

1  
622.18

P598  
C.3

PROSPECCION MINERA DE COBRE EN LA ZONA DE MONTE NUEVO

TESIS DE GRADO PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO

GEOLOGO - MINERO

EN LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

DE GUAYAQUIL

INGRESADO A INVENTARIO CON  
GRU. D-1584

POR:

Walter Edmundo Pico López

Guayaquil, Septiembre 1968

— 0 —



SECRETARIA

A MI FAMILIA :

Para quienes represento el mejor anhelo realizado , dedico este modesto trabajo con la esperanza de que él refleje el beneficio de su abnegación y mi deseo de superación perenne.



SECRETARIA

## INDICE

	Pag N <sup>o</sup>
<b>I. ANTECEDENTES</b>	
1.1 Resumen	1b
1.2 Reseña Histórica	2b
Columna Estratigráfica Oriental	5b
Columna Estratigráfica del Litoral	6b
Obras de Referencia	7b
<b>II. INTRODUCCION</b>	
2.1 Cordillera de Chugchilan	8b
2.2 Localización	9b
2.3 Clíma y Fisiografía	9b
Agradecimientos	11b
<b>III. EXPLORACION GEOLOGICA</b>	
3.1 Objeto de la exploración	1
3.2 Métodos de Investigación	4
3.3 Petrografía	5
3.4 Geología Estructural	7
3.5 Mineralización	8
<b>IV. EXPLORACION GEOQUIMICA</b>	
4.1 Métodos de Investigación	10
4.2 Anomalías en Sedimentos activos	19
4.3 Distribución e Interpretación	21



SECRETARIA

V. CONCLUSIONES

5.1 Geológicas 26

5.2 Geoquímicas 27

LISTA DE ILUSTRACIONES

Láminas de Rocas

Curvas de Distribución de Frecuencia (Figs. 1 y 2)

Mapas:

Geológico de Monte Nuevo

Localización de muestras de Sedimento

Valores de Cu Cx

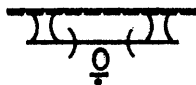
Valores de Cu Hx

Valores de Cu Cx / Cu Hx

Contenido de Cu en muestras de Roca

Localización del Distrito y la zona de Mte. Nuevo

Geológico del Ecuador



## I.-ANTECEDENTES

### 1.1 Resúmen

La región de Mte. Nuevo se halla localizada en la zona central del país (prov. del Cotopaxi), en la porción Noroccidental de las serranías de Chugchilan.

Los trabajos realizados durante el período comprendido entre los años 1965 - 1967, se han concretado en primer lugar a completar la geología regional y la prospección geoquímica preliminar del distrito cuprífero Macuchi - La Plata, propiedad de O.C.Y.M.S.A de cuya Concesión forma parte esta región ; a conocer la geología en detalle para explicar las anomalías obtenidas de los sedimentos activos provenientes del curso superior de los ríos Guadual y Cochapamba y obtener parcialmente el Tenor de Cobre en las rocas volcánicas incluidas en la zona de contacto al rededor del intrusivo diorítico de Mte. Nuevo.

El Batolito diorítico ,cuya extensión y límites a excepción del oriental no son conocidos ,corta sedimentos volcánicos y mantos de lavas considerados como del Cretaceo Superior, que tienen tendencia NNE buzando ligeramente al NW, del mismo modo apófisis del mismo batolito afloran a corta distancia hacia el Este, irrumpiendo en las rocas extrusivas que presentan mineralización diseminada de sulfuros de Cobre que en algunos sitios y a profundidad pudieran encontrarse en concentraciones comerciales.

Innumerables vetillas de Cuarzo que contienen predominantemente Pirita, en menor proporción Calcopirita y en algunos

casos Melibdenita, cruzan tanto el intrusivo como a la aureola de contacto pero en ningún caso de los observados llega a ser de interés inmediato.

Como resultado de las investigaciones geoquímicas se obtubieron anomalías que en sus dos terceras partes comprometen al intrusivo mismo y la parte restante a la zona de contacto exclusivamente.

## 1.2 Reseña Histórica

Cuando los mares comenzaron a invadir la parte septentrional de la América del Sur, en el Ecuador la transgresión se efectuó más tempranamente en la región Oriental que en la Occidental, dando origen a las cuencas respectivas separadas por el macizo de la cordillera Real Preandítica, este marca al mismo tiempo el nacimiento de los Geosinclinales de la Orogenia Neoandítica, por hundimiento regenerativo de la penillanura Varística constituida por rocas Paleozoicas y que por lo tanto sirven de basamento a los sedimentos que en la región Oriental avanzan posiblemente desde fines del Triásico.

En la parte Occidental en la que la transgresión marina como ya dijimos fué posterior, se inició a través del Cretácico Inferior con acumulaciones volcánicas, lavas, piroclastos de carácter ácido e intermedio, areniscas y conglomerados basales de estratificación pobre; estos sedimentos constituyen la formación Pifión que aflora en los piedemontes de las cordilleras costaneras y en los saltos estructurales de la cordillera Occidental.

Las rocas volcánicas mencionadas están constituidas por Diabasas generadas por el magmatismo inicial de la era Neoandídica y que por lo tanto están emplazando e intercalando los sedimentos marinos del Cretáceo Inferior ; la cloritización en las Diabasas supone la presencia de las aguas marinas en su formación .

Asentadas sobre la Piñon están las formaciones Callo y Guayaquil esta última con preponderancia de estratos de tobas y piroclastos endurecidos y que se explica por la actividad volcánica intensa a fines del Cretáceo.

Como el levantamiento de la cordillera Occidental irguió los sedimentos plegados del Cretáceo , el flanco Occidental de la cordillera Neoandídica y en lo que se refiere a la sección que abarca la concesión de OCYMSA , está constituida por sedimentos que son correspondientes a las formaciones Callo y Guayaquil que abarcan desde el Turoniano al Senoniano inclusive , y si ya se han tomado en cuenta las rocas volcánicas porfiríticas alteradas de la zona de Macuchi como las correspondientes a la formación Piñon , se observa subiendo el flanco hacia el E una serie de estratos sedimentarios hasta que en los páramos de Tagualó afloran calizas y travertinos que vendrían a constituir el Mastrichtiense marino de la formación Guayaquil .

El final del Cretáceo y Terciario Inferior marca el plegamiento y levantamiento de la cordillera Occidental que implicó naturalmente la regresión marina , al emerger de

las aguas quedó expuesta a los agentes de denudación que suministraron todo el material para la sedimentación terciaria del Litoral.

Las grietas tectónicas consecuentes al levantamiento Neoandídico sirven para que al final del terciario (Mioceno - Plioceno) mantos lávicos, diques, fluyan junto con tobas y brechas incluidas en corrientes de lava de carácter predominantemente andesíticas q' se superponen varias veces; en forma abundante han llegado a cubrir los bordes de las dos cordilleras y que en la zona en mención están representadas por Andesitas piroxénicas que afloran en el curso superior del río Toachi. Esta actividad volcánica está considerada como producto del magnetismo subsiguiente a la Orogenia Neoandídica.

El cuaternario viene a cerrar la formación de las cordilleras actuales con el volcanismo Pleistoceno - Holoceno que se produjo por las grietas anteriores reabiertas por movimientos epirogénicos de hundimientos y levantamientos y se caracterizan por materiales sueltos no consolidados y que en la región considerada en este estudio se evidencian con mantos de cenizas de textura variable que perduran en las cuchillas de las sierras escapando a la erosión reciente.



Columna: Estratigráfica de la cuenca Amazonica Superior

(Por H.J.Tschopp 1956)

Edad y Posición Estratigráfi. (Con su abreviación unitaria)	Unidades de Roca	Espesor (m)	
Cuaternario Qc	Piedemonte y Mesa depósit.		
Terciario - Reciente QMv	Rocas volcánicas deposita. volcanismo Tercia-Recent.		
Terciario	Miocen.y Pliocen.	Formac.Chambira y Ushpa Formación Curaray Formaciones de Arajuno y Pastaza Superior.	Alrededor 2500-5000
	?Eoceno-Oligoceno	Formaciones de Chalcana y Pastaza Inferior y Medio Formaciones de Cuzutca y Tiyuyaco	
	?Cretáceo Superior -Paleoceno-?Eoce- no Inferior.	Formación Tena.	
Cretáceo Principal      Ki	Rocas Igneas, Principalmen te Intrusivos		
Cretáceo K	Cretáceo Superior Cretáceo Medio	Formación Napo.	240-800
	Cretáceo Inferior	Formación <u>Hollín</u>	80-240
Jurásico Superior- Medio e Inferior.	Jurásico Medio-Superior Jv	Formación Chapiza: En su Parte superior, miembro Misahualli, Equivalente a las Porfiritas e Intrusio nes graníticas subsecuen tes Topo, Granitos, Ki	1500-2700
	Jurásico Inferior	Formación Santiago.	
Paleozoico Pal	Carbonífero (Pensilvánico)	Formación Macuma.	Superior 1250 aprx. Inferior 150-200
	Paleozoico Inferior	Formaciones de Pumbiza	+ 1000
Basamento Metamórfico Cristalino PKm	Paleozoico y/o Pre-Paleozoico.	Ortho y Paragneisses, Es- quistos micaseos y filit- as intruidas por rocas graníticas.	

Columna Estratigráfica del Litoral ecuatoriano

(Por J.G.Marks 1956)

Edad y Posición estrat. (con abreviación Unit)	Unidades de Roca	Espesor (m)	
Cuaternario Qc	Reciente	Piedemonte andino, depósitos aluvial	?
	Pleistoceno	Tablazos, Abanicos aluviales.	?
Cenozoico T	Plioceno	Fm. Puná, Fm. Jama, Fm. Canoa.	80
	Mioceno S.	Parte de la Fm. Borbón, Fm. Punta Gorda, Estratos en la isla Puná.	?
	Mioceno M.	Parte de la Fm. Borbón, Fm. Bahía Fm. Daule, Fm. Progreso.	3000
	Mioceno I.	Parte de la Fm. Angostura; Shales de Onzole y Charapotó; Fm. Subibaja.	600
	Oligoceno S.	Parte de Fm. Angostura; Arenis. de Sn. Agustín; Shales de Viche y Tosagua Fm. Lacruz; Parte de Fm. Rodeo.	650
	Oligoceno M.	Estratos de Cenizas Chumundé; Arenis Zapotal; Parte de Fm. Rodeo.	?
	Oligoceno I.	Fm. Playa Rica; Parte de Fm. Sn Mateo Fm. Punta Ancón.	170
	Eoceno S.	Shales Zapallo; Parte de Fm. Sn Mateo Shales Jusá; Arenisca Salanguillo; Shales Seca; Fm. "Zapotal" (Subsuperf) Red-Beds de El Morro.	275
	Eoceno M.	Calizas Sn. Eduardo; Middle grits; Clay Pebble bed; Clz Javita; Fm Socor	500
Cretáceo superior y Ceno I. Ku	Paleoceno	Areniscas de la Estancia y Sn José Shales Sn José; Fm. Atlanta.	1300
	Cretáceo S.	Fm. Callo; Chert Guayaquil.	3000
Cretáceo	Igneo Ki	Granodiorita de Pascuales.	
Cretáceo o Jurásico	Jv	Volcánicos de Fm. Piñon.	1000
Paleozoico	Pal.	Rocas de Punta Piedra.	

### Referencias

1. Lewis, G.E., Tschopp, H.J., y Marks, J.G., 1956 Ecuador, in Handbook of South American Geology Geol. Soc. America, Memoir 65, p. 251 291.
2. Sauer, Walter, 1960, El mapa Geológico del Ecuador Quito.
3. Sauer, Walter, 1965, Geología del Ecuador, Quito.
4. Takeda, Hideo, 1963, Report on the investigation of ore deposit at the Macuchi Mining District in Cotopaxi Province of Ecuador, Overseas Technical Cooperation Agency, Geological survey of Japan.



SECRETARIA

## II. INTRODUCCION

### 2.1 Cordillera de Chugchilan

La cordillera de Chugchilan que hacia el Norte toma el nombre de cordillera de Sigchos, constituye una faja montañosa que corre con dirección S - N , paralela a la cordillera Occidental a la altura de la Hoya de Latacunga - Ambato, está separada de dicha cordillera por el curso del rio Toachi por cuyas faldas atravieza en toda su longitud. Nace de la cordillera de Angamarca que forma parte del cuerpo mismo de la Occidental de los Andes en alturas q'varían por los 4.000 m.

El flanco Occidental de la cordillera de Chugchilan penetra en el Litoral con serranías sinuosas que nacen relativamente perpendiculares a esta , así tenemos de Sur a Norte las cadenas de : Angamarca - Pílancones, Choasilli - Minchoa, Pilaló - Chiquinquirá , Tagualó , Pataló , Sn. Jerónimo - Choaló, Rayo e Sto. Domingo, en esta última cadena montañosa se encuentra la zona de Mte. Nuevo, a unos 20 k. de la Población de Sigchos.

En general la cordillera de Chugchilan se caracteriza por su topografía agreste , con valles en forma de V , profundos y muy angostos que bajan hacia el Oeste cortando laderas muy pronunciadas ; al Sur hay alturas más predominantes como el Ñuñurco , Sraushi que tienen aproximadamente 4.000 m. ; hacia el Norte va disminuyendo de altura y la topografía se caracteriza por mayor cantidad de valles y lomas de crestas angostas muy

notorias cómo se observan en Guarumal y el Triunfo.

El autor tiene conocimiento de es tudios geológicos preliminares hechos en la zona unicamente por la Cía. Duncan R. Derry . Además estudios petrográficos que se circunscriben al volcán Quilotoa , hechos por T.Wolf (1892) , W. Reiss (1921) ,W. Bergt (1914).

## 2.2 Localización

Lo analizado en el presente trabajo, se refiere a una zona que abarca una superficie de aproximadamente 25 Km<sup>2</sup> de la cuál el 70% se encuentra en las cabeceras del río Cochapamba y el resto en las vertientes del río Guadual.

Como se anotó anteriormente todo el trabajo realizado se ha reducido ha reconocer la parte oriental del intrusivo , pudiendo dar como límite de esta area , la cordillera de Sto.Domingo al Este con una elevación de 3.000 m., al Norte las cadenas de Mirador de Sn.Juan que también constituyen el límite Norte de la vertiente del río Cochapamba; al sur las montañas de la Chala que divide las cuencas de los ríos mencionados arriba.

## 2.3 Clima y Fisiografía

La zona del Mte. Nuevo está ubicada a los 0° 35' de latitud Sur, y a los 79° 00' de latitud Occidental.

La precipitación pluvial se mantiene con diferente intensidad durante todo el año ,siendo mas abundante los últimos meses del año desde Octubre y los primeros meses del año hasta Mayo.

La vegetación en las cimas de las cuchillas es una abundan-  
tísima y enmarañada cubierta compuesta exclusivamente de  
una especie de bambú conocido como "Suro".

Las laderas están cubiertas por vegetación selvática muy  
densa ; los valles angostos tienen vegetación de arbustos  
espinosos abundantes y de muy difícil penetración.

Cuatro cursos mayores de agua dan origen al río Cochapamba  
primero fluyen separadamente pero con una dirección de E-W  
y que luego de unirse se dirigen hacia el Norte.

El sistema del río Guadual es más sencillo  
tiene pocos afluentes en su origen y corren con dirección  
NE -SW.

En general estas corrientes de agua , suministran  
buenos afloramientos , más abundantes abanzando aguas abajo  
pero que sin embargo son de difícil acceso por la fuerte  
variación de la gradiente y la presencia de cascadas q' a  
barcan grandes trechos , además del encañonamiento de los  
valles en una gran parte.

Esta zona carece virtualmente de  
población humana , excepción hecha de contados habitantes  
aislados y temporales que se radican en la partes altas  
la siembra de cereales se realiza en reducida escala , mas *papas*  
atención se presta a la formación de potrerajes para el  
mantenimiento de ganado vacuno y sobre todo caballar y mu *ovejas*  
lar que se utiliza como el único medio de transporte.

## AGRADECIMIENTOS

El autor desea agradecer al Dr. Ian de W. Semple per su continuo interes y consejos durante toda la realizaci3n pr3ctica de este trabajo.

Se debe especial agradecimiento al Sr. Kevin F. Roach Gerente Responsable en el pais de la Compa1ia Duncan R. Derry Ltd. por brindar su autorizaci3n y apoyo al presente trabajo.

Al Ing. Sergio Aguayo ,director de Tesis, que leyo criticamente el manuscrito y contribuyo con sugerencias valiosas en la preparaci3n de este informe. En fin el autor expresa su agradecimiento por la ayuda oportuna de todo el cuerpo de profesores del departamento de Geologia y Minas de la Escuela Polit3cnica del Litoral , as3 como tambien a la direcci3n del mismo por las facilidades prestadas para la utilizaci3n de sus laboratorios .



SECRETARIA

### III.- EXPLORACION GEOLOGICA

3.1. Objeto de la exploración.- La exploración de metales y minerales industriales ha tomado un inusitado auge en los últimos años, metales que son primordialmente <sup>Cu</sup>Níquel, Cobre y Molibdeno, pues las reservas de materia prima mineral serán insuficientes para su plir la demanda mundial dentro de poco tiempo, si tomamos - en cuenta estos dos factores: 1) la demanda ocasionada por el alza del standard de vida; y 2) la demanda debida a las necesidades de una población cada vez más grande.

La exploración se ha dirigido a la búsqueda de depósitos diseminados, especialmente del tipo de "Cobre Perfirítico" y concentrando su atención a zonas mineralizadas e provincias metalíferas conocidas, antes que a nuevas zonas; tal ha sido el caso de esta exploración en el distrito Macuchi - La Plata, sobre la base de existencia de Cobre en estas dos minas. La mina de Macuchi que fué explotada por la Cotopaxi Exploration Company durante 10 años -desde 1.940- y cuya producción total de Cu alcanzó a 25.000 Tons. La mina de La Plata al Norte de este distrito y cuyas reservas de mineral aún no han sido trabajadas. Estos antecedentes han justificado la exploración iniciada por la Duncan R. Derry Ltd. a lo largo de este distrito cuprífero y encaminando la búsqueda a un depósito de Cobre Perfirítico.

A continuación trataremos de dar una idea sobre este tipo de depósitos de Cobre:



PARSONS ha tomado características comunes a este tipo de depósitos, y anota que aunque no se puede dar una definición concisa para todos los depósitos, deben cumplir con estas que anotamos.

- 1.- Estos depósitos son de gran magnitud, en forma que pueden ser minados ventajosamente y en gran escala, por métodos de bajo costo por tonelada - Block caving o Cielo abierto-.
- 2.- Los minerales de Cobre están distribuidos uniformemente a través de grandes secciones o bloques en estos depósitos que son más apropiados para minar por métodos masivos que por los métodos selectivos utilizados en las minas de vetas o filones.
- 3.- Una intrusión de pórfido o roca ígnea íntimamente relacionada ha jugado papel importante en la génesis del mineral, aunque estos pórfidos mismos no constituyen la mayor parte del depósito.
- 4.- Los procesos geológicos conocidos como de enriquecimiento secundario, han operado para concentrar el Cu proveniente desde una zona de disolución superficial; el cuerpo principal de mineral está enriquecido típicamente de Calcosina.
- 5.- La zona de enriquecimiento secundario, naturalmente está por debajo de la zona de material primario, llamado por los geólogos "Pretere".

Para terminar dando una idea completa sobre este tipo de depósitos; exponemos la génesis según PARSONS relacionando con los conocimientos que sobre ellos se tiene por estudio de 24 distritos cupríferos del SW de Estados Unidos y expu

estos por TITLEY y HICKS.

Las depósitos de Cobre Porfirico se han formado:

1.- Intrusión del magma y solidificación.

Estas rocas intrusivas asociadas a estos depósitos se colocan para mayor simplificación en cuatro categorías:

- a) Rocas de composición más ácida, Granito - Riolita. *Liper*
- b) Granodiorita - Riodacita y Cuarzomonzonita - Cuarzolatita.
- c) Cuarzodiorita - Dacita y Monzonita-Latita.
- d) Las rocas más básicas son de composición Diorita - Andesíticas.

2.- Desarrollo de grandes cuerpos diáclazados (Porfidos); estos son fracturados por esfuerzos tensionales y algunos pueden ser grietas de enfriamiento. El hecho más característico de los depósitos de Cobre diseminado y una condición necesaria para su origen, es el intenso fracturamiento del intrusivo, donde existe una alteración hidrotermal, aunque no siempre acompañada de mineral.

3.- Mineralización primaria de los porfidos, por ascenso de soluciones calientes que son emanadas de los profundos y posiblemente estén relacionadas a cuerpos ígneos que todavía no están completamente solidificados. Los minerales primarios son esencialmente sulfuros entre los que predominan Calcopirita y Bornita con menores cantidades de Molibdenita, Esfalerita y Pirita; estos minerales también van acompañados por otros de alteración de los intrusivos, tales como la Sericita. El contenido de Cobre en esta zona primaria raramente iguala al 1% y en

la mayoría de los casos no excede del 0.5%.

4.- El cuerpo con mineralización primaria al quedar expuesto a la meteorización, las aguas superficiales disuelven el Cobre desde la superficie y acarrean hacia abajo a la zona de reducción en donde el Oxígeno está excluido, redepositándose como Calcosina, aunque también se presenta Covellina, Bornita y Calcopirita. En la zona oxidada, Malaquita, Azurita, Cuprita y Crisocola son más o menos abundantes dependiendo de los depósitos.

5.- El afloramiento, la zona de disolución y la zona de sulfuros secundarios se van gradualmente hacia abajo a medida que avanza la erosión, el Cobre llega a concentrarse más y más en la zona de sulfuros secundarios. La Pirita y la Calcopirita son reemplazadas por Calcosina y sulfuros de Cobre asociados. Localmente el mineral primario que generalmente tiene menos que el 0.5 % de Cobre, se convierte en mineral con 1.5 % o más, poco es transportado; el óxido de Hierro está presente. Mucho Silice puede llegar a encontrarse en la superficie junto con el Caolin.

*% de Cu  
2 x plátanos*

3.2 Métodos de Investigación.- El levantamiento de la zona se efectuó contando con un mapa base de mosaicos aéreos no controlados, de una escala aproximada 1:50.000; tomando en cuenta la falta de control sobre el terreno, los mapas han sido eficientes a pesar de las pequeñas distorsiones tanto en escala como en orientación y que en todo momento se trató de reducir al mínimo.

La vía de penetración partiendo de Latacunga que es la ciudad más cercana, se inicia con la población de Sigchos a través de un camino carrozable de no muy buenas condiciones y que empeoran aún mucho más en la época de lluvias, de aquí se dirige al Oeste por un camino de herradura muy transitado hasta el último centro poblado de Quillotaña, continúa el camino de herradura siguiendo la cuchilla de la cordillera del Rayo hasta la de Sto. Domingo, desde donde la penetración se realiza a través de picos.

En total se ha utilizado cinco meses de recorridos en el campo, en los cuales se tomó mil muestras de roca, de las cuales únicamente se confeccionó secciones delgadas de las más representativas.

**3.3 Petrografía.**- Para propósitos de análisis la secuencia estratigráfica se ha dividido en dos unidades, suroriental y noroccidental. Dentro de la primera unidad se incluyen rocas sedimentarias - piroclásticas, Tabas, Brechas y Grav-vacas. La unidad Noroccidental constituye el complejo Igneo-volcánico que comprende el intrusivo, la zona de contacto y un cuerpo de Andesita Perffirica.

**Unidad Suroriental.**- Compuesta casi en su totalidad por sedimentos de material volcánico, Tabas, Brechas tabacacas que muestran laminación, el color varía de pardo obscuro a gris verdosas, varían también de tamaño

de grano y están alteradas por cloritización y silicificación; coladas de lava se encuentra ocasionalmente intercalando las tobas.

Toba (ver lámina Nº 1 )

En el campo se observan en estratos de color variable; bajo el microscopio se encuentra constituida por un 40% de Cuarzo de formas muy angulosas y que muestran lixiviación debida probablemente al ambiente en que fueron depositadas; se observa conteniendo un 5 % de plagioclasas (Andesina). Anotamos también la presencia de un 20 % de Carbonatos como agregados amorfos y un 5 % de fragmentos de otras rocas volcánicas; todo esto está incluido en una matriz criptocristalina silícica que a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z aa ab ac ad ae af ag ah ai aj ak al am an ao ap aq ar as at au av aw ax ay az ba bb bc bd be bf bg bh bi bj bk bl bm bn bo bp bq br bs bt bu bv bw bx by bz ca cb cc cd ce cf cg ch ci cj ck cl cm cn co cp cq cr cs ct cu cv cw cx cy cz da db dc dd de df dg dh di dj dk dl dm dn do dp dq dr ds dt du dv dw dx dy dz ea eb ec ed ee ef eg eh ei ej ek el em en eo ep eq er es et eu ev ew ex ey ez fa fb fc fd fe ff fg fh fi fj fk fl fm fn fo fp fq fr fs ft fu fv fw fx fy  fz ga gb gc gd ge gf gg gh gi gj gk gl gm gn go gp gq gr gs gt gu gv gw gx gy gz ha hb hc hd he hf hg hh hi hj hk hl hm hn ho hp hq hr hs ht hu hv hw hx hy hz ia ib ic id ie if ig ih ii ij ik il im in io ip iq ir is it iu iv iw ix iy iz ja jb jc jd je jf jj jh ji jj jk jl jm jn jo jp jq jr js jt ju ju kv kw kx ky kz la lb lc ld le lf lg lh li lj lk ll lm ln lo lp lq lr ls lt lu lv lw lx ly lz ma mb mc md me mf mg mh mi mj mk ml mm mn mo mp mq mr ms mt mu mv mw mx my mz na nb nc nd ne nf ng nh ni nj nk nl nm nn no np nq nr ns nt nu nv nw nx ny nz oa ob oc od oe of og oh oi oj ok ol om on oo op oq or os ot ou ov ow ox oy oz pa pb pc pd pe pf pg ph pi pj pk pl pm pn po pp pq pr ps pt pu pv pw px py pz qa qb qc qd qe qf qg qh qi qj qk ql qm qn qo qp qq qr qs qt qu qv qw qx qy qz ra rb rc rd re rf rg rh ri rj rk rl rm rn ro rp rq rr rs rt ru rv rw rx ry rz sa sb sc sd se sf sg sh si sj sk sl sm sn so sp sq sr ss st su sv sw sx sy sz ta tb tc td te tf tg th ti tj tk tl tm tn to tp tq tr ts tt tu tv tw tx ty tz ua ub uc ud ue uf ug uh ui uj uk ul um un uo up uq ur us ut uu uv uw ux uy uz va vb vc vd ve vf vg vh vi vj vk vl vm vn vo vp vq vr vs vt vu vv vw vz wa wb wc wd we wf wg wh wi wj wk wl wm wn wo wp wq wr ws wt wu wv wz xa xb xc xd xe xf xg xh xi xj xk xl xm xn xo xp xq xr xs xt xu xv xw xx xy xz ya yb yc yd ye yf yg yh yi yj yk yl ym yn yo yp yq yr ys yt yu yv yw yx yy yz za zb zc zd ze zf zg zh zi zj zk zl zm zn zo zp zq zr zs zt zu zv zw zx zy zz aa ab ac ad ae af ag ah ai aj ak al am an ao ap aq ar as at au av aw ax ay az ba bb bc bd be bf bg bh bi bj bk bl bm bn bo bp bq br bs bt bu bv bw bx by bz ca cb cc cd ce cf cg ch ci cj ck cl cm cn co cp cq cr cs ct cu cv cw cx cy cz da db dc dd de df dg dh di dj dk dl dm dn do dp dq dr ds dt du dv dw dx dy dz ea eb ec ed ee ef eg eh ei ej ek el em en eo ep eq er es et eu ev ew ex ey ez fa fb fc fd fe ff fg fh fi fj fk fl fm fn fo fp fq fr fs ft fu fv fw fx fy fz ga gb gc gd ge gf gg gh gi gj gk gl gm gn go gp gq gr gs gt gu gv gw gx gy gz ha hb hc hd he hf hg hh hi hj hk hl hm hn ho hp hq hr hs ht hu hv hw hx hy hz ia ib ic id ie if ig ih ii ij ik il im in io ip iq ir is it iu iv iw ix iy iz ja jb jc jd je jf jj jh ji jj jk jl jm jn jo jp jq jr js jt ju ju kv kw kx ky kz la lb lc ld le lf lg lh li lj lk ll lm ln lo lp lq lr ls lt lu lv lw lx ly lz ma mb mc md me mf mg mh mi mj mk ml mm mn mo mp mq mr ms mt mu mv mw mx my mz na nb nc nd ne nf ng nh ni nj nk nl nm nn no np nq nr ns nt nu nv nw nx ny nz oa ob oc od oe of og oh oi oj ok ol om on oo op oq or os ot ou ov ow ox oy oz pa pb pc pd pe pf pg ph pi pj pk pl pm pn po pp pq pr ps pt pu pv pw px py pz qa qb qc qd qe qf qg qh qi qj qk ql qm qn qo qp qq qr qs qt qu qv qw qx qy qz ra rb rc rd re rf rg rh ri rj rk rl rm rn ro rp rq rr rs rt ru rv rw rx ry rz sa sb sc sd se sf sg sh si sj sk sl sm sn so sp sq sr ss st su sv sw sx sy sz ta tb tc td te tf tg th ti tj tk tl tm tn to tp tq tr ts tt tu tv tw tx ty tz ua ub uc ud ue uf ug uh ui uj uk ul um un uo up uq ur us ut uu uv uw ux uy uz va vb vc vd ve vf vg vh vi vj vk vl vm vn vo vp vq vr vs vt vu vv vw vz wa wb wc wd we wf wg wh wi wj wk wl wm wn wo wp wq wr ws wt wu wv wz xa xb xc xd xe xf xg xh xi xj xk xl xm xn xo xp xq xr xs xt xu xv xw xx xy xz ya yb yc yd ye yf yg yh yi yj yk yl ym yn yo yp yq yr ys yt yu yv yw yx yy yz za zb zc zd ze zf zg zh zi zj zk zl zm zn zo zp zq zr zs zt zu zv zw zx zy zz

Toba Brecheide (ver lámina Nº 2 )

Principalmente constituida por fragmentos de lavas de tipo variado (Basaltos, Andesitas, etc.) en menor cantidad minerales de formas angulosas tanto de Cuarzo como de plagioclasa (Andesina).

Unidad Noroccidental.- Está constituida por formaciones de roca Ignea tanto intrusiva como extrusiva estableciendo una zona muy compleja por la gran alteración debida al metamorfismo de contacto y a la intensa actividad hidrotermal.

Andesita Porfirica

En el terreno se presenta de un color gris claro de su superficie muy meteorizada y en ciertas partes está transformada a masas arcillosas; se nota la presencia de

fenocristales de Plagioclasas y Anfíboles en transformación a hidrobiotita.

Extrusiva Dacítica (ver lámina Nº 3)

Tiene una matriz criptocristalina silíceas, contiene Cuarzo en un 30 % y Plagioclasas en un 5 %, tiene alteración por Cloritización y mineralización de color verdusco presenta los signos de alteración hidrotermal, fracturas rellenas de cuarzo y carbonatos son muy numerosas en esta formación que está en la zona de con tasto con el intrusivo.

Intrusivo Diorítico (ver lámina Nº 4)

Aunque se evidencia prácticamente como un Porfido Andesítico, ya que se observa una matriz felsítica en una proporción de 30 %, tiene mayor grado de mineralización de sulfuros que en gran parte es Pirita y acompañada en menores cantidades por Calcopirita y Malib- denita. 9.

Los fenocristales son exclusivamente de Plagioclasas (Andesina) que en algunos casos están zonados, componen el 50 % de la roca, los Anfíboles están alterados a Clorita.

3.4 Geología Estructural.- Tratándose de una área reducida la interpretación es tuctural no se complica ya que los sedimentos volcánicos de la unidad Suroriental, se presentan aparente mente como formando un monoclinal correspondiente al

flanco Occidental de la cordillera, los estratos tienen una orientación general de N-S verticales que varían de buzamiento levemente,  $75^{\circ}$  -  $80^{\circ}$  indistintamente tanto al Oeste como al Este; la estrechez de los afloramientos es la causa para no poder apreciar con mayor detalle la estructura de esta formación.

Las rocas Igneas de la formación Moreo Occidental irrumpen en los sedimentos, pero falta aún determinar los límites del intrusivo así como también las rocas asociadas en la parte Occidental.

**3.5 Mineralización.**- Con las observaciones de campo se ha determinado que la mineralización más alta de Calcopirita ocurre en la zona de contacto y no en el intrusivo mismo y se procedió a reconocer en toda su extensión.

El Cuarzo predomina sobre los demás minerales y se encuentra en forma de vetillas hasta de 4 cm. de espesor, en la mayor parte de casos tienen un relleno final de Pirita y al sur de la zona también se presenta Molibdenita.

La acción del Silicio y la transformación y reemplazamiento de los minerales de la roca por Clerita y Cericita, forman en una etapa final de alteración zonas de roca transformadas en agregados Cuarzo-Cericítico con abundante Pirita.

La mineralización de Calcopirita ocurre

en distinto grado en toda la zona de contacto rellenan  
de pequeñas fracturas y siempre acompañada de Pirita.  
Se ha encontrado zonas mineralizadas de buen conte -  
nido de Esfalerita pero de tamaño muy reducido.



SECRETARIA

2 2 2 2 2 2 2

2 2 2 2 2

2 2 2

2



#### IV. EXPLORACION GEOQUIMICA

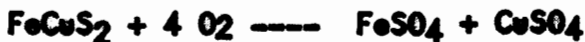
4.1. Métodos de Investigación.- La exploración geoquímica mineral se basa en la medición sistemática de una o más propiedades químicas de materiales que se encuentran en la naturaleza. La propiedad química que más se investiga en los materiales es la traza de elemento o grupo de elementos y el material natural investigado puede ser roca, suelo, vegetación, sedimentos activos, agua, etc. El propósito de la medición es determinar el carácter químico e las anomalías relacionadas a la mineralización.

Tratándose en este caso exclusivamente del Cobre expondremos a continuación el carácter geoquímico de este elemento en lo que se refiere a la dispersión.

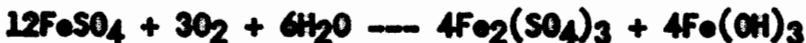
Mineral Primario: CALCOPIRITA (inestable)  $\text{FeCuS}_2$

Considerando el ambiente húmedo y la presencia de abundante agua la dispersión secundaria se realizaría así:

Primero por oxidación natural.



Estas dos nuevas substancias son solubles pero no son estables, pues en presencia de agua:



Este sulfato férrico es muy agresivo y ataca a la Calcopirita en presencia de más agua y Oxígeno:



En esta forma de sulfato queda el Cobre transportado en se-

lución por aguas superficiales.

El ácido sulfúrico que también se produce por la oxidación de la Pirita; hará que el Cobre en solución desaparezca si la roca cercana no tiene neutralizadores suficientemente fuertes.

Juega papel importante la cantidad de Pirita en relación con la cantidad de sulfuros de Cobre, porque su mayor contenido de Azufre dará también suficiente SO<sub>3</sub> como para formar sulfatos de Cobre y Hierro transportables.

Si la roca tiene minerales pueden neutralizar la solución como por ejemplo carbonatos o hidratos de caliza, incrementarán el pH y precipitará el Cobre en cualquiera de las siguientes formas; -El cobre precipita a un pH entre 5 y 5 1/2-

En aguas carbonatadas:



En este caso precipita MALQUITA y Sulfato de Calcio que cementan los sedimentos.

En aguas duras que también tienen bicarbonato de Magnesio y Hierro:



En este caso precipita AZURITA pero el sulfato de Magnesio sigue en transporte porque es soluble.

Cuando el agua tiene SiO<sub>2</sub> en forma de gel:



El sulfato de Cobre reacciona formando CRISOCOLA.

(CuSiO<sub>3</sub>·nH<sub>2</sub>O), que precipita.

Estas reacciones son posibles en la zona de oxidación y los sedimentos pueden ser anómalos por ser productos de meteorización de una zona o porque los minerales anteriores se han precipitado sobre ellos.

En la exploración geoquímica de Mte. Nuevo se ha dirigido la investigación a los sedimentos activos y se ha procedido a determinar las trazas de Cobre existente en ellos.

Se ha utilizado para esto los métodos de M.A. Gilbert usados por el Servicio Geológico de Canadá con revisiones y sugerencias del Dr. Helman, del Departamento de Geoquímica Canadiense en su visita a esta concesión.

El promedio de exactitud de las pruebas descritas a continuación depende de la habilidad y experiencia del analista por un operador común y sobre un campo de 10 a 200 ppm, una exactitud de más de 20 % puede ser alcanzada.

#### Preparación de las Muestras.-

(Muestras de sedimentos)

##### Equipo:

Fundas para muestras, de papel Kraft; hechas con goma resistente al agua.

Estufa u otro medio para el secado de las muestras.

Espátula y Mortero (100 mm.) de porcelana.

Seis tamices no contaminadores que alcancen desde 20 a 200 mallas por pulgada lineal.

Este grupo incluirá un tamiz de malla 80.

Una brocha de 1/2" y un marcador.

##### Procedimiento:

Secar la muestra al aire, o en una estufa alrededor de los 100°C.

Moler las muestras suavemente en el mortero y tamizarlo sobre un papel liso. La fracción inferior a la malla 80 es satisfactoria para este propósito, pero el tamaño apropiado de malla sólo se escogerá según el caso.

Limpie el mortero, tamiz y papel con la brocha antes de tratar la próxima muestra.

La fracción tamizada se recoge en un sobre de muestra numerada, desheche el resto.

1 gramo de muestra tamizada es adecuada para la mayoría de los requerimientos analíticos.

#### Extracción desde la muestra:

Los metales pueden ser extraídos desde las muestras por los siguientes métodos:

a) Tratando con ácido Nítrico caliente.

b) Fundiendo con Disulfato o Piro-sulfato de Potasio.

Deberá hacerse una prueba para encontrar el método más apropiado según el tipo de muestra recogida. La presencia de grandes cantidades de Hierro puede causar dificultades por la oxidación en la obtención del Cobre cuando usamos ácido Nítrico caliente. Debe usarse siempre agua desmineralizada.

#### A.-Tratamiento con ácido Nítrico:

Para mil determinaciones se necesitan:

-Un litro de ácido Nítrico concentrado de grado analítico.

-Agua desmineralizada.

Preparación del equipo para el reactivo.

-Numerar los tubos de ensayo y calibrar al nivel de 3 y 10 cc. con un rayador de vidrio.

-Preparar una solución de ácido Nítrico 3N, por dilución de 125 ml de ácido concentrado, llevándolo a 500 ml. con agua desmineralizada, se pone la solución en una piqueta de polietileno.

Procedimiento:

-Pesar 0,2 gr. de muestra tamizada en un tubo de ensayo pesos más pequeños pueden ser tomados si se espera valores muy altos. Operar en grupos de 30 a 50 muestras. Anote el número de la muestra y del tubo de ensayo.

-Añada 3 cc. de ácido Nítrico de 1 o 3 N.

-Hervir a fuego lento durante una hora.

Añada más ácido Nítrico si es necesario corregir la evaporación. Durante este período el grupo siguiente de muestras puede seguir siendo tratadas y los colores estándar preparados (ver preparación de Standards en la determinación).

-Coger los tubos y diluir a 10 ml. con agua.

-Mezcle bien y deje en reposo durante 15 minutos.

B.-Fusión con Disulfato e Piro-sulfato de Potasio.

Reactivos requeridos para 1000 determinaciones:

-600 gs. de Disulfato de Potasio pulverizado.

-600 cc. de ácido Clorhídrico concentrado de grado analítico.

-Agua desmineralizada.

Preparación de equipos y reactivos:

-Numerar los tubos de ensayo con un rayador de vidrio.

-Preparar una solución de ácido Clorhídrico 1N.

per dilución de 50 cc. de ácido concentrado llevado hasta 500 cc con agua desmineralizada, ponerlo en una botella de Pyrex provista de una pipeta automática de 5 cc.

**Procedimiento:**

-Pesar 0,2 g. en un tubo de ensayo la muestra tamizada, pesos más pequeños pueden ser tomados si se espera valores más altos.

Operar en grupos de 80 a 100 muestras. Anotar el número del tubo y de la muestra.

-Añada 0,5 de fundente per medio de una medida.

-Mezcle el fundente y la muestra.

-Funda hasta que cese la espuma (generalmente de 1 a 3 minutos), los tubos deben estar rotando durante la fusión; si el material que no ha fundido está en los lados del tubo, la fusión debe ser completada per calentamiento del tubo accionado manualmente.

-Deje enfriar el fundido y añada 5 ml. de HCl 1N.

-Ponga 5 a 10 minutos sobre una bandeja con arena, hasta que el fundido se haya fraccionado en partículas.

-Añada 5 ml. de agua y mezcle bien (Desde una botella Pyrex con pipeta automática).

**Determinación del Cobre.**

**Reactivos para mil determinaciones:**

0.15g Difenilthiocarbazone (Dithizona), grado analítico.

-0.1 g Thymol Azul e 10 ml. de solución 0.04 %

-150 g Citrato de Amonium (Dibásico)

-150 g Acloruro de Hidroxilamina.

- 150 ml. Acide Clorhídrico concentrado
- 3        Tabletas de Hidróxido de Sodio.
- 0.2 g. Sulfato de Cobre ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), grado analítico.
- 8        1 Tetracloruro de Carbono (grado analítico). Este Tetracloruro puede ser recuperado al final. Otros solventes pueden ser usados como Xileno, White Spirit (Shel sol, Barsol), estos tienden a dar una solución estable y esto no es conveniente. Benceno y Tolueno son usados en el campo pero en el laboratorio su volatilidad, inflamabilidad, venenosidad y la naturaleza de sus vapores crean fuego y temperaturas peligrosas. El Tetracloruro de Carbono es también tóxico, pero distinto a los mencionados arriba, tiene una gravedad específica mayor que el agua y está protegida del contacto directo con el aire por una capa acuosa, es necesario que el laboratorio sea bien ventilado.

**Preparación de equipos y reactivos:**

- Marque sobre los cerchos de los tubos - 0,  $\frac{1}{2}$ , 1, 1 $\frac{1}{2}$ , ..... 4 (esto señala el número de microgramos de Cobre en los Standards), y la cabeza de otros 10 cerchos marque con letras de la "a" a la "j"; elimine cualquier impregnación de Cobre en el cercho lavando con Dithizona y solución de Citrato, como se indica a continuación.
- Preparar una solución de 0.0, % de Dithizona en Tetracloruro de Carbono, por dilución de 0.04 g de Dithizona en 400 ml. de Tetracloruro de Carbono. Agitar fuertemente y poner en reposo durante la noche, almacene en un termo.
- Preparar una solución de 0.04 % de Thymol Azul por disolución de 0.1 g del sólido en 2 ml. de NaOH 0.1N, diluir a 250 ml. con agua, almacenar en una botella de Pyrex.
- Preparar una solución de Citrato, disolviendo 100 g de

Citrato de Amonium y 100 g de Cloruro de Hidroxilamina en 600 ml. de agua. Añada 10 ml. de solución de Thymol Azul, agite por 2 o 3 minutos en un embudo de separación, con sucesivas adiciones de 50 ml. de solución de 0.01 % de Dithizona, hasta que la capa más baja de Tetracloruro de Carbono, permanezca verde, remueva el exceso de Dithizona por lavados sucesivos por porciones de 50 ml. de Tetracloruro de Carbono, hasta que la fase orgánica permanezca sin color. Lleve a un Litro con agua desmineralizada y poner en una botella de polietileno.

-Preparar una solución de ácido Clorhídrico 1N por dilución de 50 ml. de ácido concentrado llevándolo a 500 ml. con agua en un cilindro graduado, poner la solución en una botella de polietileno.

36% HCl  
36.5 gr/l =

-Preparar una solución Standard de Cobre conteniendo 100 Microgr/ml. por disolución de 0.2 g de Sulfato de Cobre en un poco de agua, añada 50 ml. de ácido Clorhídrico 1N, y diluya a 500 ml. con agua en un frasco volumétrico, almacenarse en una botella de polietileno.

(esta es la solución stock).

-Preparar una solución de Cobre conteniendo 5 Microgr/ml poner una pipetada de 5 ml. de solución Stock en un frasco volumétrico, diluyendo hasta la marca con agua; preparar esta solución fresca una vez por semana.

Procedimiento:

-Pipetee 1 ml. de solución de prueba en un tubo de ensayo. Operar en grupos de 10.



-Añada 1 ml. de solución de Citrato.

-Añada ácido Clorhídrico 1N hasta cuando justamente el color se torne rosado (pH 2).

Si la solución es ya rosada añada Amoniaco 2N hasta que justo se torne amarillo y entonces añada ácido hasta volverla rosada.

-Añada 5 ml. de solución de Dithizena.

Use la pipeta automática colocada en la boca del frasco torne.

-Tape el tubo y agite vigorosamente por dos minutos, agítese en grupos de 10.

-Compare el color en la capa de Tetracloruro de Carbono con los Standards que tienen una cantidad conocida de Cobre (Ver preparación de Standards).

-Cuando el color obtenido esté sobre los Standards, repita los pasos hasta este punto usando un volumen menor de prueba. En este caso limpie el corcho y el tubo.

-Añote el volumen de solución de prueba usada y el número de microgramos de Cobre que tiene el Standard de igual color. Calcule el contenido de Cobre en la muestra original en partes por millón (ppm).

$$\text{Cobre en (ppm)} = \frac{\text{Microgramos del Standard igual} \times 10}{\text{Peso de muestra (g)} \times \text{solución de prueba (ml)}}$$

Preparación de los Standards:

-Pipeteo 0, 0.1, 0.2, 0.3, ..... 0.8 ml. de la solución de Cobre en tubos de ensayo, y proceda como se indica arriba, el campo de color de los Standards va desde el verde pasando por azul hasta el rosado, cubriendo su con

tenido de Cobre de 0 a 4 Microgrames.

Los Standards deben ser preparados frescos todos los días cuando no se usan deben ponerse en la obscuridad.

**4.2. Anomalías en sedimentos activos.**- Las trazas de Cobre existentes en los sedimentos activos, y extraídos en frío y caliente por el método de la Dithizona han servido como un medio de prospección de reconocimiento en toda la concesión.

El análisis de las muestras de sedimento tomadas en todas las corrientes de agua, han dado como resultado la ubicación de anomalías, y con ellas la limitación de áreas de interés para el desarrollo de una inmediata etapa de muestreo sistemático, como el realizado en Mto. Nuevo y cuyos detalles y resultados se expondrán más adelante.

Las trazas de Cobre calculadas en los análisis en partes por millón (ppm) y que corresponden a muestras tomadas en corrientes de agua ubicadas en distintas partes del distrito, han servido para determinar por métodos estadísticos la división del campo de valores para su aplicación común.

La exploración geoquímica en la zona de Mto. Nuevo ha sido dirigida a la investigación de los sedimentos activos dejando aparte las que se pudieron hacer en muestras de agua, suelo, minerales pesados concentrados desde los mismos sedimentos, y para este se ha to-

nado en cuenta factores que se relacionan:

1) Con la movilidad del mineral:

Como los sedimentos octivos están compuestos principal - mente por productos insolubles de meteorización, se comprende que el mineral, en nuestro caso el Cobre, esté presente en ellos ya sea formando parte del material - clástico porque la erosión mecánica de las aguas super - ficiales se ha realizado en afloramientos que contienen sulfuros de Cobre, o esté también presente como mate - rial precipitado sobre los sedimentos desde soluciones a guas. En general se tiene que el Cobre proveniente de menas de sulfuros es inmóvil en ambiente calcáreo y se inmóvil en ambiente silíceo y los dos pueden estar pre sentos en la zona.

2) Influencia de las condiciones locales en el transpor - te del mineral:

En esta zona tienen influencia fuerte el clima y el relieve pues la presencia de grandes cantidades de a gua y la fuerte gradiente de la topografía hacen prepon - derar la erosión mecánica en la dispersión del mineral.

3) Facilidades de muestreo:

La anomalía de los sedimentos no siempre implica que ten ga anomalía el agua con la cual esté en contacto; el mues tree de sedimentos es preferible el de agua, por la va - riancia que esta sufre en cantidad y composición en las épocas de lluvia, además los sedimentos presentan fg

cilidades para el transporte, análisis y almacenamiento.

**4.3. Distribución e Interpretación.**- La distribución de los valores en el terreno se apreciará mejor en los mapas de localización - tanto de CuCx como de CuHx.

Según Hawkes y Webb (1962) "La abundancia o cantidad normal de un elemento en la corteza terrestre se denomina Valor Normal Básico o simplemente BACKGROUND y que éste varía según la naturaleza del terreno donde el elemento se encuentre. El Background no es un valor absoluto sino un campo de valores distribuidos uniformemente".

Por tanto las rocas existentes en esta concesión, también tienen un contenido promedio normal de Cobre en ppm. cuya magnitud varía en el campo de Valores Normales Básicos o Background.

La distribución estadística de los valores normales del contenido metálico es simétrica alrededor de la Media Aritmética; tomando los valores de Cobre soluble (método en frío) Cu Cx y de Cobre total (método en caliente) Cu Hx y haciendo la distribución estadística de frecuencia se ha obtenido la Media Aritmética (X) y la Desviación Standard (S)  $X = 6$ ;  $S = 8,4$  para Cu Cx y  $X = 40,2$ ;  $S = 29,7$  para CuCx

Estos valores obtenidos con datos extraídos de un muestreo general de la concesión sirven para realizar la división del campo de valores también válido para toda la región

**DIVISION DEL CAMPO DE VALORES PARA CuCx**Si  $X = 6$  y  $S = 8.4$  tenemos:

$$X + \quad \quad \quad = 6.0$$

$$X + S = 6 + 8.4 = 14.4$$

$$X + 2S = 6 + 16.8 = 22.8$$

$$X + 3S = 6 + 25.2 = 31.2$$

$$X + 4S = 6 + 33.6 = 39.6$$

6.0	(L.Backgr.) Valores Normales Bajos
6.1-14.4	(M.Backgr.) Valores Normales Medios
14.5-22.8	(H.Backgr.) Valores Normales Altos
22.9-31.2	(Threshold) Campo Limite
31.3-39.6	Anomalías Probables
39.7	Anomalías Definitivas

**DIVISION DEL CAMPO DE VALORES PARA CuCx**Si  $X = 40.2$  y  $S = 29.7$  tenemos:

$$X + \quad \quad \quad = 40.2$$

$$X + S = 40.2 + 29.7 = 69.9$$

$$X + 2S = 40.2 + 59.4 = 99.6$$

$$X + 3S = 40.2 + 89.1 = 129.3$$

$$X + 4S = 40.2 + 138.8 = 179.0$$

40.2	(L.Backgr.) Valores Normales Bajos
40.3- 69.9	(M.Backgr.) Valores Normales Medios
70.0- 99.6	(H.Backgr.) Valores Normales Altos
99.7-129.3	(Threshold) Campo Limite
129.4-159.0	Anomalías Probables
159.1	Anomalías Definitivas

El Campo Límite (Threshold) es considerado como el campo de Anomalías Posibles.

Los resultados de CuCx y CuHx, de las muestras pertenecientes a Mte. Nuevo, están dados en la Tabla Nº 1 así como el número de localización.

Como se observa en los mapas respectivos, los valores anómalos se distribuyen en una área que superpuesta sobre el mapa geológico coincide con el intrusivo y su aureola de contacto.<sup>9</sup>

TABLA Nº 1

64 Análisis.

Nº	CuHx ppm	CuCx ppm.	Nº	CuHx ppm	CuCx ppm
7251	375	180	7268	100	28
7252	100	70	7139	500	125
7253	300	170	6994	100	14
7254	250	180	6993	175	14
7255	350	180	6791	94	23
7256	250	98	6790	350	150
7257	100	85	6789	350	98
7258	150	75	6788	350	83
6978	1375	180	6787	2250	180
6979	2500	180	6786	500	170
- 6992	250	180	6785	875	180
6991	1375	180	7142	1375	180
6990	300	170	7143	1750	180
6989	425	180	7144	315	180
6988	375	180	6784	500	170
6987	375	180	6783	350	150

TABLA N<sup>o</sup> 1 (Continuación)

N <sup>o</sup>	CuHx ppm	CuCx ppm	N <sup>o</sup>	CuHx ppm	CuCx ppm
6986	375	130	6782	1500	180
6985	250	180	6780	250	170
6984	500	180	6778	100	65
7269	300	113	6777	100	65
6776	125	55	7201	200	55
6800	1250	180	7000	400	150
6799	2500	180	6999	175	45
6798	2750	180	6998	125	28
7215	150	14	6775	150	38
7213	81	14	6771	125	40
7212	81	14	6772	88	23
7211	175	20	6773	175	65
7205	250	45	6774	250	40
7204	200	43	7273	150	28
7203	150	65	7274	94	14
7202	100	38	7272	125	43

Con estas dos poblaciones de datos confeccionamos las

Tablas de Frecuencia:

Para <u>Cu Cx</u> :	(X)P <sub>m</sub>	(f)
0- 50	25	20
51-100	75	12
101-150	125	6
151-200	175	26

Para <u>Cu Hx</u> :		(X Pm)	(f)
0-1000	54	500	54
1000-2000	6	1500	6
2000-3000	4	2500	4

Tomando en cuenta estas dos tablas de Frecuencia dibujamos los Histogramas y las Curvas de Frecuencia.

(Ver Figs. 1 y 2)

Concretándonos a los datos de Mte. Nueve podemos también - calculando la Desviación Standard obtener la variación de estas anomalías en el campo local de valores.

X	f	$X - \bar{X}$	$(X - \bar{X})^2$	$f(X - \bar{X})^2$
500	54	-218,75	47.851,56	2'583.984,24
1500	6	781,25	610.351,56	3'662.109,36
2500	4	1781,25	3'272.851,56	<u>13'091.406,24</u>
				19'337.499,84

$$S = \frac{f (X - \bar{X})^2}{f}$$

$$S^2 = \frac{19'337.499,84}{64} = 302.148,435. \text{-- Para } \underline{CuHx} \quad \underline{S = 549,67}$$

X	f	$X - \bar{X}$	$(X - \bar{X})^2$	$f(X - \bar{X})^2$
25	20	-79,68	6.348,90	126.978,00
75	12	-29,68	880,90	10.570,80
125	6	20,32	412,90	2.477,40
175	26	70,32	4.944,90	<u>128.567,40</u>
				268.593,60

$$S = \frac{268.593,60}{64} = 4165,51. \text{-- Para } \underline{CuCx} \quad \underline{S = 64,54}$$



## V. CONCLUSIONES

5.1. Geológicas.- Los datos de campo complementados con los de laboratorio (tipo de roca, formaciones, distribución de la alteración, valores de ensayos, etc.), han dado el material que llevado a planos y secciones, servirán de guía para continuar la exploración minera en esta zona.

Los tipos de roca observados son de carácter intermedio y favorables para la formación de depósitos de Cobre porfirítico; la alteración hidrotermal es evidente así como la mineralización de la cual está acompañada.

Con la confección de secciones delgadas se ha llegado a determinar que el considerado Intrusivo Diorítico se presenta más como un porfido Andesítico, sugiriéndose con este que el afloramiento corresponde a la parte superior del intrusivo que ha tenido un enfriamiento más rápido, pues todavía la erosión no ha logrado sino hacer desaparecer la roca encajante en la parte superior y quizá alguna parte del intrusivo, se ha encontrado además restos de un Xenolito constituido por una lente de Grewvaca que está incluida en él y que puede indicar la proximidad del contacto superior del basaltito.

El mineral de Cobre predominante es la Calcopirita, muy poca Calcosina y Covellina y ocasionalmente se encuentra Malquita. La Calcopirita no está uniformemente repartida en toda la zona de contacto sino que se presenta en áreas limitadas, posiblemente donde el fracturamiento de la roca ha permitido el paso de las soluciones mineralizan-

tes.

Se inició el muestreo sistemático para conocer el contenido total de Cobre en el área reconocida, pero tan sólo se realizó en forma completa en una quebrada al Norte y en forma de muestras representativas en las del Sur; con los resultados obtenidos se ha podido demostrar que en verdad la mineralización de Calcopirita aumenta hacia el Sur en la zona de contacto.- Ver los planos correspondientes.-

**5.2. Geoquímicas**- Una anomalía en los valores obtenidos por análisis de Cobre en los sedimentos,

podría significar:

- 1. Una gran área de mineralización de bajo grado.
- 2. Pequeños depósitos de mineral rico en Cobre.
- 3. Pequeños depósitos de mineralización pobre, pero de roca altamente fracturada que es accesible a la acción diluyente de las aguas subterráneas circulantes; y
- 4. Una ó varios depósitos grandes de grado alto.

Por lo tanto, la simple ocurrencia de anomalías en los sedimentos activos no indican directamente las características o la presencia de un depósito, sino que previa la interpretación pueden guiar la búsqueda.

Mirando la distribución de las anomalías de Cobre en los planos respectivos, concluiremos analizando la homogeneidad de éstas, y diremos que no hay gradación en el área de valores y los perfiles que se podría levantar no tendrían forma simétrica; esto se debería a que la mineralización en la roca también no es uniforme y la entrada de

mineral a los sedimentos se hace en distinta proporción según el lugar que atraviese la corriente de agua; este criterio está de acuerdo con lo previsto en el reconocimiento geológico.

Otra causa de la falta de homogeneidad en las anomalías puede ser la variación en la naturaleza de los sedimentos que como habíamos anotado tiene porciones relativas de material grueso y fino, así como materia orgánica, debido al cambio continuo de la velocidad de las corrientes y el intenso acarreo de material coluvial en épocas de lluvia.

La extractabilidad del metal de las muestras, está gobernada por el carácter Singenético o Epigenético de la dispersión y por tanto el modo en que se encuentra el metal, puede ser deducida por la relativa extractabilidad con diferentes reactivos.

Los componentes epigenéticos de una muestra tienden a ser más fácilmente extractables con reactivos débiles - ácido clorhídrico frío, soluciones de citrato, etc. - que los componentes singenéticos; a éstos se denominan extraídos en frío, en nuestro caso CuCx, en tanto que el metal extraído con ácidos en caliente se denomina Cobre total CuTx.

La relación  $CuCx:CuTx$  se expresa en porcentajes, cuando ésta tiende a ser baja la anomalía está regida por el carácter singenético del mineral; pero como se

observe en la Tabla Nº 2 los porcentajes son relativamente altos, asegurando que el carácter epigenético de la dispersión secundaria del Cobre se evidencia en esta zona; el Cobre introducido en los sedimentos puede estar presente por precipitación de minerales disueltos por aguas superficiales ó subterráneas que contendrían el metal dispersado como iones de Cobre observados por minerales arcillosos, óxidos hidratados, componentes metalo-orgánicos o como sales disueltas.

TABLA Nº 2

Nº	%	Nº	%
7281	48	7252	70
7283	57	7254	72
7255	52	7256	40
7257	85	7258	50
6978	13	6979	7
6992	72	6991	13
6990	57	6989	44
6988	48	6987	48
7268	28	7139	25
6994	14	6993	8
6790	43	6789	28
6788	24	6787	8
6786	34	6785	21
7142	13	7143	10
7144	57	6784	34
6788	28	6986	35

TABLA Nº 2 (Continuación)

Nº	%	Nº	%
6985	72	6984	36
7269	38	6776	44
6880	14	6799	7
6798	6,55	7215	94
7213	17	7212	17
7211	11	7205	18
7204	22	7203	44
7202	38	6782	12
6780	68	6778	65
6775	65	7201	27
7000	38	6999	26
6998	23	6775	25
6771	32	6772	26
6773	19	6774	16
7273	19	7274	15
7272	32	6791	25

Max



SECRETARIA

\*\*\*\*\*

## OBRAS DE REFERENCIA

1.- Geoquímica en Exploración Mineral ;

H.E.Hawkes y J.S.Webb ; New York 1962

2.- Geología de los Depósitos de Cobre Porfirítico en el

SW. de los EE.UU y Mexico ; Titley y Hicks ; New York

3.- Geología de Minas ;

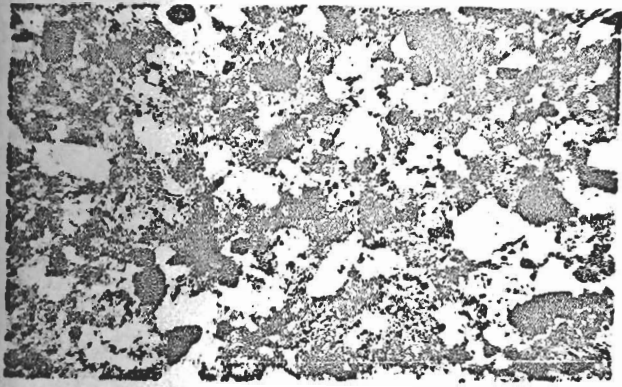
H.E.Mc Kinstry ; Barcelona 1962

4.- Geología Económica ;

W.H.Emmons ; New York 1918

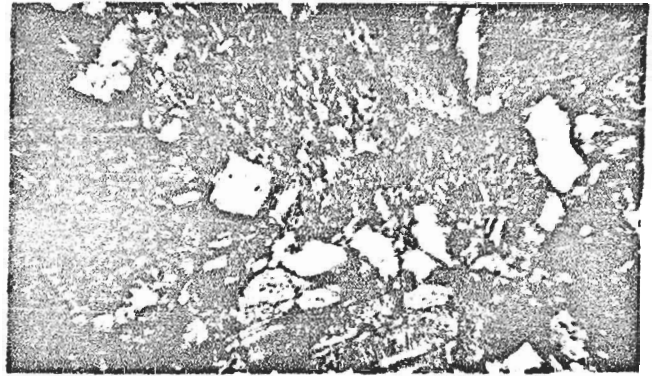
5.- Estadística ;

M.R.Spiegel ; New York 1961



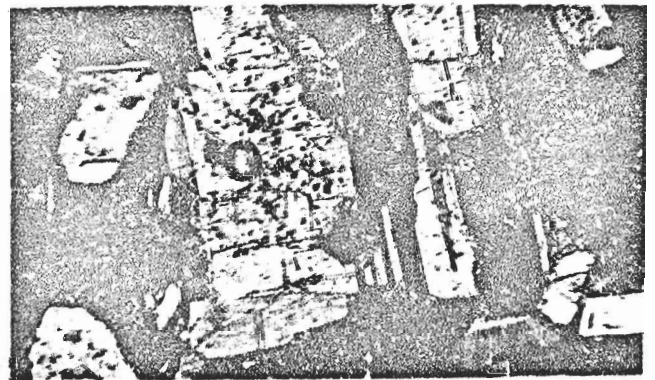
—— Lámina N° 1

Lámina N° 2 ——

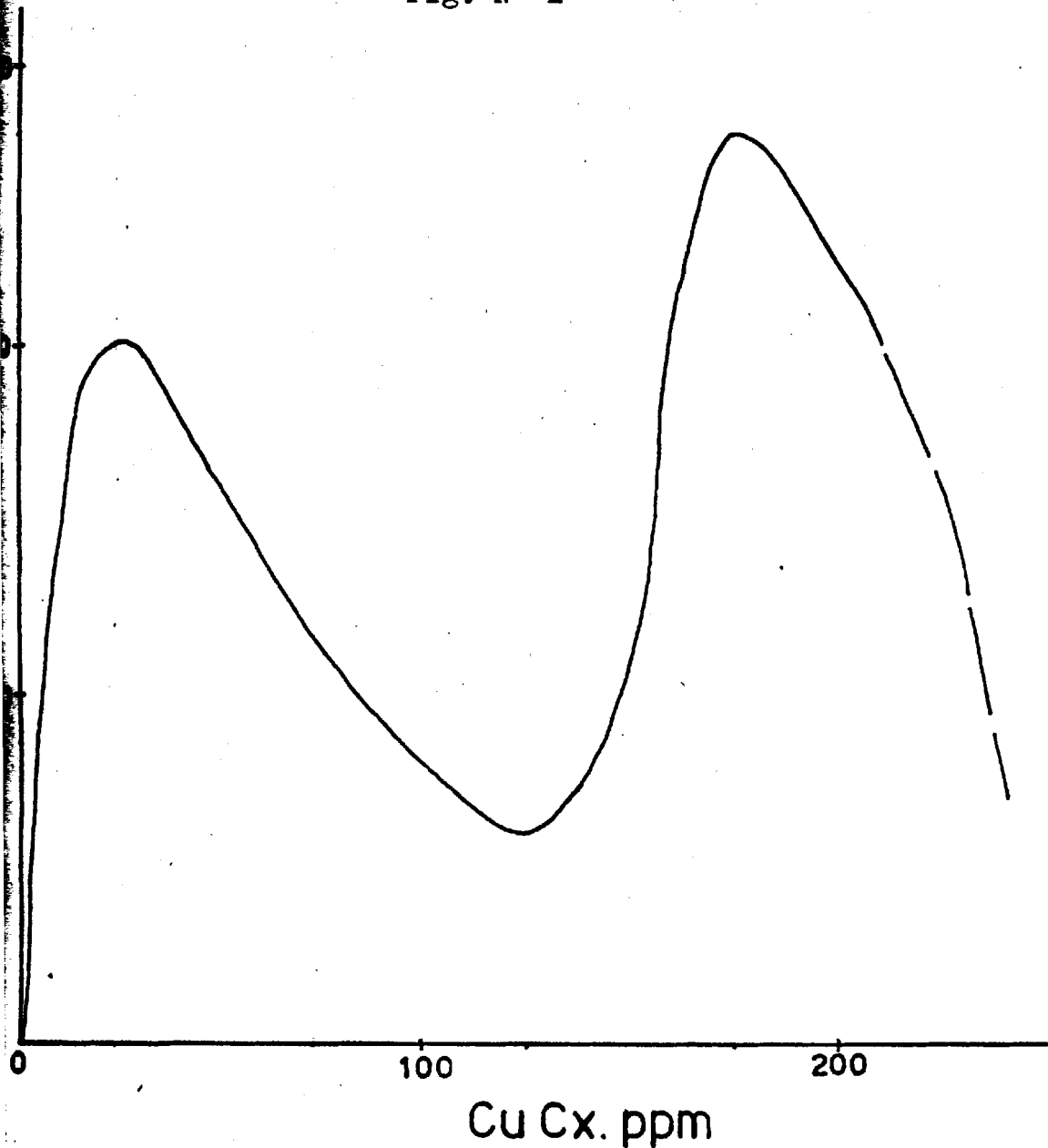


—— Lámina N° 3

Lámina N° 4 ——



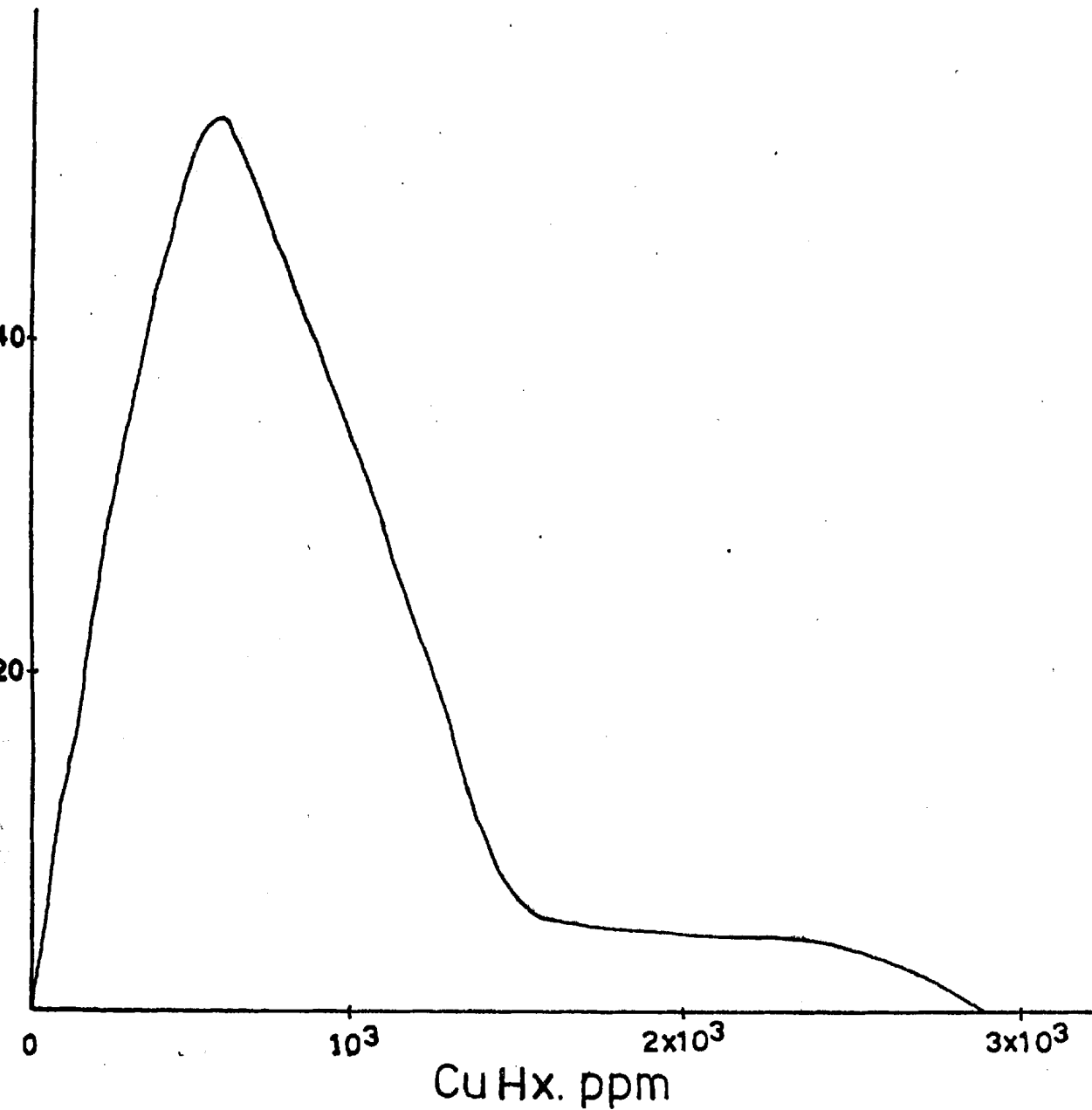
- Fig. N° 1 -



Curva de Frecuencia obtenida con los valores de Cobre Soluble ó extraído en Frio.

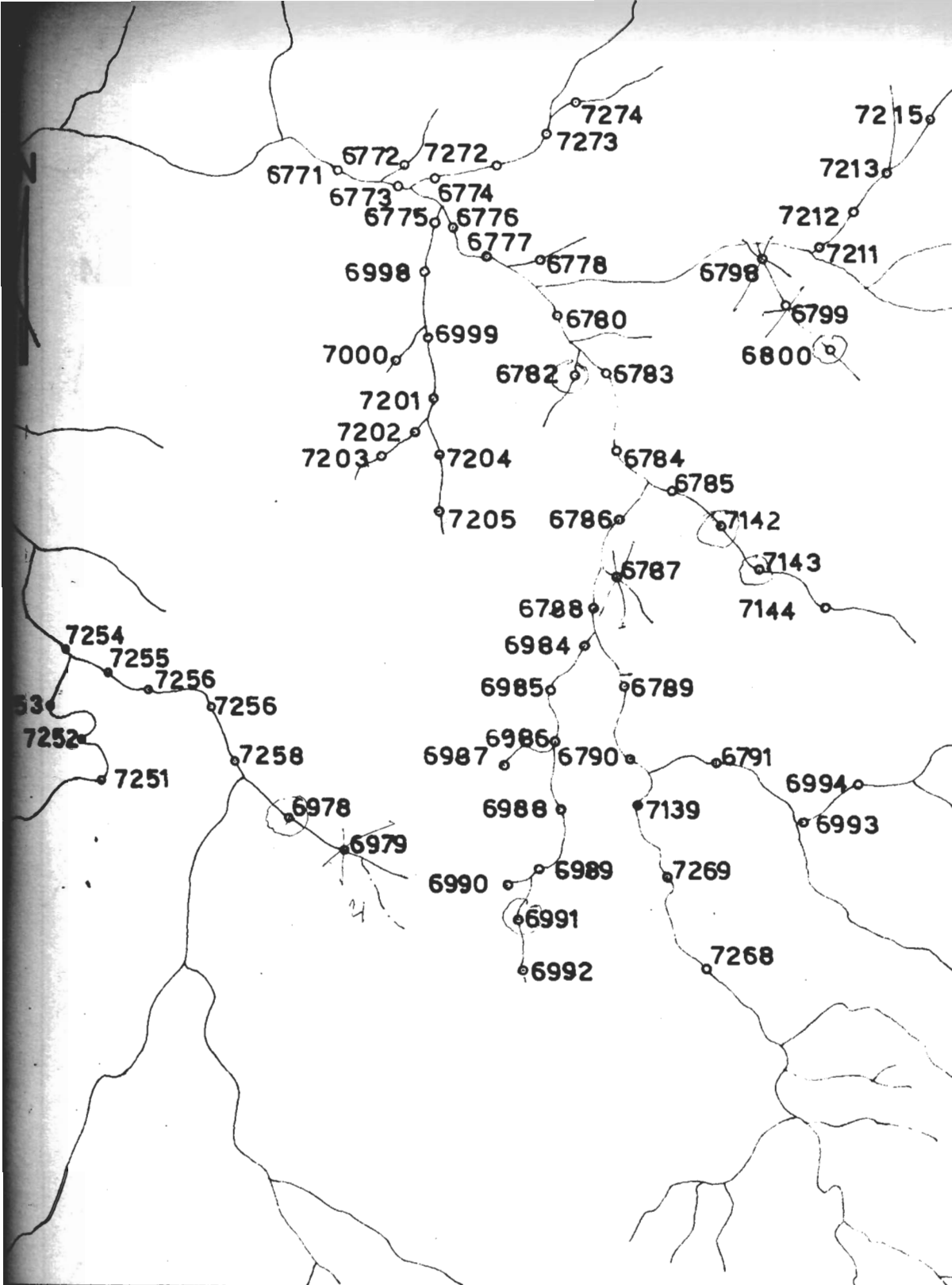
Como se observa la curva sufre una irregularidad que en la realidad no debiera existir porque los valores varían gradacionalmente con la distancia de la muestra a la zona de anomalía ; esto implica la rectificación de la Tabla de Frecuencia con la adición de datos ....(1)





Curva de Frecuencia para Cobre Total.

(1)....que han sido eliminados arbitrariamente con el ánimo de restringir el área de anomalía ; o en su caso confeccionar la Curva de distribución Normal y determinar la diferencia entre las Frecuencias Observadas y las Frecuencias Expectadas que guien de una manera más real la continuación del muestreo de sedimentos activos al Norte de la zona.

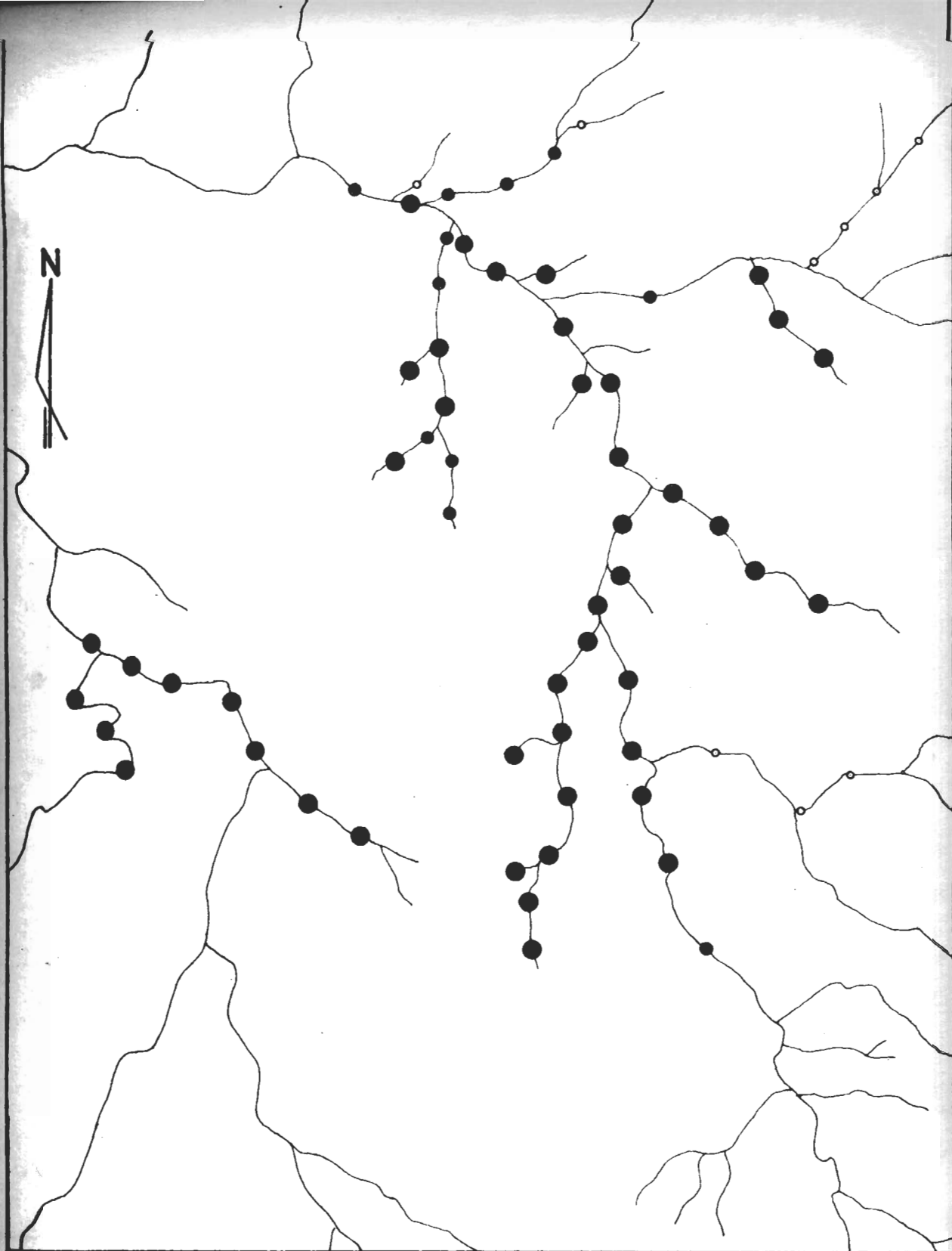


# AREA DE MONTE NUEVO

GEOQUIMICA

Mapa de localización de las muestras

ESCALA 1:10.000



# AREA DE MONTE NUEVO

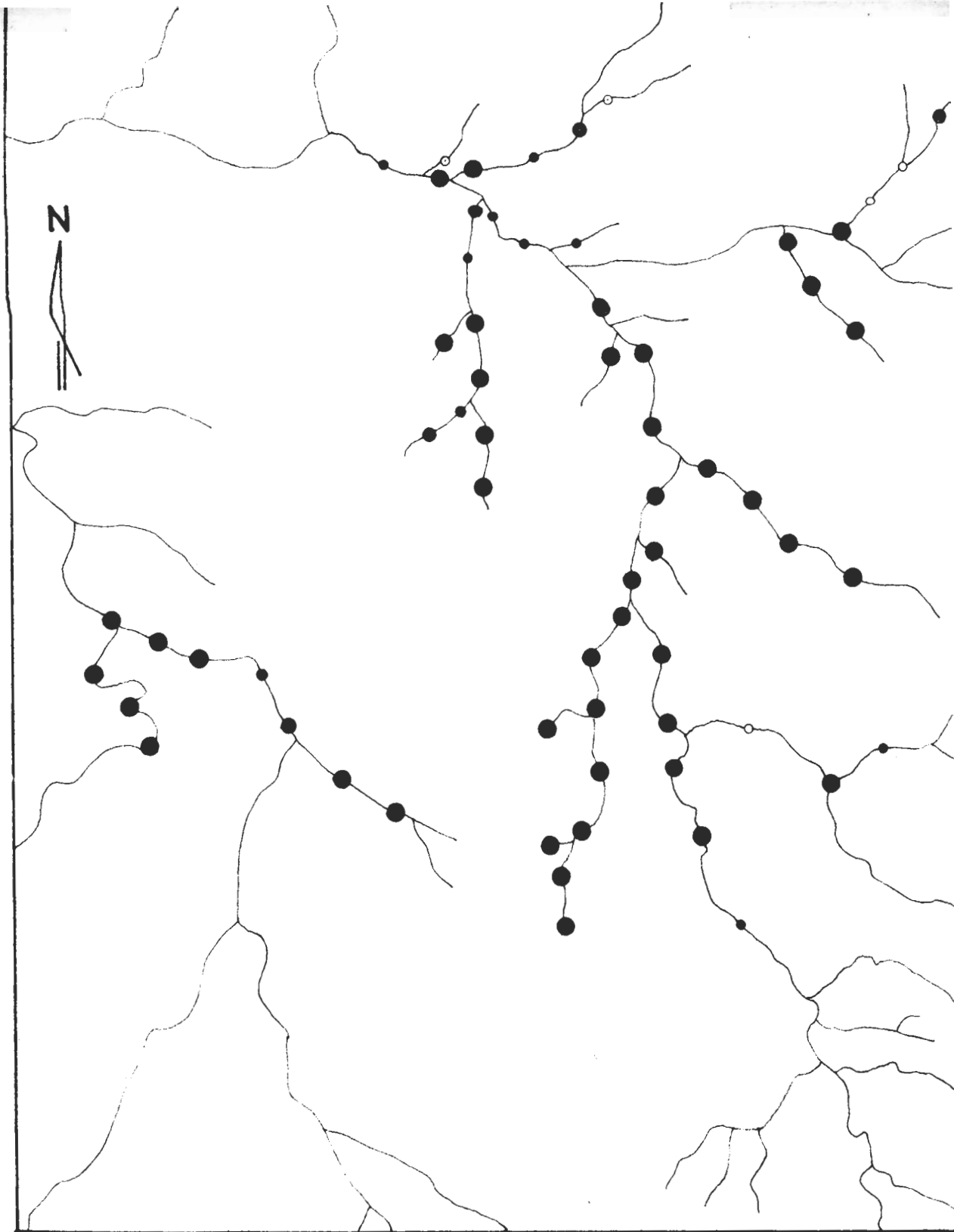
GEOQUIMICA

Sedimentos Activos

● 50 - 180 ppm

● 15 - 49 "

*UDEX.*



# AREA DE MONTE NUEVO

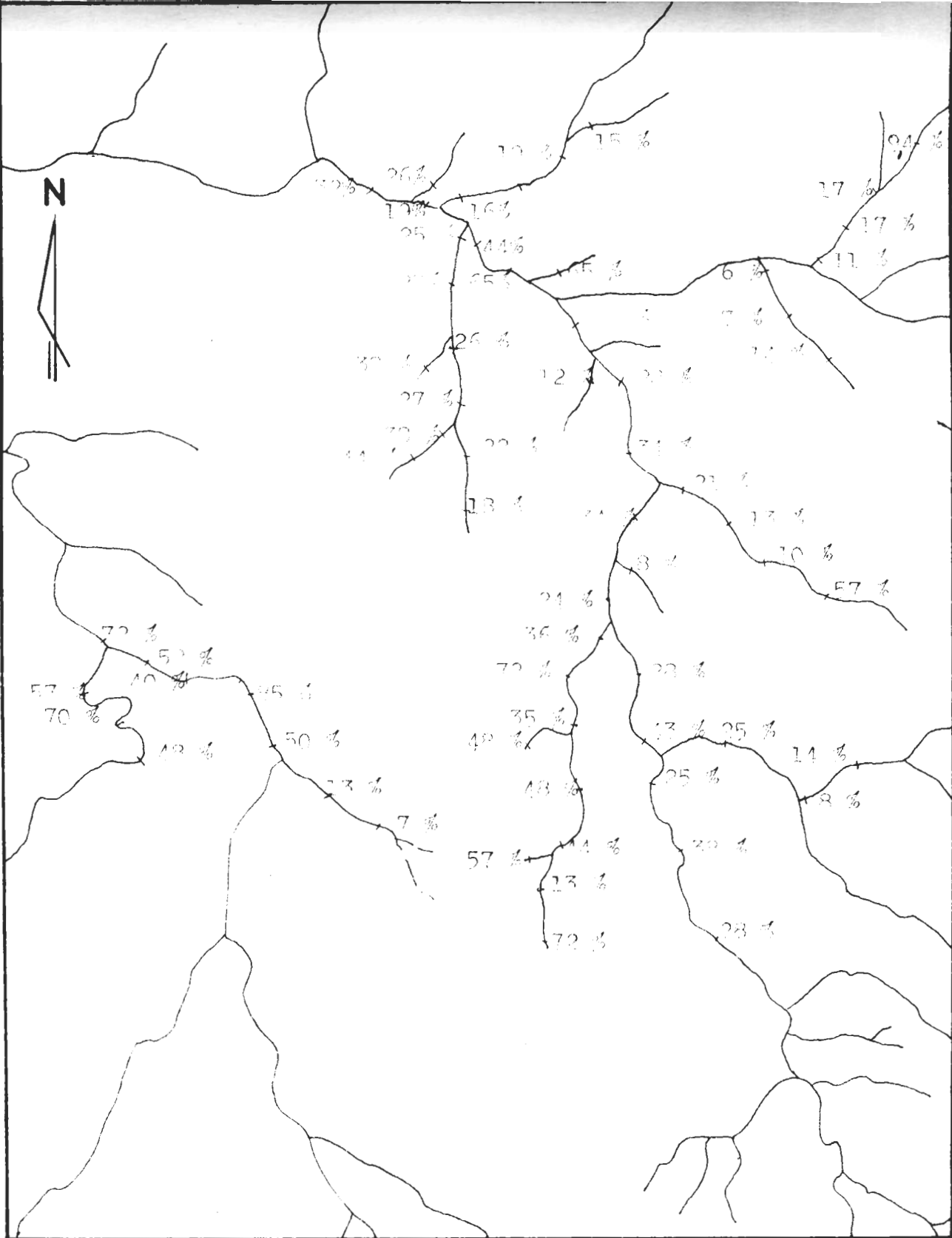
GEOQUIMICA

Sedimentos Activos

● 200 ppm

● 151 - 199 "

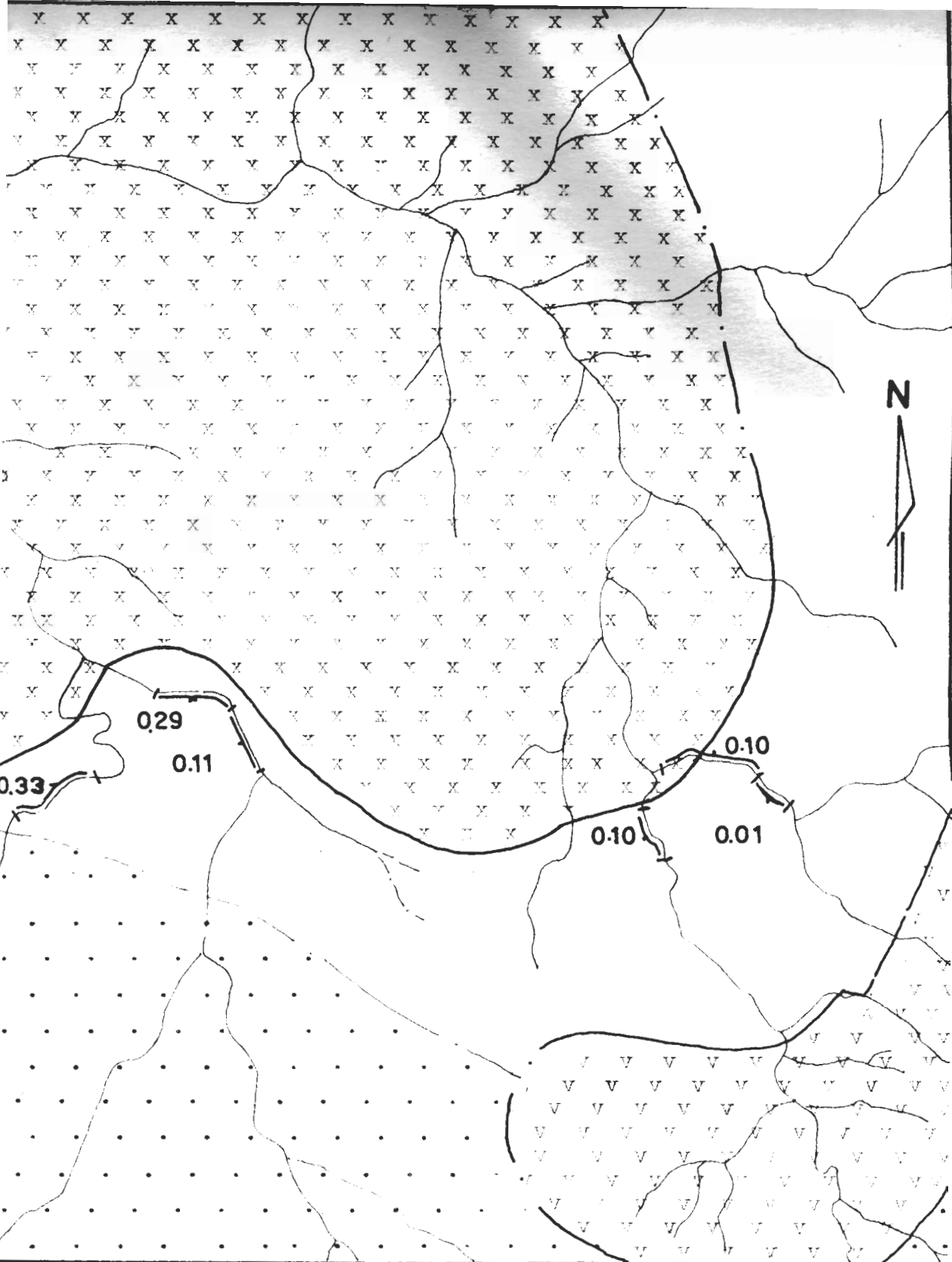
Cu Hx.



# AREA DE MONTE NUEVO

GEOQUIMICA

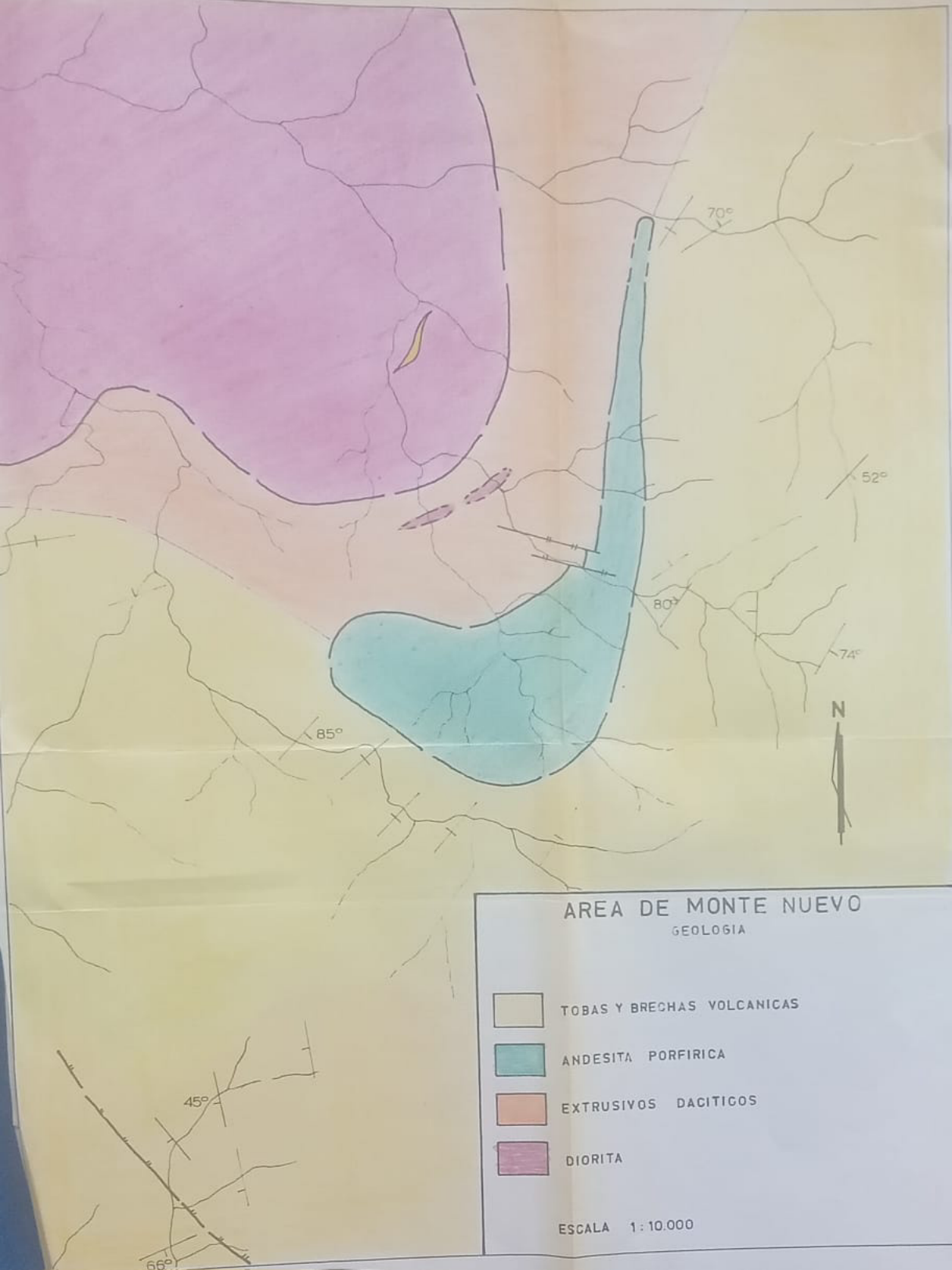
$$\frac{\text{CuCx}}{\text{CuHx}} \times 100$$







# AREA DE MONTE NUEVO

## ENSAYOS

CONTENIDO DE Pb (%) EN MUESTRAS DE ROCA



AREA DE MONTE NUEVO  
GEOLOGIA

-  TOBAS Y BRECHAS VOLCANICAS
-  ANDESITA PORFIRICA
-  EXTRUSIVOS DACITICOS
-  DIORITA

ESCALA 1:10.000





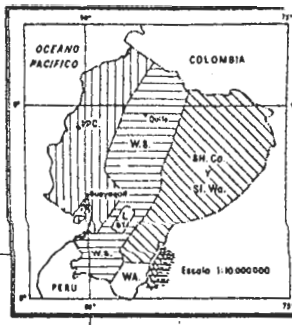
# GEOLÓGICO DEL CUADOR

DR. WALTER SAUER

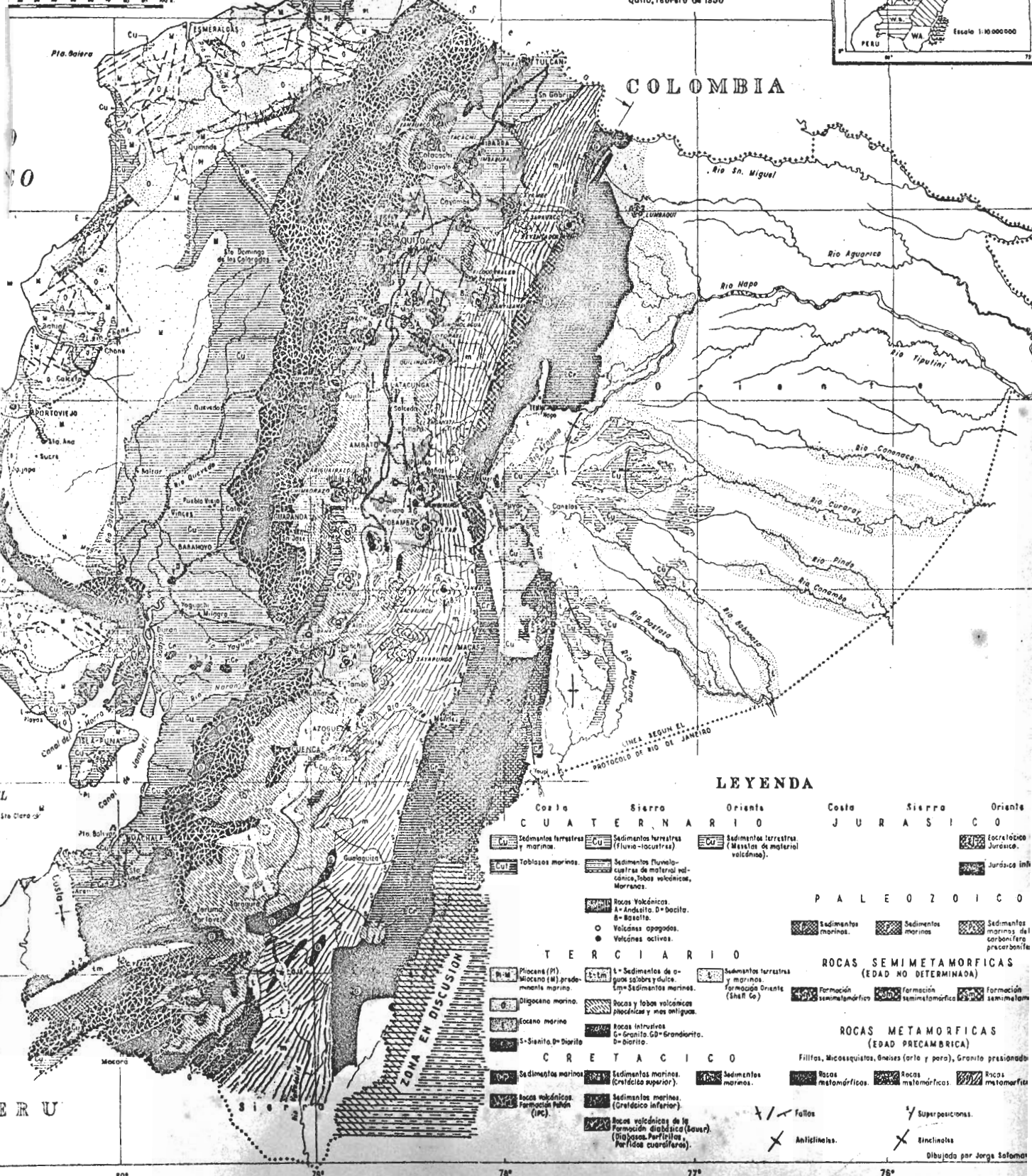
Universidad Central de Quito, Rector Dr. ...  
 en colaboración con el Ministerio de ...  
 Director General de Minas Lic. GONZALO TORO.

Escala = 1:2000000

Contribuciones con resultados de investigaciones geológicas realizadas por:  
 IPC - International Petroleum Co.  
 WS - Walter Sauer  
 SH Co - Shell Company of Ecuador  
 S.W. - Sinclair and Wason  
 L - Liddle  
 ST - Stubi  
 WA - Wabis



Quito, febrero de 1950



## LEYENDA

CUATERNARIO				JURASICO			
Sedimentos terrestres y marinos.	Sedimentos terrestres (fluvia-lacustres).	Sedimentos terrestres y marinos (Masas de materia volcánica).	Sedimentos terrestres y marinos (Masas de materia volcánica).	Sedimentos terrestres y marinos.	Sedimentos terrestres y marinos.	Sedimentos terrestres y marinos.	Sedimentos terrestres y marinos.
Tablas marinas.	Sedimentos fluvio-lacustres de material volcánica, tobas volcánicas, Morranos.	Rocas Volcánicas.	Rocas Volcánicas.	Rocas Volcánicas.	Rocas Volcánicas.	Rocas Volcánicas.	Rocas Volcánicas.
	Rocas Volcánicas.	Rocas Intrusivas.	Rocas Intrusivas.	Rocas Intrusivas.	Rocas Intrusivas.	Rocas Intrusivas.	Rocas Intrusivas.
	Rocas Intrusivas.	Rocas Intrusivas.	Rocas Intrusivas.	Rocas Intrusivas.	Rocas Intrusivas.	Rocas Intrusivas.	Rocas Intrusivas.
PALEOZOICO							
Plioceno (Pl)	Mioceno (M) predominio marino.	Oligoceno marino.	Eoceno marino.	S-Suenito, D-Diorito.	Plioceno (Pl)	Mioceno (M) predominio marino.	Oligoceno marino.
ROCAS SEMIMETAMORFICAS (EDAD NO DETERMINADA)							
Sedimentos marinos.	Sedimentos marinos.	Rocas metamórficas.	Rocas metamórficas.	Rocas metamórficas.	Sedimentos terrestres y marinos formación Oriente (Shell Co)	Sedimentos terrestres y marinos.	Sedimentos terrestres y marinos.
ROCAS METAMORFICAS (EDAD PRECAMBRICA)							
Filitas, Micossquitos, Onices (arbo y pero), Granito presionado.	Rocas metamórficas.	Rocas metamórficas.	Rocas metamórficas.	Rocas metamórficas.	Rocas metamórficas.	Rocas metamórficas.	Rocas metamórficas.
Rocas volcánicas Formación Páñon (IPC).	Rocas volcánicas de la Formación diátráica (Sauer).	Rocas volcánicas de la Formación diátráica (Sauer).	Rocas volcánicas de la Formación diátráica (Sauer).	Rocas volcánicas de la Formación diátráica (Sauer).	Rocas volcánicas de la Formación diátráica (Sauer).	Rocas volcánicas de la Formación diátráica (Sauer).	Rocas volcánicas de la Formación diátráica (Sauer).
Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.
Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.
Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.
Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.
Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.
Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.
Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.
Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.
Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.
Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.
Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.
Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.
Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.
Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.
Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.
Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.	Rocas intrusivas.

ZONA EN DISCUSION

Faltos  
 Anticlinales.  
 Superposiciones.  
 Estructuras.  
 Dibujo por Jorge Salazar