

INVESTIGACIONES METALOGENETICAS

YACIMIENTOS DE ORO-ESTAÑO-TUNGSTENO-MOLIBDENO DE

PUNO

"GEOLOGIA PRELIMINAR DE LOS DEPOSITOS AURIFEROS DE

POTO - PUNO".

POR: Raúl Bace Baldocea

INVESTIGACIONES METALOGENETICAS

YACIMIENTOS DE ORO-ESTAÑO-TUNGSTENO-MOLIBDENO DE

PUNO

"GEOLOGIA PRELIMINAR DE LOS DEPOSITOS AURIFEROS DE

POTO - PUNO".

POR: Raúl Bace Baldoce

INVESTIGACIONES METALOGENETICAS

YACIMIENTOS DE ORO-ESTAÑO-TUNGSTENO-MOLIBDENO DE PUNO

"GEOLOGIA PRELIMINAR DE LOS DEPOSITOS AURIFEROS DE
POTO - PUNO".

POR: Raúl Baca Baldoce

	PAG.
PROLOGO	1
RESUMEN	1
1. INTRODUCCION	
1.1 Objetivos	
1.2 Procedimientos	
1.3 Agradecimientos	
1.4 Trabajos previos	
2. INFORMACION GENERAL	4
2.1 Ubicación	
2.2 Accesibilidad	
2.3 Area de Estudio	
2.4 Reseña histórica y Propiedad Minera	
2.5 Recursos	
3. GEOMORFOLOGIA	7
3.1 Generalidades	
3.2 Topografía	
3.3 Drenaje	
3.4 Clima	
3.5 Vegetación	
4. GEOLOGIA REGIONAL	15
4.1 Rocas Metamórficas	
4.2 Rocas Sedimentarias	
4.3 Rocas Igneas	
4.4 Estructuras	
5. GEOLOGIA HISTORICA	21
6. GEOLOGIA DE LOS DEPOSITOS AURIFEROS	23
6.1 Generalidades	
6.2 Características	
6.3 Mineralogía	
6.4 Riqueza del material aurífero	
6.5 Origen de los Depósitos	
6.6 Potencial Minero	
7. MINADO Y TRATAMIENTO	34
7.1 Generalidades	
7.2 Minado	
7.3 Tratamiento	
7.4 Problemas de Agua y Energía	
CONCLUSIONES	43
RECOMENDACIONES	
BIBLIOGRAFIA	
APENDICE	

P R O L O G O

De acuerdo al título, el presente Informe toca de manera general los diversos aspectos geológicos del placer aurífero de San Antonio de Poto, aún cuando se ha hecho én fasis en la descripción de formas geomórficas locales y, en la medida posible, del comportamiento de la mineralización.

No obstante que se cuenta con otros elementos (datos adicionales de campo, muestras para estudios de laboratorio) que darán más ideas al respecto, se considera que un Informe posterior y más completo no perderá su carácter "preliminar" dado los profundos y detallados estudios que demanda este tipo de yacimientos. Con relación a lo anterior se debe acotar que no se tuvo acceso a la abundante y detallada información geológica del área preparada por la NATOMAS Co. durante la explotación de Pampa Blanca (1962-1971).

Por otro lado, San Antonio de Poto junto a otros placeres auríferos de la Cordillera Real de Bolivia presentan peculiares características, por la altitud en que se hallan y por su complejo origen fluvioglacial. Se debe destacar y adelantar que si bien es cierto que de su área total estimada (340 km²) solo se ha determinado reservas probadas y explotado a gran escala en un área considerablemente menor (1Km²), también lo es que desde hace mucho tiempo pequeños mineros explotan eventualmente, en forma manual y superficial, el mismo material aurífero con buenos resultados en otras partes del yacimiento.

Finalmente, se tiene la plena convicción de que los esfuerzos para un mayor desarrollo minero en toda la región alta de Puno han sido insuficientes; solo se han hecho escasos y aisladas prospecciones, a pesar que la

..//

..//

Cordillera de Carabaya (nombre local de la Cordillera Oriental) presenta condiciones geológicas que favorecen la ocurrencia de diversos depósitos minerales.

RAUL M. BACA B.

R E S U M E N

- Los depósitos fluvioglaciales auríferos de San Antonio de Poto constituyen el placer de oro más grande y a mayor altitud que existe en el Perú, y se ubican en casi toda su extensión a lo largo del curso superior del río Carabaya.
- Estos depósitos rellenan una depresión longitudinal en marcada por el Macizo de Surupana y la Cordillera Oriental y conforman una extensa planicie.
- En el área afloran rocas metamórficas, sedimentarias e intrusivas.
- El material aurífero semi-consolidado está constituido por fragmentos sub-angulosos y rectangulares de pizarras, cuarcitas, esquistos y en menor proporción de hornfels, cuarzo e intrusivos.
- Además de oro se han detectado estaño, wolframio, zinc y otros.
- Por observaciones de campo se ha estimado un potencial de algo más de 9 mil millones de m^3 de material fluvioglacial con una media tentativa de $200 \text{ mg}/m^3$ para el oro, mientras que para el estaño hay pocos valores preliminares.
- La energía y el abastecimiento de agua son los principales problemas a resolver para futuros trabajos de explotación.

De acuerdo al contenido de oro, extensión del yacimiento, así como, los actuales precios del oro, la explotación de estos depósitos deben ser a mediana y gran escala.

1. INTRODUCCION

1.1 OBJETIVOS

- Contribuir en ampliar más los conocimientos sobre la actividad minera en yacimientos auríferos de placeres algo escasa o inconvenientemente practicada en nuestro país a pesar del gran potencial aurífero del Perú en este tipo de yacimientos; sobre todo en nuestra región sur-oriental (Puno-Madre de Dios).
- Dar a conocer con más detalles algunas características del placer aurífero más grande y a mayor altitud que existe en el Perú.
- Posibilitar con los datos y recomendaciones aquí presentados, otras perspectivas de estudio del yacimiento.
- Culminar así uno de los trabajos emprendidos a fines de 1977 por la Oficina de Investigaciones Metalogénicas del INCITEMI en Puno propiciando una política de diversificación minera.
- Sirva como trabajo de Tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Geólogo por parte del autor.

1.2 PROCEDIMIENTOS

El presente estudio se gestó durante un trabajo de campo preliminar realizado por el autor con los Ings. F. Estrada (INCITEMI) y R. Robertson (Universidad de Queen, Kingston Canadá) por las zonas de Putina-Ananea-Crucero-Macusani en octubre de 1977, eligiéndose el área de Ancocala para un estudio de Tesis.

Se buscó y procesó tanto en Lima como en Puno, toda la información disponible del área de trabajo y zonas adyacentes confeccionándose cuadros y gráficos auxiliares.

..//

El trabajo de campo en sí se realizó desde setiembre a mediados de diciembre de 1978, primero en el área de Ananea-Pampa Blanca y luego en Anccocala desde donde se hicieron breves itinerarios hacia la zona de Huacchani. El trabajo en general fue lento y difícil por la carencia de movilidad y dificultades de tiempo.

Después de mapear y muestrear las rocas circundantes a los depósitos y visitar algunas minas cercanas, se pudo determinar algunas características de los depósitos gracias a los numerosos cortes o caños de explotación que existen en diferentes partes del yacimiento (Ananes, Chaguiminas, Anccocala, Limata, Huancantira). Además de hacer un muestreo referencial y comprobación en caños de Anccocala se tuvo oportunidad de levar material aurífero obteniéndose muestras de preconcentrados (arenillas).

Para todos estos trabajos se utilizaron hojas topográficas al 1/25,000 y al 1/100,000 (hojas de Putino y Limbani) del IGM y como plano geológico base el levantado por INGEOMIN en 1970 (1/250,000).

1.3 AGRADECIMIENTOS

Al personal profesional del INCITEMI por sus variados y persistentes consejos, de manera especial al Ing. Flavio Estrada por ser el gestor para que este estudio sea auspiciado por dicha Institución. De igual forma al personal de la Biblioteca por su constante ayuda en cuanto a material bibliográfico actualizar, y a los Sres. Teodosio Sánchez R. y Erlinda Tello T. por su contribución a la preparación del Informe final.

Al personal de la E.P.S. Minero Puno y miembros de las oficinas del Bco. Minero en Juliaca y Ananea, particularmente a los Ings. Pedro Cárdenas y Grimaldo Medina por su colaboración tanto en la ciudad de Puno como en el

Área de trabajo; por el mismo motivo al Ingº Tomás Cen-
zano S. de la Cía. Minera Altiplano de Puno.

A los pequeños mineros de la zona de Estudio por su alien-
to y valiosas informaciones, y con mucha deferencia al
Sr. Concepción Yanapa por hacer factible en forma desin-
teresada, mi estancia en Anccocala.

1.4 TRABAJOS PREVIOS

En 1964 Saénz Chávez, T. presenta una Tesis a la U.N.M.S.M.
en la que principalmente se ocupa de las cuestiones ope-
rativas del dragado efectuado por la NATOMAS Co. en Pam-
pa Blanca (1).

Calderón Banda, M. en 1977 presenta un estudio realizado
en Anccocala al Programa de Geología de la U.N.S.A.
Menciona la mineralogía y se refiere con preferencia al
planeamiento y desarrollo del muestreo empleado y el tra-
tamiento del material para los análisis respectivos cuyos
resultados se deben tomar con reservas a opinión del au-
tor (2).

Entre los trabajos antiguos se debe mencionar el de Agui-
lar Condemarín: "La región aurífera del valle de Poto y
su descripción geográfica"(4); y el publicado en 1962 por
el Dr. G. Petersen sobre el prospecto de Condoriquña
(al W de Anccocala) en el que resume diversas informacio-
nes sobre la presencia de estaño en algunos placeres au-
ríferos del área (3).

Además existen numerosos estudios o informes de algunas
partes de San Antonio de Poto o zonas adyacentes en el
Bco. Minero e INGEOMIN; pero en general son de carácter
aislado y técnico (5,6,7,8,9).

Finalmente se debe mencionar el reciente y más completo
estudio de Geología Regional realizado hasta ahora en Puno
por G. Laubacher a fin de tener en forma clara el ámbito geo-
lógico en que se asientan los depósitos auríferos de San
Antonio de Poto (10).

2. INFORMACION GENERAL

2.1 UBICACION

Los depósitos auríferos de San Antonio de Poto se ubican a lo largo del curso superior del río Carabaya. Se extenderían incluso hasta la frontera con Bolivia hacia el SE y su terminal llegaría hasta el desvío hacia Patambuco (fig. 1 y 2); abarcando los distritos de Trapiche, Ananea, Cuyo-Cuyo y la comunidad de **HUACCHANI** en las provincias de Sandia y Carabaya de Puno. Geográficamente está encuadrada por las siguientes coordenadas (9):

Longitud Oeste 69°19'38" a 69°44'36"

Latitud Sur 14°26'13" a 14°42'43"

y a una altitud de 4,200 (Huacchani) a 4,900 m.s.n.m. (Pampa Blanca).

2.2 ACCESIBILIDAD

El acceso se hace por la carretera de penetración (afirmada) de Juliaca-Sandia de la cual hay desvíos hacia las diferentes zonas del yacimiento, según el siguiente cuadro:

Vía	Ananea (Pampa Blanca)	Anccocala	Huacchani
Km 160	6 a 16Km (hacia el E)	_____	_____
Km 180	_____	5 Km (hacia el NNE)	_____
Km 195	_____	_____	12Km (hacia Crucero)

2.3 AREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó fundamentalmente en la zona ubicada al NE del curso del río Carabaya (excepto en Ananea - Pampa Blanca), donde se efectúan la mayoría de los trabajos mineros, abarcando hasta las estribaciones de la Cordillera Oriental desde Pampa Blanca hasta Huacchani.

2.4 RESEÑA HISTORICA Y PROPIEDAD MINERA

En la zona hay restos de trabajos hidráulicos rudimentarios de la época del Incanato. En la colonia, los españoles ya explotaban los placeres por el sistema de cochas aunque los trabajos más notables se realizaron en yacimientos primarios (actualmente Untuca, Gavilán de Oro, Ana María).

Se trabajaron diversas partes del yacimiento por rústicos lavadores hasta 1924 en que la Sociedad Aurífera San Antonio de Poto empieza a explotar el Cerro San Antonio por el Sistema de monitores.

En 1962, la NATOMAS Co. por convenir con la Sociedad anterior hace exploraciones en las zonas de Pampa Blanca y Arequipapampa, e inicia la explotación por dragado de la primera.

En 1967 la comunidad de Puno Ayllu de Cuyo-Cuyo solicita una concesión de explotación por 300 Has. en la zona de Anccocala que revierte al Estado por incumplimiento del calendario de operaciones en 1972, el mismo año que se hunde parcialmente la draga que operaba en Pampa Blanca.

El Estado recupera en 1974 las concesiones existentes y se las asigna como Derechos Especiales a MINERO PERU incluyendo las de Huacchani y Anccocala. Al respecto se tiene el siguiente cuadro (9):

ZONA	Nº Concesiones	Has.	Km ²
Pampa Blanca	26	8,384.	83.84
Arequipapampa	12	11,158.	111.58
Anccocala	09	8,988.	89.88
Huacchani	06	6,000.	60.00
	<u>58</u>	<u>34,530</u>	<u>345.30</u>

En 1975 y 1976 la Empresa de Propiedad Social MINERO PUNO realiza exploraciones y prospección por oro y estaño en el

Área de Anccocala (11). Actualmente el yacimiento es trabajado incipientemente por los lugareños mediante el sistema de cochas, especialmente en Ananea y Anccocala durante el período de lluvias (diciembre-marzo)

2.5 RECURSOS

Dada la altitud de la zona, la agricultura es casi nula, pero permite una regular actividad ganadera (Anccocala, Huacchani, Lima pampa). Aún así el abastecimiento de víveres se hace principalmente desde Putina y Juliaca.

La insuficiencia de agua es el mayor problema que afrontan casi todo el año los pequeños mineros para lavar el material aurífero, sin embargo, existen numerosas lagunas adyacentes que deben ser consideradas para una futura explotación a mayor escala.

En esta región la minería es una actividad importante, tan es así, que el lavado de las morrenas auríferas y el laboreo de subsuelo en las minas se practica por generaciones de familia. La mano de obra para futuros trabajos se tomarían de Ananea, donde hay mucha gente que ha trabajado en las diferentes operaciones de NATOMAS Co. y de Anccocala donde también hay personas que trabajan eficientemente el material aurífero.

En Ananea aún se conserva cierta infraestructura de la NATOMAS Co., algunas instalaciones y maquinarias se hallan en buenas condiciones tales como: campamentos, casa de fuerza, almacén; compresoras, grupo electrógeno, perforadora Churn Drill, tuberías, camiones, etc.). De igual modo en Anccocala existen ciertas instalaciones construidas por MINERO PUNO E.P.S.

3. GEOMORFOLOGIA

3.1 GENERALIDADES

Según G. Laubacher (10) la geoforma más importante de la zona es una depresión longitudinal (Cruceiro Ananea-Cojata) que se extiende por más de 100 Km enmarcada por la pre-Cordillera de Carabaya (Macizos de Surubana) al sur y la cadena de Nevados de la Cordillera Oriental al norte que es la prolongación en el Perú de las Cordilleras Real y Apolobamba de Bolivia. A lo largo de esta depresión las evidencias de una intensa actividad glacial son conspicuas, especialmente en cuanto a formas de erosión y depósitos.

Además de otros depósitos cuaternarios, la cubeta también está cubierta por vulcanitas (Fig. 3)

Se debe mencionar también algunos hechos interesantes:

- Al Este de Anccocala existe una pampa (Limacpampa) que ha sufrido intensa disección; en Ananea-Pampa Blanca no se ha observado tal grado de disección.
- En las morrenas de Anccocala (al este) sus fragmentos de granito aparentemente están más alterados que aquellos de Ananea; igual cosa ocurre con el grado de intemperización de sus fragmentos de cuarcitas (grises).
- La morrena lateral de Limata ha sido barrida en su terminal por los deshielos.
- Los bloques erráticos, principalmente cuarcitas masivas, son abundantes entre la Hacienda Limacpampa y Anccocala, conforman una faja alineada NNE-SSW.

3.2 TOPOGRAFIA

El relieve característico de cordillera, es abrupto tanto en las estribaciones de la Cordillera Oriental como en el macizo de Surupana.

El alineamiento de cerros de la Cordillera Oriental sigue una dirección NW-SE y casi todos pasan de los 5,000m, teniendo como cima más alta el Nvdo. de Ananea (5,900m) al SE.

En la zona de Queopampa (Este de Anccocala) hay una pampa de unos 2Km. de amplitud, levemente inclinada hacia el Oeste que hace perder algo de continuidad a este alineamiento de cerros; hacia el Este esta pampa se estrecha y descende hasta un valle glacial amplio y hondo.

Desde la Rinconada al Nor Este de Ananea, hasta la zona de las Lagunas Pacharia y Saracucho, al Norte de Anccocala son notables las formas glaciares. El sistema de circos originado por el glaciar de Ananea, presenta un regular desarrollo, en el área de Queopampa. Limacpampa, Rinconada los circos presentan una disposición casi radial y en general casi siempre descienden con una inclinación mayor al 5%. Las cabeceras son siempre empinadas al igual que las paredes laterales que en algunos casos, como en Limata forman crestas agudas. Es característico también que el perfil de los flancos o cabeceras sea típicamente escalonado debido a la acción glacial favorecida por el clivaje de las pizarras, abundantes en el área. Las mejores artesas glaciales se presentan en Limata y Nacaria al Norte de Ananea con una longitud hasta de 3Km sus flancos se inclinan de 20 a 25° y su lecho de 2 a 5% (hacia el valle principal).

Hacia el Sur la cadena de cerros o Macizo de Surupana también presenta una alineación NW-SE y están más alejados del curso del río Carabaya. El aspecto que ofrece es de un relieve algo más suave que el de la Cordillera -

Oriental quizás porque son amplias pampas o lomas suaves que son interrumpidas por grandes colinas como crestas agudas o cerros acuchillados aislados. Esto es muy notable al Sur de la laguna Sillacunca en que también se observan artesas secundarias pequeñas y no muy desarrolladas.

Más al NW se atenúa esta característica y los cerros presentan flancos suaves delatando así los grandes afloramientos de vulcanitas.

Se debe destacar también que en esta parte meridional los efectos eólicos son más visibles.

Por otro lado la faja adyacente al curso del río Carabaya es una planicie conformada por diversos depósitos cuaternarios: coluviales, glaciares, fluvioglaciares, que en su parte central alcanza anchos de 8 a 17km y se estrecha visiblemente por Huacchani, al NW, y Ananea-Pampa Blanca al SE. Esta planicie se inclina con una media de 1% hacia el NW.

En la parte media alejada de las estribaciones montañosas se notan suaves y bajas ondulaciones, elongadas hacia el NE-SW, en general transversalmente al valle principal, que indicarían leves oscilaciones del glaciar, y que no varían en nada el carácter de planicie. Esto se repite en menor escala en todas las pampas de la zona: Parinani, Baltimore, Linacpampa, Arequipampa, Pampa Blanca. En esta última la llanura de unos 4 por 6Km se inclina con una media de 2.5% hacia el SW.

Cerca a las estribaciones es característica en algunos lugares una topografía de bajas depresiones y lomadas (drumlins?) principalmente por Linacpampa, al Este de

Anccocala y por las lagunas de Pacharfa y Saracucho; también se presentan bajas colinas elongadas (eskers,?), por ejemplo, hacia el NE a 3Km al Norte de la Hda. Limacpampa que se unen más al Norte (exactamente al Este de Anccocala) formando una pampa profundamente disectada por erosión fluvial retrocedente (río Euancantira). De igual modo algunas artesas presentan en su parte más baja, ya en la confluencia con el valle, bajas ondulaciones en sus flancos a manera de pequeñas terrazas discontinuas, la misma figura se da en algunas morrenas que descienden de las terminaciones montañosas al Sur Este de Huacchani y que forman terrazas netas por el área de Chuquine (al Oeste de la laguna Pacharfa). Los rasgos anteriores tampoco significan cambio de importancia en el carácter general de planicie, a lo mucho suponen variaciones suaves y locales de pendiente. Sin embargo, existen netas formaciones morrénicas que forman anchas colinas o cerros alargados que sobresalen en la planicie, entre las que destacan la morrena frontal de Anccocala, y las morrenas laterales del Cerro San Antonio y Limata.

La morrena frontal de Anccocala está a 16Km al norte del pueblo de Ananea, y es una colina elongada hacia el NE que se eleva por algo de 100m sobre la planicie, con una inclinación media de 2% hacia el WSW. Su parte más amplia y baja (4,500msnm) está hacia el W y llega a tener hasta 3Km de ancho, mientras que hacia el E tiene su parte más estrecha y alta (4,625msnm) que alcanza 1.5Km de amplitud; es en este lado que presenta sus flancos más empinados: de 10 a 20% en su flanco Norte y de 15 a 25% en su flanco Sur Este. El circo más amplio de la zona está 6Km al SE y su eje es casi perpendicular a la morrena. Esta morrena presenta numerosos cortes o caños de

explotación por oro en su parte media occidental.

La morrena lateral del Cerro San Antonio corre paralela a la laguna Rinconada y llega hasta las inmediaciones del pueblo de Ananea. Es una colina alargada de unos 7 Km, que desde sus nacientes por las cercanías de Pampa Blanca toma un rumbo SW que cambia a E-W por el inicio de la laguna Sillacunca; su cima desciende desde los 4,900 (Pampa Blanca) a los 4,840msnm (Ananea) y tiene una amplitud de 300 a 500m mientras que su base desciende hasta los 4,630 msnm ,y de 800m llega a tener una amplitud de 1,500m en su terminal. En su parte inicial su flanco SE desciende suavemente hacia Pampa Blanca, mientras que su flanco NW es más empinado en toda su extensión. Ha sido trabajado regularmente desde hace 50 años en su prolongación al W de tal modo que el pueblo de Ananea y el campamento del Bco. Minero actualmente se asientan en sus restos del flanco sur.

La morrena lateral de Limata es una alargada colina, ancha en su cima, de 5Km de longitud que corre hacia el SW y en sus partes finales y más bajas dobla algo hacia el W; aquí alcanza una amplitud hasta de 1.5Km en su base que pasa a confundirse con la planicie principal. La morrena desciende desde los 4,800msnm, algo de 200m y su flanco NW se inclina con una media de 25° todo lo contrario del flanco SE (5 a 8°), donde ha sido trabajado en forma incipiente.

Se debe mencionar que esta morfología se repite por la zona de Trapiche, en que las rocas circundantes están más cercanas a los depósitos morrénicos conformando un relieve de suaves y bruscos cambios de pendiente; más al SE, cerca a la frontera con Bolivia, reaparece el carácter

de una extensa planicie con suaves y bajas colinas alargadas, a manera de terrazas y transversales a la Cordillera Oriental en su parte central, y, que varía hacia las estribaciones por la presencia de netas formaciones morrénicas y de una mayor disección.

Igual panorama se da en la prolongación NW del yacimiento de San Antonio de Poto: saliendo de la estrecha zona de Huacchani el valle alcanza una vasta extensión al Sur de la laguna de Aricoma.

Para objetivizar mejor este tópico se presentan algunos cortes y esquemas (Figs. 4 al 15).

3.3 DRENAJE

En general el drenaje presenta un patrón de multicuenca típico de áreas de erosión y deposición glacial. Hay numerosas lagunas, grandes o pequeñas, ampliamente dispersas, pero en algunos casos estrechamente espaciadas; algunas de ellas ubicadas al pie de los glaciares de la Cordillera y alimentadas por los deshielos dan origen a los principales ríos de la región que desaguan en el Lago Titicaca como el río Carabaya (Laguna Rinconada), el río Suches (Laguna Suches), el río Crucero (Laguna Aricoma).

La divisoria de aguas pasa por Limata-Anccocala y hacia el sur, el desague es a la Hoya del Lago Titicaca, y, al Norte, hacia la cuenca del río Madre de Dios.

El río Carabaya es el principal colector, en un curso superior presenta un carácter anastomosado y sigue un rumbo NW, paralelo a la Cordillera Oriental, hasta contornear el Macizo de Surupana virando hacia el sur, en cuyo recorrido recibe varios tributarios cambiando de nombre sucesivamente hasta desembocar en el Lago Titicaca como el río Ramis.

El río Suches nace en la laguna de Suches, y recibe numerosos riachuelos que provienen de los deshielos del Nevado de Palomani en Bolivia, y hasta su desembocadura tiene un rumbo NS.

Hacia la cuenca del río Madre de Dios el principal colector es el río Tambillo que se origina por la unión de varios riachuelos que provienen de la laguna de Queo y los deshielos del Nevado Nacaria, terminal Oeste del glaciar Ananea. Se caracteriza, al igual que todos los ríos de esta cuenca, porque corta a los macizos de la Cordillera Oriental formando un profundo y escarpado valle hasta unirse con el nombre de Huari-Huari al río Inambari. (Ver Figs. 16 y 17).

3.4 CLIMA

El clima es típico de las regiones altas, presenta dos períodos definidos: uno húmedo y cálido, y otro seco y frío. El período húmedo es de Diciembre a Marzo en que hay intensas precipitaciones con temperaturas de 4 a 15°C y en el período seco, de Abril a Noviembre, las precipitaciones son escasas y la temperatura desciende tremendamente hasta valores de -5 a -10°C, aunque los días son soleados y tibios.

Según los planos de distribución de las precipitaciones (Isoyetas) y temperaturas (Isotermas) en la cuenca del Río Ramis (12) elaborada en la Oficina Regional del SENAMHI en Puno (Fig.18) el Proyecto de San Antonio de Poto se halla en una zona que tiene precipitaciones medias anuales de 600 a 700 mm y temperaturas medias de 4 a 6°C correspondiéndole un clima típico de Cordilleras altas y semihúmedo.

..//

- 14 -

Se debe mencionar los fuertes y persistentes vientos que ocurren en la zona tanto del NE como del Sur.

3.5 VEGETACION

Dado el clima, es agrícolamente improductiva y aún escasean el ichu y otros pastos naturales. (musgos, líquenes).

ett

4. GEOLOGIA REGIONAL

En la región hay extensos afloramientos de rocas sedimentarias, metamórficas e ígneas.

Las formaciones sedimentarias, excepto pequeños remanentes cretáceos, pertenecen al Paleozoico Superior y se disponen hacia el Sur del río Carabaya, mientras que hacia el norte se presenta la secuencia, principalmente metamórfica, del Siluro-Devoniano (Paleozoico Inferior).

Otro hecho destacable, la ausencia de rocas volcánicas abundantes hacia el WSW, en el flanco oriental de la Cordillera Oriental donde afloran grandes cuernos ígneos de facies plutónica. Ver Figs. 19 y 20.

4.1 ROCAS METAMORFICAS FORMACION ANANEA

G. Laubacher (10) denominó así a una secuencia vizarrrosa con algunos bancos de cuarcitas hacia la parte media y el tope de algo más de 2,500 m de potencia y precisó que pertenecen al Siluro Devoniano del Paleozoico Inferior.

En el área conforma la falda occidental y las cumbres de la Cordillera Oriental. Es característico su tono negruzco y aspecto aserrado o escalonado (gracias al buen clivaje de las abundantes vizarras.)

Las cuarcitas masivas en general se restringen a partes altas de la zona (Cerros Tambillo, Nacaria, Coliorco, Limata) y presentan tonos brunáceos; en la zona de Rinconada se pueden apreciar bancos gruesos de cuarcitas grises. En la zona de Queonampa (cerca de Condoriquiza) regulares afloramientos de cuarcitas grises, pardas bandeadas (bandas oscuras de 5 a 30 cm, bandas claras hasta de 6 cm;

.. //

turbiditas ?); también por la zona hay esquistos de gran fisibilidad con textura mosqueada y brillante.

La secuencia presenta variaciones en cuanto a rumbo y buzamiento, y está cortada, sobre todo las cuarcitas, por innumerables venillas y vetas de cuarzo que en muchos casos alteran las pizarras a hornfels grises.

4.2 ROCAS SEDIMENTARIAS

GRUPO AMBO

Del Carbonífero Inferior (Mississipiano).

El Mississipiano continental y marino con un espesor aproximado de 1,500m (10) aflora extensamente entre Macusani y Cojata, y comprende:

- Una secuencia basal de cuarcitas y dolomitas (facies continental o lagunar),
- Una secuencia de cuarcitas intercalada con lutitas fosilíferas (facies marina),
- Una secuencia terminal de arenas y lutitas con desniveles microconglomeráticos.

Al Sur del pueblo de Ananea aflora un importante paquete (~~150-500m~~) principalmente calcáreo con algunas intercalaciones de capas (1 a 2m) de cuarcitas masivas y horizontes de calcarenitas pardas y lutitas violáceas y raras delgadas capas de mármol (muy fracturada). Este paquete buza hacia el NE y está en neto contacto de falla con las pizarras carbonosas de la formación Ananea. (Fig.21) Más al Este (Sur de la laguna Sillacunca) los horizontes de lutitas y areniscas violáceas son más conspicuas (hasta 1.5m de potencia) al igual que los bancos de calizas pardas. De acuerdo a las observaciones de campo estas nos

indican que el Carbonífero se depositó sobre una superficie discordante de erosión de las rocas metamórficas del Silúrico-Devónico (10).

GRUPO TARMA-COPACABANA

El grupo Tarma-Copacabana es un conjunto detrítico y calcáreo marino, de unos 2,500m de potencia, que corresponde al Carbonífero Superior Permiano Medio y sobreyace en concordancia a los estratos del Grupo Ambo. (10)

El Grupo Tarma en la base comprende unos 100m. de areniscas claras y capas de sedimentos volcano-sedimentarios verdosos; y hacia el Tope, unos 300m. de bancos de areniscas, cuarcitas, capas verdes, lutitas y calizas fosilíferas que conformarían el pasaje del Pensilvaniano al Permiano.

Encima y en concordancia, el Grupo Copacabana que comprende de la base hacia el Tope es:

- Una secuencia calcárea de 900m. con intercalaciones de margas, lutitas, areniscas, cuarcitas. Los estratos de calizas tienen concreciones tipo "chert" y hacia el techo alcanzan espesores hasta de 7m.
- Una secuencia de más de 500m. conformada principalmente por bancos de areniscas y cuarcitas con algunas intercalaciones de margas y calizas chertosas.
- Una secuencia continental, de alcance local de unos 400m de capas rojas, conformada por conglomerados cuarzosos en una matriz arcósica rojiza.

En el área el Grupo Tarma-Copacabana presenta importantes afloramientos hacia el Sur Oeste.

GRUPO MITU

Del Pérmico Superior al Triásico.

Sobreyace en discordancia angular a los estratos del Siluro-Devoniano y del Permo-Carbonífero. Comprende dos secuencias bien definidas:

- Secuencia de conglomerados, areniscas, y brechas rojizas, hasta de 1,000m de potencia, conformada por brechas, lapillis, lavas en general de composición andesítica.

Hacia el Sur de la hacienda Huacchani se presenta un pequeño afloramiento del Grupo Mitu conformado principalmente por areniscas con algo de conglomerados; muy conspicuo su tono brunáceo.

FORMACION SIPIN

Del Cretáceo Inferior.

Sobreyace en concordancia angular aparente al Grupo Mitu (10). Es una secuencia calcárea de unos 100m, principalmente estratos de calcarenitas con algunas intercalaciones de areniscas y lutitas. Al Sur Oeste de Huacchani aflora constituyendo algunos de los escasos afloramientos del Cretáceo en la Cordillera Oriental.

DEPOSITOS CUATERNARIOS

Están constituidos principalmente por acumulaciones glaciares y fluvioglaciares a lo largo de toda la depresión Crucero-Ananea-Cojata. Presentan un color pardo amarillento, pocas veces rojizo.

Pequeños depósitos eólicos se pueden observar al Sur Este del pueblo de Ananea, fluviales en el curso del río Ca-

rabaya y la Quebrada Huancantira (al Este de Ancoccala) y, también depósitos glacialacustres al Norte de Ancoccala. Las acumulaciones de talud son mucho más restringidas.

4.3 ROCAS IGNEAS

Existen vastos cuerpos graníticos alineados de NW a SE que afloran principalmente a lo largo de la falda Este de la Cordillera Oriental intruyendo formaciones del Paleozoico Inferior y Superior; se cree que son manifestaciones de un plutonismo Permo-Triásico (10). Hacia el Sur afloran pequeños cuerpos intrusivos andinos. Al Este de Ancoccala por Condoriquiña, existe un regular cuerpo granítico aún no datado. Es característico, en muestra de mano, su abundancia tanto de muscovita como de biotita; también presenta turmalina. Está alterado y tiene un aspecto pardo claro.

Por el área de Macusani (al NW) y en Huacchani se presentan grandes placas volcánicas de ignimbritas. En Macusani han sido datadas con 4.2M.A. (Mioceno Superior).

En Huacchani las ignimbritas son de composición riolítica y están bastante alteradas, presentando un aspecto terroso blanquecino. En muestra de mano se notan ojuelos de 2 a 12mm de cuarzo hialino, fenos tabulares de feldspatos blancos y bastante biotita; mientras que la muscovita es rara. Además se presentan fragmentos de pizarras o lutitas oscuras englobadas en dicha matriz terrosa.

4.4 ESTRUCTURAS

En la Cordillera Oriental hubo un tectonismo más intenso que en el Altiplano. Cerca a la zona de San Antonio de Poto pasa el sobreescorrimento de Sucheá-Ulla-Ulla que

viene desde Bolivia con rumbo NW-SE que ha contribuido a complicar el esquema tectónico. Así la depresión Crucero Ananea se ha formado por fallamiento normal longitudinal post Plioceno Inferior (10).

Las pizarras de la formación Ananea presentan pliegues apretados con rumbo NW-SE buzando hacia el SW y una esquistosidad inclinada hacia el NE; en cambio las formaciones del Grupo Ambo forman pliegues más abiertos orientados N-S y presentan esquistosidad vertical.

Las vetillas y vetas de cuarzo que cortan la secuencia de pizarras y cuarcitas en la zona de Ananea indican un intenso fracturamiento NE, en la mayoría de los casos empujado hacia el SE.

5. GEOLOGIA HISTORICA

La Región Sur Oriental ha sufrido vastos e intensos procesos geológicos a través del tiempo que la hacen en una de las zonas de mayor complejidad tectónica del Perú.

Un resumen de los sucesivos y más importantes eventos geológicos ocurridos en la región sería el siguiente:

- Sedimentación de material lutáceo y de facies pelá gica sobre una vasta cuenca entre el Lago Titicaca y el flanco Nor Este de la Cordillera Oriental (Ordovícico).
- Levantamiento y emersión de la cuenca (Silúrico Inferior).
- Subsistencia y deposición de material detrítico (Silúrico Medio a inicios del Devónico).
- Primera manifestación de la Orogénesis Hercínic (fase Eohercínic) en el Devónico Medio-Mississiviano Inferior.
- Sedimentación en una cuenca marina que se extendía a lo largo de la Cordillera Oriental desde la frontera con Bolivia (Mississiviano).
- Transgresión marina y deposición de material detrítico y calcáreo (Pensilvaniano).
- Emersión continental e incipiente magmatismo pre o sinorogénico con algunas manifestaciones volcánicas o hipovolcánicas (Pérmico Inferior).
- Segundo Plegamiento Hercínic (fase Tardihercínic) en el Pérmico Medio.
- Emersión y sedimentación de material detrítico y volcano-detrítico continental con un intenso magmatismo postorogénico principalmente de facies plutónica seguidos por un período de distensión y fracturamiento intenso (Pérmico Superior-Triásico).

- La Cordillera Oriental principalmente constituye áreas positivas y sufre larga peneplanación hasta el Cenozoico.
- El período distensivo termina con un plegamiento intenso que constituye la primera fase del ciclo Andino (Eoceno Superior-Oligoceno Inferior)
- Deposición hacia el Oeste de la Cordillera Oriental de depósitos detríticos y volcánicos (Oligoceno Medio-Mioceno Inferior).
- Formación de la superficie de erosión Puno (Mioceno Medio)
- Magmatismo de facies plutónica, principalmente hacia el oeste (Mioceno Superior)
- Plegamiento de la tectónica "fini-miocena" y formación de las depresiones de la Cordillera Oriental (Macusani, Crucero, Ananea, Cojata) por movimientos distensivos (Plioceno Medio).
- Vulcanismo intenso de carácter básico y ácido (ignimbritas) en el Plioceno Superior.
- Segundo plegamiento del ciclo Andino (fase intrapliocena).
- Sedimentación en ambiente lacustrino de carácter local seguida de deposición conglomerática generalizada por el levantamiento general de los Andes (Pleistoceno Inferior).
- Levantamiento máximo de los Andes durante el Pleistoceno Medio.
- Se producen las dos glaciaciones reconocidas en el Perú durante el Pleistoceno reciente. La primera es la más importante y correspondería a la glaciación III (Milluni) de Bolivia; la segunda y más débil ocurrió hace 20,000 años.
- Actualmente prosigue el retroceso de los glaciares y la acentuación paulatina de la acción fluvial como principal agente erosivo de la región.

6. GEOLOGIA DE LOS DEPOSITOS AURIFEROS

6.1 GENERALIDADES

En el área se pueden diferenciar a grosso modo dos tipos de depósitos fluvio-glaciares: los que están constituidos mayoritariamente por fragmentos del Paleozoico Inferior y aquellos con mucha influencia de las formaciones del Paleozoico Superior (morrenas Sur) y que se restringen a las estribaciones del lado Sur y no son objeto de trabajos mineros por oro. Sin embargo, a la entrada del valle hacia la mina Cecilia (a 30 Km al NW de Ananea y al sur de los Nevados Aricoma), donde existen importantes afloramientos del Paleozoico Superior, unas muestras de morrenas han dado interesantes valores por oro (i).

6.2 CARACTERISTICAS

Los depósitos fluvio-glaciares en que se realizan todos los trabajos por oro presentan un color pardo claro, en general son muy heterométricos y existe un incipiente acomodamiento de los fragmentos, aunque hay veces tienen una clara estratificación en capas delgadas donde los clastos mayores de 8 cm. son raros (Laguna Pacharfa y Quebrada de Queo; por debajo de los 4,500 m.s.n.m). Sus principales elementos son clastos en general subangulosos y aplanados de pizarras, cuarcitas, esquistos y en menor medida, hornfels, cuarzo ahumado e intrusivos y están cementados por abundante material arenoso y barroso (limos, arcillas) que en algunos casos es bastante ferruginoso con un tono rojizo, y muy rara vez tiene un aspecto plomo azulado (Lagunas de Pacharfa y Saracucho).

Se debe mencionar que el material morrénico no es muy compacto y que hay veces es mucho más barroso (Zona Este de la morrena Anccocala y parte media hacia el NE de la

(i) Comunicación personal del Ing. César Castillo de Cia. Minas Altiplano S.A.

morrena San Antonio).

También en el área de Anccocala los fragmentos de intrusivos alterados se restringen hacia el Cerro Laka y aumentan al igual que los esquistos, más al Este (Qda. Queo).

Por otro lado las morrenas Sur presentan rasgos de estratificación mayor, están constituidas principalmente por - clastos pequeños de calizas, areniscas y lutitas violáceas cementados por un material barroso de un característico color rosáceo blanquecino. Las capas en general son delgadas (de 5 a 10cm), y los clastos mayores de 8cm se presentan en poca cantidad. En general son más disgregables que las anteriores.

6.3 MINERALOGIA

Los estudios mineralógicos efectuados en muestras de la zona han reportado además de oro, y en menor proporción, casiterita y wolframita, sobre todo en Anccocala, como minerales de interés económico. Otros minerales: ilmenita, magnetita, rutilo, galena, plata y silicatos (cuarzo, feldespatos, micas, granates, zircón, turmalina, etc.).

El oro con su característico color amarillo claro se presenta en toda la secuencia como polvo o chispas que los pequeños mineros mayormente no pueden recuperar, muchas veces y en ciertos lugares hay partículas algo más grandes, laminadas y sub-angulosas que alcanzan un tamaño hasta de 5mm. Se pudo observar una pepa semejante a un grano de haba (15x7x5mm) muy irregular y aplanada, con visibles rayaduras y escriaciones; provenientes de Pampa Blanca (parte Sur) que pesó algo de 12 gramos.

En material ya lavado (arenilla) se ha observado pocos fragmentos de casiterita hasta de 5mm en el área de Anccocala con un color castaño oscuro y aspecto craso, -

..//

mientras que la wolframita está en granos más finos ne-gruzcos y en menor cantidad. La mayor parte de las arenas negras parecen ser de ilmenita o magnetita.

6.4 RIQUEZA DEL MATERIAL-MUESTREOS EFECTUADOS

Se considera que todos los depósitos morrénicos incluso, desde Suches (frontera con Bolivia) hasta Huacchani contienen oro en cantidades variables y valores bajos de estaño en determinados lugares; sin embargo sólo se trabaja por el rústico sistema de co hazos o caños durante el verano (diciembre-marzo) en Pampa Blanca, Cerro San Antonio y Anccocala, rara vez por falta de agua, en Limata, Chaquiminas, Arequipapampa, Limacpampa, Huacchani. Para tener mejor idea al respecto, algunos datos de producción proporcionados por la Oficina del Eoo. Minero de Ananea permiten presentar el siguiente cuadro (en gramos) para el oro:

Lugar	A 1975	ñ 1976	O 1977	S 1978
Anccocala	4,977.1	5,779.0	_____	2,013.2 _z
Pampa Blanca	1,474.6	308.7	_____	390.4
Limata	188.6	41.8	_____	_____

_z Incompleto
o sin datos

En varias zonas del Proyecto de San Antonio de Poto se han efectuado muestreos, pero en forma sistemática sólo en Pampa Blanca (NATOMAS Co.) y Anccocala (MINERO PUNO E.P.S.)

Se debe mencionar que los muestreos referenciales efectuados por NATOMAS Co. en Arequipapampa y por el área de Tra-riche dieron valores más bajos que Pampa Blanca (1), así también que 5 muestras al azar del banco San Pedro en Huacchani dieron valores por oro desde 0.2 hasta 2 gr/m³,

..//

no se analizó por estaño (1).

A continuación se suman y se hacen algunos comentarios al respecto, de los muestreos en Pampa Blanca y Anccocala.

- En Pampa Blanca Natomas Co. realizó primeramente un cuadrillado de muestreo de 48 huecos (espaciado de 400') en el área de dragado, posteriormente para el incremento de reservas se amplió la malla a 400m de espaciamiento hasta un total de 128 huecos, todos con un diámetro de 4" y una profundidad media de 35'. Los resultados van desde 0.05 hasta 0.70 gr Au/m³, y, más del 80% de los huecos dieron promedios mayores a 0.20 gr Au/m³. (Fig.22). Las mayores concentraciones se localizan en la parte central y sur de la pampa.(Fig.23).

Sáenz Chávez (1) presenta un plano en el que además de volúmenes de material (prospectivo ?), indica valores de oro entre 0.193 al 1.91 gr Au/T (0.321-3.300 gr Au/m³) y de estaño desde 0.03 hasta 0.16%, para diversos lugares de Ananea y Pampa Blanca.

En enero de 1972, el Bco.Minero hizo dos huecos en Pampa Blanca con iguales dimensiones; uno dentro del área de reservas que dió un promedio de 0.649 gr Au/m³ y 0.361 lb Sn/m³ y otro 1,500m al W del primero (cerca a la zona barrosa o de lamas de la morrena San Antonio) que dió una media de 0.108 gr Au/m³ y 0.167 lb Sn/m³.

Se debe señalar que entre los 15 y 25' de profundidad del primer hueco parece que existe una zona de mayor concentración de oro con un promedio de 1.9 gr Au/m³; también que no hay relación entre los valores de oro y

(1) Comunicación personal del Ing^o Tomás Cenzano de la Cía. Altiplano S.A.

estaño. Análisis espectrométricos de un compósito de muestras de ambos huecos determinó Au, Ag, Cu, Cd, Sn, Ti, V y W en proporciones que van del 0.01 a 0.1%; y zirconio de 0.1 a 1% (5); el microscopio se verifica que el zircón es de una variedad radiactiva (i).

- En Anccocala el muestreo no ha profundizado más de 4m.

También en 1972 se hace un muestreo manual y superficial por parte del Bco. Minero en la parte media de Anccocala (alrededores del caserío Tunquipata). De 13 muestras o compósito de muestras se obtienen valores de 0.83 a 3.30 gr Au/m³ y 0.05 a 0.13% de estaño. Muestras de arenillas (se desconoce el volumen del material lavado) dieron valores de 15.10 a 20.40% de estaño (Fig.24)(6).

Estos valores deben ser sometidos a verificación.

En 1975 y 1976 Minero-Puno E.P.S. realiza un muestreo manual mediante pozos de sección cuadrada de 1m por lado y 4m de profundidad dispuestos en un cuadrillado de 400m de espaciamiento que cubre toda la morrena de Anccocala; se hicieron análisis por oro y estaño de las muestras que se obtenían por cada metro de avance. En la parte Este el cuadrillado se estrechó a 200m, llegándose a ejecutar en total algo de 120 pozos. No obstante que se tienen reservas acerca de sus resultados (ii), se debe mencionar que Calderón Pando(2) señala un zoneamiento concéntrico para el estaño cuyo núcleo con valores más altos (0.30%) que se localiza al SE de Tunquipata y va disminuyendo hacia afuera (Fig.25).

El autor durante Octubre y Noviembre 1978 tuvo la oportunidad de constatar la riqueza de oro en tres lugares

(i) Comunicación del Ing. Francisco Herrera del INCITEMI

(ii) La Cfa. de Servicios Humbolt Wedag analizó 4 muestras del área tomadas por Minero-Puno, y sus resultados son mucho....

de Anccocala. El material lavado y efectuada la "saca" se obtuvieron valores de 0.342 a 1.041 gr Au/m³. (Fig.24)

Por todo lo expuesto y de acuerdo a observaciones de campo se debe destacar lo siguiente:

- En toda la secuencia morrénica existe oro fino (polvo) que los pequeños mineros recuperan muy poco.
- Siempre se obtienen regulares valores de oro en la superficie, pero parece que hay un control topográfico, al menos en Anccocala, para mayores concentraciones. Así las zonas de frecuentes cambios de pendiente (lomas y depresiones; kames, drumlins ?) son más favorables.
- Dentro de la secuencia morrénica común (barrosa, pardo clara, muy heterométrica, algo compacta) existen interdigitaciones o lentes delgadas de material mucho más clástico y fino dispuesto en forma caótica (escasos clastos mayores de 8cm), material lixiviada (siempre tono rojizo) y mucho más disgregable que el material común, que contienen mayor cantidad de partículas grandes de oro (1 a 5mm). Estos lentes alcanzan hasta 40m de largo y 1.2m de potencia, y se han observado en Anccocala, también en Ananea y Pampa Blanca.

Dichas estructuras se han producido por intensa acción de agua supra; intra o sub-glacial, su material es de gran facilidad para lavar y proporcionan mayor cantidad de arenillas.

Por Puntipata (zona central este de Anccocala) de un pequeño caño (8 x 1.2m) que tenía en su parte media una capa de 10cm de dicho material, se lavó 5.76m³ obteniéndose 6 gramos de oro (\pm 1.05 gr/m³) de los que en buena parte procedían de ella.

6.5 ORIGEN DE LOS DEPOSITOS

Es conocido que a lo largo de la Cordillera Oriental (del Sur Este del Perú), las formaciones del Paleozoico Inferior contienen vetas de cuarzo, manteadas y de escasa potencia en general, con diseminaciones de oro, y otros (cp, py, po, asp,) por la zona de Ananea (Sandia) se habla de "numerosas vetas suríferas en todo sentido.." (13). En el lado boliviano, muy cerca a la frontera" ... en las vertientes occidentales de la Cordillera de Apolobamba hay una zona de vetas manteadas y en echelon de cuarzo aurífero que cortan las lutitas, cuarcitas, y pizarras negras del Paleozoico Antiguo; la distribución del oro dentro de los cuerpos lenticulares de cuarzo es irregular. De estas vetas deriva el oro de los placeres depositados por el río Suches durante su recorrido..." (14).

Por otro lado se tiene que en la región existen algunos prospectos/minas antiguos de estaño (Cerro Blindado, Condoriquiña), tungsteno (Esquena, Dominga, Choquene) y otros polimetálicos (Princesa, Cerro del Inca, Casa de Plata, etc); que el granito muestreado al Este de Anccocala (inmediaciones de Condoriquiña) está tectonizado al igual que muchos intrusivos bolivianos del Triásico, que están relacionados a mineralización de estaño (1).

Además en el área de Rinconada (cerca de la Mina Gavilán de Oro) se mapeó y muestreó una veta en pizarras de cuarzo lechoso (N55°E25SE) de 1.50m. de potencia con nódulos de casiterita color café de grano grueso y wolframita en venillas y granos pequeños, siendo la casiterita más abundante; también están presentes arsenopirita, pirrotita,

....menores: desde 24.95 a 457 mg/m² para el oro, y 0.13 a 6 ppm. para el estaño. (Fig.); también por estudios microscópicos determinan que el zircón es abundante y de grano muy fino.

(1) Comunicación personal del Dr. Allan Clark (Universidad de Queen's, Kingston, Canadá).

pirita y muscovita. Esta veta ha producido 3 Tn de Tungsteno y 1 Tn de estaño (ii).

Con relación a la parte boliviana se debe señalar que en la parte más septentrional de la Cordillera de Apolobamba (Sayhuani) existen potentes e innumerables vetas de cuarzo con débiles manifestaciones de casiterita (0.08% Sn) y que las inmensas morrenas auríferas de la zona contienen valores bajos de estaño: 0.06% Sn (15), así mismo, que de las épocas de mineralización estannífera reconocidas en Bolivia (que fueron seis) una de las más importantes se dió durante el Triásico-Jurásico en la Cordillera Alta y septentrional de los Andes (16).

Está claro pues que los depósitos auríferos de San Antonio de Poto se han producido por el desmenuzamiento y erosión de las rocas del Paleozoico Inferior con sus estructuras mineralizadas, su posterior y escaso transporte y deposición rellenando las cubetas de la depresión Crucero-Ananea-Cojata, casi al pie de la cordillera. En todo este proceso ha sido factor preponderante la acción de los glaciares y sus aguas de deshielos (supra, intra o subglacial).

En el área el flujo predominante del glaciar tenía una dirección NW-SE como lo atestiguan, principalmente la mayoría de las estriaciones y surcos observados en muchos afloramientos de la zona.

La figura 26 muestra la ubicación de diferentes minas o prospecto adyacentes al Proyecto Aurífero de San Antonio de Poto.

(ii) Información del Sr. Antonio Miranda dueño de la mina Gavilán de Oro.

6.6 RESERVAS Y POTENCIAL MINERO

Sáenz Chávez (1) adjunta a su estudio datos sobre volúmenes de material auro-estannífero con algunos valores de muestreo efectuado por NATOMAS Co. para el área de Ananea-Pampa Blanca, que a continuación se resume:

LUGAR	VOLUMEN (millones m ³)	ORO VALORES (gr/m ³)	ESTAÑO(%)
Chaquiminas	100		
Arequipampa	10		
Morrena San Antonio	515	0.423-1.910	0.0291-0.124
Pampa Blanca	250	0.193-1.987	0.0411-0.1545
Culini Grande y			
Morocollo	105	0.381-0.463	0.0298-0.0394
California	15	0.350-1.000	0.0455-0.150
TOTAL:	995		

⌘ Valores extremos

En 1971 la NATOMAS Co. cubicó mediante un cuadrillado de perforación de 200m de espaciamiento (20 huecos de 4" x 36') 17'500,000 yd³ (13'378,750 m³) con una ley de 0.203 gr/yd³ (0.265 gr/m³) como reservas probadas en el área adyacente (hacia el W) de la zona dragada (de donde trató 17 millones de yd cc produciendo 3,800 Kg de oro) (5).

En 1976 MINERO PUNO hace un estimado del potencial del Proyecto San Antonio de Poto, para lo cual utiliza hojas topográficas al 1/25,000 del I.G.M., teniéndose el siguiente cuadro:

AREA	VOLUMEN (millones m ³)
Pampa Blanca	3,583
Ancoccala - Huancantira	385
Vizcachani	1,425
Arequipampa	6,607
TOTAL	12,000

El autor ha hecho un estimado preliminar del potencial minero en San Antonio de Poto basándose sobre todo en observaciones de campo. Para la parte central y más extensa (morrena Anccocala, Pampas: Parinani, Choquini, Balti more, Arequipampa, Limacpampa; no incluye Huilachaca al SW de Ananea) se ha utilizado la hoja 30-Z (Putina) a escala 1/100,000 mientras que para las morrenas de Limata y San Antonio, y Pampa Blanca se ha hecho uso de las hojas topográficas al 1/25000 (Figs.27 al 31).

Para la parte más amplia se han hecho secciones paralelas cada 4Km en forma perpendicular a la dirección principal del valle (no incluye la Pampa Huilachaca al SW de Ananea), como lo muestran las figuras 27 y 28; se ha procedido en forma semejante para las morrenas Limata y San Antonio. Se debe precisar que se ha considerado la cota 4,650msnm como nivel de base para la morrena Limata (figs. 30 y 31), a Pampa Blanca como una llanura de 4 x 4.5Km con una potencia media de 20m. Además al área de Huacchani, algo de 6 x 1.5Km, dadas sus características (valle estrecho pero grandes morrenas hacia las estribaciones y algunas regulares pampas saliendo hacia el desvío hacia Patambuco), se le asigna arbitrariamente un volúmen de 500 millones de ~~metros cúb.~~ Según lo anterior se ha llegado al siguiente cuadro:

POTENCIAL MINERO DEL PROYECTO SAN ANTONIO DE POTO

<u>AREA</u>	<u>POTENCIAL (millones de m³)</u>
AREA SUR ESTE	1,413.703
Co. San Antonio	547.770
Pampa Blanca	360.000
Limata	505.933
AREA CENTRAL	7,470.000
Anccocala, Arequipampa	
Limacpampa, Choquini, etc.	
AREA NOR OESTE	500.000
Huacchani	
<u>TOTAL:</u>	<u>9,383.703</u>

En cuanto a valores estimamos para el oro una media de 200 mg/m^3 y con mayores concentraciones hacia el SE (Chaquiminas-Ananea, Pampa Blanca); en cuanto al estaño se puede decir que es más abundante por Anccocala.

Baspeate al volumen existen datos o evidencias que nos permiten considerar este estimado como conservador; entre los más importantes:

- En la parte central, la lejanía de las rocas circundantes suponen una mayor potencia además, a excepción de la zona al Este de Anccocala, la disección ha sido leve.
- La serie fluvioglaciaria reconocida en la zona correspondía a la 3ra. glaciación (MILLUNI) ocurrida en Bolivia que según Dobrovilny (i) regionalmente es una de las más importantes... "durante la cual una enorme masa de hielo cubría el varland occidental de la Cordillera de Apolobamba con morrenas que alcanzan 200m de altura y hasta 20Km de ancho...".
- Ahlfeld estima hasta unos 300m la potencia de los depósitos detríticos por el área del río Suches (16).
- G. Laubacher (10) habla de extensas y potentes acumulaciones volcánicas, glaciales y fluvioglaciales que recubren el contacto Paleozoico Inferior-Paleozoico Superior entre Ananea y Crucero.

Se debe mencionar además que la sobrecarga o material estéril en estos depósitos es despreciable, consiste de acumulaciones recientes de arcillas o material morrénico ya trabajado que en general son muy restringidos y no pasan de 2m de potencia.

(i) Citado por Salomón Rivas (14).

7. MINADO Y TRATAMIENTO

7.1 GENERALIDADES

Como ya se ha mencionado en el área se ha explotado el material aurífero con pequeñas rústicas labores mediante el sistema de cochas, a una mayor escala mediante arranque hidráulico con monitores, y con mayor intensidad por medio de dragas. En todos estos casos el abastecimiento de suficiente agua ha sido constante preocupación, y en los casos de explotación más intensa se suma el problema de energía.

En el beneficio de mineral siempre ha sido difícil de recuperar el oro fino (1,5); actualmente esta dificultad puede aminorarse dada la mayor información que existe al respecto. Así mismo, se podría encarar la recuperación, además de oro, de posibles agregados económicos reportados en algunas partes de San Antonio de Poto.

7.2 MINADO

- Sistema de Cochas

Es utilizado por pequeños mineros, principalmente durante el período de lluvias (diciembre-marzo) en diferentes partes de la zona: Huacchani, Anccocala, Limata, Ananea, Pampa Blanca.

Consiste en cortes o zanjas que se hacen en el material aurífero cuyas paredes van siendo derrumbadas o arrancadas hacia el pie de los mismos, donde a manera de una cama levemente inclinada el suelo (cocha) ha sido aplanado y empedrado para un mayor atrape de las partículas de oro. Luego de arrancado el material se procede a lavarlo dejando pasar agua por la cocha, mientras que el minero ayuda desgregando manualmente el material y botando los cascajos grandes.

Esto se repite hasta que el material que queda son arenas pesadas de un color pardo oscuro, para después proceder a la saca: bateado y recuperación del oro por amalgamación. En Anccocala la arena negra restante era almacenada y posteriormente vendida por su contenido en estaño. (6)

Este sistema solo se aplica en lugares de pendiente favorable, así mismo la cocha debe tener una inclinación adecuada para una eficaz acción del agua.

Las dimensiones de los cortes o zanjás son variables de acuerdo, también, a las condiciones topográficas. En Anccocala en su parte media (caseros Puntipata y Tunquipata) los cortes son de 5 a 80m de longitud con un alto de 0.8 hasta 5m y el caño de 0.8 hasta 1.5m, mientras que en su flanco ENE (Quebrada de Huancantira) existen enormes zanjás de 50 a 100 m. de profundidad con anchos de 5 a 10m, parecidas labores se aprecian al Este de Pampa Blanca. En Ananea (Cerro San Antonio) las zanjás llegan hasta 12m de altura con anchos de 2 a 3m.

El arranque es manual y muchas veces se ayuda con acción hidráulica.

El rendimiento de este sistema se puede estimar - de 1 a 3m³ hombre/día (considerándose 4 meses de trabajo).

- Monitoreo

Por este método el material aurífero es arrancado y desintegrado y transportado por medio de potentes chorros de agua a alta presión dirigidos desde lanzas hidráulicas o monitores.

Estos monitores se conectan a tuberías de suministro de agua y están montados a un trípode o plataforma; en algunos casos permiten el movimiento del chorro de agua en un área vertical hasta de 30° y una parcial o casi rotación circular en el plano horizontal (17).

Este sistema de explotación requiere de abundante suministro de agua así como, de un fuerte desnivel o salto de agua que proporcione una adecuada presión hidrostática. Este método es muy barato y efectivo en algunas zonas de la selva alta de Puno, donde hay una topografía accidentada de fuertes elevaciones y depresiones y con terrazas de material aurífero en sus partes altas además de gran cantidad de agua aprovechable que en algunos casos como en Coosa y Sahuana operaciones antiguas han permitido un abastecimiento de 5,000 gl/min para los monitores y una recuperación de 35gr de oro por hora de operación. Recientemente una estimación efectuada por técnicos de Bco. Minero da un costo de operación de S/33.83/m³ que permitiría trabajos con un cut-off de 0.050gr Au/m³, removiéndose al día 460m³ de material aurífero (i).

La efectividad y rentabilidad de este método de explotación merma en regiones de mayor altitud (donde las máquinas trabajan con menor potencia) que presentan relieve más suave y menor disponibilidad de agua como es el caso de San Antonio de Poto. Así el Cerro San Antonio, junto al pueblo de Ananea, fue trabajado con monitores desde 1924 hasta 1960 llegándose a producir hasta 50 Kg. de oro al año; los monitores eran auxiliados con bulldozers para otras operaciones.

(i) "Explotación de yacimientos auríferos filonianos y de placeres" Ing° R. Gómez B. (BMP)-Ciclo de Conferencias sobre "Minería Aurífera", INCITEMI; mayo-julio, 1978.

- Dragado

Desde octubre de 1962 hasta diciembre 1971 se explotó en Pampa Blanca 17 millones de yardas cúbicas de material aurífero mediante una draga de cangilones, obteniéndose 3,800 Kg. de oro con una riqueza promedio de 940 milésimos.

La draga es una instalación flotante montada sobre un casco de 36 x 16 x 3m que realiza todas las operaciones de excavación y tratamiento del material; actualmente está parcialmente hundida en el embalse o laguna artificial construída para su funcionamiento.

A continuación se enumeran las sucesivas fases del dragado y se presentan algunas características importantes de la draga empleada en Pampa Blanca.

(I) Extracción

- Mediante 65 baldes (cangilones) de 9 pies cúbicos de capacidad c/u.
- Arco de la línea de baldes con 110' de longitud
- Ritmo de extracción 35 baldes/ minuto.
- Excavación hasta 30' debajo del nivel de flotación.

(II) Desintegración hidráulica

- Trommel o zaranda vibratoria de 43' x 0 7'2" con perforaciones de 1/4" a 3/4", donde es disgregado el material excavado por los baldes mediante potentes chorros de agua que salen de boquillas instaladas en su parte superior; tiene una frecuencia de 9RPM.
- Faja transportadora de 32" de ancho y 33.50m. de largo por donde se elimina el material grueso (3/4") hacia los desmontes.

(III) Concentración

- Mesa de lavado constituidas por 24 sluices dispuestos a ambos lados y debajo del trommel en un área de $260m^2$, a donde llegan por un canal de distribución el material fino ($3/4"$)
- Los sluices presentan un sistema de riflería y planchas de fierro amalgamado en su fondo para un mayor atrape del oro.

(IV) Recuperación del oro o "saca"

- Se realiza cada 10 días, obteniéndose la amalgama de oro depositado en los sluices. Para esto se para la draga.
- El material recogido de los sluices es tratado en una pequeña mesa de lavado, con zaranda, sluice pequeño con riflería y trampas para obtener las bolas de oro amalgamado.
- Fundición del oro amalgamado, en una instalación aparte, en lingotes.
- La recuperación efectiva del oro ha sido del orden de 76.2%, por la imposibilidad de recuperar oro más fino.

La draga operaba con una eficiencia media de 37.5% tratando unas $6,000 yd^3/día$ (capacidad teórica: $16,000 yd^3/día$); y era auxiliada por tractores caterpillar D6-C para sus cambios de posición y otras operaciones.

7.3 TRATAMIENTO

Como ya se ha expuesto, el tratamiento o beneficio del material aurífero, indistintamente el sistema de explotación empleado se hace en medio acuoso y por métodos gravimétricos. El proceso consiste de

..//

tres fases: lavado, concentración, y afino; y a continuación se agregará algo más de los dos últimos.

La concentración se hace en sluices o canaletas inclinadas de madera o metálicos cubiertos en el fondo con material lanudo u otro que permita un mayor atrape de las partículas pesadas, además presentan un sistema de rifles o maderas colocadas transversalmente y en contrapendiente con el flujo de agua para también ayudar más a la sedimentación de las partículas; así como planchas de fierro amalgamadas en el piso.

El afino consiste en separar el producto final de oro de las arenas pesadas y se hace mediante un nuevo y parecido, pero de menor escala y más efectivo tratamiento; luego se procede al refogue o fundición para separar el mercurio del oro.

En San Antonio de Poto, según las operaciones de NATOMAS en Pampa Blanca, la recuperación de oro libre muy fino (microscópico) constituye un problema muy difícil; a esto se suma el ~~caso~~ de recuperar el oro asociado a sulfuros, además de otros posibles agregados económicos como el estaño. Al respecto, existen pruebas metalúrgicas preliminares sobre gravas auríferas de San Antonio de Poto y otras zonas de la selva baja de Madre de Dios.

En ellos se destaca el hecho de que el oro libre puede recuperarse hasta en un 100% (5)y, aún cuando se reconoce la baja concentración de la casiterita y la gran dificultad para recuperarla por su grano muy fino o no estár suficientemente liberada se

..//

establece la idea de una factible recuperación económica, en trabajos de explotación a gran escala, del oro asociado a sulfuros por medio de flotación (18) y de la casiterita u otros minerales pesados (19) mediante el re-tratamiento, para ambos casos, de los residuos de amalgamación que permitirían obtener concentrados con leyes comerciales.

7.4 AGUA Y ENERGIA

Además de la abundancia de cascajos grandes, la poca disponibilidad de agua y energía, así como intempestivas inundaciones son las principales dificultades para trabajar placeres en la región alta de la Cordillera Oriental del Perú y Bolivia (20,21)

Se ha planteado construir embalses o lagunas artificiales en diversas partes de San Antonio de Poto para almacenar agua y asegurar un suministro adecuado para intensos trabajos de explotación; así como de una central hidroeléctrica como fuente de energía en algunos de los profundos valles de la vertiente oriental (8). Así también existe un estudio muy preliminar de las necesidades hídricas y energéticas de este Proyecto Aurífero y de sus posibles fuentes de suministro en el cual se calcula un consumo de 23 Gwh/año^x y 4 Mw^x de energía, mientras que las necesidades hídricas se estiman en cerca a 2 millones de metros cúbicos de agua por año y un caudal de 65 litros/seg teniendo como posible fuente de suministro la Cuenta Alta del río Inambari (22).

En la región existen varias lagunas que deben tenerse en cuenta como eventuales fuentes de agua para trabajos a gran escala; además de los numerosos arroyos o ríos que originan junto con los deshielos de los nevados. En el siguiente cuadro se

presentan algunas importantes lagunas de la región con su superficie aproximada de su espejo de agua.

LAGUNAS IMPORTANTES DE LA REGION DE SAN ANTONIO
DE POTO

Nombre	Ubicación	Superficie		Cota
		Has.	m ²	msnm
Saitococha	Desvío a Cuyo-Cuyo	171.0	1'710,000	4,380
Pacharía	N/ de Anccocala	426.5	4'265,000	4,390
Saracucho	" "	350.0	3'500,000	4,390
Rinconada	N de Ananea	580.0	5'800,000	4,620
Sillacunca	W de Pampa Blanca	214.5	2'145,000	4,795
Ccallinsani	SE de Pampa Blanca	140.2	1'402,500	4,700
Euicha	SE de Ananea	45.0	450,000	4,821
Chullpacocha	S de Ananea	72.0	720,000	4,785
Lacuta	W de Ananea	46.8	468,000	4,640

También se consignan algunos datos de aforo de la zona en litros por segundo: Laguna Comuni, 180; deshielos del Nevado Calijón, 500; Laguna Rinconada 600; Laguna Puruñani Grande, Puruñani Chico y Chullpa, 500; deshielos de los Nevados Ananea y San Francisco, 296.

En cuanto a la energía, dado que no hay estudios al respecto se utilizaría una Planta de fuerza semejante o de mayor capacidad que la utilizada por la NATOMAS Co. en Pampa Blanca.

De cualquier manera el autor cree que la necesidad de construir una pequeña central hidroeléctrica debe de ser considerada, a la par que se hagan los primeros trabajos de exploración, en estrecha colaboración con el SENAMHI (Ver Fig.18 a). Igualmente dado que en USA existen centrales eólicas de 1,000 Kw que aprovechan vientos de 13 m/seg durante 3 a 4 mil horas por año, se impone coordinar con el SENAMHI desde ya, para que coloque estaciones climáticas.

$\times \text{ Gwh/año} = \text{Gigawatt hora/año} = 10^9 \text{ watt hora/año}$
 $\text{Mw} = \text{Megawatt} = 10^6 \text{ watt}$

..//

- 42 -

matológicos en la región que precisen o midan las características y variaciones eólicas a fin de establecer si es aprovechable en alguna medida la energía de los fuertes y persistentes vientos que ocurren en diversas partes de San Antonio de Poto.

CONCLUSIONES

Las más importantes conclusiones que se obtienen de este estudio preliminar son las siguientes:

- La explotación de yacimientos del tipo placer ha sido escasa e inconvenientemente desarrollada en nuestro país, así lo demuestra nuestro inmenso pero virtualmente intacto potencial aurífero en la región sur oriental.
- La glaciación ocurrida en el área sur este del país ha sido importante, son muy notables el modelado típico de la topografía, el drenaje y los extensos depósitos morrénicos de la zona y alrededores de San Antonio de Poto.
- Las formaciones morrénicas conforman principalmente una extensa planicie de relieve ondulado, en general muy suave, que hacia las estribaciones de la Cordillera Oriental o del Macizo de Surupana se vuelve más abrupto.
- Hacia el flanco este de la Cordillera Oriental hubo intenso magmatismo de facies plutónica y escasa o nula actividad volcánica que fue abundante hacia el Oeste.

Los diversos trabajos en varias partes del yacimiento indican que mineralización es superficial y muy errática pero zonas de "lomadas y depresiones" parecen más favorables a mayores concentraciones, y así mismo, es de esperar que a lo largo de la vertical se localizen lentes o zonas enriquecidas por las aguas glaciales (supra, intra o subglacial).

- La gran extensión en que se presentan los depósitos fluvioglaciales a lo largo y al pie de la Cordillera Oriental, los numerosos y diversas labores de explotación en distintas partes del yacimiento convierten a San Antonio de Poto en el placer de oro más grande y a mayor altitud que existe en el Perú.

- La posible existencia de otros minerales de estaño, tungsteno, zirconio, etc. aumenta la importancia y la necesidad de trabajos inmediatos para reanudar la explotación del yacimiento.
 - Se necesitan estudios geológicos más profundos y detallados. Para una mejor comprensión en cuanto a la formación y cantidad de material aurífero depositado, así como para una explotación racional del yacimiento.
-

RECOMENDACIONES

- Debido a la actual tendencia alcista del oro y a nuestro gran potencial aurífero se impone reanudar la explotación de las reservas probadas (con el cut-off actual) de Pampa Blanca y del Cerro San Antonio, y paralelamente llevar a cabo trabajos de exploración en las áreas restantes de San Antonio de Poto.
- De acuerdo a la infraestructura y recursos existentes (con las reparaciones y modificaciones del caso y utilizando gente del lugar con experiencia en trabajos con dragas y monitores), la explotación inicial debe hacerse mediante dragado (Pampa Blanca) y monitores e iría intensificándose paulatinamente. Esto serviría para realizar estudios que mejoren el rendimiento de posteriores fases de minado, por un lado y que determinan una mayor recuperación de oro, así como la posible recuperación comercial de otros elementos.
- Las exploraciones se harán mediante mallas de perforación, con algunos huecos pilotos de mayor profundidad, y paralelamente con un mapeo geológico y estudio geocúmico en las áreas adyacentes (especialmente hacia la Cordillera Oriental) para determinar lo siguiente:
 - Lentos y posibles controles de mineralización
 - lechos antiguos, flujos de deposición
 - profundidad y configuración de la roca madre y de nava freática con auxilio de una prospección sísmica.
 - Para lograr un desarrollo integral de la zona (no solo minero), coordinar desde ahora con Instituciones como la Dirección General de Aguas (determinación del aforo y variaciones temporales del nivel de agua de los ríos y lagunas del área) y el SENAMHI (planos de isoyetas e isotermas más detallado, control de los vientos) para un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos y energéticos, así como para preservar posibles problemas de contaminación ambiental, además de otros organismos de planificación.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Saénz Chávez, T. "Explotación en depósitos aluviales mediante el sistema de dragas"-1964- Tesis para Bachiller en Geología-U.N.M.S.M.
- (2) Calderón Banda, M. "Prospección sistemática en el yacimiento fluvio-glacial de Janccocala Puno"- 1977 Tesis para Ingeniero Geólogo;U.N.S.A.
- (3) Petersen, G. "Sobre Condoriquiña y otros depósitos de estaño en el Perú." 1962, Bol.Nº72, Soc.Nac, Min. y Pet.
- (4) Aguilar C.,L. "La región aurífera del valle de Poto y su descripción geográfica". Bol.de Minas, Industrias y Construcciones; serie III, tomo II (p. 21- 50) 1938.
- (5) Banco Minero del Perú. Informe Técnico del yacimiento aurífero de San Antonio de Poto. Ing. E. Zorrilla; 6-III-1972.
- (6) Banco Minero del Perú- Informe Técnico de la mina Anccocala. Ing. F. Catacora; 8-II-1972.
- (7) Banco Minero del Perú "Minería aurífera en el Dpto. de Puno" Ing. H. Benavente 1978; Rev.Nº145 "Minería" (p.13-20), Inst. Ing. de Minas del Perú.
- (8) INGEOMIN-Reporte "San Antonio de Poto-Anccocala" Misión Humana; 1974.
- (9) Minero Perú-Reporte "Geología y Programa de explotación de San Antonio de Poto" Ing. E. Caro, febrero 1978.
- (10) Laubacher, G. "Geología de L' Altiplano et de la Cordillere Orientale au Nord et Nord Ouest du Lac Titicaca (Perou)". Thesis - Universite des Sciences et Techniques du Languedoc. Sept. 1977.

- (11) MINERO PUNO "Informe Técnico de los Proyectos San Antonio de Poto y Anccocala"; 12-VII-1976.
- (12) Churata S.,J. y Mamani H.,J. "Hidrología de la Cuenca del río Ramis-Puno" 1977. Tesis para Ing. Agrónomo-Univ.Nac.Técnica del Altiplano.
- (13) García R.,R. "Reconocimiento de la región aurífera de Sandia y Carabaya" 1889-Bol.Soc.Nac.Minería N°35-36.Año III.
- (14) Rivas,S. "Geología de la región Norte del Lago Titicaca"; 1968-Bol.N°2-Serv.Geológico de Bolivia.
- (15) Rivas,S. "Depósitos de la faja estañífera de Bolivia" II Congreso Ibero-americano de Geología Económica-Buenos Aires - Argentina-Dic. 1975; (p.395-410)
- (16) Ahlfeld, F. y Schneider-Scherbina, A. "Los yacimientos minerales y de hidrocarburos de Bolivia"; 1964-Bol.N° 5-Dpto.Nac. de Geología-La Paz Bolivia . (50-63)
- (17) Daily, A.F. En "Surface Mining",1970 editada por Eugene P. Pfeleider - Series Mudd. pp.503-527 y 928-954.
- (18) INCITEMI-"Informe cobre tratamiento de gravas auríferas de Anccocala"; julio de 1976.
- (19) Banco Minero del Perú-"Planta de lavado de arenas auríferas y consideraciones para su diseño a escala industrial" - Ing.E. Yoplac C. Informe N°860-LMC.
- (20) World Mining, Vol.30 N°2 - February 1977. "Tin Mining today-placer and lode mining beneficiation".

..//

+ 48 -

- (21) Breeding, V.H.
"Técnicas para la explotación de veneros", Revista
Minería N^os. 144 y 145 - 1978.
"Tin dredging in high Bolivian Andes" - World Mining;
Vol. 21 N^o8, July 1968.
- (22) Briceño, L. "Los proyectos mineros en el Perú hasta
el año 2,000". Trabajo VI a 2; Octavo Congreso Mun-
dial de Minería - Lima, Perú; Noviembre 1974.

EB:ETT

VII.- BIBLIOGRAFIA SUPLEMENTARIA

Aquí se citan los textos o informes referidos en los diversos temas del Apéndice.

- (1) LINDGREN, W. "Mineral Deposits - 1933
- (2) SIMONS, F.C. y PRINTZ, W.C. "Gold". En United States mineral resources; U.S. Geol Surv. Prof. Paper 820, 1973 (p. 263-275).
- (3) KULSGARD, y BELLIDO, E. en "Plan Regional para el desarrollo del Sur del Perú" - 1959.
Capítulo PS/A/5, Recursos Minerales.
- (4) MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS-"Exposición sobre política aurífera"; setiembre 1977-Cap.3 (pp 5).
- (5) BANCO MINERO DEL PERÚ. "Acción del Eco. Minero del Perú en la Minería Aurífera de Placeres". Ings. J. Sánchez y F. Venegas.
Rev. Minería N°144 (pp 6-14); 1978
"Minería Aurífera en el Dpto. de Puno"
Ing° H. Benavente; Rev. Minería N°145 (pp 13-20), 1978
- (6) MINERO PERU. Reportes No publicados 1976.
- (7) ANUARIO MINERO DEL PERU-Publicado por el MEM
año 1960-1977.
- (8) MARIN F. "Explotación de lavaderos de oro"; 1970.
- (9) BCO. MINERO DEL PERU (Ananea) Reportes de producción.
(1978).
- (10) ROMANOWITZ, CH. "Nomographs for placer gold miners".
World Mining, August 1973 (pp 45).
- (4-a) DAMIANI, O. "Potencial de Recursos Minerales del Perú"
Svo. Congreso Mundial de Minería 1974. (Noviembre)
Trabajo I-1

APENDICE

(I) Término más comunes en Minería de Placeres

- Bucket line dredge (draga de cangilones). Una draga cuyo mecanismo de excavación consiste de una armazón metálica parecida a una escala que lleva fijado un engranaje de rodillos que soportan una cadena de cangilones (baldes) que está conectada a la escala en sus extremos.
- Dragline (dragalina) Un tipo de máquina para excavar tirando un cangilón suspendido a un cable por considerable distancia, recoge el material extraído jalando el cangilón hacia sí mismo sobre el terreno mediante un seguido cable eleva el cangilón y vacía el material sobre un echadero, tolva o pila.
- Dredge (draga) Máquina utilizada para excavar bajo el agua. Usualmente es una gran barca o lanchón sobre la cual se monta la cadena de cangilones, bomba de succión u otras instalaciones para excavar y elevar el material de un depósito sub-acuático y, su posterior beneficio.
- Dredging (dragado) Acto de utilizar la draga para excavar depósitos bajo el agua.
- Floating Washing Plant (Planta de lavado flotante) Es una instalación equipada con todos los medios necesarios para el beneficio del material extraído, y montada sobre un lanchón o barceza. Trabaja en combinación con las dragalinas en placeres inundados.
- Ground Sluicing. El desmenuzamiento del terreno por medio de una corriente de agua dirigida para excavar y transportar el material hacia una artesa con riffles donde el mineral valioso es recuperado.
- Hydraulic dredge (draga de succión) Dragas que permite la excavación bajo el agua y el transporte de los sólidos en una pulpa por medio de un sistema continuo de bombeo (bomba conectada a una tubería de succión) hasta el echadero.

- Hydraulic elevator (Elevador hidráulico). Se utiliza cuando la ubicación del placer desfavorece el bombeo de las gravas o una inclinación apropiada de los sluicers.
- Hydraulic monitor; giant monitor (monitor). Es un aparato que dirige chorros de agua a presión en la minería hidráulica. Esencialmente es una lanza giratoria con una contrapesada boquilla y montada sobre un trípode o plataforma (existen modelos móviles) de tal modo que un hombre pueda fácilmente controlar y dirigir los movimientos verticales y laterales de la boquilla.
- Hydraulicking (Minería hidráulica). Excavación aluvial u otros depósitos minerales blandos por medio de chorros de agua a alta presión.
- Miner's Inch Day (MID). En Minería Hidráulica es la cantidad de yardas cúbicas de material que puede ser desbrozado y acarreado a través del sluice por un miner's inch cada 24 horas (1 miner's inch = flujo de agua de $1\frac{1}{2}$ pie³/minuto o $11\frac{1}{4}$ gal.USA/min.)
- Pan-Disco de acero circular de 10 a 16" de diámetro en la tapa, de 2 a 2 1/2" de profundidad y con lados inclinados de 35 a 40° de la horizontal; se utiliza para muestreo y trabajo de placeres pequeños.
- Placer deposit. Masa de material detrítico conteniendo minerales valiosos resultantes del desmenuzamiento y erosión de rocas o estructuras mineralizadas.
- Riffle. Ranuras en el fondo de una artesa para retener minerales valiosos.
- Rocker. Una pequeña cubeta o caja montada sobre dos balanzas oscilantes en la cual el material es agitado por oscilación en agua para recoger el mineral valioso.

- Shovel. Una máquina equipada con baldes para excavar y transportar tierra o materiales rocosos fragmentados.
- Sluice box. Una artesa larga inclinada para lavar, con rifflers en el fondo que proveen un lugar de asentamiento a los minerales pesados.
- Sluicing Separación de minerales en una corriente de agua, movimiento de tierras, arenas, gravas, u otras rocas o minerales por flujos o corrientes de agua.
- Thaving Proceso que se aplica en unos placeres de regiones frías para deshielar mediante vapor el material helado. También se puede utilizar agua caliente o fría.

II. Clasificación de Placeres: Ubicación de San Antonio de Poto

Existe una gran variedad de placeres, por lo que se han propuesto varias clasificaciones para su mejor entendimiento y estudio. A continuación se presenta un cuadro en que se resumen las más importantes en relación a San Antonio de Poto

Autor	Fundamento de la clasificación	Tipo para San Antonio de Poto
Lindgren, W. 1933(1)	Relaciona el tipo de placer con los ciclos topográficos actuales y pasados.	Llanura glacial de gran altitud como resultado de elevación
Daily, A.F., 1970	Según su origen	Placer glaciifluvial de morrenas.
Simons, F.S. y Printz, W. C. 1973-(2)	Antigüedad	Placer joven de material semiconsolidado.
Varios	Según la mena	Aurífero.

..//

A un nivel más local también se ha podido diferenciar nuestros placeres auríferos de la región Sur-Oriental del Perú. Así, Simons, F. (1959) sostiene que San Antonio de Poto es un placer del tipo capas o láminas (sábanas) de origen fluvioglacial que se hallan a grande altitudes (3); y últimamente Benavente (1978) lo sub-clasifica como depósito eluvial de acuerdo a su transporte incipiente.

Con ánimo de aportar mayores elementos y propiciar discusiones que den más luces al respecto, el autor propone la siguiente clasificación en base a su posición fisiográfica que, según la información procesada, determina algunas diferencias sustanciales entre ellos.

TIPOS DE PLACERES EN EL SUR-ESTE DEL PERU

Placeres de..	Cota(msnm)	Observaciones
Selva Baja	hasta 1,000	Yacimiento tipo: Huaypetue Material uniforme Mineralización continua (0.25-2.8 gr/m ³) Lechos actuales de los ríos (bancos fluviales). Gran transporte. Formado en la última etapa de desarrollo del río (equilibrio y/o agradación); escasa pendiente (topografía suave) Trabajos de lavaderos en playas, también con retroexcavadoras, dragas, dragalinas.
Ceja de Selva	1,000 hasta 3,500	Yacimiento tipo: Aporoma Material más irregular Mineralización algo dispersa (0.30 a 3.5 gr/m ³). Lechos actuales y antiguos (bancos muy por encima o aventaderos), en valles encajonados. Regular transporte. Formado durante varias etapas de desarrollo del río. Topografía accidentada. Trabajos en cochas y monitores.

..//

Cordillera Alta	más de 4,000	<p>Yacimiento tipo: San Antonio de Poto.</p> <p>Material muy irregular, abundancia de grandes cascajos (Morrenas)</p> <p>Mineralización pobre y carcítica (0.15-0.50 gr/m³)</p> <p>Acumulados por oscilaciones y deshielos de lenguas glaciares.</p> <p>Escaso transporte.</p> <p>Topografía de moderada a suave.</p> <p>Trabajos con dragas o monitores, también retroexcavadoras, dragalinas, etc.</p>
-----------------	--------------	---

III - Potencial de Oro en el Perú

Para objetivizar la importancia de los placeres se ha confeccionado un cuadro del potencial aurífero del Perú en base a estimaciones recientes a las que se han hecho las correcciones del caso de acuerdo a nuevos datos para determinados yacimientos.

Para un mejor entendimiento del cuadro se debe acotar lo siguiente:

- Los parciales para el oro como sub-producto de yacimientos de pórfidos deben ser más altos, sin embargo se mantiene la cifra dada por Damiani, O. (1974) para las reservas, mientras que para el potencial sólo se consignan datos procesados por INCITEMI para Cerro Verde (0.018) y Toro Mocho (0.038) (i).
- Para el Oro proveniente de placeres la Institución más autorizada, el Eco. Minero, dió un estimado de mineral prospectivo por 2,700 millones de metros cúbicos con un

(i) Cordero, A.; Estrada, F. y Méndez, C. "Ocurrencia de Oro - Plata-Molibdeno-Selenio y Telurio en los pórfidos de Cobre del Sur del Perú". IV Congreso Peruano de Geología Agosto 1978.

..//

contenido probable de 1,500 TM de Oro (ii).

POTENCIAL DE ORO EN EL PERU

Por tipos de producción		RESERVAS			POTENCIAL(Prospect.)		
		Volumen	Ley de Oro	Contenido probab. (TM-Au)	Volumen	Ley de Oro	Contenido probab. (TM-Au)
Yac. Primarios				25.00			289.00
Sub-Producto	(a)			4.00			9.00
	(b)			145.00	1,400. millones TM.)	0.018-0.038 (Oz/TM)	1,070.00
S E R E P L A C E R E S	Región Sur-Este	32.74 (c)	0.300-0.257 (d)	7.22	10,000. (c)	0.180-1.000 (d)	*2,000.00
	Selva Central	0.30 (c)	0.700 (d)	0.21	6.0 (c)	0.200-0.700 (d)	2.40
	Selva Norte				11.20 (c)	0.200 (d)	2.24
				181.43 =====			3,372.64 =====

- (a) Yacimientos polimetálicos
- (b) Pórfidos de cobre
- (c) millones de m³
- * Considerando una media de 0.2gr/m³
- (d) gr/m³

..//

(ii) Medina, O. "Potencial aurífero de placeres del Perú" Ciclo de Conferencias sobre Minería Aurífera INCITEMI, Junio 1978.

V. Producción de San Antonio de Poto

Según el gráfico anterior en los últimos años hay un contraste en la producción de oro de placeres (lavaderos) que en general va en aumento, y el proveniente de las minas que sufre un paulatino descenso; mientras que el oro producido como sub-producto (metalúrgico) no ha tenido variaciones de consideración. Así también, de acuerdo al potencial aurífero (Tema III) es de esperar que tanto la producción de oro como subproducto y de yacimientos de placeres deben aumentar, y en forma considerable en los últimos, debido a los bajos costos de explotación en ese tipo de yacimientos, los elevados precios y la tendencia alcista del oro, la nueva Ley de Promoción Aurífera, etc.

Desde 1972 (cuando cesaron las operaciones de NATOMAS en Pampa Blanca) la incipiente producción de lavaderos comienza a incrementarse año tras año y casi en su totalidad provenía de Madre de Dios, mientras que la producción de oro por pequeños mineros en San Antonio de Poto ha sido muy baja, según los datos disponibles se puede estimar una producción anual de 15 a 20Kg de Oro de la cual las 2/3 partes (10-12.5Kg) provienen de Ananea y lo restante de las demás áreas (Anccocala, Pampa Blanca, Linata, etc.). Ver también el capítulo 6 (Punto 6.4)

El gráfico que sigue muestra la producción de oro en kilogramos finos de Pampa Blanca (NATOMAS Co.) durante 1963 a 1970, y a continuación se presenta una tabla con otros datos interesantes de dicha producción durante el período 1965-1970 en que las operaciones se hicieron a ritmo normal.