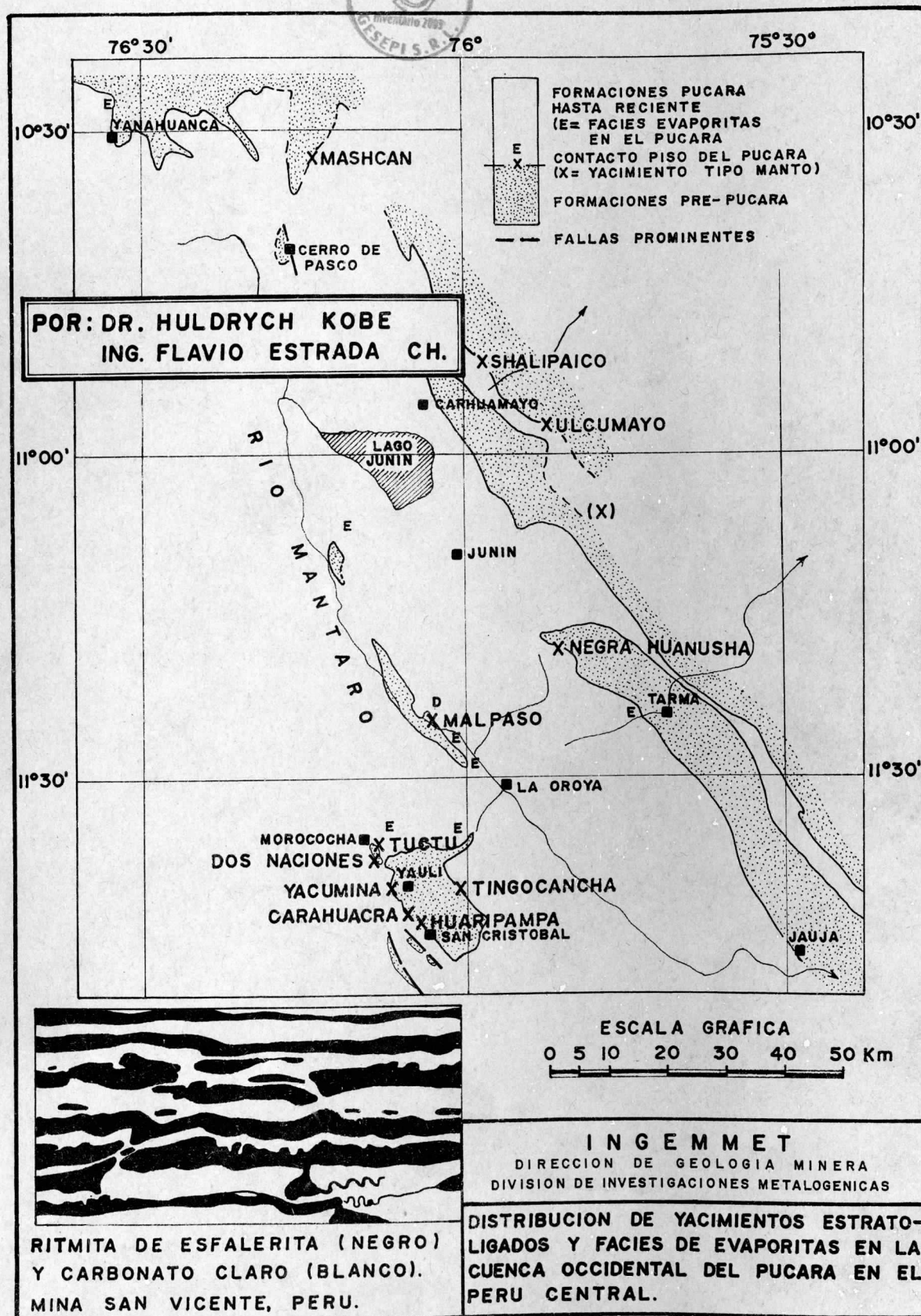


MINERALIZACION DE Pb-Zn-Ag-Ba-Mn-Fe ESTRATOLIGADA EN LOS SEDIMENTOS PUCARA DEL PERU CENTRAL





MINERALIZACION DE Pb-Zn-Ag-Ba-Mn-Fe

ESTRATOLIGADA EN LOS SEDIMENTOS PUCARA DEL PERU CENTRAL

Por: H. Kobe ☐

F. Estrada Ch.

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

De acuerdo con el esquema del programa de investigación metalogenética conceptualizado por el INCITEMI los yacimientos estratoligados de Pb-Zn-Ag-Cu tienen gran trascendencia y significancia desde el punto de vista de ocurrencia y distribución geológica en el Perú.

El estudio de los yacimientos estratoligados ha sido compartido con el grupo de investigadores de la Universidad de Heidelberg.

Los sedimentos Pucará por sus características y numerosos yacimientos que ocurren asociados, constituye una formación clave para el estudio e investigación de los aspectos involucrados en los yacimientos estratoligados.

En este trabajo el tema se abordará en tres partes:

- Aspectos generales de la filosofía con la cual se estudian las mineralizaciones estratoligadas y la formación de sus yacimientos de precipitación química y/o bioquímica en el ambiente sedimentario (incluye aspectos de la evolución de un conjunto sedimentario).
- Aspectos locales y regionales de los yacimientos estratoligados en el Pucará del Perú Central.
- Conclusiones para la exploración y explotación de este tipo de yacimientos.

☐ El Dr. Kobe Investigador Científico de la Universidad de Auckland, Nueva Zelandia ha contribuido con la mayor parte de este trabajo.

PRIMERA PARTE

Por un lado ha crecido la importancia económica de la producción metalífera derivada de yacimientos estratiformes en la última década, particularmente respecto a zinc y plomo (recuérdese solamente el tamaño de yacimientos como Mountain Isa & Broken Hill en Australia o de Sullivan en Canada) o también para el cobre (Zambia-Zaire en Africa). Así, en la Figura Nº 1 se ilustra la producción mundial de cobre y su relación con los yacimientos estratoligados.

Por otro lado han crecido también, enormemente, las dificultades de explicar la génesis de estos yacimientos con los modelos de la escuela hidrotermalista-epigenetista (esencialmente implantada en América); modelos propagados en los libros de enseñanza universitaria hasta las ediciones más modernas.

Sin ponerse militante en este punto parece que se debería tener un campo de vista más amplio para la consideración de otras posibilidades. La manera de pensar ya se refleja en los términos usados para la descripción de los rasgos geológicos respecto a yacimientos minerales, los procesos de su formación y de la interpretación de su génesis.

El término mineralización es usado aquí en sentido neutro y pasivo, simplemente descriptivo, e incluye no solamente las fases metálicas de valor económico sino también la ganga como cuarzo (sílice), carbonato (dolomita), baritina, yeso, etc. (todos componentes a veces algo extraordinarios en las rocas encajonantes). Sin embargo, parece que el término se usa convencionalmente en relación con una introducción de material en una roca pre existente, i.e. en un sentido activo.

El término "Hidrotermal" se refiere a que las soluciones mi

neralizantes son esencialmente aguas calientes pero en contraste con los libros de enseñanza de la escuela americana no debe implicar la connotación de derivación magnética. (Expresiones encontradas en textos recientes mencionan como - los yacimientos se han formado a partir de las soluciones - magnéticas residuales enfriadas "o" la mineralización prove niente del magma o los intrusivos portadores de las soluciones mineralizantes son testigos de esta connotación sugerida).

Por estudios recientes en yacimientos se ha demostrado que una pequeña proporción de las aguas calientes son de origen magnético, así que no es necesario buscar el cuerpo intrusivo responsable para cada mineralización existente; (pero - hay el caso donde así pensamos - funciona un intrusivo solamente como fuente de energía para poner en movimiento un -- sistema hidrotermal).

Hay que considerar el caso que quizás se concentró y precipitó la mineralización de aguas de formación (connate waters). No siempre hay que pensar en el acarreo de metales originado de un intrusivo y de profundidades desconocidas; puede ser que el volumen de material en una cuenca sedimentaria - contiene abundancia de metales que por movimiento de las - aguas de formación que pueden alcanzar una moderada temperatura pueden ser concentrados en lugares distintos.

Los términos "Estratoligado-estratiforme" se refieren a la distribución en el espacio de la mineralización dentro de - unidades estratificadas:

Estratoligado

La mineralización ocurre en una capa específica, pero dentro de esta capa puede tener distribución cualquiera.

Estratiforme

La mineralización se encuentra en forma de láminas, capas lentas muy alargadas adentro de ciertos horizontes, siempre paralelo a la estratificación de la roca huésped.

En ambos casos la mineralización tiene interrelación íntima con la roca huésped y forma parte integral de ésta. Para entender su presencia hay que estudiar en detalle los varios aspectos de la roca misma.

El término "manto" aquí utilizado se refiere a un cuerpo mineralizado tabular paralelo a la estratificación de la roca huésped, pero se debe cuidar de una posible connotación económica que le dan ciertos autores; sin embargo se debe aclarar que no existe connotación genética. También se debe mencionar que el término "manto" es usado para designar una parte del interior de la tierra de donde muchos autores derivan la mineralización existente cerca de la superficie de la tierra, en este caso no nos referimos a este aspecto.

Así pueden derivar mantos de precipitación química o bioquímica en un ambiente sedimentario; alternativamente puede formarse mantos por reemplazamiento de una roca sedimentaria pre-existente por medio de soluciones mineralizantes. Expresiones como: horizontes favorables a la mineralización o "control litológico y estratigráfico" son también del vocabulario de la escuela epigenetista y no pueden ser aplicadas en la descripción de procesos singenéticos; el término será explicado en un momento; porque presumen la presencia de horizontes (rocas huésped) antes de la precipitación de sulfuros y materias asociadas. Esto no es el caso porque la mineralización singenética se formó al mismo tiempo como la roca huésped así que la última no puede exigir un control para la primera.

Los términos "epigenético" y "singenético" se refieren al tiempo del emplazamiento de una mineralización respecto a

la formación de la roca encajonante y significan:

epi: emplazamiento después de la consolidación completa de una roca (sedimentaria o ígnea)

sin: emplazamiento al mismo tiempo que la roca huésped.

En general, sin embargo hay que considerar no solamente es tas situaciones externas, sino uno debe darse cuenta de la evolución de una masa de roca modificandose por los procesos reológicos de la diagénesis, del metamorfismo, orogénesis, erosión, enriquecimiento y oxidación secundaria, etc.

Para informarse sobre estos aspectos debe referirse a la li teratura existente al menos desde 1963, particularmente de unas escuelas Europeas. Se recomienda la revista Mineralium Deposita - órgano de la Sociedad para Geología aplicada a yacimientos minerales (SGA) desde 1966.

Es sistemático que los geólogos económicos de costumbre se cuentan con el grupo "hard rock" (petrólogos de rocas ígneas y metamórficas, geomecánicos, etc), pero para comprender la formación de yacimientos estratoligados mejor se asocien al de los "soft rock" (los sedimentólogos, oceanógrafos, etc.)

Son los geólogos de petróleo que han sugerido procesos de concentración de metales de manera similar a la del petro leo durante la evolución de una cuenca sedimentaria (Bull, Canad. Petrol. Geol).

Así, se ha mostrado que no solamente los procesos de la sed imentación misma, bajo condiciones particulares (por ejemplo en un ambiente reductor con actividad orgánica, con la ex clusión de material detrítico en cuencas marinas de poca - profundidad o reclusos) pueden ser favorables para la preci pitación de sulfuros; sino también aún más importante, los procesos de la diagénesis durante la evolución de una cuen ca sedimentaria son responsables para una mayor concentra-- ción de varias sustancias en el ambiente sedimentario.

S E G U N D A P A R T E

El Grupo de Pucará

La evolución histórica de la nomenclatura sobre el Pucará comenzó con los términos locales en los centros mineros Cerro de Pasco y Morococha (Uliachin, Paria y Potosí) respectivamente. De todas maneras no son bien definidas sus edades y casi seguro no representan sino una menor parte de lo que regionalmente constituye el grupo Pucará. Finalmente, Megard (1978), Szekely y Grose (1978) definieron las unidades crono estratigráficas, las formaciones Chambará, Aramachay, Condersinga, correspondientes a las unidades lito estratigráficas de Harrison (1940).

En el Perú Central el Grupo Pucará de edad Triásica hasta Jurásica está sobreyaciendo al Grupo Mitu de edad Permiano superior; aunque en ciertas regiones llega el Permo Carbonífero y aún al Pre-carbonífero; y está superpuesto por el grupo Goyllarisquizga de edad Cretásica Inferior (con intercalación de la formación Cercapuquio en ciertas regiones).

El Contacto Inferior:

Parece existir un hiatus entre la base del Pucará y el Mitu (datada la base del Pucará por fósiles en general de edad Noriana, pero Levin para la región de San Vicente en Chanchamayo presentó evidencia que ya el Lemiano está presente). Sin embargo unos autores aceptan una deposición continuamente entre ambos grupos, del Mitu al Chambará, aún pensando que parte de las lutitas rojas podrían ser de edad triásica. Un hiatus puede formarse por no deposición o erosión de una formación superior. La concordancia y discordancia varían en cada cuenca sedimentaria de acuerdo con el lugar en observación.

En el caso de la cuenca occidental del Pucará el trabajo de Szekely & Grose (1972), ha demostrado (lo que autores ya ha

bían sugerido que de Este a Oeste las formaciones cada vez más jóvenes del grupo Pucará sobreyacen al Mitu (parcialmente aún al Excelsior).

En la mayoría de los casos una superficie de erosión se reconoce por la presencia de lixiviación, decoloración y silificación de la base, deposición de conglomerados, brechas y areniscas de material subyacente en una matriz arenosa hasta calcárea.

Una discordancia angular bien definida se observa en los mantos de Carahuacra-Huaripampa (subterráneo) y Moisés (superficie), así como en Negra Huanusha, en Llaesacocha y en Malpaso.

Facies y Petrografía:

Se da énfasis a la importancia de estudios paleogeográficos para elucidar el ambiente favorable para la precipitación de sustancias valorables.

Szekely & Grose (1972) en su estudio estratigráfico del Pucará mencionan la distribución de las facies carbonatos, lutitas bituminosas y fosfatos. He comentado en la contribución al tema (1977) que ellos no se han dado cuenta de las facies evaporitas que tanto ayuda en la caracterización del ambiente deposicional. Estos depósitos consisten de yeso, anhidrita, sal; pero también la baritina puede ser considerada como precipitado de soluciones salinas concentradas. La baritina ha sido encontrada en capas distintas de caliza blanca oolítica en Moisés, y también en capas de caliza silíceas en la base de los mantos de Huaripampa mientras que el yeso, ha sido observado en Huaripampa (con lutitas calcáreas negras), en varios niveles estratigráficos del Pucará (véase mapa) (incluyendo Tuctu y Sacra cancha). La anhidrita es conocida en Morococha; y las lutitas bituminosas son abundantes en la base del Pucará en Huaripampa y Carahuacra,

en Negra Huan usha, Shalipayco, etc.

Varios autores (menos Szekely & Grose) han indicado que los depósitos químicos de este tipo indican un ambiente lagunar, somero costanero con el mar poco profundo; típico de una situación epicontinental, favorable a la precipitación de sulfuros y sustancias asociadas. Se ha averiguado para el margen del domo de Yauli que la variación lateral de facies como la configuración de la topografía de la base del Pucará es de escala local ó sea a veces de pocos cientos de metros. Este hecho implica que se necesita un levantamiento detallado y espaciamiento bastante apretado de las columnas estratigráficas para apreciar dicha variación en la evaluación - de los factores importantes para la precipitación de metales.

Las volcanitas en la columna estratigráfica: Parece que las dos manifestaciones de volcanismo, lavas y tufos, están íntimamente relacionados. Existe la dificultad que muy raramente se encuentran las fuentes de las lavas y tufos. Sin embargo, se conoce ejemplos de ocurrencia de ambos en los grupos Goyllarisquizga (carretera a Malpaso, Km. 3; 10Km al oeste SO de Malpaso en el río Pucayacu y Machay al S.E. de Hda. Rosa de Sacco respectivamente) donde una chimenea de basalto (dolerita, gabro) se extiende lateralmente como un flujo (o sill) entre los sedimentos circundantes. ~~En todos estos casos~~ presenta asociada una mineralización ligera de hierro, sílice y también de sulfuros en los dos ejemplos últimos. Las siguientes son las posibilidades con respecto a la relación - entre mineralización singenética, facies sedimentaria y actividad volcánica.

- a. Las facies variables y la actividad volcánica son factores que pueden funcionar a favor de una precipitación de sulfuros (y sustancias asociadas). Probablemente la presencia o actividad de uno de esos factores por sí sólo no tiene efecto, necesita la presencia simultánea de varios factores para que dicha precipitación se realice.

- b. Es posible que la actividad volcánica submarina haya generado también un sistema hidrotermal con el acarreo de sulfuro de hidrógeno y/o de metales, mezclándose con los sedimentos normales y sus aguas de formación intercalados entre los tufos y lavas y precipitándose el contenido mineral.

Distribución de los Mantos en el Grupo Pucará :

Los mantos están concentrados principalmente en la base del Pucará como en los casos de Machacán, Atacocha, Negra Huanusha, Malpaso, San Cristóbal, Morococha). Los mantos llegan a niveles superiores como en San Vicente, Shalipayco, - San Cristóbal etc. Esta situación ya corrobora la importancia del ambiente paleogeográfico para la precipitación de la mineralización, que puede repetirse fácilmente durante la evolución de una cuenca sedimentaria en la situación epicontinental.

Papel de la diagénesis en la Concentración de la Mineralización:

La evolución de una cuenca sedimentaria es de suma importancia para la formación e individualización de una mineralización sinsedimentaria. Un lodo amorfo, metálico, se transforma en fácies cristalinas distintas; por el movimiento de aguas de formación se renovilizan elementos adheridos e incluidos en los retículos cristalinos de arcillas y se depositan en sitios físico-químicamente favorables para su precipitación.

Todo este dinamismo en el ambiente sedimentario bajo condiciones de diagénesis ofrece oportunidades múltiples para la concentración de una variedad de sustancias y para la formación de fábricas típicas que no pueden formarse bajo condiciones de epigénesis (después de la consolidación completa de la roca). Ejemplos de éstos son los load, deformaciones

por slumping o brechamiento en ambiente fluido o pastoso de materias tixotrópicas (simplificado: sedimentos que reaccionan como sólidos en estado tranquilo; que reaccionan como líquidos cuando son sujetos a movimiento), diferenciaciones de coloides primarios, formación de ritmitas, compactación y formación de estilolitos.

Ejemplo : Por una diferenciación diagenética de la mineralización en Shalipayco se produjo una mena dolomítica de plomo y zinc finamente laminada. En las bandas de dolomita de grano fino se encuentran puntitos de pirita y porfiroblastos con tendencia al idiomorfismo de galena. Mientras que en las bandas de grano más grueso se nota galena y esfalerita en manchas xenomorfas en las cuales la dolomita está desarrollándose en cristales idiomorfes de lozanges (véase Kobe 1977, Fig. 8).

Tal diferencia de los constituyentes no es posible por procesos epigenéticos (el metamorfismo no está indicado). Se concluye que la mineralización de Pb - Zn con carbonatos ya existía antes en el volumen de la roca presente y desarrolló su fábrica, durante la diagénesis.

El tectonismo epigenético produce fábricas destructivas y no constructivas como son aquellas realizadas por los procesos diagenéticos.

Se puede concluir para el ejemplo de los mantos San Cristóbal, Carahuacra, que la baritina, el yeso y los óxidos de hierro (hematita) al menos, quizá parte de la pirita, marcasita, del carbonato y de la esfalerita y sílica son sustancias ya presentes en la roca antes de la diagénesis.

Procesos Tardi-Diagenéticos-Epigenéticos:

La formación de fábrica transversales (fracturas, diaclasas, cavidades irregulares) pueden producirse en el estado avanzado de consolidación de parte de la roca.

En el caso de los mantos San Cristóbal-Carahuacra es muy diferente el comportamiento de los tufos-incompetentes y la caliza silíceas competente; o también chert hematítico competente contra "lutita" hematítica incompetente.

Por las aberturas siempre circulan soluciones, ahora de composición distinta de las originales, precipitan entonces pirita/marcasita, carbonatos y baritina. Todavía no existe la necesidad de pensar en las soluciones epigenéticas, el material depositado puede derivar de la roca misma por redistribución.

Procesos claramente epigenéticos son el fallamiento transversal a los mantos, acompañados por la intrusión de unos diques andesíticos y vetas mineralizadas paralela a estas fallas. El contenido mineral es similar al de los mantos, aunque galena y algo de chalcopirita son adicionales, y la hematita no está presente. La posible interacción entre las soluciones mineralizantes de vetas atravesando la mineralización preexistente de los mantos para la formación de los así llamados "cuerpos" todavía falta investigar.

Un estudio detallado de la geometría, también de la mineralogía y geoquímica de los componentes de una roca (o manto, o ambos) en las varias escalas (de la regional hasta la microscópica) es más promisorio que los métodos radiométricos o isotópicos cargados de errores inherentes y basados sobre conceptos especulativos, para llegar a una solución de la más probable génesis de la mineralización presente. Hay que darse cuenta de los procesos evolucionarios que ha sufrido el yacimiento. Así, una simple clasificación en singenético/epigenético carece de valor científico.

T E R C E R A P A R T E

La íntima relación entre mineralización estratoligada y las formaciones sedimentarias de la roca huésped ya indica la

dirección de trabajos de desarrollo (exploración y explotación).

Las guías para la exploración pueden ser obtenidas por un mapeo detallado local de la formación conocida de tener mineralizaciones de este tipo y de la extrapolación regional o integración de las informaciones localmente obtenidas sobre un área más amplia.

Solamente con trabajos detallados se puede incrementar el conocimiento de los ambientes favorables para la concentración sin/diagenética de la mineralización.

Ubicada de esta manera un área promisorio, la exploración local se orientará según la estructura (rumbo y buzamiento) de las formaciones sedimentarias. Así por ejemplo, se podrá ubicar una serie de taladros, estratégicamente, para obtener una idea de la distribución de la mineralización (disemina-ción, capas, cuerpos).

Con la información geológica obtenida así, se deberá esco--ger el método minero más eficaz y económico para la extración de la mena (siempre teniendo en cuenta la estructura - de la roca sedimentaria huésped).

Para efectuar operaciones mineras en nuevos yacimientos de este tipo, será de gran valor el conocimiento geológico regional de las formaciones sedimentarias mineralizadas con la finalidad de planear y explotar a una escala racional. Se debe evitar la explotación de nuevos yacimientos, desde un punto de vista de enfoque local ya que puede resultar antieconómico y riesgoso.

Solamente a base de un reconocimiento geológico bien documentado de la distribución de dicha mineralización se puede garantizar un concepto de planeamiento regional de la indus--tria minera. Nos parece fuera de duda que tiene un buen futuro la minería en la sierra del Perú Central, orientándose hacia los yacimientos estratoligados, no solamente en el Pucará.

BIBLIOGRAFIA

- Abele, G. (1964) Report on Machcan Mine
Informe Privado C. de P.Co.
- Anstutz, G.C. (1956) A Note Peculiar Association of Copper
with Fossil Plants in Central Peru.
Bol. Soc. Geol. Perú T. 30, p.5-11
- (1960) A Geometric Classification of Basic
Intergrowth Patterns of Minerals Am.
Geol. Inst. Data Sheet 21.
- (1961) El Origen de los Depósitos Minerales
Congruentes en rocas Sedimentarias.
Bol. Soc. Geol. Perú T.36, p.5-30
- (1962) Massive Sulfide Deposits: Origin and
Genesis.
Can. Min. Journ Nº 83, p.42-48
- (1964) Sedimentology and Ore Genesis
Editor Elsevier, Amsterdam, 185 p.
- (1967) The Logic of Some Relations in Ore Ge-
nesis.
Proceeding of the 15th Inter-University
Geological Congress University of Leices-
ter England..
(1).
- Anstutz, G.C. y Ward, H.J. (1956) Geología y Mineralización
del Depósito de Matagente, Cerro de Pasco.
Bol. Soc. Geol. Perú T. 30, p. 13-31
- Anstutz, G.C. and Bubenicek, L (1967) Diagenesis in Sedimen-
tary Mineral Deposits In: Larsen, G.
and Chilingar, G.V. Diagenesis in Sedi-
mente Developments in Sedimentology Vol 8,
Elsevier Amsterdam, p.417-475
- Anstutz G.C. and Park, W.C. (1967) Stylolites of Diagenetic
Age and their Role in the Interpretation
of the Southern Illinois Fluorspar Deposits
Mineralium Deposita 2, p.44-53.
- Anstutz G.C. and Park, W.C. (1971) The Baragenetic Position
of Sulfides in the Diagenetic Crystalliza-
tion Sequence.
Soc. Min. Geol. Japan, Spec. Issue 3,
IAGOD, Vol 280-282.
- Barrantes, E. (1968) Report on Pichita Caluga Mine
Informe Privado C. de P. Co.
- Bellido B.E. (1969) Sinopsis de la Geología del Perú
Bol. Serv. Geol. y Min. Nº22 S4 p.

- Bellido, B.E. de Montreuil, L. (1972) Aspectos Generales de la Metalogenia del Perú.
- Benavides, V. (1968) Saline Deposits of South America In: Mattex, R.B., et. al. Saline Deposits. Geol. Soc. Am. Spec. Pap. 88, 701 p (p.249-290)
- Cerro de Pasco Corporation (1970) Geología de los Yacimientos Operados por la Cerro de Pasco Co. 1er. Congreso Latinoamericano de Geología-Lima.
- Cuchi, F.G. (1969) Preliminary Examination-Ulcumayo Mine Informe Privado C. de P.Co.
- Chen, T.T. (1978) Colloform and Framboidal Pyrite from the Caribou Deposit New Brunswick. Can Mineralogist Vol. 16, p. 9-15.^a
- Chevarría, A. (1965) Report on Shalipayco Brospect. Informe Privado C. de P. Co.
- De las Casas, F. y Ponzoni, E. (1969) Mapa Metalogenético del Perú. 11. Convención de Ingenieros de Minas-Lima.
- Dunin-Borkowski, E. (1975) Control Litológico y Estratigráfico en la Ubicación de los Mantos con Sulfuros de Metales No Ferrosos en las Capas Calcáreas del Perú Central. Bol. Soc. Geol. Perú T. 50, p.25-52.
- Forster, R. (1969) Informe sobre el Estudio Microscópico del Mineral de Zinc de la Mina San Vicente. Informe Privado C. de P.Co.
- Grose, L.T. and Szekely, T.S. (1968) Upper Triassic Lower Jurassic Pucara Group of Central Peru. Geol. Soc. Am. Mtg., Mexico, Progr. and Austr., 119 p.
- Gutierrez S.M. (1975) Contribución al Conocimiento Micropaleontológico del Oriente Peruano. Bol. Soc. Geol. Perú T. 49, p.25-54.
- Haapala, P. (1949) Ore Morococha Breccias Vol. Jub XXV Aniv. Soc. Geol. Perú Parte II, Fasc. 2, p. 1-11
- (1953) Morococha Anhydrite Bol. Soc. Geol. Perú T. 26, p. 21-32
- Harrison, J.V. (1940) Nota Preliminar sobre la Geología de los Andes Centrales del Perú. Bol. Soc. Geol. Perú T. 10, p.5-29
- (1943) The Geology of the Central Andes of the Province of Junin Peru. Bol. Soc. Geol. Perú T.16, p.55-97 y/o Quart Jour Geol. Soc. London 99, p. 1.36
- (1951a) Geología de los Andes Orientales del Perú Central. Bol. Soc. Geol. Perú T. 21, 97 p.

- (1951 b) Geología entre Panacocha y Quebrada Tinaja.
Bol. Soc. Geol. Perú T. 21, 97p.
- (1956 a) La Geología del Valle del Río Mantaro al Oeste y Suroeste de Junin, Perú Central
Inst. Nac. Inv. Y Fom. Min. Bol. 15, p. 17-55
- (1956 b) Geología de la Carretera Huancayo Santa Beatriz en el Perú Central.
Bol. Soc. Geol. Perú T. 28
- (1956 c) La Geología de la Región entre la Hacienda Casca y el Pueblo de Junin.
Bol. Inst. Nac. Inv. y Fom. Min. T. 15, p.7-21.
- (1960 a) Geología de los Alrededores de Banos en el Occidente del Perú Central.
Bol. Soc. Geol. Perú T.35, P.63.77.
- Hirdes, W. (1973) Machcan
Munster Forsch, Geol. Palcont. Helft
- Jenks, W.F. (1951) Triassic to Tertiary Stratigraphy Near Cerro de Pasco Peru.
Geol. Soc. Amer. Mem. 65, p. 219-247.
- Johnson, R.F. Levis R. W., Jr. and Abele, G. (1955) Geology and Ore Deposits of Atacocha District, Department Pasco.
U.S. Geol. Surv. Bull 975-E, p.337-388.
- KOBE, H.W. (1959) Negra Huanusha-Survey
Informe Privado C. de P. Co.
- (1961) Cu-Ag Deposits of the Red Bed type at Negra Huanusha in Central Peru.
Schweiz Min. Petr. Mitt. Vol. 40, p.163-76
- (1964a) Andaychagua-San Cristóbal Exploration
Informe Privado C. de P. Co.
- (1964 b) Report on San Vicente Mine
Informe Privado C. de P. Co.
- (1977) El Grupo Pucará y su Mineralización en el Perú Central.
Bol. Soc. Geol. Perú T.55-56, p.61-84
- Koch, E. (1959) Geología del Campo Petrolífero Maquía en el Oriente del Perú y su ubicación regional. Bol. Soc. Geol. Perú T.34, p.42-58.
- Lacy, W.C. (1951) Report on Negra Huanusha Prospect
Informe Privado C. de P. Co.
- Levin, P. (1975) a) ~~Dietruscafa-Sedimentation in the~~ ~~hanchanay~~
Gebiet in Ost Peru.
Geol. Rdsch 63 (1) ,p. 345-356, Gabb Boun.
- (1975 b) Entwurf Einer Metallognese des Berg Ostliche Zentral-Peru.
Diss Univ. Nidelberg, 242 S, 80AGG Heidelberg
- . . .

- Levin P. and Anstutz G.C. (1973) Neue Untersuchungen Über Schichtgebundene Lagerstätten un Zentralen Ost Peru.
Munster Forsch Geol. Palcont. 31/32, 233-259 Abb. Munster.
- Levin P. y Samaniego A.A. (1975) Los Sedimentos del Grupo Pucará en el Area de Chanchamayo en el Perú Centro Oriental.
Bol. Soc. Geol. Perú, T.45 p.45-605
- Luján, M.A. (1967) Geología y Mineralización de los Mantos San Antonio Yauli, Junin.
Tesis Bach Geol. Univ. Nac. May. S. Marcos, Lina, 66p.
- Ly Z,P, (1975) Geología de Milpo
Bol. Soc. Geol. Perú T.46, p.127-136
- Lyonst, W.A. (1968) The Geology of the Carahuacra Mine, Perú Econ. Geol. Vo.. 63, p. 247-256.
- Mc Laughlin D.H. (1924/1958) Geology and Physiography of the Peruvian Cordillera, D^{ep}artment of Junin and Lina.
Geol. Soc. Am. Vol. 35,p. 591-632
Minería, año VII N° 28, p. 185-202
Traducido por G.D. Zevallos (1925) Bol. Soc. Ing. Perú, Inf. y Men V. 27, N° 2, p. 69-107.
- Megar, F. (1968) Geología del Cuadrángulo de Huancayo Bol. Serv. Geol. y Min. N°18, 123 p.
- (1973) Etude Geologique d' une Transversale des Andes au Niveau du Pérou Central.
These Docteur, Univ. des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, Francia, 300p.
- (1978) Presentación de un Mapa Geológico de los Andes del Perú Central 1:500,000.
IV Congreso Peruano de Geología-Lina.
- Monseour, G. (1972) Control Sedimentológico en Metalogenia y Relaciones entre Mineralización Estratiforme y Medio Arrecifal.
Cuad. Geol. N°3, Univ. Granada, p.5-32
- Nagell, R.H. (1957) Anhydrite Complex of the Morococha District, Peru.
Econ. Geol. V.52, N°6, p.632-643.
- (1960) Ore Control in Morococha District, Peru Econ. Geol. V. 55, N°5, p.962-984.
- Park, W.C. and Anstutz, G.C. (1968) Primary "Cut and Fill" Channels and Gravitational Diagenetic Features: Their Role in the Interpretation of the Southern Illinois Fluospar Deposits. Mineral. Deposita 3,p. 66-80
- Perales C.F (1970) Glosario y Tabla de Correlación de las Unidades Estratigráficas del Perú.
ler. Congreso Latinoamericano de Geología

de Lima. Ed. Ser. Geol. y Min.

- Petersen U. (1965) Regional Geology and Major Ore Deposits of Central Peru.
Econ. Geol. Vol. 60, Nº3, p. 407-476.
- (1967) Report on Shalipayco Prospect
Informe Privado C. de P. Co.
 - (1971) Metalogenia del Perú en el Marco Continental.
Bol. Soc. Geol. Perú T. 41, p.33-47.
- Rose Kamp, E. (1953) Influencia de Oxidos de Manganeso en la Ocurrencia de Minerales Oxidados de Plomo.
Bol. Soc. Geol. Perú T. 26, p. 149-153.
- Seekely T.S. and Grose T. (1972) Stratigraphy of the Carbonate Black Shale and Phosphate of the Pucara Group (upon Triassic Lower Jurassic) Central Andes Peru.
Bull Geol. Soc. of Amer. U.S., (21, p. 407-428)
- Terrones, J.A. (1949) La Estratigrafía del Distrito Minero de Morococha.
Soc. Geol. Perú Vol. Jubilar XXV Anu. Parte II, Faso. 8.
- Tosi, P.A. (1956) Geología y Mineralización en Carahuacra, Junin Bol. Soc. Geol. Perú T. 30, p.375-384

PRODUCCION DE COBRE 1974.

	000s tons	%
Yacimientos de Pórfidos de cobre, Skarn y otros depósitos hidrotermales.	3,644	44,8
Depósitos magnéticos alcalinos y básicos y depósitos relacionados.	807	9,2
Depósitos volcanogénicos.	1,970	22,6
Depósitos sedimentarios y estratoligados.	2,298	26,4



FOTO # 1

ZONA MANTO SN. ANTONIO. Muestra contacto entre la formación Pucará (lado derecho) y las pizarras de la formación Mitu, mediante superficie discordante de erosión. A la derecha y al fondo se aprecian afloramientos de cuerpos oxidados de sulfuros de plomo y zinc.

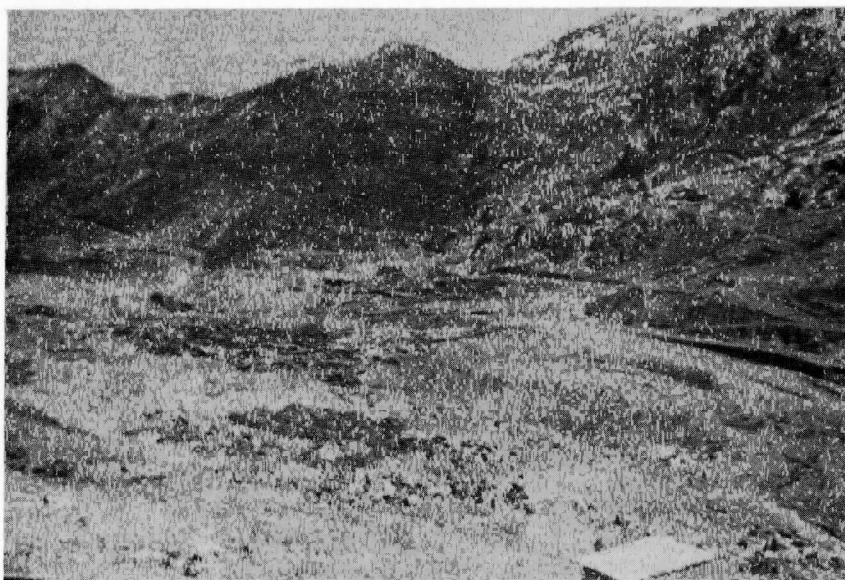


FOTO # 2

ZONA MANTOS CARAHUACRA. Contacto entre formación Mitu (derecha) Pucará (izquierda). A lo largo del contacto están ubicados los cuerpos oxidados correspondientes a sulfuros de plomo y zinc.



FOTO # 3

MINA SN. CRISTOBAL. Muestra sulfuros de zinc y plomo asociados con Baritina y Siderita arreglados en una estructura coloforme, que han sido deformados durante la diagénesis.



FOTO # 4

MINA SN. CRISTOBAL. Muestra sulfuros de zinc y plomo asociados con Baritina y Siderita arreglados en una estructura coloforme que han sido deformados durante la diagénesis. En esta ilustración se aprecia el desplazamiento de estructuras previamente consolidadas por material en estado pastoso.

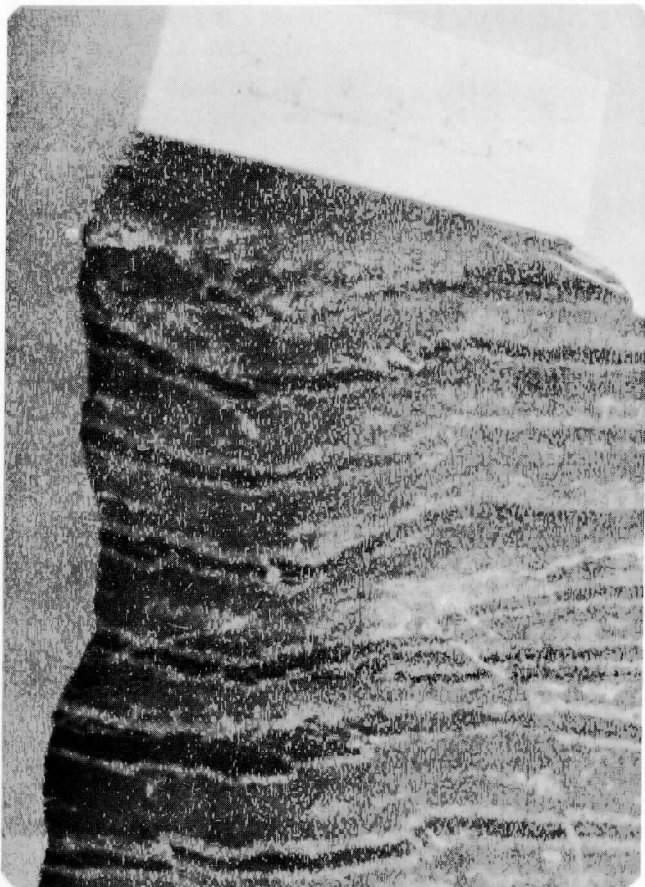


FOTO # 5

MINA SN. VICENTE.

Ritmita de San Vicente (tipo Zebra) conformada por capas de dolomita (negro) calcita (blanco) esfalerita (gris claro).



FOTO # 6

MINA SN. VICENTE.

Brecha conformada por clastos que contiene mineralización con estructura de tipo Zebra y clastos sin mineralización.

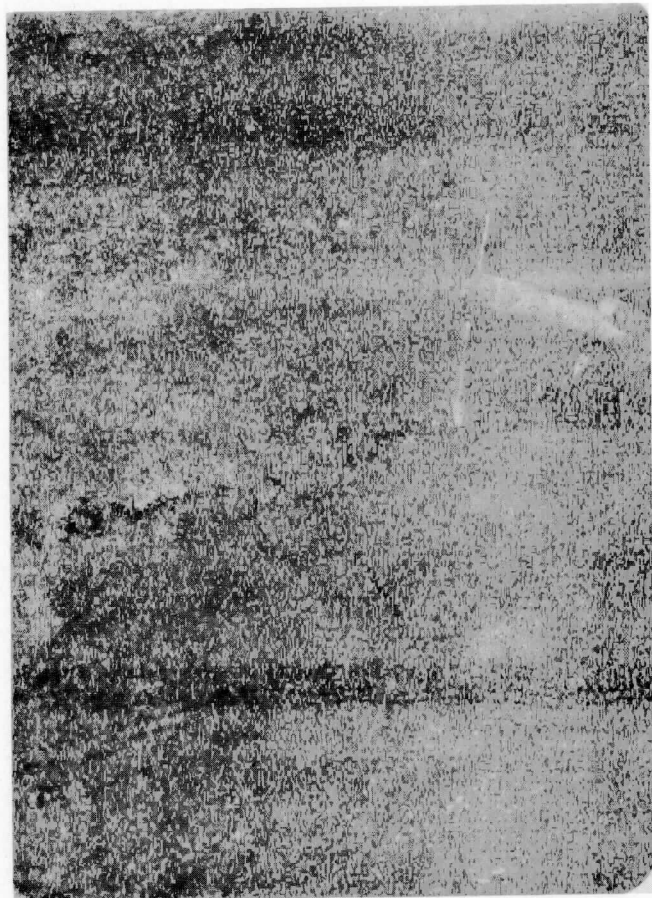
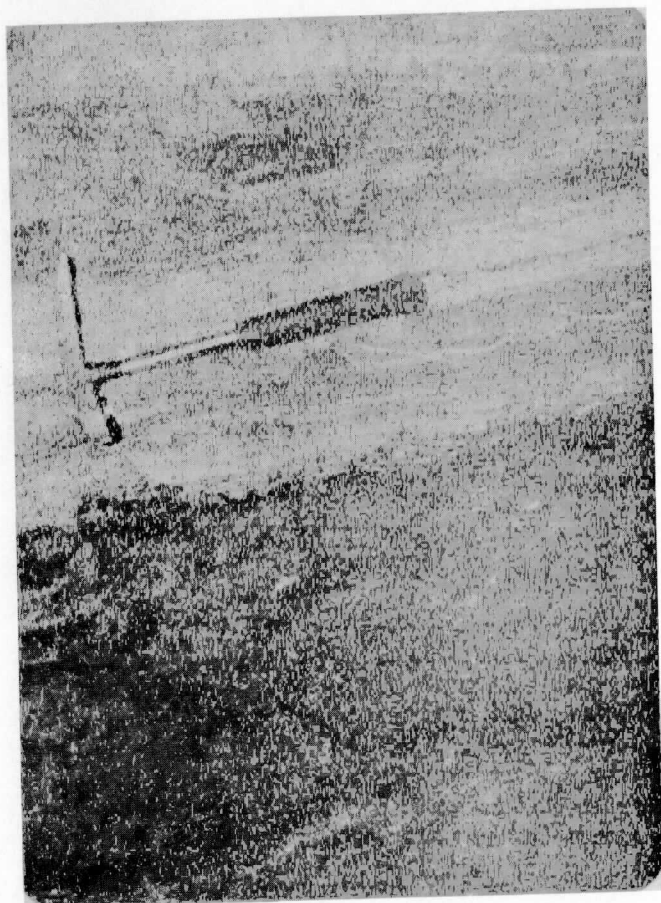


FOTO # 7

MINA CARAHUACRA.

Tufos Volcánicos Riolíticos interestratificado con capas que contiene sulfuros. Los tufos (color claro) contienen capitas principalmente pirita (color gris) y diseminaciones de hematita.



FOTO# 8

MINA CARAHUACRA.

Tufos Riolíticos con mineralización estratiforme de pirita y hematita (parte superior de la fotografía), en contacto concordante con capas de sulfuros masivos de hierro, plomo, zinc (parte inferior).

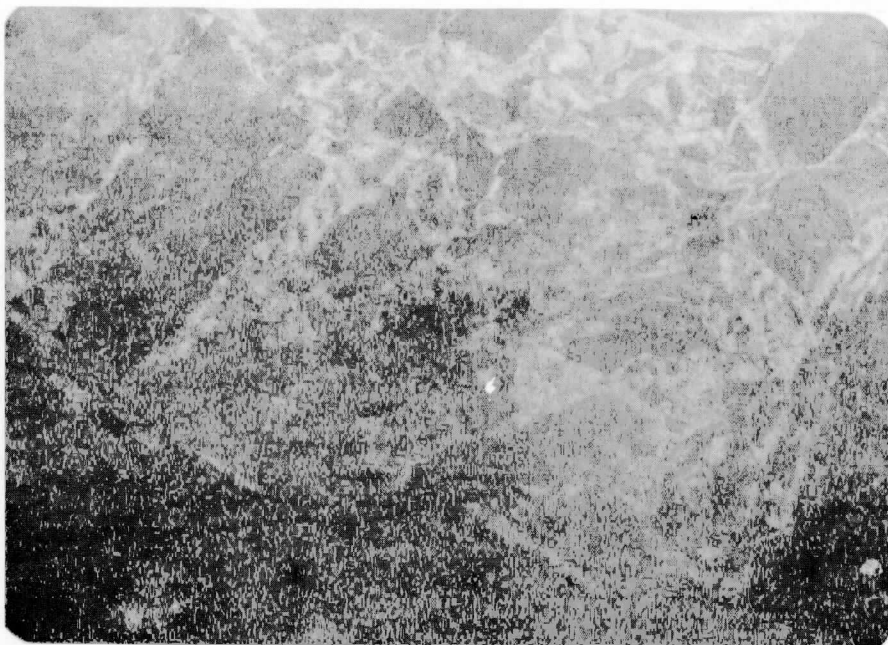


FOTO # 9

MINA SN. VICENTE. Brecha conformada por clastos que contiene mineralización con estructura de tipo Zebra y clastos sin mineralización.

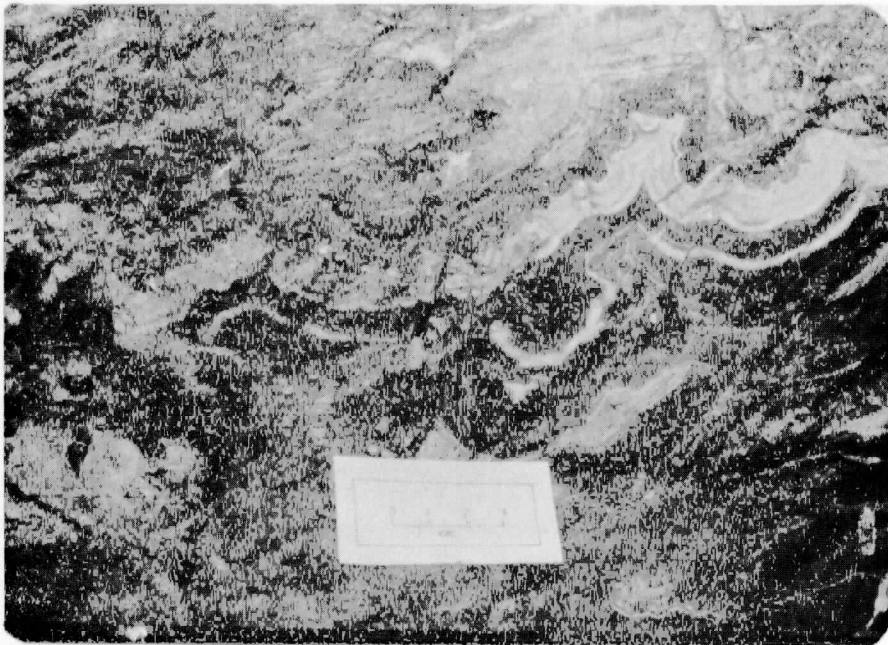
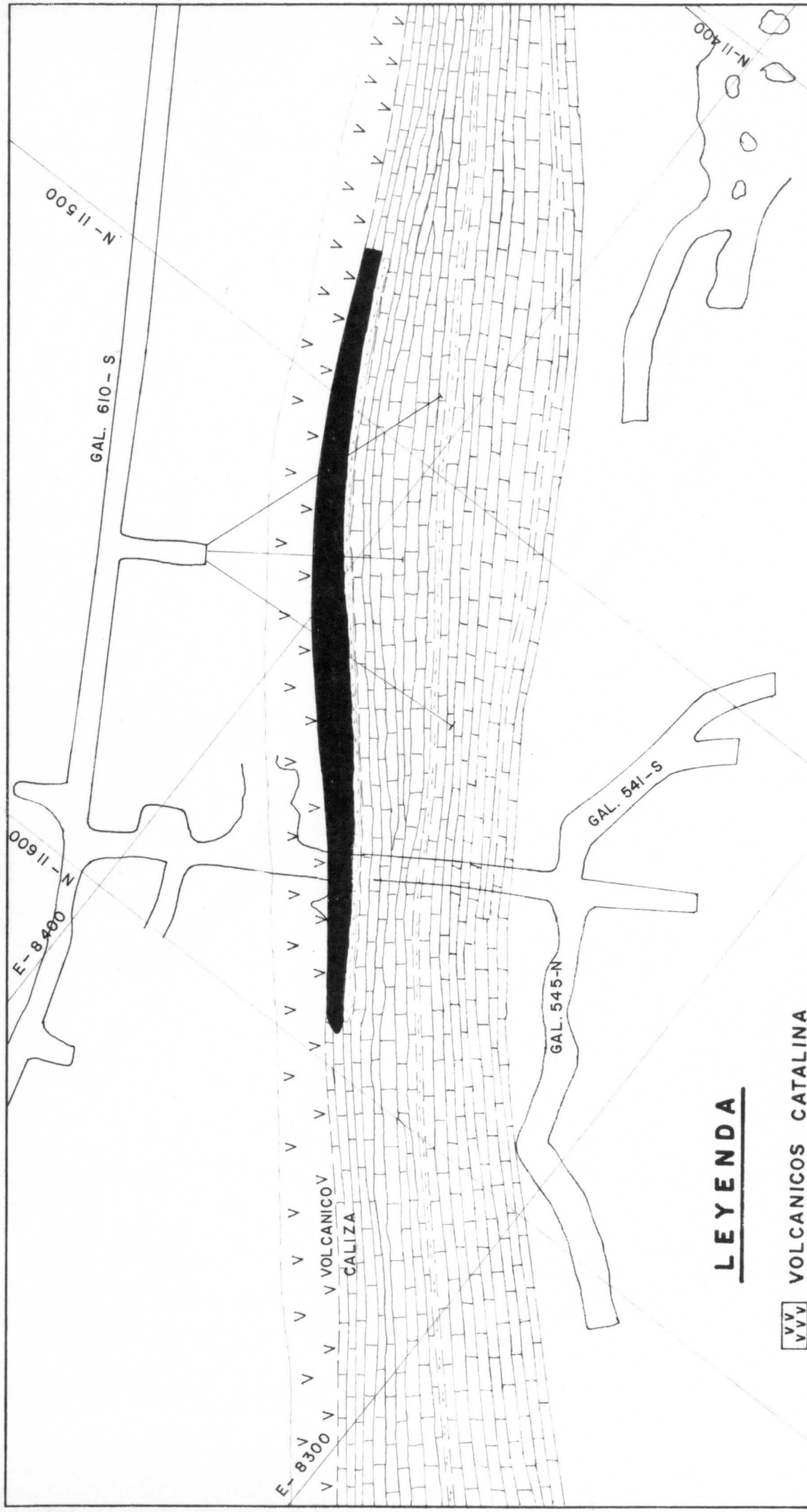


FOTO # 10

MINA SN. CRISTOBAL. Muestra sulfuros de zinc y plomo, asociados con Baritina y Siderita arreglados en una estructura coloforme, que han sido deformados durante la diagénesis. Aquí se aprecia el contacto superior de un horizonte que contiene las estructuras coloformes con un horizonte que gradualmente pasa a tener estructuras estratiformes.

RELACION DE LAMINAS

- Distribución de yacimientos estratoligados y facies de evaporitas en la cuenca occidental del Perú en el Perú Central.
- Perfil lito-estratigráfico Moises II.
- Cuerpo 570 - Manto Huaripampa.
- Mina San Cristobal sección transversal de los mantos San Antonio.
- Mapa geológico, mina Negra Huamsha.
- Columna estratigráfica generalizada, mina San Vicente.
- Principales yacimientos de Pb -Zn - Ag (Cu) estratoligados en la formación Pucará.
- Distribución esquemática de las formaciones y de mineralización estratoligada en la cuenca occidental - del Pucará (Perú Central).



LEYENDA

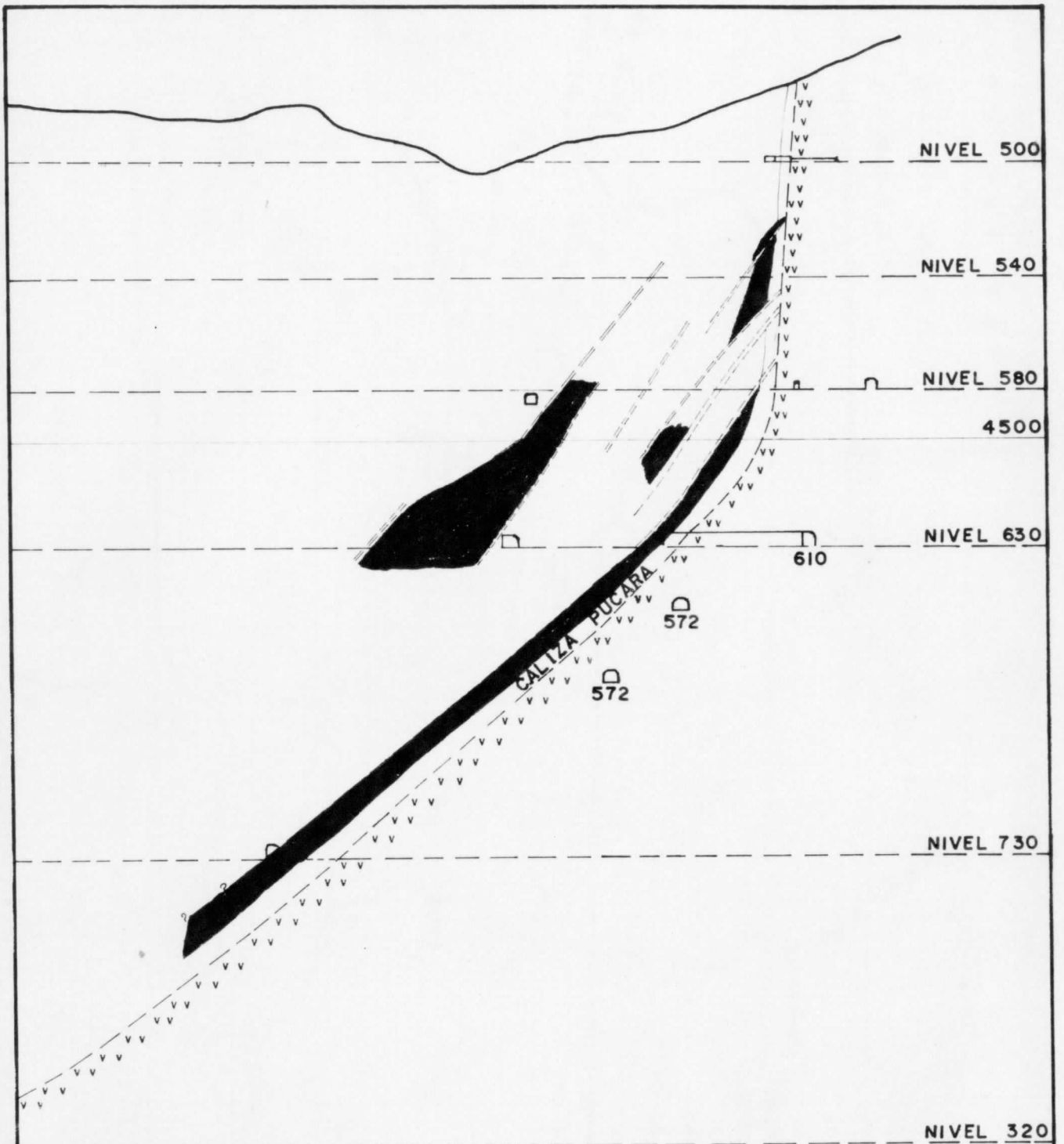
- VOLCANICOS CATALINA
- CALIZAS PUCARA
- ZONAS DE ZINC PLOMO
- TUFOS
- CONTACTO

IN G E M M E T
DIRECCION DE GEOLOGIA MINERA
DIVISION DE INVESTIGACIONES METALOGENICAS

CUERPO 570 - MANTO HUARIPAMPA
MINA SAN CRISTOBAL

GEOLOGIA: F.V.C. -76

ESCALA 1:1,000



LEYENDA

-  VOLCANICO CATALINA
-  CALIZA PUCARA
-  ZONAS DE ZINC PLOMO
-  TUFOS
-  CONTACTO

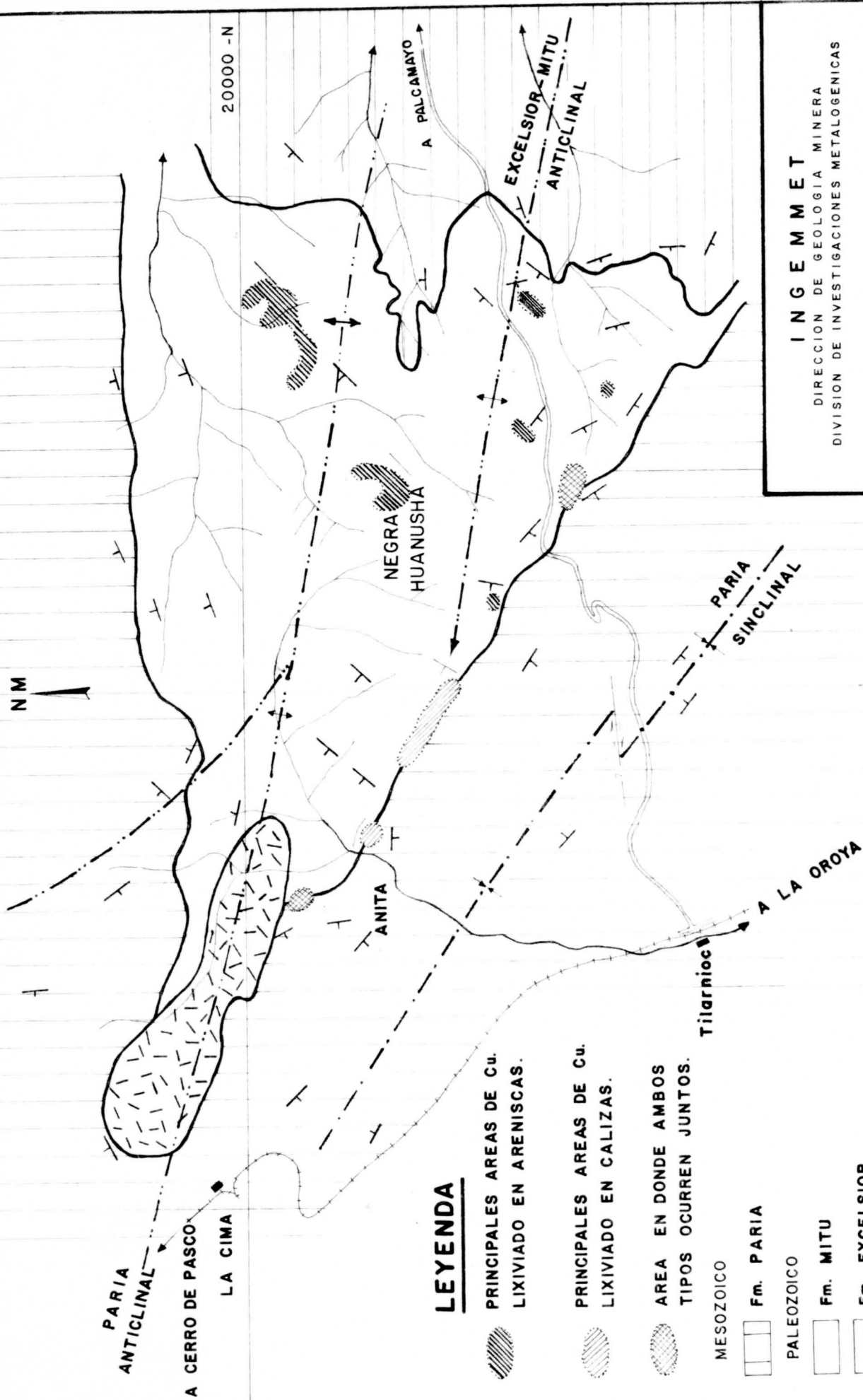
INGEMMET

DIRECCION DE GEOLOGIA MINERA
DIVISION DE INVESTIGACIONES METALOGENICAS

MINA SAN CRISTOBAL
SECCION TRANSVERSAL DE LOS
MANTOS SAN ANTONIO

GEOLOGIA: F.V.R. -77

ESCALA: 1:2,000



LEYENDA

PRINCIPALES AREAS DE Cu.
LIXIVIADO EN ARENISCAS.

PRINCIPALES AREAS DE Cu.
LIXIVIADO EN CALIZAS.

AREA EN DONDE AMBOS
TIPOS OCURREN JUNTOS.

MESOZOICO

Fm. PARIA

PALEOZOICO

Fm. MITU

Fm. EXCELSIOR

INTRUSIVO

PORFIDO CUARZO DIORITA

INGEMMET

DIRECCION DE GEOLOGIA MINERA
DIVISION DE INVESTIGACIONES METALOGENICAS

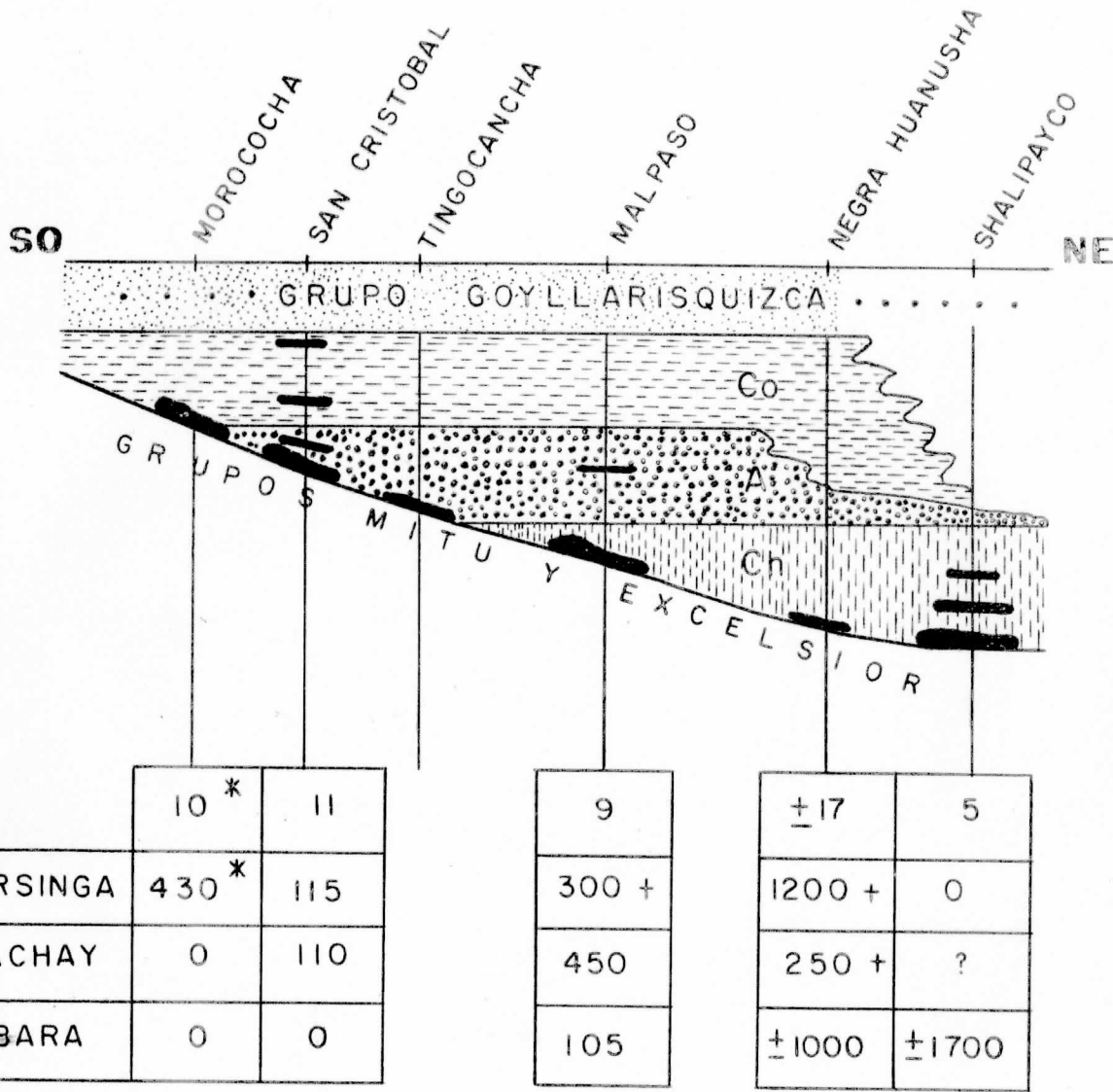
MAPA GEOLOGICO
MINA NEGRA HUANUSHA

GEOLOGIA: H.W.K. - 1959 ESCALA 1:50,000

MINA SAN VICENTE						
COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERALIZADA						
GRUPO	SISTEMA	SIMBOLO	FORMACION	LITOLOGIA	DESCRIPCION	POT. APROX.
CENOZOICO	TERCIARIO	T.g.g.v.	GRANITO DE TARMA	+ + + + + + + + +	Granito gris verde	?
MESOZOICO	JURASICO INFERIOR	Jr. p.	GRUPO PUCARA		Sobreescurreimiento Caliza negra compacta Caliza negra foliada Dolomita brechosa gris con mineralización Caliza arenosa gris obscura Dolomita brechosa gris, con mineralización Caliza arenosa gris brechosa Caliza gris compacta Caliza Carbonosa Caliza gris, fosilífera Caliza negra foliada Caliza gris, fosilífera	1396 m
				Discordancia		
				Lutitas rojas marrón y areniscas rojas		
				Discordancia		
PALEOZOICO	PERMICO SUPERIOR	Ps. m.	GRUPO MITU			127 m
	DEVONICO ? SILURICO	Pal. i. gr.	GRANITO DE LAMERCED	+ + + + + + + + + + + + + + + ?	Granito rojo, basamento	?

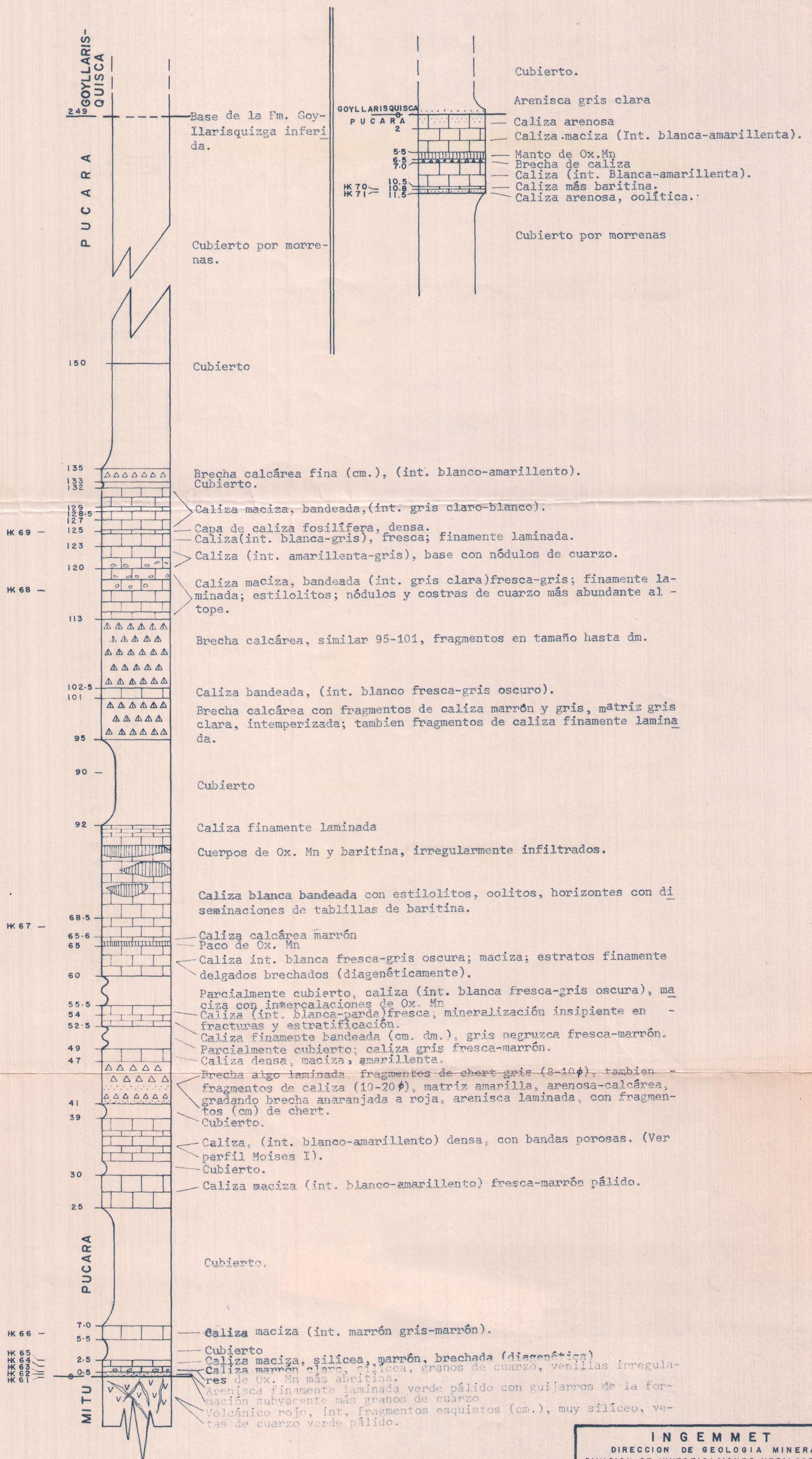
DISTRIBUCION ESQUEMATICA DE LAS FORMACIONES Y DE MINERALIZACION ESTRATOLIGADA EN LA CUENCA OCCIDENTAL DEL PUCARA (PERU CENTRAL).

MINERALIZACION ESTRATOLIGADA



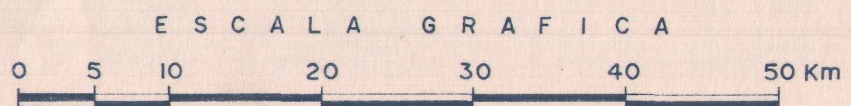
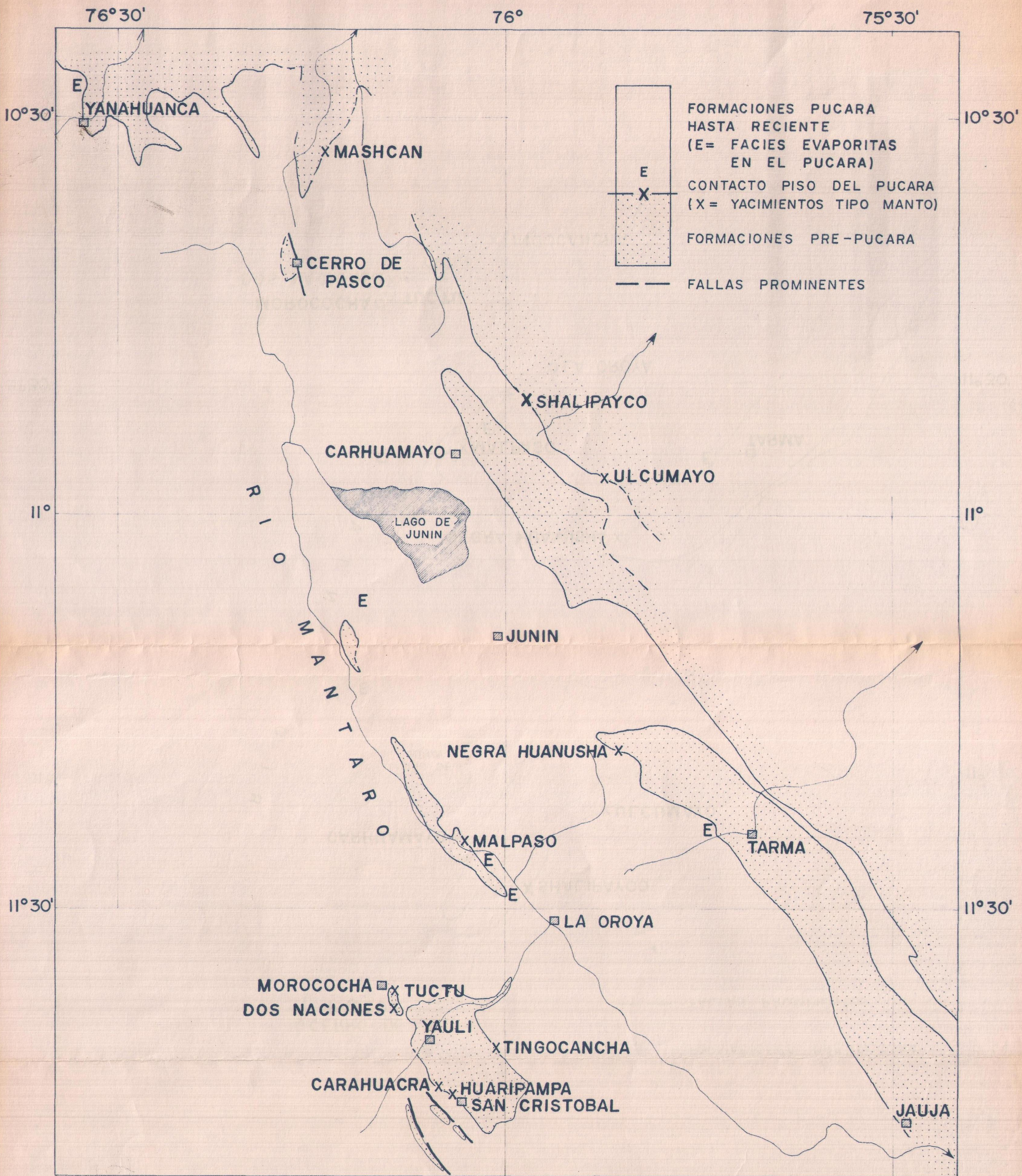
* NUMERO DEL PERFIL Y POTENCIA (M) APROXIMADA DE LAS FORMACIONES DEL GRUPO PUCARA SEGUN SZEKELY Y GROSE (1972)

PERFIL MOISES IIa (40 m. AL OESTE DEL PUNTO TERMINAL
COORDENADAS -N- 7950 /E- 12380



* (MEDIDO EN SUPERFICIE., REQUIERE UNA REDUCCION POR LA INCLINACION DE LOS ESTRATOS ± 60° DE LA HORIZONTAL).

INGEMMET		
DIRECCION DE GEOLOGIA MINERA		
DIVISION DE INVESTIGACIONES METALOGENICAS		
PERFIL LITO-ESTRATIGRAFICO MOISES II *		
(COORDENADAS SAN CRISTOBAL:		
N 8160/E 12500 → N 8030/E 12440)		
MEDIDO POR:	DR. H. KOBE	FECHA: MARZO 78
DIBUJADO POR:	L. ORELLANA	ESCALA: 1:500
REVISADO POR:	T. SANCHEZ R.	
	ING. F. ESTRADA CH.	



INGEMMET DIRECCION DE GEOLOGIA MINERA DIVISION DE INVESTIGACIONES METALOGENICAS		
DISTRIBUCION DE YACIMIENTOS ESTRATOLIGADOS Y FACIES DE EVAPORITAS EN LA CUENCA OCCIDENTAL DEL PUCARA EN EL PERU CENTRAL		
DIBUJADO POR :	T. SANCHEZ R.	FECHA
APROBADO POR :	DR. HULDRYCH KOBE	10-02-78