ {CALC}

/XLOTRO PILAR (S/N) ~ F1 ~

/XIF1="S" ~ /XG\P ~

{GOTO}E1 ~ A ~ /XG\X ~

***** MACRO PARA EL PROMEDIO LOG-NORMAL *****

{PANELOFF}{goto}pln ~ {right 2} + {left 2} * {left} ~ /c ~ {left}{end}{down}

{right}{end}{up} ~ /v{end}{down} ~ {left} ~ /re{end}{down} ~

{GOTO}PLN ~ /RNCUNO ~ {END}{DOWN} ~ {RIGHT}

RNCDOS ~ {END}{DOWN} ~ {RIGHT}@LN({LEFT 2}) ~

C ~ {LEFT}{END}{DOWN}{RIGHT}{END}{UP}{right} ~

RNCTRE ~ {END}{DOWN} ~ {RIGHT}/RNCCUA ~ {END}{DOWN} ~

{LEFT}{END}{DOWN}{DOWN 2}@AVG(TRE) ~ {DOWN}@VAR(TRE) ~

PROGRAMAS REALIZADOS EN LOTUS

*****MACRO DE CUBICACION PROM. SIMPLE Y LOG-NORMAL***

MIGUEL ZULUETA TORRES

```
{UP}/C{DOWN}~{RIGHT}~{CALC}/RV{RIGHT}{DOWN}~EXP~  
  {GOTO}TRE~/CFPLOG~TRE~/RV{END}{DOWN}~{LEFT}~{CALC}{RIGHT}{END}{DOWN}  
{DOWN 2}/RV{DOWN}~PDL~{GOTO}POTDL~@EXP(Ah1 + Ah2/2)~{RIGHT}{POTSDL*LEYSDL}/POTDL~  
{CALC}/RNDUNO~/RNDDOS~/RNDTRE~/RNDCUA~~  
{GOTO}PLN~/RE{RIGHT 4}{END}{DOWN}{DOWN 3}~  
  {GOTO}POTSDL~@EXP(ALFA + BETA/2)~{RIGHT}@EXP(ALFA + BETA/2)/POTSDL~{CALC}  
{GOTO}POTSDL~/rv{right}{DOWN}~~/xr~
```

MACROS PARA EL KRIGEAGE (CUBICACION GEOESTADISTICA)

MIGUEL ZULUETA TORRES

***** INICIA CONFIGURACION DEL BLOCK *****

{GOTO}DATOS~ {GOTO}m65~/FCCe{?}~/csector~ mp~/xg)m~

/ximp<>""~/xg)a~

{PANELOFF}~ {GOTO}DATOS~/XNMEDIA DE POTENCIAS SD = ~MP~

/XNMEDIA DE POTENCIAS DIL = ~MPD~

/XNMEDIA DE ACUMULADOS = ~MAC~

/DQIM64.P64~ Q/DQI{END}{DOWN}~ Q

{GOTO}DATOS~/XNLongitud= ~L~/XNAlto= ~T~

/XNTenemos Configuracion = ~CF~

/XIBlock No= ~NOB~ {calc}{goto}nob~

/C~BB~ {GOTO}AREA~/RV~AR~/XG\M~

/XICF=2~/XG\D~

/XG\U~

***** REALIZA EL KRIGEAGE DE POTENCIAS *****

WGRM{GOTO}TABLA~ {?}~/C{RIGHT 2}~ C~ {GOTO}CONFIG1~

{GOTO}C~/C~B5~1^ {RIGHT 2}/C~D5~ (D5/B5)~

{CALC}{GOTO}CHI~ {?}~

XIL>A~ {GOTO}FL~ (1-(3*A/(4*L))+A^2/(5*L^2))~/XGPAS~

{GOTO}FL~ (L/(2*a)-L^3/(20*A^3))~

GOTO}FLI~ {?}~ {CALC}

GOTO}UNO~ (CHI-1):(FL-(Co:L)-C)~

MACROS PARA EL KRIGEAGE (CUBICACION GEOESTADISTICA)

MIGUEL ZULUETA TORRES

```
{GOTO}DOS~(1-UNO)~  
/XNCALCULA POT=1 O ACUM=2 ?~F44~/XIF44=1~/XGPAS1~  
{goto}config1~{GOTO}VA~/CJ64~~/CMAC~VE~/XGPAS2~  
{GOTO}ERU~@SQRT(((UNO*CHI+DOS-FLI)*b5))~{CALC}/RV~ERP~/CMP~VE~/XCSPG1~  
/ch64~va~{GOTO}P~(VA*UNO+VE*DOS)~{CALC}  
/RV~PP~{goto}config1~  
{GOTO}VA~/CI64~~  
/cmpd~VE~{GOTO}P~{CALC}  
/xlGuarda ponderadores lambda (S/N) ? :~f46~  
/xif46="S"~/rvuno~xu~/rvdos~xd~  
/RV~PPD~{goto}config1~/XG\M~  
{GOTO}ERU~@SQRT(((UNO*CHI+DOS-FLI)*b5))~{CALC}/RV~EAC~  
{GOTO}P~(VA*UNO+VE*DOS)~{CALC}/RV~ACC~  
/xif46="S"~/rvuno~yu~/rvdos~yd~  
/XG\S~
```

******* REALIZA EL KRIGEAGE DE ACUMULADOS *******

```
{GOTO}TABLA~{?}~/C{RIGHT 2}~Cg~{GOTO}Cg~  
/C~b24~1~/RIGHT 2~/C~d24~(d24/b24)~  
{GOTO}TABLA~{?}~/C{RIGHT 2}~CC~{GOTO}CC~  
/C~b29~1~/RIGHT 2~/C~d29~(d29/b29)~{calc}  
{goto}config2~{goto}hi~{?}~{goto}chii~{?}~  
{goto}Ach~{?}~{goto}li~{?}~  
/XII>Ag~{GOTO}FLg~(1-(3*Ag/(4*L))+Ag^2/(5*L^2))~/XGPAS3~  
{GOTO}FLg~(L*(2*ag)-L^3/(20*Ag^3))~  
/XII>AA~{GOTO}FI~(1-(3*AA/(4*L))+AA^2/(5*L^2))~/XGPAS4~
```

MACROS PARA EL KRIGEAGE (CUBICACION GEOESTADISTICA)

MIGUEL ZULUETA TORRES

```
{GOTO}FI~ (1/(2*AA) - (1^3/(20*AA^3))) ~ {CALC}
{goto}LDOS ~ ((HI-1)*(K-1) - (chii-1)*(fLg-(COg/L)-1))/((K-1)^2 - (fi-(COC/L)-1)*(fLg-(COg/L)-1)) ~
{UP}~((HI-1)-(LDOS*(K-1)))/(FLg-(COg/L)-1) ~ {DOWN 2} (1-LUNO-LDOS) ~
{panelon};XNCALCULA POT=1 O ACUM=2 ? ~F44 ~ /XIF44=2 ~ /XGPAS5 ~
/XCSPG2 ~
{GOTO}CONFIG2 ~ {GOTO}MA ~ /CH64 ~ ~ {GOTO}ME ~ /CH65 ~ ~ /cmp ~ mi ~ {CALC}
{GOTO}pc ~ (MA*LUNO+ME*LDOS+MI*LTRES) ~ {calc}/RV ~ PP ~
{GOTO}ERD ~ @SQRT((hi*luno + chii*ldos + ltres - li)*(b24+b29)/2) ~ {CALC}/RV ~ ERP ~
{GOTO}MA ~ /CI64 ~ ~
{GOTO}ME ~ /CI65 ~ ~
{GOTO}MI ~ /CMPD ~ ~ {CALC}
/x!Guarda ponderadores lambda (S?N) ? : ~f47 ~
/xif47="S" ~ /rvLuno ~ xu ~ /rvLdos ~ xd ~ /RVLTRES ~ XT ~
{goto}pc ~ /RV ~ PPD ~ /XG\M ~
{goto}mi ~ /cmac ~ ~ {GOTO}MA ~ /CJ64 ~ ~
{GOTO}ME ~ /CJ65 ~ ~
{GOTO}pc ~ (MA*LUNO+ME*LDOS+MI*LTRES) ~ /RV ~ acc ~
/xif47="S" ~ /rvLuno ~ Yu ~ /rvLdos ~ Yd ~ /RVLTRES ~ YT ~
{GOTO}ERD ~ @SQRT((hi*luno + chii*ldos + ltres - li)*(b24+b29)/2) ~ {CALC}
/RV ~ EAC ~ /XG\S ~
```

***** IMPRIME EN RESUMEN LOS RESULTADOS

```
{PANELOFF} ~ {GOTO}BLOCK ~ {END}{DOWN}{DOWN}/CBB ~ ~
{RIGHT}/CAR ~ ~ {RIGHT}/CPP ~ ~ {RIGHT 3}
{CPPD} ~ ~ {RIGHT 3}/CERP ~ ~ {RIGHT}/CEAC ~ ~
```

MACROS PARA EL KRIGEAGE (CUBICACION GEOESTADISTICA)

MIGUEL ZULUETA TORRES

```
{RIGHT}/CACC ~ ~  
{LEFT 7} + {RIGHT 7} / {LEFT} ~  
{RIGHT} + {LEFT 3} * {LEFT 2} * 2.85 ~  
{RIGHT 2} + {LEFT 4} * {LEFT 3} / {LEFT} ~  
{RIGHT} + {LEFT 6} * {LEFT 2} * 2.85 ~ {CALC}  
/XISeguirá Cubicando (S/N) ? : ~ f41 ~  
/xif41 = "S" ~ /xg\m ~  
{GOTO}B99 ~ {GOTO}F100 ~ /WCS9 ~
```

***** PARA UTILIZAR PONDERADORES GUARDADOS *****

```
{PANELON}/xief=1 ~ /cxu ~ uno ~ /cxd ~ dos ~ /xgLAU ~  
/cxu ~ luno ~ /cxd ~ ldos ~ /cxt ~ ltres ~ /xgRA ~  
/XCSPG1 ~  
{GOTO}CONFIG1 ~ /CMP ~ VE ~ {GOTO}VA ~ /CH64 ~ ~ {GOTO}P ~ (VA*UNO + VE*DOS) ~ {CALC}  
/RV ~ PP ~ {goto}VA ~ /CI64 ~ ~  
/cmpd ~ VE ~ {GOTO}P ~ {CALC}  
/RV ~ PPD ~ {goto}config1 ~  
/cyu ~ uno ~ /cyd ~ dos ~  
{GOTO}VA ~ /CH64 ~ ~ /CMAC ~ VE ~  
{GOTO}P ~ (VA*UNO + VE*DOS) ~ {CALC}/RV ~ ACC ~ /xg\S ~  
/XCSPG2 ~  
{goto}config2 ~ {GOTO}MA ~ /CH64 ~ ~  
/cmp ~ mi ~ {GOTO}ME ~ /CH65 ~ ~ {CALC}  
{GOTO}pc ~ (MA*LUNO + ME*LDOS + MI*LTRES) ~ {calc}/RV ~ PP ~  
{GOTO}MA ~ /CI64 ~ ~
```

MACROS PARA EL KRIGEAGE (CUBICACION GEOESTADISTICA)

MIGUEL ZULUETA TORRES

```
{GOTO}ME~/C165~~~  
{GOTO}MI~/CMPD~~~{CALC}  
{GOTO}pc~(MA*LUNO+ME*LDOS+MI*LTRES)~{calc}/RV~PPd~  
{goto}mi~/cmac~~~{GOTO}MA~/CJ64~~~  
{GOTO}ME~/CJ65~~~{CALC}  
{GOTO}pc~(MA*LUNO+ME*LDOS+MI*LTRES)~/RV~acc~/xg\S~
```

***** SUBROUTINA QUE DIRECCIONA SEGUN CONFIGURACION ***

```
/XL NOMBRE DEL SOPORTE EN TRAMO ? : ~ B71 ~  
/DQEQ  
/COUTP~H64~  
/XICF=1~/XR~  
/XL NOMBRE DEL SOPORTE EN SEGUNDO TRAMO ? : ~ B71 ~  
/DQEQ  
/COUTP~H65~  
/XR~
```

APENDICE D

Tomado de Journel & Huijbregts (1989)

CALCULO DE VARIOGRAMAS PROMEDIO - FUNCIONES AUXILIARES

Las operaciones principales en Geoestadística, (varianza de estimación, varianza de dispersión, regularización, Krigeage, etc), continuamente hace uso de valores promedios de semi - variogramas $G(x)$ entre puntos separados una distancia "h". Tal operación se ilustra en el primer dibujo de gráficos adjuntos y matemáticamente se expresa por:

$$G(v, v') = \frac{1}{v v'} \int_v dx \int_{v'} G(x-x') dx' \quad \dots 1$$

Donde $G(v, v')$ denota el valor medio de la función $G(h)$ cuando un extremo del vector h describe el dominio v y el otro extremo describe el dominio v' , independientemente.

Vale recalcar que si el dominio de v es tridimensional, entonces la notación :

$$\int_v dx \quad \text{se transforma en una triple}$$

$$\text{integral } \iiint dx_\alpha dx_\beta dx_\gamma (x_\alpha, x_\beta, x_\gamma)$$

siendo $x_\alpha, x_\beta, x_\gamma$ las coordenadas del punto "X".

Así en el espacio tridimensional el valor medio $G(v, v')$ entre dos volúmenes v y v' envuelve seis (6) integrales. La ventaja de evitar un cálculo analítico directo de estas 6 integrales es obvia.

Son posibles dos soluciones:

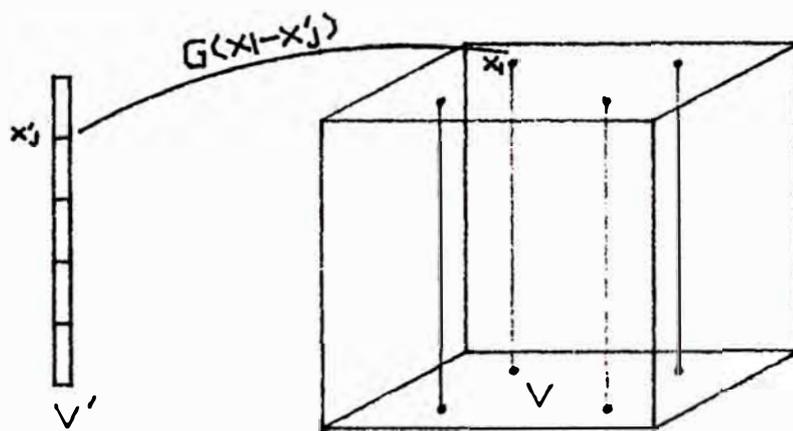
- La primera es calcular el valor $G(v, v')$ numéricamente usando una computadora.
- La segunda es, por cálculos numéricos sucesivos de las integrales múltiples.

Estas integraciones intermedias corresponden a la definición de FUNCIONES AUXILIARES, que pueden ser presentadas ya sea en ABACÓS o en sus formas analíticas exactas.

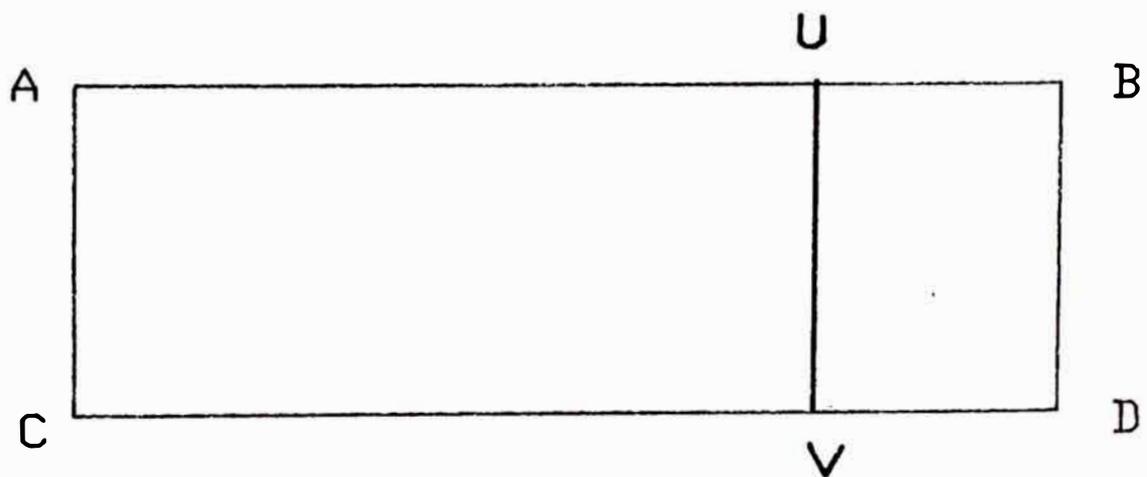
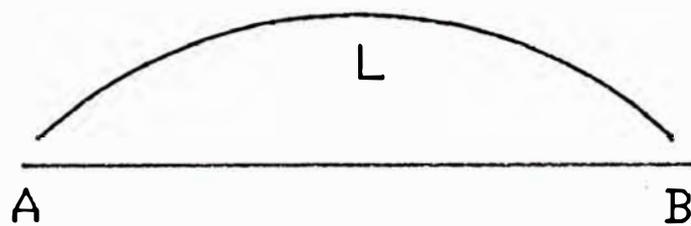
CALCULO NUMERICO

Esta solución es completamente general sobre todo el dominio de integración de v y v' , y es frecuentemente mucho más rápida de lo que pudo suponerse al principio.

Considerando un reticulado regular de puntos $(x_i, i = 1, \dots, n)$ y $(X_j, j=1, \dots, n')$ implementados en los dominios v y v' , la integral múltiple $G(v, v')$ es aproximadamente representada por la doble sumatoria discreta:



Representación discreta del dominio de v y v'



$$G(v, v') = \frac{1}{n n'} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{n'} G(x_i - x_j) \quad \dots \quad 2$$

La figura mencionada representa al dominio v en forma de un paralelepípedo y un dominio de v' consistente de un taladro diamantino.

COMENTARIOS

1.- La relación anterior es un método de aproximación discreta simple aplicando el mismo peso ($1/n$) a cada uno de los n puntos descritos X_i que forman una partición regular del dominio v .

Existe por supuesto, otros métodos de aproximación discreta (los métodos de Newton, Gauss) HAMMINGS (1971) algunos de los cuales proveen mayor precisión numérica al estimar la integral múltiple $G(h)$.

La práctica de la Geoestadística, aplicada a minería, toma en cuenta lo siguiente:

- Proveerse de un cálculo rápido con microcomputadoras disponibles.
- El menor número "n" de puntos descritos, requeridos.
- La simplicidad y generalidad del método de mallado regular discreto de aproximación con peso uniforme. La expresión numérica de la fórmula 2, trata de evitar algún "Efecto cero" que podría producirse cuando los dos dominios v y v' no son disjuntos.

2.- **El Efecto Cero.**-Cualquiera que sea el modelo estructural adoptado, $G(0) = 0$, por definición. En consecuencia, los dos encuadrillados regulares serían escogidos, de tal forma que ninguno de los puntos de aproximación discreta ($X'_i, j=1\dots n$) y ($X_j, j=1,2,3\dots n$) coincidan.

Cada vez que dos puntos coincidan ($X_i = X'_i$) en la estimación numérica de $G(h)$ una mayor importancia es atribuida al valor cero $G(0) = 0$.

Este efecto cero podría causar que el valor medio del semivariograma sea sistemáticamente subestimado y, correlativamente el valor medio $K(h)$ de la correspondiente covarianza será sistemáticamente sobreestimada según:

$$K(h) = K(0) - G(h).$$

Notar que el efecto cero puede también producirse cuando los dos dominios v y v' no son disjuntos, así si existe una intersección no vacía entre los dos dominios, en el cual los puntos pueden coincidir. Particularmente esto es peligroso cuando uno de los dos dominios contiene al otro, ejemplo, cuando el valor medio del tipo $G(v, v')$ se está estimando.

Para tal valor $G(v,v')$, el efecto cero puede evitarse ya sea por un ligero cambio de cada punto en el segundo cuadrículado (x_j , $J=1\dots n$) o por el uso de un método mas sofisticado, calculando la integral múltiple $G(v,v')$, por el método de **Cauchy - Gauss**, cuya exposición escapa los límites de este trabajo.

FUNCIONES AUXILIARES

Una función auxiliar es un valor medio precalculado de $G(v,v')$ correspondiente a geometrías particularmente simples de v en v' , que son frecuentemente encontrados en la práctica. Existen cuatro funciones auxiliares básicas denotadas por α, X, F y H , definidas para formas regulares en una o dos dimensiones.

α : función auxiliar alfa

X : función auxiliar chi

H : función auxiliar hache

F : función auxiliar efe

FUNCIONES AUXILIARES EN UNA DIMENSION

Sea el segmento AB de longitud L : (ver figura adjunta)

FUNCION $X(L)$

La función auxiliar $X(L)$ se define como el valor medio del variograma $G(h)$ cuando el extremo del vector h se fija en el punto A y el otro extremo describe el segmento AB de longitud L .

$$X(L)=G(A,AB) = \frac{1}{L} \int_0^L G(u) du \quad \dots 3$$

O sea que la Función Auxiliar $X(L)$, representa una integral simple del semivariograma $G(r)$.

FUNCION $F(L)$

La Función auxiliar $F(L)$ se define como el valor medio del variograma $G(h)$, cuando los dos extremos del vector h describen, independientemente uno de otro, el segmento AB de longitud L .

$$F(L) =G(AB,AB) = \frac{1}{L^2} \int_0^L du \int_0^L G(u,u') du \quad \dots 4$$

La función auxiliar $F(L)$ representa una doble integral de $G(h)$. Pero mediante el algoritmo de Cauchy esta doble integral puede ser reducida a la siguiente integral simple:

$$F(L) = \frac{2}{L^2} \int_0^L (L-u)G(u)du = \frac{2}{L^2} \int_0^L uX(u)du \quad \dots\dots 5$$

ALGUNAS RELACIONES IMPORTANTES EN EL MODELO ESFERICO:

A partir del modelo esférico:

$$G(h) = \frac{3r}{2a} - \frac{1}{2} - \frac{r^3}{a^3}, \quad r = h \text{ en } (0, a) \quad \dots\dots 6$$

1 = MESETA Cuando $r > a$

En una dimensión, se tiene las siguientes definiciones de Funciones Auxiliares.

$$X(L) = \begin{cases} \frac{3L}{4a} - \frac{L^3}{8a^3} & \text{Para } L \text{ en } (0, a) \\ 1 - \frac{3a^3}{8L^3} & \text{Cuando } L > a \end{cases} \quad \dots\dots 7$$

$$F(L) = \begin{cases} \frac{L}{2a} - \frac{L^3}{20a^3} & \text{Para } L \text{ en } (0, a) \\ 1 - \frac{3a}{4L} + \frac{a^2}{5L^2} & \text{PARA } L > a \end{cases} \quad \dots\dots 8$$

FUNCIONES AUXILIARES EN DOS DIMENSIONES

Sea el rectángulo ABCD de lados L y l de la figura mencionada.

FUNCION ALFA

La función auxiliar de dos variables $Q(L, l)$ se define como el valor medio del variograma $G(h)$ cuando un extremo del vector h describe un lado de longitud l y el otro extremo describe independientemente el lado opuesto de distancia L :

$$Q(L, l) = G(AC, BD)$$

Se podría demostrar que la integral doble de la función

isotrópica $G(r)$ puede reducirse a la siguiente integral simple:

$$G(AC, BD) = \frac{2}{L^2} \int_0^L (L-u) G(\sqrt{L^2 + u^2}) du \quad \dots 9$$

Note que la función auxiliar $\alpha(L, l)$, no es simétrica o sea que:

$G(AB, CD)$ es diferente a $G(CD, AB)$

FUNCION $X(L, l)$

La función auxiliar $X(L, l)$ se define como el valor medio del variograma $G(h)$ cuando un extremo del vector h describe un lado de longitud l y el otro extremo describe independientemente todo el rectángulo ABCD.

$$X(L, l) = G(AC, ABCD) = G(BD, ABCD)$$

La función auxiliar $X(L, l)$ representa una triple integral de la función isotrópica $G(r)$ cuando el valor medio de la función auxiliar $\alpha(u, l) = G(AC, UV)$ y el lado UV describe todo el rectángulo ABCD.

La integral triple puede luego ser reducida a la siguiente integral simple:

$$X(L, l) = G(AC, ABCD) = \frac{1}{L} \int_0^L \alpha(u, l) du \quad \dots 10$$

Note que la función auxiliar $X(L, l)$ tampoco es simétrica, o sea que:

$$X(L, l) = G(AB, ABCD) \text{ es diferente a } G(AC, ABCD)$$

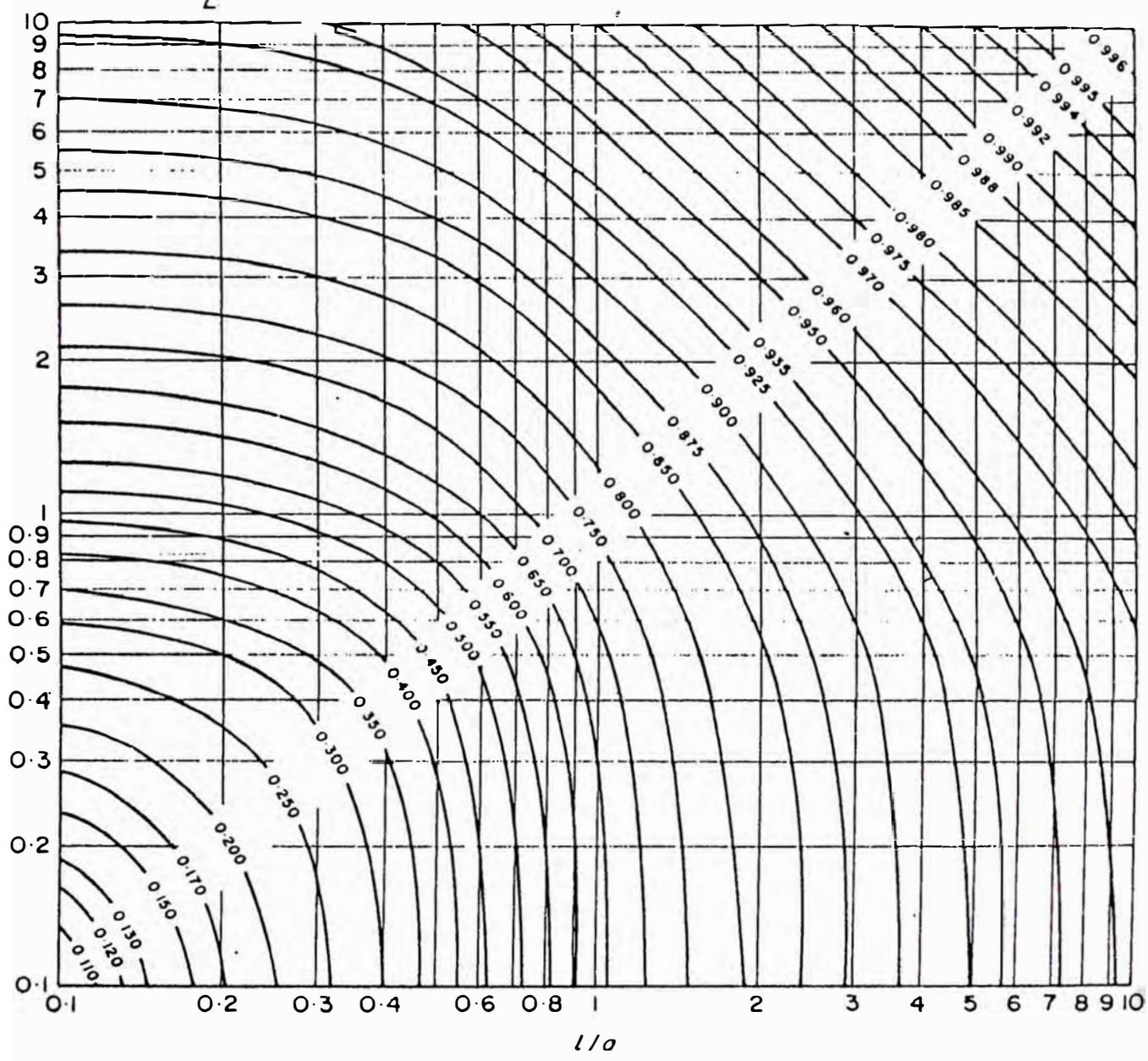
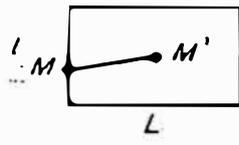
FUNCION $F(L, l)$

La función auxiliar de dos variables $F(L, l)$ se define como el valor medio de $G(h)$ cuando ambos extremos del vector h describen independientemente, uno del otro, todo el rectángulo ABCD:

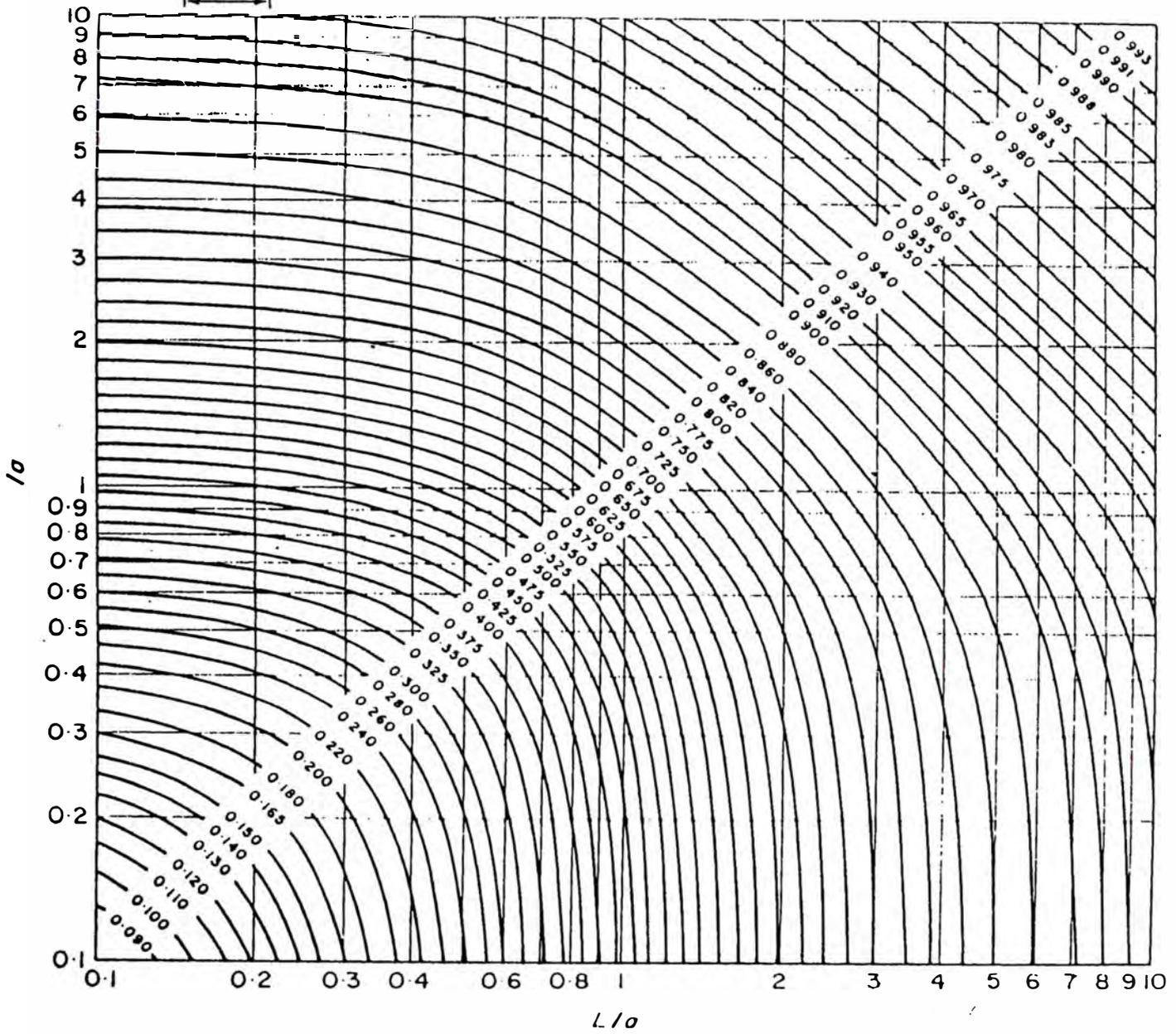
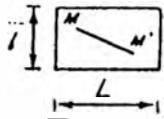
$$F(L, l) = G(ABCD, ABCD)$$

Esta función $F(L, l)$ es simétrica en (L, l) y representa una integral cuádruple de la función isotrópica $G(r)$. El algoritmo de Cauchy, reduce las integrales y queda simplemente:

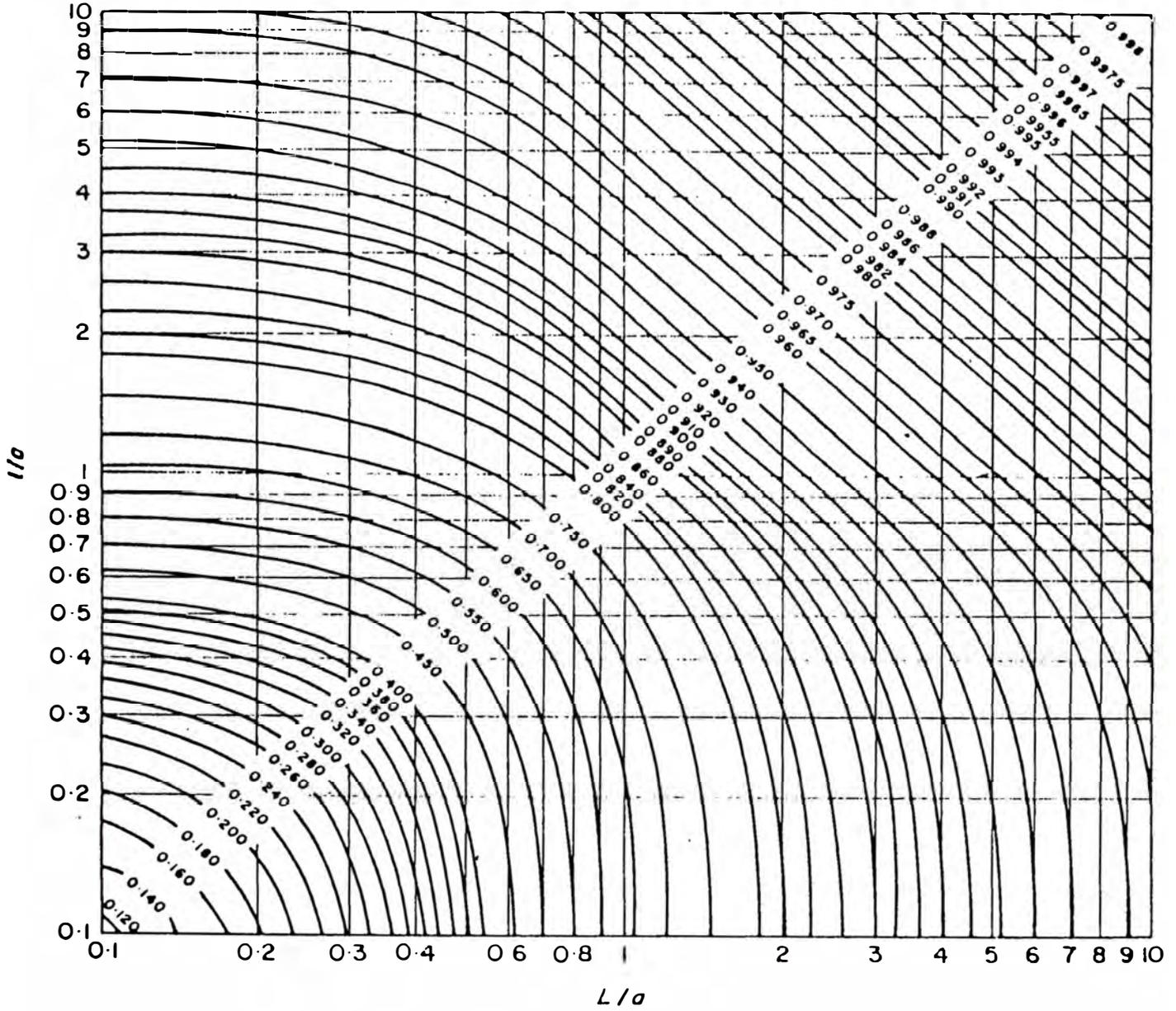
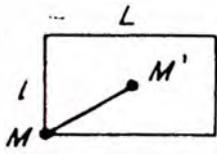
$$F(L, l) = \frac{2}{L^2} \int_0^L (L-u) \alpha(u, l) du = \frac{2}{L^2} \int_0^L u X(u, l) du$$



Spherical model. Function $\chi(L; l)$.



Spherical model. Function $F(L; l)$.



Spherical model. Function $H(L; l)$.

Note la similitud de esta última fórmula con la de una dimensión (5). De hecho, la función bidimensional $F(L,l)$ no es otra que la función de una dimensión $F(L)$ con el valor medio sobre l que se ha formado de antemano.

FUNCION $H(L,l)$

La función auxiliar $H(L,l)$ se define como el valor medio de $G(h)$ cuando un extremo del vector h se fija en algún vértice del rectángulo y el otro extremo describe independientemente todo el rectángulo.

$H(L,l) = G(A,ABCD)$

Puede demostrarse que $H(L,l)$ es también igual el valor medio $G(h)$ cuando uno de los extremos del vector h describe un lado de longitud l y el otro extremo describe el lado adyacente de longitud L :

$H(L,l) = G(AC,AB)$.

La función $H(L,l)$ es simétrica en (L,l) y representa una integral doble de la función isotrópica $G(r)$.

Si el lector requiere mayor información sobre las funciones Auxiliares, consultar el Capítulo II en JOURNAL & HUIJBREGTS (1989). De este texto también se ha tomado los ábacos de las funciones X , H y F , usados en la estimación con las Macros de la hoja de cálculo Krige.

MANEJO DE LOS ABACOS

Se adjunta los ábacos correspondientes a las funciones auxiliares X , F , y H . Los tres ábacos proporcionan valores para blocks de forma rectangular: de lados de longitud L en la base y de l de altura. Estos ábacos se han diseñado para variograma de efecto de pepita (C_0) igual a cero, meseta (C) igual a la unidad y alcance A . Para utilizarlos se calcula previamente los valores L/A y l/A .

En cualquiera de los ábacos la cantidad L/A es leída en el eje horizontal trazándose en ese punto una recta perpendicular a este eje; la cantidad l/A se toma en el eje vertical y se traza allí una recta paralela al eje horizontal; el valor de la función respectiva se lee en la intersección de las rectas trazadas.

APENDICE E

BREVE EXPOSICION DEL TRABAJO CON EL PAQUETE DE PROGRAMAS GEOFOR

(Importancia del AutoCAD)

Un conjunto de programas confeccionados en FORTRAN, realizan el tratamiento estadístico, el cálculo del variograma y el krigeage puntual tomando la información ubicada en el espacio. Por otro lado usando AutoCAD (versión 10) con la asistencia de un Plotter HP, se completa la presentación de los resultados diversos del estudio y la cubicación.

BASE DE DATOS

En función de los puntos topográficos de galerías y chimeneas se ubica los canales de muestreo de las zonas de interés económico en cada labor. En las vetas estudiadas sólo existen dos variables de estudio: el ancho de veta o potencia y la ley de oro, aunque estos programas pueden ser adaptados para más elementos.

Estructura de la base de datos:

VETA	ESTE	NORTE	COTA	POTENCIA	LEY
MERCEDES	211345.1	9144567.2	2006.2	1.25	22.12

Obviamente que a partir de los puntos topográficos se confecciona en AutoCAD el plano de cubicación el cual es dinámico al actualizarse según sea el avance de las exploraciones y/o la explotación.

Se ilustra el plano en planta de la veta Choloque, resaltando con amarillo las zonas económicas intersectada en las labores.

TRATAMIENTO DE LAS VARIABLES

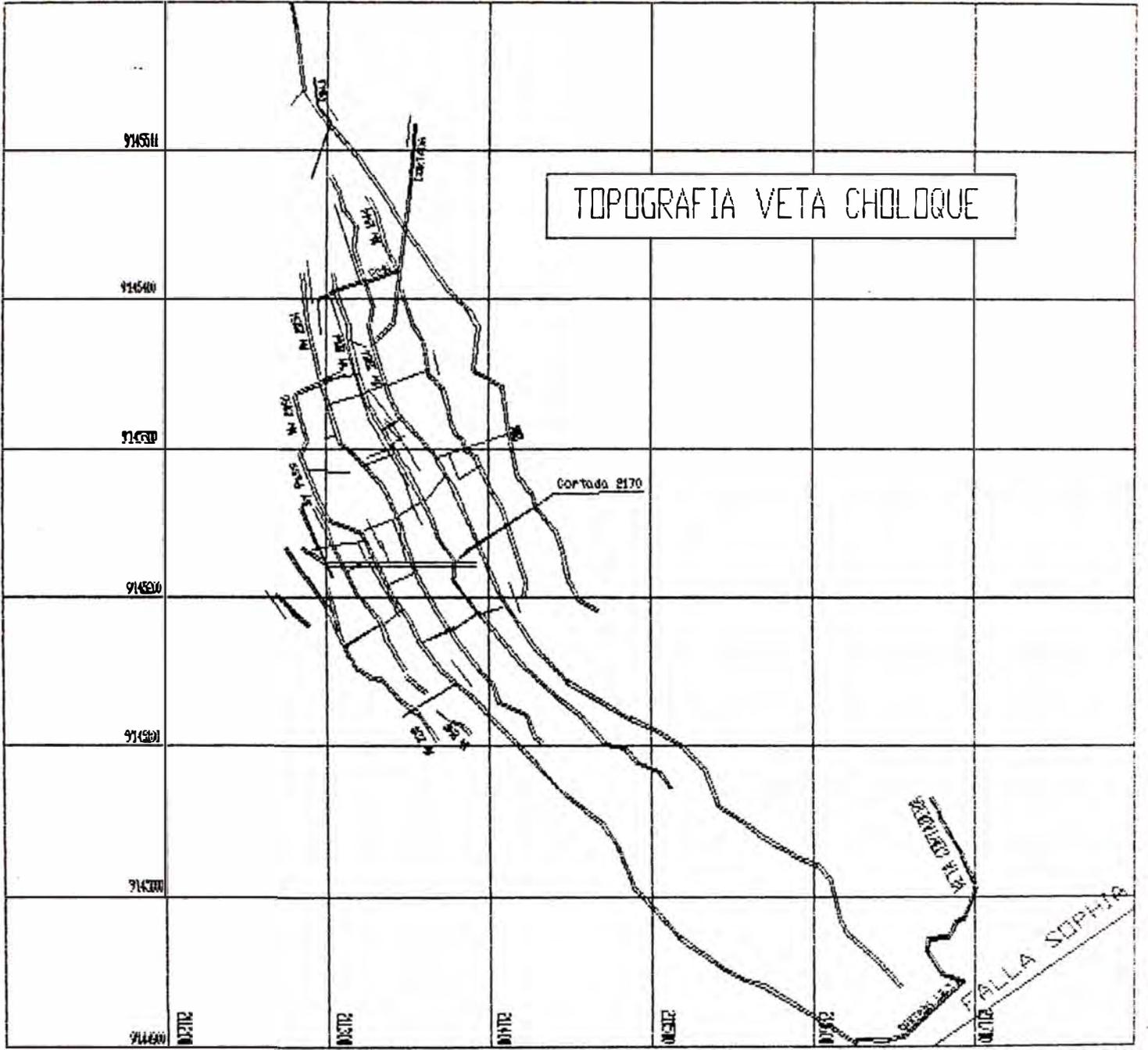
A partir de la base de datos se calcula las coordenadas y cotas extremas; que luego de calcular el variograma se decide la longitud del lado de la red de trabajo.

La ilustración adjunta del cubo con rasgos geológicos hipotéticos da una clara idea del tratamiento. Como se puede ver en la ilustración mencionada habrá paneles que contienen información geológica valiosa en los cuales se realizará la cubicación mediante el krigeage.

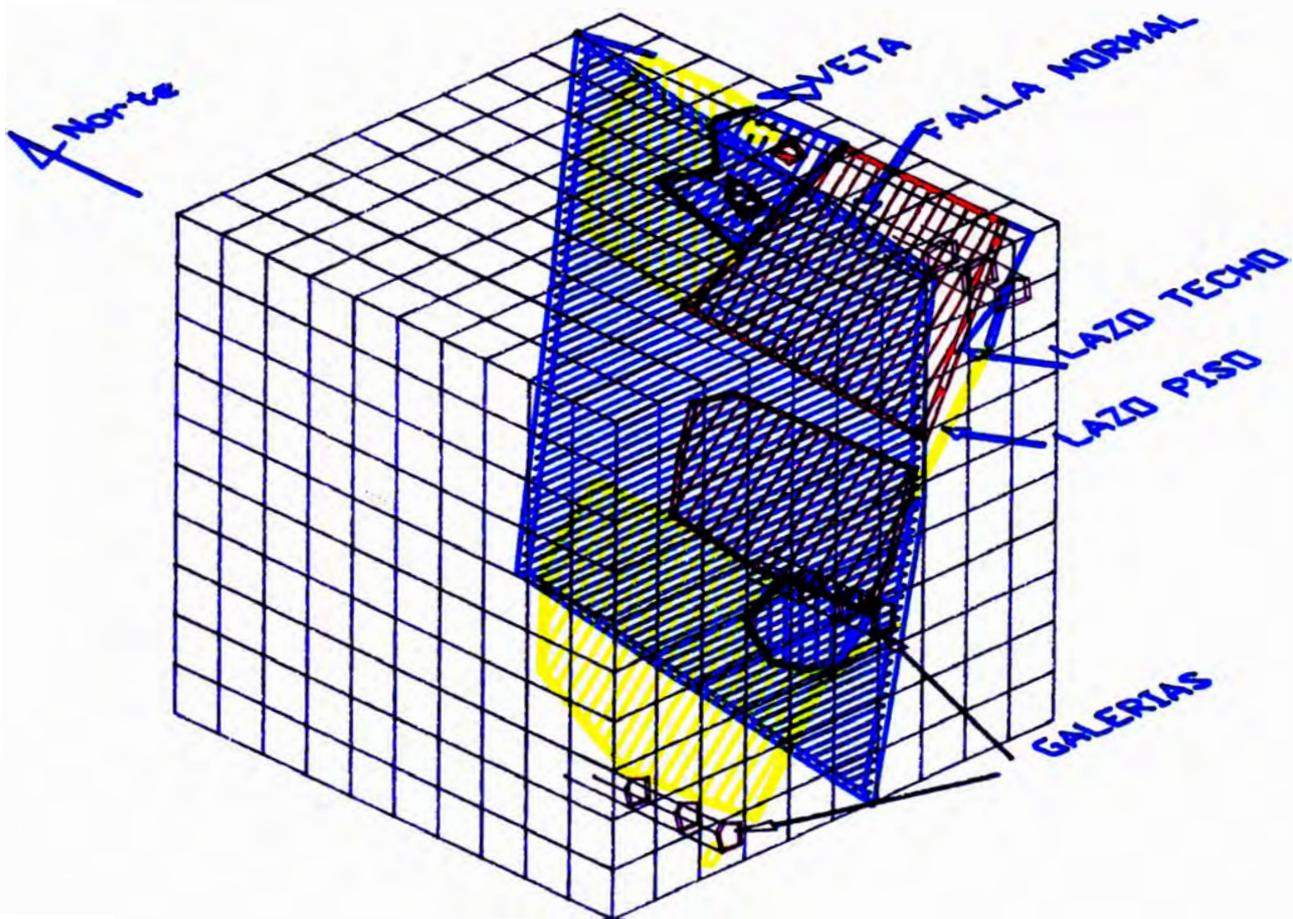
Naturalmente que la ejecución de este modelo obliga al geólogo residente a la confecciones de cortes o secciones transversales, tantos como paneles existan, vale decir uno por cada línea de mallado.

Se ha decidido que la longitud del mallado sea de 10.0 m. por lado para las tres vetas trabajadas: veta Mercedes a ambos lados de la falla Corihuarmi, veta La Lima2 y la veta Choloque, esta última con fuerte disturbación tectónica.

TOPOGRAFIA VETA CHOLOQUE



CONFIGURACION ESPACIAL DE UNA VETA



LEYENDA:

- | NOZA DE PIZCADO
- | NOZA OCUPADA
- | NOZA DE SCLFUCION

PROGRAMAS DE APLICACION

A continuación transcribo los objetivos de cada uno de los programas que forman este paquete de estudio:

- GRAF1.- Edición sobre una página de la nube de correlación de dos variables escogidas entre las N_v variables definidas.
- CORR .- Cálculo de medias, varianzas y coeficiente de correlación, pareja por pareja para N_v variables correspondiente a N_d puntos de medida.
- AEDR2 .- Calcula los coeficientes de un polinomio ajustado por el método de los mínimos cuadrados.
- REGRES .- Cálculo de los coeficientes de una ecuación de regresión lineal múltiple.
- GRIBA .- Interpolación de leyes por la técnica de la ponderación por el inverso de la distancia y gráfico de las leyes por rangos de valores (isovalores). Existe una variante a este programa utilizando el alcance o longitud de influencia como radio de limitación al tomar los 10 valores mas cercanos que entren en la estimación.
- TREND .- Determinar la tendencia de superficies de leyes distribuidas en un espacio a dos dimensiones.
- VAHO .- Este programa permite, gracias a algunos subprogramas, calcular el variograma general promedio bruto para datos implantados en malla irregular.
- COVA .- Cálculo y ploteo de la covarianza y coeficiente de correlación para dos variables que se desplazan un vector "h", hacia arriba(+) y hacia abajo (-) según:

$$C_{xy}(h) = E(x,y) - E(x) \cdot E(y)$$
- DLM2 .- Proporciona un cuadro, con el ploteo correspondiente, donde están representados por bancos (según el cubo con veta ilustrado): la media, varianza y N° de compósitos.
- KRIPT10 .-Cálculo de la variable potencia por la técnica del Krigeage puntual de bloques con dimensiones a por b metros.
- KRIPT12 .-Cálculo de la variable acumulación (potxley) por la técnica del Krigeage Log-Normal

puntual, del conjunto de bloques de dimensiones axb metros.

De todos estos programas los más usados son: VAHO, DLM2 y los KRIPT, habiéndose complementado en todo lo posible con el LOTUS, aprovechando los programas de la parte principal de este trabajo.

COMENTARIOS FINALES

La dinámica del trabajo realizado en torno a la estimación geoestadística, desde el inicio a la fecha nos ha permitido mejorar el mecanismo de almacenamiento y tratamiento de los datos.

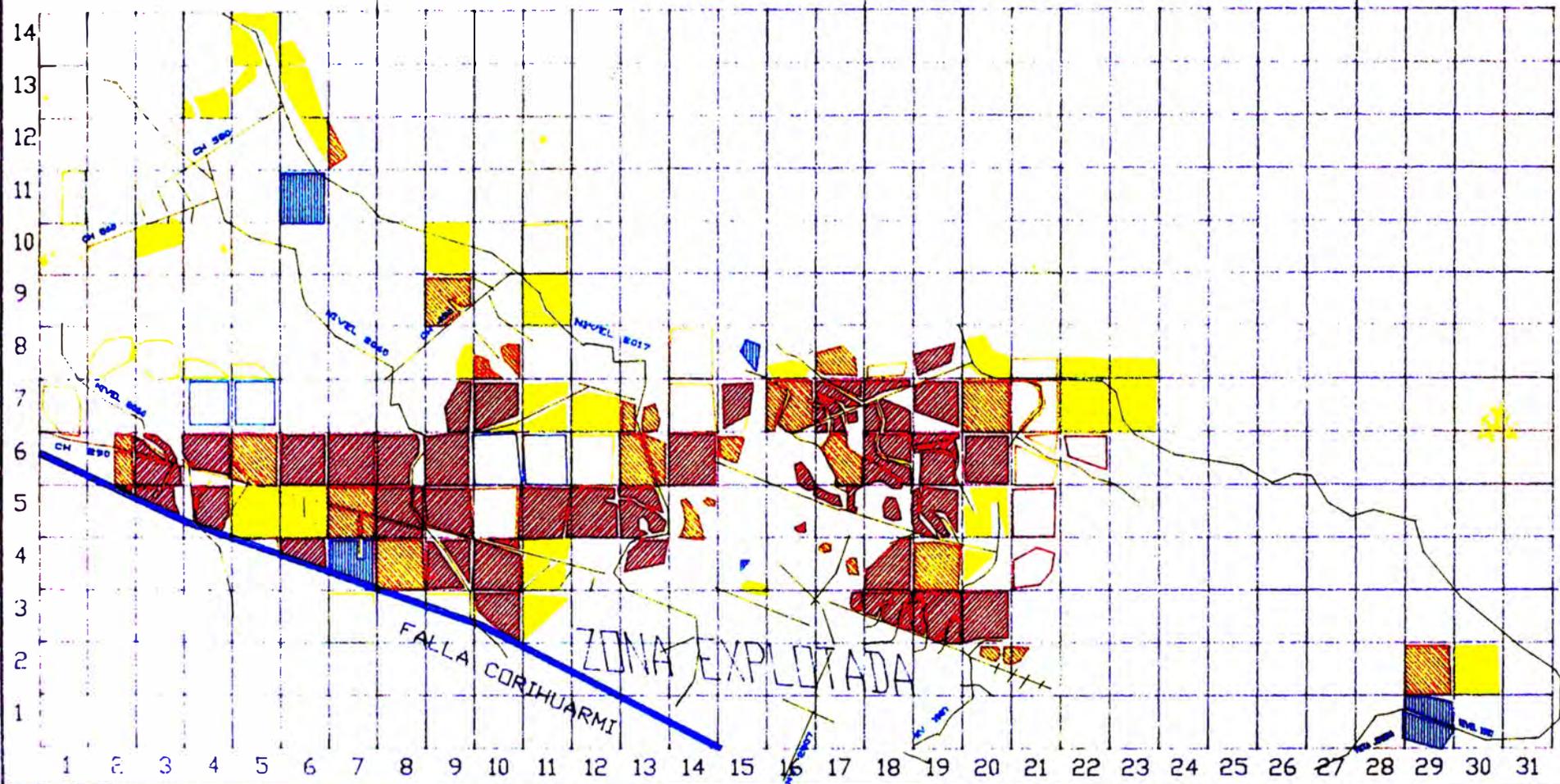
En este año (a Julio de 1,992) se ha avanzado considerablemente al ir implementando los mecanismos y procesos matemáticos intrínsecos a la metodología geoestadística, con otros lenguajes de programación como son el Lenguaje "C" y el Clipper que, con el amigable manejo de ventanas, facilita su utilización para el usuario, los mismos que dan muchas ventajas frente a la rigidez del lenguaje Fortran.

Todo este proceso de gestión de datos se ha empezado creando programas en primer lugar para topografía, después de la experiencia de errores humanos que, por copiar de la calculadora a la tarjeta topográfica o de ésta a la computadora, conducía a almacenar datos de potencias y leyes fuera del plano de la veta, fallas detectables sólo en AutoCad. Ahora el topógrafo sólo tiene que tomar bien sus datos de campo, lo cual es confiable por su experiencia, y tipearlos con cuidado según los requerimientos del programa que calcula y guarda, en forma automática, los resultados del nuevo punto tomado. La gestión de datos para dibujo, distancias, replanteo, etc, también son contemplados.

Así mismo se ha creado la gestión de seguimiento de la cubicación trimestral respecto a la explotación mensual ajustándose en mejor medida las leyes de programación para la explotación del mes siguiente.

Entre los planes del trabajo, una vez que se tenga los programas en los lenguajes mencionados, está también apoyar a la parte operativa, llegando incluso a los análisis de costos.

A continuación mostramos el listado de los variogramas realizados en las tres vetas, con la metodología de tomar la información en el espacio, (programa VAHO.FOR) de Paquete Geofor. Cabe mencionar que estos listados corresponden al variograma promedio de las cuatro direcciones. La modelización de estos variogramas experimentales se ilustran en le CUADRO IV del Resumen.



REFEREN	
PROBABLE	□
PROBADO	□
	□
	□
	□

0 / 10	□
10 (-) 20	□
20 (-) 30	□
30 (-) 40	□
> 40.00	□

ESCALA
1:1250

FECHA
OCTUBRE 1980

COMPANÍA MINERA PODEROSA S. A.

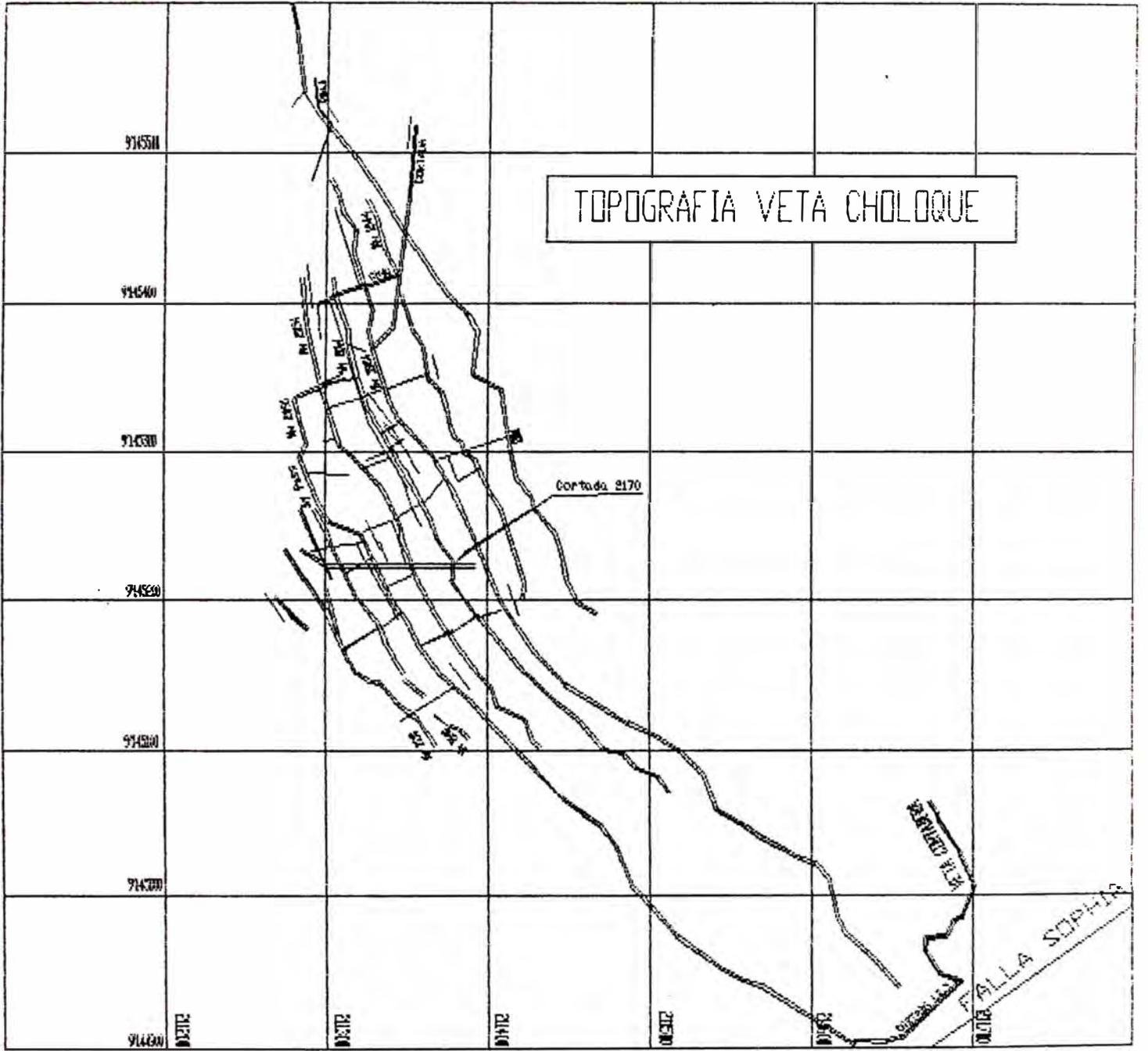
PLANO DE CUBICACION
Método Geostatístico

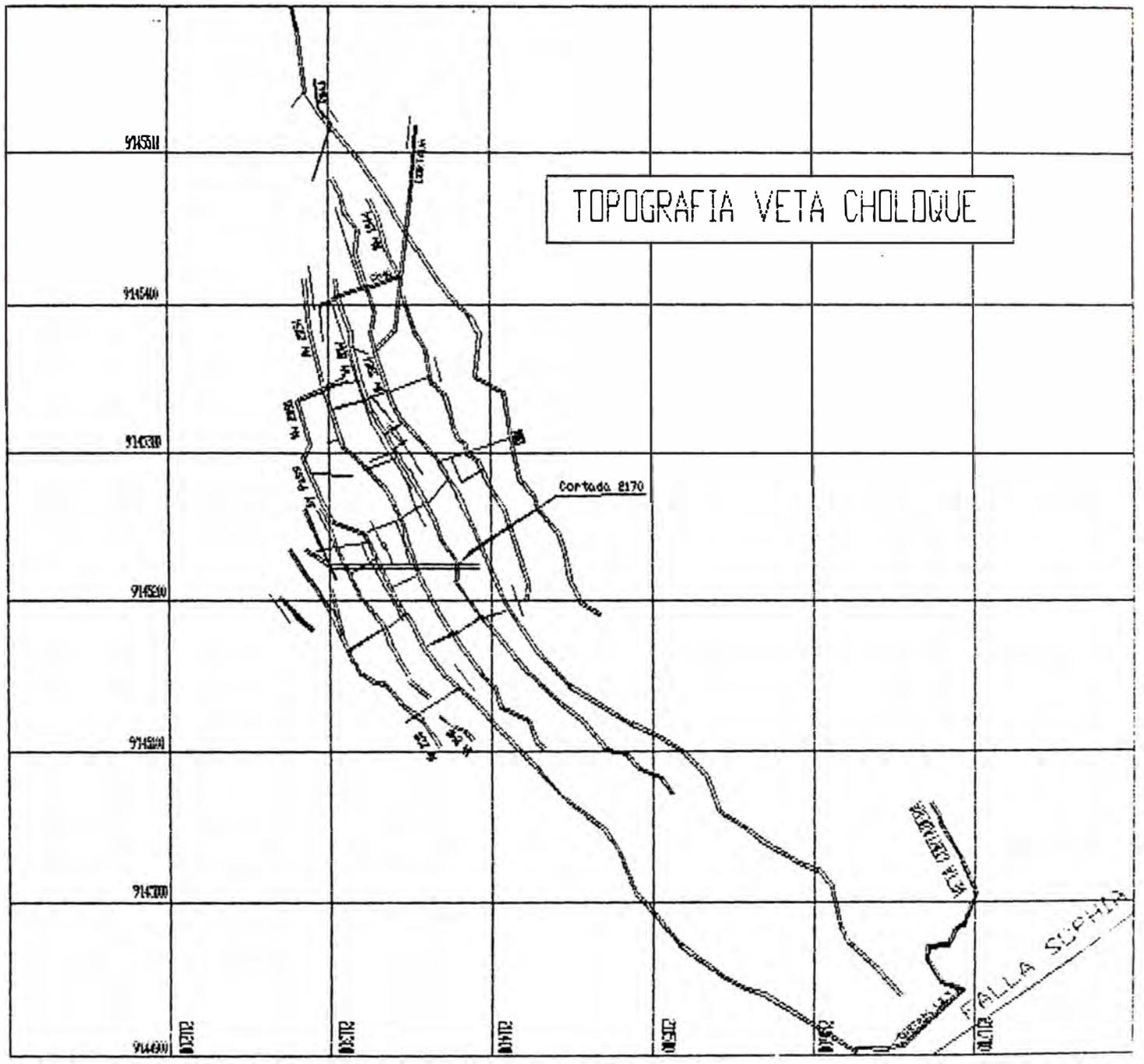
GEOLÓGICA DEL AFRANZ DE MIPLO 1 A ZONED 1
TOPOGRAFIA
DIBUJADO A C A S ONE. ROSAL. ZILUETA TORRES
REVISADO

VARIOGRAMAS DE POTENCIAS Y ACUMULADOS DE LAS VETAS:
SECTOR MARIA, MERCEDES, CHOLOQUE Y LA LIMA2, CALCULADAS CON
DATOS DE AGOSTO DE 1,991

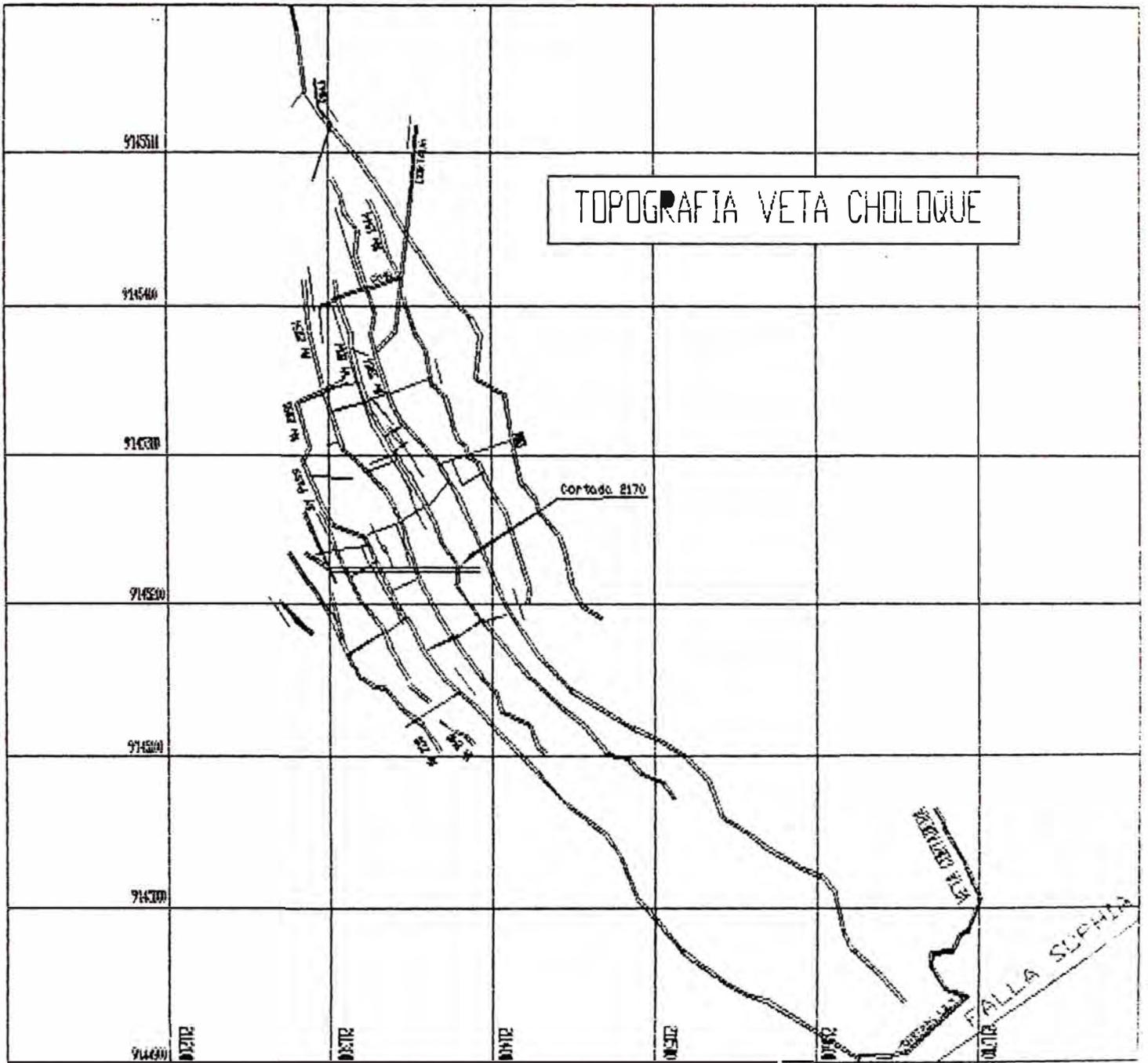
MARIA		MERCEDES		CHOLOQUE		LA LIMA2		
POT	ACUM	POT	ACUM	POT	ACUM	POT	ACUM	
VARIANZAS								
0.221	1.48	0.197	2.268	0.218	1.44	0.128	1.962	
h	G(h)P	G(h)A	G(h)P	G(h)A	G(h)P	G(h)A	G(h)P	G(h)A
0								
1	0.043	0.793	0.041	0.834	0.056	0.564	0.040	0.836
2	0.059	0.985	0.063	1.022	0.089	0.738	0.057	1.052
3	0.072	1.168	0.082	1.097	0.106	0.836	0.072	1.136
4	0.089	1.277	0.106	1.189	0.113	0.898	0.077	1.198
5	0.103	1.474	0.134	1.288	0.131	1.057	0.090	1.227
6	0.112	1.471	0.138	1.337	0.130	1.018	0.096	1.374
7	0.122	1.507	0.141	1.420	0.136	1.074	0.099	1.397
8	0.122	1.484	0.144	1.448	0.148	1.052	0.109	1.493
9	0.127	1.394	0.136	1.400	0.151	1.263	0.114	1.535
10	0.142	1.525	0.134	1.459	0.162	1.263	0.119	1.523
11	0.146	1.668	0.138	1.491	0.168	1.288	0.114	1.573
12	0.163	1.708	0.145	1.569	0.168	1.228	0.116	1.488
13	0.175	1.845	0.151	1.629	0.179	1.280	0.121	1.453
14	0.172	2.088	0.151	1.714	0.166	1.211	0.115	1.462
15	0.172	1.780	0.154	1.626	0.165	1.208	0.110	1.513
16	0.181	1.770	0.153	1.718	0.169	1.251	0.122	1.432
17	0.159	1.674	0.161	1.784	0.169	1.231	0.126	1.460
18	0.161	1.679	0.159	1.763	0.174	1.172	0.136	1.678
19	0.156	1.499	0.168	1.740	0.171	1.277	0.137	1.553
20	0.173	1.594	0.173	1.802	0.172	1.348	0.114	1.520
21	0.169	1.664	0.182	1.831	0.175	1.247	0.122	2.083
22	0.176	1.730	0.179	1.788	0.197	1.176	0.128	1.531
23	0.152	1.638	0.178	1.775	0.221	1.296	0.141	1.587
24	0.156	1.679	0.185	1.843	0.220	1.135	0.139	1.612
25	0.158	2.069	0.190	1.928	0.215	1.213	0.135	1.780
26	0.160	2.061	0.202	1.944	0.218	1.184	0.136	1.743
27	0.155	1.847	0.201	1.928	0.221	1.203	0.143	1.772
28	0.155	2.181	0.211	1.944	0.223	1.209	0.150	1.767
29	0.172	2.310	0.205	1.850	0.229	1.222	0.139	1.643
30	0.211	2.653	0.203	2.011	0.212	1.243	0.143	1.581

TOPOGRAFIA VETA CHOLOQUE



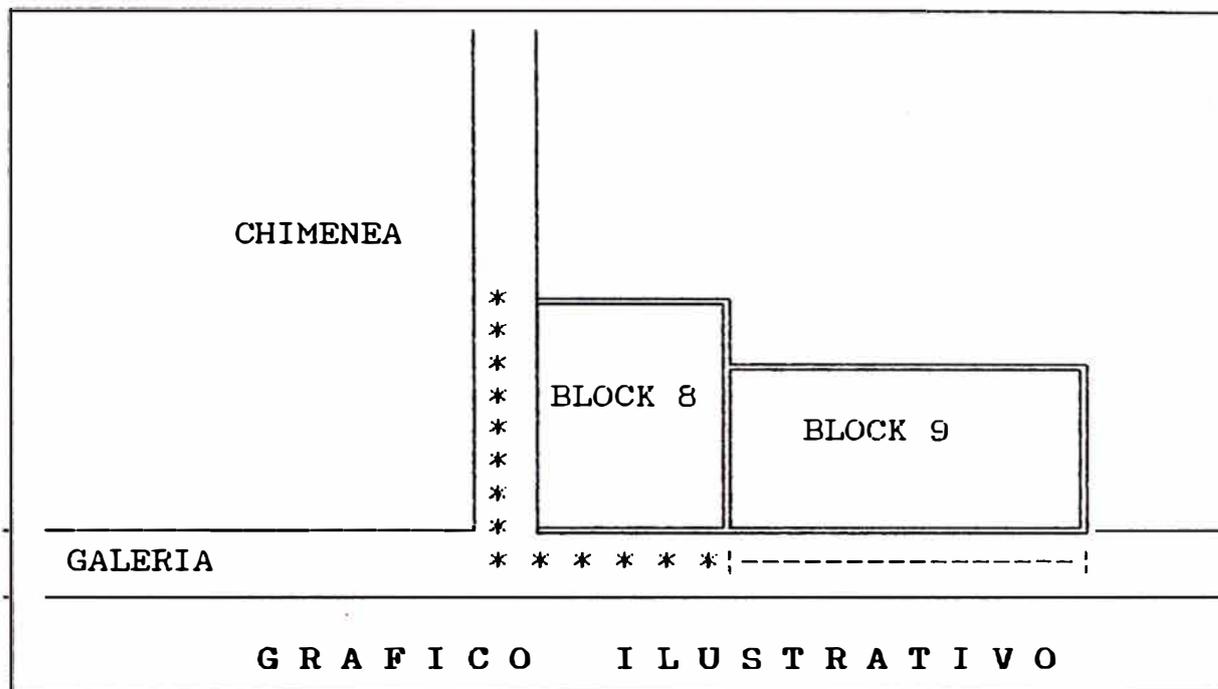


TOPOGRAFIA VETA CHOLOQUE



APENDICE F

La finalidad de este Apéndice es mostrar secuencialmente la estimación geoestadística utilizando programas en Lotus aplicados según lo expuesto en el capítulo IV, a las configuraciones mencionadas.



Los ejemplos consisten en estimar los blocks 8 y 9, de Configuración 2 y 1 respectivamente. Se tiene dos labores: una galería y una chimenea cuyas datos se exponen mas adelante. Los 80 datos en la galería se ubican de derecha a izquierda en el gráfico, teniéndose la intersección de la chimenea a 50 metros de la primera muestra. Las dimensiones de cada block dependen del alcance de los acumulados.

Para entrar a la hoja de cálculo Krige.wk1, donde se ejecutará la estimación de los blocks, es necesario tener los promedios del SECTOR (promedio con todos los datos), promedio de los segmentos de galería, con asteriscos, para el block 8 (B8g), con línea, del block 9 (B9) y promedio del segmento con asteriscos en la chimenea del blocks 8 (B8ch); así como los parámetros geoestadísticos de las labores adyacentes que intervienen en la estimación geoestadística.

	PROMEDIOS		
	pot.sd.	pot.dil.	acum.sd.
SECTOR	0.977	1.256	13.894
B8g	1.048	1.293	19.431
B8ch	1.010	1.276	17.807
B9	1.162	1.484	19.466

CUADRO 1

El cuadro anterior contiene los promedios de potencias sin diluir (pot.sd.), potencias diluidas (pot.dil) y el promedio de acumulado sin diluir (acum.sd.) de cada uno de los soportes que intervendrán con algún ponderador en el promedio del block respectivo.

Así para estimar el block 8 usaremos del cuadro anterior los promedios correspondientes a los soportes B8g, B8ch y SECTOR, tanto para el promedio de potencias como el de acumulados. En este caso se trata de la configuración 2 y por ello se requiere calcular tres ponderadores.

El block 9 usará de la tabla anterior los soportes B9 y SECTOR. Este aspecto geométrico corresponde a la configuración 1.

Para iniciar el Krigeage se carga la hoja de cálculo denominada KRIGE.WK1 jalándose por combinación el cuadro anterior de promedios. Así mismo se debe tener en el sector TABLA de la hoja de cálculo mencionada, los variogramas modelizados de la Galería y de la chimenea.

En el cuadro 2 se muestra los parámetros de la modelización para nuestro ejemplo de las dos labores.

PARAMETROS GEOESTADISTICOS				
LABOR	Co	A	C	
CHIMENEA	0.05	10.00	0.06	<=== POTENCIAS
CHIMENEA	51.90	8.00	15.00	<=== ACUMULADOS
GALERIA	0.05	10.00	0.01	<=== POTENCIAS
GALERIA	90.00	10.00	80.00	<=== ACUMULADOS

CUADRO 2

Donde "C" es la meseta, "A" es el alcance y "Co" el efecto de pepita, habiéndose modelizado con la fórmula de Matheron.

Hay que advertir que los parámetros geoestadísticos modelizados no corresponden a los variogramas experimentales que podrían calcularse del grupo de datos expuestos. Lo único que se ha tomado de estos datos son los soportes de cada block.

Teniendo listos los cuadros anteriores y a la mano los ábacos de las funciones X(chi), F(efe) y H se procede a realizar la estimación geoestadística de los Blocks 8 y 9 del ejemplo.

MANEJO DEL PROGRAMA KRIGE.WK1

El programa se activa con <ALT> "M" mostrando un menú cuyas opciones se explica mediante las figuras del 3 al 8. Las figuras 1 y 2 muestran ESQUEMAS según la configuración del block que se esté estimando. Cada recuadro presenta la zona

titulada: **DE LOS ABACOS**, en que se debe ingresar los datos desde los ábacos. En el caso de la Configuración 1 sólo se utiliza dos ábacos en la estimación, el de $X(L/A, H/A)$ y $F(L/A, H/A)$. En la zona denominada "Datos para el Abaco" se muestra, en forma automática, los valores con los que se debe ingresar al ábaco respectivo, para obtener el valor de la función correspondiente (ver APENDICE D). En la zona **PROMEDIO DE VARIABLES** aparece por extracción los soportes que intervienen en la estimación de la variable, (potencia o acumulado), los que son ponderados en forma automática por los λ respectivos, calculados según el desarrollo del Capítulo IV. Este procedimiento nos brinda el valor estimado Z^* y su "error de estimación" σ .

COMENTARIOS AL MENU

La figura 3 es el primer ejemplo de las opciones que tiene el Menú. La opción **DATOS** sirve para combinar los soportes promediados que intervendrán en la estimación. Según el ejemplo que se desarrolla (**GRAFICO ILUSTRATIVO**), existen 2 blocks por estimar. Se debe incluir en primera fila los promedios correspondientes del **SECTOR**, como se aprecia en **CUADRO 1**. Dicho cuadro presenta los soportes promediados, tomados a partir de los datos presentados, los que se ubican en la zona denominada "DATOS" de la hoja de cálculo **KRIGE.WK1**. Por combinación se debe jalar el cuadro de parámetros geostatísticos (**CUADRO 2**) al sector **TABLA**.

La figura 4 sirve para definir las dimensiones del block y la configuración que tiene. En nuestro ejemplo según los alcances de la variable acumulado el block 8 tiene 16 metros de largo (adyacente a la chimenea) por 8 metros de ancho. En cambio el block 9 es de 20 por 10 metros de alto.

Las figuras 5 y 6 presentan opciones bastantes similares al estimar la potencia y acumulado krigeados. En estas dos fases se hace indispensable tener a la mano los ábacos de las funciones $X(\chi)$, F y H , para tomar de ellos los valores necesarios.

Después de la opción **ACUMULADO** automáticamente se calcula las leyes, diluída y sin diluir, formando el cuadro de resumen de lo cubicado.

Es útil la opción **OTROS** (figura 8) porque guarda ponderadores de un block estimado para ser usado por otro block que posee igual configuración y dimensiones geométricas, en una misma labor.

Con lo expuesto no será difícil para el lector comprobar los resultados de los blocks tomados como ejemplo y mucho mas si llegara a contar con el archivo **Krige.wk1** copiado del autor o digitando los programas que se exponen en el Apéndice C.


```

B1: [W7] \-
DATOS INICIO POTENCIA ACUMULADO SALIDA OTROS
EN "DATOS" escribe SOPORTES de los BLOCES a Estimar.
      B      C      D      E      F      G      H      I      J
1  -----      C O N F I G U R A C I O N  1      -----
2                                     #####
3                                     ! DE LOS ABACOS :
4  PARAMETROS GEORSTADISTICOS      !-----
5  70.00      90      !X(L/A,H/A)= 0.850
6  C      A      Co      !F (L) = 0.589
7  #####      !F(L/A,H/A) = 0.750
8  1.00      8 1.28571      !
9                                     !----- PONDERADORES -----
10                                     !=====
11 -----!LAMBDA1= 0.289
12 DATOS PARA LOS ABACOS (C = 1) !LAMBDA2= 0.711
13                                     !
14 L/A      H/A      !PROMEDIO DE VARIABLES
15 =====
16 1.5      1      ! VAR1 = 33.982
17                                     ! VAR2 = 13.011
18                                     ! Z* = 19.08
19                                     ! Sigma = 3.803
20 #####
29-Apr-92 09:03 PM      CMD      CALC      NUM

```

Figura 3

```

B1: [W7] \-
DATOS INICIO POTENCIA ACUMULADO SALIDA OTROS
Para características del Block
      B      C      D      E      F      G      H      I      J
1  -----      C O N F I G U R A C I O N  1      -----
2                                     #####
3                                     ! DE LOS ABACOS :
4  PARAMETROS GEORSTADISTICOS      !-----
5  70.00      90      !X(L/A,H/A)= 0.850
6  C      A      Co      !F (L) = 0.589
7  #####      !F(L/A,H/A) = 0.750
8  1.00      8 1.28571      !
9                                     !----- PONDERADORES -----
10                                     !=====
11 -----!LAMBDA1= 0.289
12 DATOS PARA LOS ABACOS (C = 1) !LAMBDA2= 0.711
13                                     !
14 L/A      H/A      !PROMEDIO DE VARIABLES
15 =====
16 1.5      1      ! VAR1 = 33.982
17                                     ! VAR2 = 13.011
18                                     ! Z* = 19.08
19                                     ! Sigma = 3.803
20 #####
29-Apr-92 09:04 PM      CMD      CALC      NUM

```

Figura 4

```

B1: [W7] \-
DATOS INICIO POTENCIA ACUMULADO SALIDA OTROS
Estima por KRIGRAGE la potencia
      B      C      D      E      F      G      H      I      J
1  -----      C O N F I G U R A C I O N  1      -----
2              *****
3              ! DE LOS ABACOS :
4  PARAMETROS GEOSTADISTICOS !-----
5  70.00          90          !X(L/A,H/A)= 0.850
6      C      A      Co          !F(L) = 0.589
7  *****          !F(L/A,H/A) = 0.750
8  1.00          8 1.28571          !
9              !----- P O N D E R A D O R E S -----
10             !-----
11             !LAMBDA1= 0.289
12  DATOS PARA LOS ABACOS (C = 1) !LAMBDA2= 0.711
13             !
14      L/A      H/A          !PROMEDIO DE VARIABLES
15  =====
16      1.5      1          !      VAR1 = 33.982
17             !      VAR2 = 13.011
18             !      Z* = 19.08
19             !      Sigma = 3.803
20  @@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
29-Apr-92 09:04 PM          CMD      CALC      NUM

```

Figura 5

```

B1: [W7] \-
DATOS INICIO POTENCIA ACUMULADO SALIDA OTROS
Estima por KRIGRAGE el acumulado
      B      C      D      E      F      G      H      I      J
1  -----      C O N F I G U R A C I O N  1      -----
2              *****
3              ! DE LOS ABACOS :
4  PARAMETROS GEOSTADISTICOS !-----
5  70.00          90          !X(L/A,H/A)= 0.850
6      C      A      Co          !F(L) = 0.589
7  *****          !F(L/A,H/A) = 0.750
8  1.00          8 1.28571          !
9              !----- P O N D E R A D O R E S -----
10             !-----
11             !LAMBDA1= 0.289
12  DATOS PARA LOS ABACOS (C = 1) !LAMBDA2= 0.711
13             !
14      L/A      H/A          !PROMEDIO DE VARIABLES
15  =====
16      1.5      1          !      VAR1 = 33.982
17             !      VAR2 = 13.011
18             !      Z* = 19.08
19             !      Sigma = 3.803
20  @@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
29-Apr-92 09:04 PM          CMD      CALC      NUM

```

Figura 6

ESTIMACION KRIGEADA DE LOS BLOCKS 8 Y 9

1.- Se ingresa a la hoja de cálculo KRIGE.WK1 y se presiona <Alt> "M" obteniéndose en pantalla:

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	-----		C O N F I G U R A C I O N 1					-----		
2			#####							
3										
4							! DE LOS ABACOS :			
5	PARAMETROS GEORSTADISTICOS						-----			
6	70.00		90				!X(L/A,H/A)=	0.850		
7	C	A	Co				!F(L) =	0.589		
8	*****						!F(L/A,H/A) =	0.750		
9	1.00		8 1.28571				-----	PONDERADORES	-----	
10							=====			
11							!LAMBDA1=	0.289		
12	DATOS PARA LOS ABACOS (C = 1)						!LAMBDA2=	0.711		
13							-----	PROMEDIO DE VARIABLES	-----	
14	L/A	H/A								
15	=====									
16	1.5	1					VAR1 =	33.902		
17							VAR2 =	13.011		
18							Z* =	19.08		
19							Sigma =	3.803		
20	#####									
	29-Apr-92	09:03 PM					CALC	NUM		

2.-Del Menú se elige la opción DATOS, para combinar el archivo SOPORTE.WK1.

	Enter name of file to combine: C:\ANGEL*.wk?									
	KRIGE.WK1	LAGRAGE.WK1	SOPORTE.WK1	MIGUEL\	UTIL\					
	M	N	O	P	Q	R	S	T		
61	DATOS DE LOS SOPORTES									
62	=====									
63	BLOCK	POT SD	POT D	ACUM						
64	=====									
65										
66										
67										
68										
69										
70										
71										
72										
73										
74										
75										
76										
77										
78										
79										
80										
	26-Jun-92	09:23 PM					CHD	CALC	NUM	

3.- El programa por combinación incorpora los soportes promediados de los blocks.

```

DATOS INICIO POTENCIA ACUMULADO SALIDA OTROS
EN "DATOS" escribe SOPORTES de los BLOCKS a Estimar.
      M      N      O      P      Q      R      S      T
61 DATOS DE LOS SOPORTES
62 =====
63 BLOCK  POT SD  POT D  ACUM
64 =====
65 SECTOR    0.977  1.256  13.894
66 B8g      1.048  1.293  19.431
67 B8ch     1.010  1.276  17.807
68 B9       1.162  1.484  19.466
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
26-Jun-92 09:23 PM                      CMD    CALC    NUM
  
```

4. Ahora se elige la opción INICIO para ingresar las características geométricas del Block que se va a estimar. En este caso el block 8.

* Se digita la longitud Horizontal (en galería)

```

Longitud=8
      M      N      O      P      Q      R      S      T
61 DATOS DE LOS SOPORTES
62 =====
63 BLOCK  POT SD  POT D  ACUM
64 =====
65 SECTOR    0.977  1.256  13.894
66 B8g      1.048  1.293  19.431
67 B8ch     1.010  1.276  17.807
68 B9       1.162  1.484  19.466
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
26-Jun-92 09:24 PM                      CMD    CALC    NUM
  
```

5.- * Se digita el alto del Block (en Chimenea)

```
Alto=16
```

	M	N	O	P	Q	R	S	T
61	DATOS DE LOS SOPORTES							
62	=====							
63	BLOCK	POT SD	POT D	ACUM				
64	=====							
65	SECTOR	0.977	1.256	13.894				
66	B8g	1.048	1.293	19.431				
67	B8ch	1.010	1.276	17.807				
68	B9	1.162	1.484	19.466				
69								
70								
71								
72								
73								
74								
75								
76								
77								
78								
79								
80								
26-Jun-92	09:24 PM				CMD	CALC	NUM	

6.- Se define la Configuración que tiene el Block. (en este caso es 2)

```
M61: DATOS DE LOS SOPORTES
```

Tenemos Configuracion = 2

	M	N	O	P	Q	R	S	T
61	DATOS DE LOS SOPORTES							
62	=====							
63	BLOCK	POT SD	POT D	ACUM				
64	=====							
65	SECTOR	0.977	1.256	13.894				
66	B8g	1.048	1.293	19.431				
67	B8ch	1.010	1.276	17.807				
68	B9	1.162	1.484	19.466				
69								
70								
71								
72								
73								
74								
75								
76								
77								
78								
79								
80								
26-Jun-92	09:25 PM				CMD	CALC	NUM	

7.- * Se da el nombre del block (número 8)

```

block No=8
      M      N      O      P      Q      R      S      T
61  DATOS DE LOS SOPORTES
62  =====
63  BLOCK   POT SD  POT D   ACUM
64  =====
65  SECTOR      0.977  1.256  13.894
66  B8g         1.048  1.293  19.431
67  B8ch        1.010  1.276  17.807
68  B9          1.162  1.484  19.466
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
26-Jun-92  09:25 PM                      CMD    CALC  NUM
  
```

CALCULO DE LA POTENCIA

- 8.- Para este paso se elige POTENCIA. Mostrándose el siguiente Cuadro. Primero se tomará parámetros (de Potencia) en Galería y luego en Chimenea.
 * Para Galería poner cursor en celda L7 y pulsar <ENTER>.

```

L7: (F2) 0.05                                READY
      K      L      M      N      O      P      Q      R
1  Parámetros Geoestadísticos
2  LABOR      C      A      Co
3  =====
4  CHIMENEA   0.05   10   0.06 <<====POTENCIAS
5  CHIMENEA  51.90   8   15.00 <<====ACUMULADOS
6  *****
7  GALERIA    0.05   10   0.01 <<====POTENCIAS
8  GALERIA   90.00  10  80.00 <<====ACUMULADOS
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
26-Jun-92  09:26 PM                      CMD    CALC  NUM
  
```

* Para chimenea poner cursor en L4 y pulsar <ENTER>

	K	L	M	N	O	P	Q	R
4	CHIMENEA	0.05	10	0.06	<<===	POTENCIAS		
5	CHIMENEA	51.90	8	15.00	<<===	ACUMULADOS		
6	*****							
7	GALERIA	0.05	10	0.01	<<===	POTENCIAS		
8	GALERIA	90.00	10	80.00	<<===	ACUMULADOS		
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
26-Jun-92	09:28 PM				CMD	CALC	NUM	

9.- Al ejecutar los pasos anteriores en la zona: DATOS PARA LOS ABACOS, aparecen los valores (0.8,1.6) que usaremos para adquirir los valores de las funciones leídos en los ábacos respectivos. Los valores correspondientes a la función X(chi) se digitan en las celdas H25 y J25; en H27 el de la función F y en la celda H28 la función H. El cursor salta automáticamente a las celdas mencionadas. Los valores de F(L) y F(H) obedecen al desarrollo mostrado en el Capítulo IV. El programa pregunta la variable que se está calculado, POT= 1 y se presiona <Enter>.

H33: (F3) [W7] (1-LUNO-LDOS) EDIT									
CALCULA POT=1 O ACUM=2 ? 1									
	B	C	D	E	F	G	H	I	J
21	-----		CONFIGURACION 2					-----	
22			*****						
23	PARAMETROS	GEOESTADISTICOS		!	DE	LOS	ABACOS :		
24	0.05		0.01	!	-----				
25	C	A	Co	!	X(L/A,H/A)=	0.80	X(H/A,L/A)=	0.83	
26	*****			!	F (L) =	0.37	F (I) =	0.61	
27	1.00	10	0.09	!	F(L/A,H/A) =	0.72			
28			!	H(L/A,H/A) =	0.87			
29	0.05		0.06	!	-----	PONDERA-----			
30	CC	AA	CoC	!	=====				
31	*****			!	LAMBDA1 =	0.254			
32	1.00	10	1.22	!	LAMBDA2 =	0.293			
33	-----			!	LAMBDA3 =	0.453			
34	DATOS PARA	LOS ABACOS (C = 1)	!	-----	PROMEDIO DE VARIABLES				
35	L/A	H/A		!	SOP1 =	1.203			
36	=====			!	SOP2 =	1.276			
37	0.8	1.6		!	SOP3 =	1.256			
38				!	Z* =	1.270			
39				!	Sigma =	0.098			
40	!!								
31-Aug-92	02:51 PM				CMD	CALC	NUM	CAPS	

- 10.- Con los ponderadores Lambda ya calculados (0.254, 0.293 y 0.453) y dado a conocer que se calcula la variable Potencias, para extraer los soportes necesarios, se digita B8g y B8ch consecutivamente.

```

H33: (F3) [W7] (1-LUNO-LDOS)                                EDIT
1* SOPORTE (HZTAL EN CONF. 2):= B8g

      B      C      D      E      F      G      H      I      J
21 -----          C O N F I G U R A C I O N  2          -----
22          *****
23 PARAMETROS GEOESTADISTICOS ! DE LOS ABACOS :
24 0.05          0.01          !-----
25 C      A      Co          !X(L/A,H/A)= 0.80 X(H/A,L/A)= 0.83
26 *****          !F (L) = 0.37 F (I) = 0.61
27 1.00      10      0.09          !F(L/A,H/A) = 0.72
28 .....          !H(L/A,H/A) = 0.87
29 0.05          0.06          !-----PONDERA-----
30 CC      AA      CoC          !-----
31 *****          ! LAMBDA1 = 0.254
32 1.00      10      1.22          ! LAMBDA2 = 0.293
33 -----          ! LAMBDA3 = 0.453
34 DATOS PARA LOS ABACOS (C = 1) !-----PROMEDIO DE VARIABLES
35 L/A      H/A          ! SOP1 = 1.293
36 -----          ! SOP2 = 1.276
37 0.8      1.6          ! SOP3 = 1.256
38          ! Z* = 1.270
39          ! Sigma = 0.098
40 ~~~~~
1-Aug-92 02:52 PM          CMD      CALC      NUM CAPS

```

- 11.- Al haberse digitado B8ch automáticamente extrae y estima las potencias sin diluir y diluidas, con su respectivo Sigma. Presentándose la opción que guarda los ponderadores para usarlos en otro block que tiene los mismos parámetros geoestadísticos.

```

I37: (F3) [W12] 1.256                                EDIT
Guarda ponderadores lambda (S?N) ? : N

      B      C      D      E      F      G      H      I      J
21 -----          C O N F I G U R A C I O N  2          -----
22          *****
23 PARAMETROS GEOESTADISTICOS ! DE LOS ABACOS :
24 0.05          0.01          !-----
25 C      A      Co          !X(L/A,H/A)= 0.80 X(H/A,L/A)= 0.83
26 *****          !F (L) = 0.37 F (I) = 0.61
27 1.00      10      0.09          !F(L/A,H/A) = 0.72
28 .....          !H(L/A,H/A) = 0.87
29 0.05          0.06          !-----PONDERA-----
30 CC      AA      CoC          !-----
31 *****          ! LAMBDA1 = 0.254
32 1.00      10      1.22          ! LAMBDA2 = 0.293
33 -----          ! LAMBDA3 = 0.453
34 DATOS PARA LOS ABACOS (C = 1) !-----PROMEDIO DE VARIABLES
35 L/A      H/A          ! SOP1 = 1.293
36 -----          ! SOP2 = 1.276
37 0.8      1.6          ! SOP3 = 1.256
38          ! Z* = 1.271
39          ! Sigma = 0.094
40 ~~~~~
31-Aug-92 02:52 PM          CMD          NUM CAPS

```

- 12 - El cálculo del Acumulado se ejecuta seleccionando del menú la opción ACUMULADO. El proceso es semejante al caso descrito de potencias. Se puede observar: otros valores en zona DATOS PARA LOS ABACOS, por influencia del alcance en la chimenea (8 metros). Resultando otros ponderadores: 0.161, 0.318 y 0.521. Esta vez se responde ACUM=2, y sin mas preguntas, calcula y guarda los resultados en un cuadro de Resumen.

```

H33: (F3) (W7) (1-LUNO-LDOS)                                EDIT
CALCULA POT=1 O ACUM=2 ?

      B      C      D      E      F      G      H      I      J
21 ----- CONFIGURACION 2 -----
22 *****
23 PARAMETROS GEORSTADISTICOS ! DE LOS ABACOS :
24 90.00      80.00      !-----
25 C      A      Co      !X(L/A,H/A)= 0.84 X(H/A,L/A)= 0.87
26 *****      !F (L) = 0.37 F (I) = 0.68
27 1.00      10      0.89      !F(L/A,H/A) = 0.78
28 -----      !H(L/A,H/A) = 0.88
29 51.90      15.00      !-----PONDERA-----
30 CC      AA      CoC      !-----
31 *****      ! LAMBDA1 = 0.161
32 1.00      8      0.29      ! LAMBDA2 = 0.318
33 -----      ! LAMBDA3 = 0.521
34 DATOS PARA LOS ABACOS (C = 1) !-----PROMEDIO DE VARIABLES
35 L/A      H/A      ! SOP1 = 1.293
36 -----      ! SOP2 = 1.276
37 0.8      2      ! SOP3 = 1.256
38 -----      ! Z* = 1.272
39 -----      ! Sigma = 3.463
40 *****
31-Aug-92 02:56 PM                                CMD      CALC      NUM CAPS

```

CALCULO DEL BLOCK DE CONFIGURACION 1

- 13.- Al final del proceso anterior el programa pregunta si se sigue cubicando. Al responder afirmativamente se activa automáticamente el Menú. Para estimar el block 9, se elige la opción INICIO, ingresando los siguientes parámetros:

- Longitud = 20
- Alto = 10
- Configuración = 1
- Block No = 9

Así como el paso 7, en la Tabla de Parámetros geoestadísticos elegimos los correspondientes a galería, de POTENCIAS; ubicando el cursor en L7.

```

D58: (W8) +L*I

      K      L      M      N      O      P      Q      R
4 CHIMENEA  0.05      10      0.06 <<====POTENCIAS
5 CHIMENEA  51.90      8      15.00 <<====ACUMULADOS
6 *****
7 GALERIA  0.05      10      0.01 <<====POTENCIAS
8 GALERIA  90.00      10      80.00 <<====ACUMULADOS
9
10
11
12
13
14

```

- 14.- Una vez que se escoge los parámetros geoestadísticos se procede a ingresar los valores de las funciones leyendo los ábacos respectivos. Finalmente nos pide ingresar el nombre del soporte (o tramo), o sea B9.

```

D58: [W8] +L*I                               EDIT
NOMBRE DEL TRAMO ? :

      B      C      D      E      F      G      H      I      J
1  -----  CONFIGURACION 1  -----
2  *****
3  ! DE LOS ABACOS :
4  PARAMETROS GEOESTADISTICOS  !-----
5  0.05      0.01      !X(L/A,H/A)= 0.880
6  C      A      Co      ! F(L) = 0.675
7  *****      !F(L/A,H/A) = 0.800
8  1.00      10      0.09
9  !----- PONDERADORES -----
10  !-----
11  !LAMBDA1= 0.364
12  DATOS PARA LOS ABACOS (C = 1) !LAMBDA2= 0.636
13  !
14  L/A      H/A      !PROMEDIO DE VARIABLES
15  -----
16  2      1      !
17  ! SOP1 = 19.466
18  ! SOP2 = 0.977
19  ! Z* = 15.922
20  ! Sigma = 0.091
20  @@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@

```

* Después de digitar el nombre del tramo se tiene el siguiente esquema. Que nos pregunta si se guardan los ponderadores Lambda.

```

D58: [W8] +L*I                               EDIT
Guarda ponderadores lambda (S/N) ? :

      B      C      D      E      F      G      H      I      J
1  -----  CONFIGURACION 1  -----
2  *****
3  ! DE LOS ABACOS :
4  PARAMETROS GEOESTADISTICOS  !-----
5  0.05      0.01      !X(L/A,H/A)= 0.880
6  C      A      Co      ! F(L) = 0.675
7  *****      !F(L/A,H/A) = 0.800
8  1.00      10      0.09
9  !----- PONDERADORES -----
10  !-----
11  !LAMBDA1= 0.364
12  DATOS PARA LOS ABACOS (C = 1) !LAMBDA2= 0.636
13  !
14  L/A      H/A      !PROMEDIO DE VARIABLES
15  -----
16  2      1      !
17  ! SOP1 = 1.484
18  ! SOP2 = 1.256
19  ! Z* = 1.339
20  ! Sigma = 0.091
20  @@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
26-Jun-92 09:57 PM                               CHD                               NUM

```


DATOS DE LAS LABORES

NIVEL	LABOR	FECHA	P.REF	DIST	POTENCIA	LEY
2440	CHIMENEA	DIC88	F.T.Gal.	1	1.00	2.07
2440	CHIMENEA	DIC88		2	1.15	2.40
2440	CHIMENEA	DIC88		3	1.45	7.07
2440	CHIMENEA	DIC88		4	1.00	36.80
2440	CHIMENEA	DIC88		5	0.70	33.10
2440	CHIMENEA	DIC88		6	0.60	32.60
2440	CHIMENEA	DIC88		7	0.85	30.66
2440	CHIMENEA	DIC88		8	1.20	5.67
2440	CHIMENEA	DIC88		9	1.05	44.34
2440	CHIMENEA	DIC88		10	1.10	3.67
2440	CHIMENEA	DIC88		11	1.00	13.23
2440	CHIMENEA	DIC88		12	1.15	14.34
2440	CHIMENEA	DIC88		13	1.00	10.67
2440	CHIMENEA	DIC88		14	0.50	0.67
2440	CHIMENEA	DIC88		15	0.70	12.94
2440	CHIMENEA	DIC88		16	0.65	6.67
2440	CHIMENEA	DIC88		17	0.90	7.20
2440	CHIMENEA	DIC88		18	1.10	2.00
2440	CHIMENEA	DIC88		19	1.00	0.67
2440	CHIMENEA	DIC88		20	0.85	11.00
2440	CHIMENEA	DIC88		21	0.95	62.00
2440	CHIMENEA	DIC88		22	0.95	2.27
2440	CHIMENEA	DIC88		23	0.75	51.00
2440	CHIMENEA	DIC88		24	0.55	70.00
2440	CHIMENEA	DIC88		25	0.60	31.33
2440	CHIMENEA	DIC88		26	0.70	34.67
2440	CHIMENEA	DIC88		27	0.65	80.00
2440	CHIMENEA	DIC88		28	0.85	33.34
2440	CHIMENEA	DIC88		29	0.80	5.33
2440	CHIMENEA	DIC88		30	0.80	0.67
2440	CHIMENEA	DIC88		31	0.70	1.00
2440	CHIMENEA	DIC88		32	0.80	6.00
2440	CHIMENEA	DIC88		33	0.75	8.00
2440	CHIMENEA	DIC88		34	0.85	6.67
2440	CHIMENEA	DIC88		35	1.05	4.34
2440	CHIMENEA	DIC88		36	0.75	4.67
2440	CHIMENEA	DIC88		37	0.85	3.26
2440	CHIMENEA	DIC88		38	0.95	2.00
2440	CHIMENEA	DIC88		39	1.10	1.67
2440	CHIMENEA	DIC88		40	1.05	4.34
2440	CHIMENEA	DIC88		41	1.15	2.90
2440	CHIMENEA	DIC88		42	1.00	1.60
2440	CHIMENEA	DIC88		43	1.20	2.20
2440	CHIMENEA	DIC88		44	1.15	7.00

NIVEL	LABOR	FECHA	P.REF	DIST	POTENCIA	LEY
2440	CHIMENEA	DIC88		45	1.40	18.80
2440	CHIMENEA	DIC88		46	1.25	1.90
2440	CHIMENEA	DIC88		47	1.40	3.20
2440	CHIMENEA	DIC88		48	1.50	3.40
2440	CHIMENEA	DIC88		49	1.40	6.40
2440	CHIMENEA	DIC88		50	1.50	4.40
2440	CHIMENEA	DIC88		51	1.50	16.40
2440	CHIMENEA	DIC88		52	1.40	18.60
2440	CHIMENEA	DIC88		53	1.20	28.60
2440	CHIMENEA	DIC88		54	1.30	1.80
2440	GS	DIC88	PTO.7	1	1.09	22.67
2440	GS	DIC88		2	1.10	6.34
2440	GS	DIC88		3	1.00	59.34
2440	GS	DIC88		4	0.90	16.47
2440	GS	DIC88		5	0.85	32.67
2440	GS	DIC88		6	0.75	15.34
2440	GS	DIC88		7	0.90	10.87
2440	GS	DIC88		8	0.80	17.63
2440	GS	DIC88		9	0.80	2.66
2440	GS	DIC88		10	0.80	4.66
2440	GS	DIC88		11	0.35	14.46
2440	GS	DIC88		12	0.40	15.00
2440	GS	DIC88		13	1.00	6.93
2440	GS	DIC88		14	1.15	9.06
2440	GS	DIC88		15	1.75	24.00
2440	GS	DIC88		16	1.20	4.67
2440	GS	DIC88		17	1.70	4.64
2440	GS	DIC88		18	0.50	24.73
2440	GS	DIC88		19	0.35	40.67
2440	GS	DIC88		20	0.70	2.20
2440	GS	DIC88		21	1.25	3.87
2440	GS	DIC88		22	2.00	23.13
2440	GS	DIC88		23	1.85	48.00
2440	GS	DIC88		24	1.70	22.00
2440	GS	DIC88		25	1.28	19.80
2440	GS	DIC88		26	1.30	17.00
2440	GS	DIC88		27	1.45	6.00
2440	GS	DIC88		28	1.00	8.67
2440	GS	DIC88		29	1.05	1.34
2440	GS	DIC88		30	1.25	27.00
2440	GS	DIC88		31	1.00	3.34
2440	GS	DIC88		32	1.00	37.00
2440	GS	DIC88		33	1.05	20.00
2440	GS	DIC88		34	1.00	49.80
2440	GS	DIC88		35	0.90	47.66

NIVEL	LABOR	FECHA	P.REF	DIST	POTENCIA	LEY
2440	GS	DIC88		36	0.90	2.00
2440	GS	DIC88		37	0.70	36.50
2440	GS	DIC88		38	0.70	29.33
2440	GS	DIC88		39	0.80	22.85
2440	GS	DIC88		40	0.80	9.20
2440	GS	DIC88		41	0.75	24.07
2440	GS	DIC88		42	0.80	17.80
2440	GS	DIC88		43	1.00	8.80
2440	GS	DIC88		44	1.05	14.53
2440	GS	DIC88		45	1.30	9.00
2440	GS	DIC88		46	1.35	10.40
2440	GS	DIC88		47	1.40	8.33
2440	GS	DIC88		48	1.50	18.74
2440	GS	DIC88		49	1.50	18.40
2440	GS	DIC88		50	1.45	8.00
2440	GS	DIC88		51	1.45	6.00
2440	GS	DIC88		52	1.30	5.35
2440	GS	DIC88		53	1.12	11.14
2440	GS	DIC88		54	0.90	1.93
2440	GS	DIC88		55	0.70	2.37
2440	GS	DIC88		56	0.50	1.07
2440	GS	DIC88		57	0.60	0.67
2440	GS	DIC88		58	0.30	23.50
2440	GS	DIC88		59	0.60	37.40
2440	GS	DIC88		60	0.70	30.40
2440	GS	DIC88		61	0.95	55.10
2440	GS	DIC88		62	1.00	5.60
2440	GS	DIC88		63	0.90	4.10
2440	GS	DIC88		64	1.15	3.20
2440	GS	DIC88		65	1.00	1.80
2440	GS	DIC88		66	0.95	1.50
2440	GS	DIC88		67	0.60	2.20
2440	GS	DIC88		68	0.45	2.00
2440	GS	DIC88		69	0.55	2.40
2440	GS	DIC88		70	0.45	6.60
2440	GS	DIC88		71	0.80	2.00
2440	GS	DIC88		72	0.80	5.50
2440	GS	DIC88		73	0.85	10.40
2440	GS	DIC88		74	0.60	2.00
2440	GS	DIC88		75	0.70	5.47
2440	GS	DIC88		76	0.70	1.07
2440	GS	DIC88		77	0.75	12.14
2440	GS	DIC88		78	0.70	6.00
2440	GS	DIC88		79	0.80	3.00
2440	GS	DIC88		80	1.10	2.30