ESCUELA NACIONAL DE INGENIEROS

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE YACIMIENTOS DETRÍTICOS DE ORO

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO DE MINAS

AUTOR

LUIS ALVA SALDAÑA

LIMA-PERÚ

1938

P R O Y E C T O T E M A.

Correspondiente al Sr. Luis Alva Saldaña.

Se proyecta poner en explotación unos yacimientos detríticos de oro, de origen fluvio-glacial, situados en la provincia de Sandia, distrito de Poto.

La concesión tiene una superficie de 2000 hectáreas formando un rectángulo de 4000 x 5000 mts.- El espesor de las capas auríferas varía de 10 a 20 mts. El oro se presenta en pepitas, pajuelas i polvo mui fino. Hai que planear una forma científica de determinar la riqueza media del terreno para resolver acerca de su mejor modo de aprovechamiento económico.

Luego hai que hacer la exposición detallada del plan de trabajo para explotar en forma amplia i económica estos terrenos, describiendo los métodos de derribo i los de tratamiento del material para el aprovechamiento del oro encerrado.

Se hace notar que el terreno superficial tiene poco declive i que hai que estudiar la forma de deshacer los relaves. El terreno aurífero está constituído por una mezcla de cascajo ferruginoso, arena negra i arcilla mui plástica, englobando guijarros i rodados de diverso tamaño.- En época de estiaje hai escases de agua. El terreno está cruzado por un riachuelo que desciende de unos nevados lejanos. Este rio tiene un caudal de agua que se indica mas abajo i hai un lugar donde la quebrada se estrecha en una garganta de 40 mts. de ancho. De este punto hacia arriba, el valle se abre teniendo hasta 1000 mts. de ancho i el perfil del río hacía arriba tiene una pendiente media de 2%. De la garganta hacía abajo la pendiente es variable según el cuadro que sigue.

La garganta está situada a 1 kilómetro mas arriba de la concesión. En época de lluvias el caudal se decuplica entre

los meses de Diciembre i Marzo.

Los bancos tienen zonas ricas que deben ser cuidadosamente seleccionadas i utilizadas, aprovechándose los sitios mas favorables por sus condiciones topográficas, su declive, su naturaleza i su ley en oro.

Para mayores informes sobre esta región puede consultarse el Boletín N° 26 del Cuerpo de Ingenieros de Minas por el Ing°. Sr. Luis Pflücker P. i muchas otras publicaciones que hai en la Escuela de Ingenieros.

Los supuestos son:

Espesor del Banco.....	12 mts.
Contenido de oro en m^3.....	15 cts. de dollar.
Volúmen del agua del rio en estiaje.....	2000 L. p. S.
Inclinación del rio i del terreno de la Concesión.....	6 %

Los alumnos expondrán su plan de exploración, de explotación i beneficio, incluyendo obras de captación i almacenamiento de aguas en el volumen que resulte necesario para el trabajo, acompañando planos, presupuestos i detalles.

(Fdo.) Carlos A. Portella.

(Fdo.) Alberto Noriega.

Lima, a 10 de Abril de 1935.

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

Egresado de la Escuela de Ingenieros en el año 1934 fuí contratado como ensayador de la Compañia Mineral Alpacay S.A. con sede en la provincia de Condesuyos, Departamento de Arequipa, entrando a prestar mis servicios en ésta entidad desde el 1° de Marzo de 1935 hasta el mes de Noviembre del mismo año. Se me encomendó la Sección Muestreo i Ensayes, la que estuvo enteramente a mi cargo desde su organización hasta su funcionamiento, durante todo el período preparatorio i parte del período de exploración.

La experiencia ganada durante esta época se refiere principalmente al muestreo de las minas de oro de la Costa del Perú, aun cuando he tenido oportunidad : tambien de conocer otras actividades como son: Geología, Topografía, Organización, etc.

No tengo experiencia en placeres auríferos porque nunca he trabajado en ellos, pero creo que los principios generales le son aplicables con variaciones solo de detalle.

En el presente trabajo aparte de las cuestiones generales trato con mas detenimiento dos cosas que son fundamentales en todo negocio minero: El plan general de acción i la Organización.

La Geología de los bancos auríferos la he tomado con algún detalle porque de ella depende la idea fundamental de acción; todo el trabajo se sintetiza en la ubicación i explotación de los Paystreaks.

La Organización, Cost Keeping i Contabilidad, cuestiones fundamentales en todo organismo económico-administrativo, han sido tratadas en la medida de mi deficiente conocimiento al respecto, pues desgraciadamente, el curso de Ingeniería Económica aun no se dictaba en mi tiempo i de otro lado debido a mis ocupaciones en otras actividades no

he tenido oportunidad ni de actuar ni de ocuparme del asunto.

Espero que el Jurado Calificador del presente trabajo halle de su agrado las ideas i datos que expongo, teniendo en cuenta simplemente el esfuerzo que él representa.

Luis Alva Saldaña.

Lima, a 19 de Enero de 1938.

PLAN GENERAL DEL PROYECTO

1).- Primera etapa.- Concepción del negocio.- Organización de la Compañia.- Consecución del capital de exploración.- Denuncio, títulos, compra de equipo.- Enganche de personal.- Traslado a la mina.- Instalación del campamento.- Estudios preliminares.- Esquema de organización del trabajo de un lavadero.- Esquema general de cuentas de una compañia que explote un lavadero.- Tiempo de duración i costo de la primera etapa.

2).- Segunda etapa.- Exploración.- Preliminares de geología económica.- Orígen de los placeres.- Distribución del oro en los placeres lacustres.- Caso de los placeres de Poto.- PAYSTREAKS.- Objeto de la exploración.- Sistemas de exploración de placeres.- Ventajas e inconvenientes de estos.- Balance económico de los sistemas para el caso de los yacimientos de Poto.- Sistema que adoptamos i razones para ello.- Plan general de la exploración.- Cubicación del yacimiento.- Costo i duración de la exploración.

3).- Tercera etapa.- Explotación i beneficio.- Sistemas de explotación: por monitores o hidráulico i por dragado.- Ventajas e inconvenientes de uno i otro.- Balance económico entre uno i otro sistema para las condiciones de los yacimientos de Poto.- Método que adoptamos nosotros.- Consecución del capital necesario para la explotación.- Diseño, construcción, compra, transporte e instalación del equipo.- Plan general de la explotación.- Costo de la explotación i duración de ella.

4).- Balance final del proyecto.- Cálculo del dividendo anual.- Retorno del capital invertido.- Redención del equipo.- Dividendo final de liquidación.- Apreciación comercial del negocio.

P R I M E R A E T A P A.

CONCEPCION DEL NEGOCIO.-

La riqueza de los yacimientos aluviales auríferos del Sur del Perú, a los que desgraciadamente no se ha dado aún la importancia que se debe, permaneciendo por el momento perdidos al progreso de la nación i constituyendo riquezas de incalculable valor según los autorizados informes i trabajos que al respecto existe de prestigiosos profesionales peruanos, entre otros el del Ingº. Dueñas, "Aspectos mineros del Departamento del Cuzco", el del Ingº. J.F. Aguilar R., "La región aurífera de Marcapata" i el del Ingeniero Luis Pflücker i P., "Yacimientos auríferos de Sandia", son las ideas fundamentales que alientan a un grupo de personas pudientes económicamente de nuestro país hacía la formación de una Compañia, la Compañia Minera Poto S. A. cuya finalidad es explorar i explotar una concesión aurífera aluvial de 200 hectáreas ubicadas en la región de Poto; concesión de la cual ha hablado mucho la fantasía popular i que ha sido explotada en pequeña escala anteriormente.

ORGANIZACION DE LA COMPAÑIA I CONSECUCION DEL CAPITAL.-

Este grupo de personas presidido por la de mayor prestigio comercial o social se reunen en los salones de algún banco de la Capital i firman un acta de organización de la Compañia, a la que se suscriben cada uno aportando entre todos un capital de exploración que suma S/.600.000 dividido en 60.000 acciones de S/. 10.00 cada una, capital dispuesto a perderse en esta aventura comercial. En sesiones posteriores se aprueban los estatutos de la nueva compañia i se ordena finalmente el comienzo del trabajo.

Este trabajo se encomienda al profesional X.X. hombre de prestigio, de largos años de labor i con experiencia

en esta clase de asuntos. El es el encargado de la estructuración de la máquina exploradora i de él depende el éxito o el fracaso de la empresa, de aquí que haya necesidad de buscar al verdadero "manager", hombre hábil, activo, prudente i de una honradez acrisolada.

ENGANCHE DE PERSONAL I TRASLADO A LA MINA.-

El manager selecciona a la gente que lo debe acompañar, generalmente busca hombres jovenes, activos i disciplinados. Organiza en Lima la Oficina Central de Suministro, ordena la compra de materiales i equipo, pidiendo al extranjero lo que sea necesario, i con los útiles indispensables como carpas, aparatos topográficos, máquinas de escribir, vajilla, etc. sale de Lima la caravana exploradora rumbo al Sur en una época en que ya hayan terminado las lluvias.

Llegado a Mollendo establece tratos con algún agente honorable del lugar a quien comisiona la tramitación i despacho de sus cargas, i llegado a Arequipa establece una Oficina de Enlace i Suministro, poniendo al frente de ella a un hombre de confianza. En Arequipa compra víveres i útiles indispensables a la vida de campaña que va hacer i con algún dinero en efectivo, principalmente sencillo, se traslada a Tirapata i de allí en camión hasta un punto situado a 100 kilómetros de Tirapata i a 2 de la concesión.

INSTALACION DEL CAMPAMENTO.-

Llegado al terreno procede a la selección del mejor lugar i a la instalación provisional del campamento; despacha comisionado para el enganche de gente i con ella comienza ahora la instalación definitiva; habilita caminos, trochas, compra acémilas, etc.etc.

ESTUDIOS PRELIMINARES.-

Una vez que el manager tiene alguna comodidad se comienzan los estudios i trabajos preliminares. Entre estos

podemos citar los siguientes:

1°).- Diseño del campamento, talleres, laboratorios, bodega, etc.

2°).- Levantamiento topográfico de la zona.

3°).- Estudio geológico superficial i cateo.

4°).- Estudios de captación i fuerza motriz.

5°).- Esbozo de los métodos, planes i organización de la exploración i explotación.

6°).- Campo de aviación i vias de comunicación.

ESQUEMA DE ORGANIZACION DEL TRABAJO DE UN LAVADERO.-

Antes de seguir adelante vamos a describir el esquema de organización del trabajo de un lavadero, (ver fig. N° 1) porque con el, se comprenderá mejor el esquema de cuentas i luego los presupuestos.

Es mui conocida la disección de la labor por departamentos i secciones, agrupando en aquellos a las entidades afines.

La Gerencia, por intermedio de la Sección Control, gobierna a los distintos departamentos i por Secretaria se pone en relación con Lima i Arequipa.

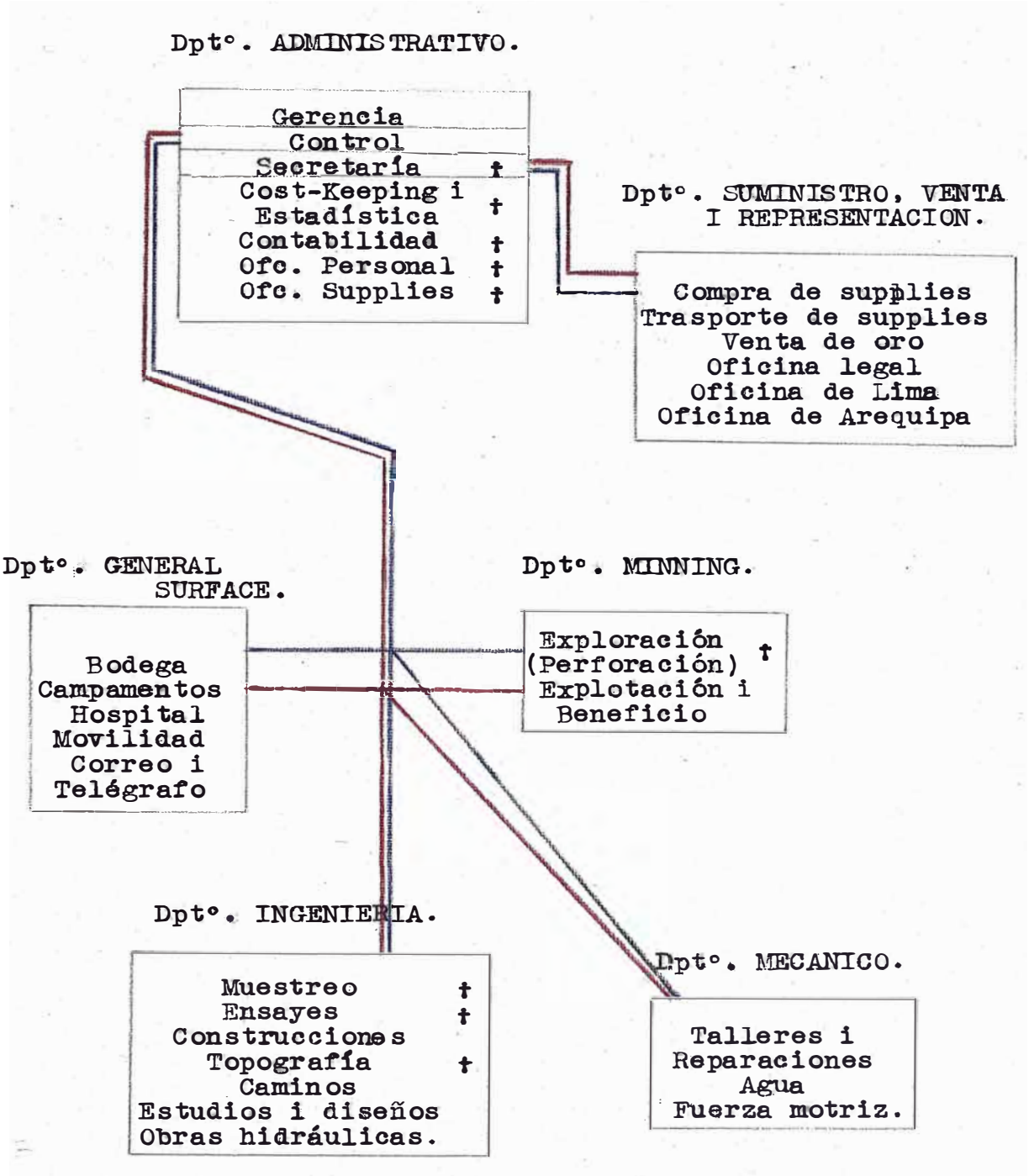
Los departamentos están ligados a Control por dos vias, una de ida i otra de retorno. Esta oficina tramita los pedidos, supervigila la acción de cada uno de los departamentos i vela por el estricto cumplimiento de las disposiciones superiores; Control está a cargo del Segundo Jefe de la mina, puesto mui delicado i que debe encomendarse a un hombre capaz.

Veamos ahora cual es el "modus operandi" del esquema.

Las distintas secciones haciendo uso de sus talonarios de pedidos (ver formato N° 1) solicitan lo necesario previo V°B° del Jefe del Departamento; Control recibe el pedido, lo revisa i si lo halla correcto le pone

ESQUEMA GENERAL DE ORGANIZACION DEL TRABAJO DE UN ALUVION AURIFERO

Fig. N° 1.



FORMATO Nº 1

COMPAÑIA MINERA POTO S. A.

DEPTO. _____ SECCION _____ PEDIDO Nº. _____

Poto, a _____ de 193___

Señor Jefe de la oficina de supplies.

Se servirá enviar con el portador lo siguiente:

_____

_____

_____

_____

_____

DUPLICADO

RECIBI CONFORME

_____

JEFE DE LA SECCION

_____

Vo. Bo.

_____

FORMATO Nº 2

COMPAÑIA MINERA POTO S. A.

Parte del día ____ de _____ de 193____

Departamento _____ Sección _____

Capítulo _____ Cuenta _____

MANO DE OBRA

Ficha No.	Clase de Trabajo	Lugar de Trabajo	GUARDIA			No. de Guardias	Sueldo o Jornal	Valor
			I.	II.	III.			
		TOTAL						

Ofc. Personal

Vo. Bo.

El Jefe de la Sección

SUPPLIES

Guardia	Cantidad	A R T I C U L O	Precio unitario	Valor	
		TOTAL			

Ofc. Supplies

RECORD DE LABOR

Cuardia	DESCRIPCION DE LA LABOR REALIZADA
I.	
II.	
III.	

Observaciones: .....

FORMATO N° 3

COMPAÑIA MINERA POTO S. A.

INVENTARIO DE MATERIALES Y EQUIPO

Departamento..... **Sección**.....

Cantidad	ARTICULO	PRECIO DE FACTURA	FLETE	PRECIO UNITARIO DE COSTO	OBSERVACIONES

DUPLICADO

Ofa. Materiales

Vo. Bo.

Jefe de Sección

COMPAÑIA MINERA POTO S. A.

FORMATO Nº 4

PLANILLA DE PAGO Nº._____

Correspondiente a la Quincena del_____ al_____ de _____ de 19____

Cuenta	Ficha No.	Nombre	Guardias que ha trabajado durante el día	Total Guardias	Sueldo o Jornal	Valor	Deducciones					SALDO	Recibí a mi entera satisfacción
							Anticipos	Seguro Social	Hospital	Multas	Total		

DUPLICADO

Vo. Bo.

GERENTE

CONTADOR

OFICINA PERSONAL

FORMATO Nº 5

COMPAÑIA MINERA POTO S. A.

Pág. .....

REGISTRO DEL ALMACEN DE SUPPLIES

Letra .....

FECHA		ARTICULO	ENTRADA					SALIDA			EN EXISTENCIA
MES	DIA		Cantidad	Precio Factura	FLETE	Precio Unitario	DEVUELTO POR	Cantidad	Según Pedido No.	Destino	

DUPLICADO

FORMATO N° 6

COMPAÑIA MINERA POTO S. A. Pág. .....

REGISTRO DE LA SECCION ENSAYES

FECHA		Ensaye No.	Contraseña	Peso del Concentrado seco	ORO grms/. Tm.				Registro de Muestreo		Observaciones
MES	DIA				Orig	Dup.	Dif.	Prom.	Página No.	Muestreo No.	

DUPLICADO

FORMATO N° 7

COMPAÑIA MINERA POTO S. A. Pág. .....

REGISTRO DE LA SECCION MUESTREO

FECHA		Muestreo No.	UBICACION			VOLUMEN DE LA MUESTRA M³.	PESO DEL CONCENTRADO SECO KGRMS.	Oro grms. por m³	Naturaleza de la Muestra y Observaciones
MES	DIA		Pozo No.	Estoca No.	Desp.				

DUPLICADO

FORMATO Nº 8

COMPAÑIA MINERA POTO S. A.

Pág. .....

REGISTRO DE LA SECCION PERFORACION

FECHA		AVANCE DE PERFORACION PARA EL POZO No. en metros												Avance total diario	Observaciones
MES	DIA														

DUPLICADO

FORMATO N° 9

Página. No. .....

COMPAÑIA MINERA POTO S. A.

REGISTRO DE LA SECCION TOPOGRAFIA

FECHA		CURSO		Azimut	Rumbo Mangético	Distancia Reducida	COORDENADAS			Observaciones
Mes	Día		Estaca				Latitud	Departure	Altura	

DUPLICADO

FORMATO N° 10

COMPAÑIA MINERA POTO S. A.

REGISTRO ESTADISTICO

Año .....

MES	DIA	EXPLORACION		EXPLOTACION			COSTO POR M³.					BALANCE								
							GASTOS OPERATIVOS					EGRESOS				INGRESOS				
		Perfors. Avance mts.	Avance por hombre	M³. Tratados	Kilos de Oro Extra	M³ Tratados por hombre	Exploración	Explotación	Cargas Generales	Total	Costo Total por Hombre	Exploración	Explotación	Cargas gtes.	Total	Valor del Oro	Otros Ingresos	Total	Ganancia	Pérdida
Presupuestado																				

DUPLICADO

un sello i lo envía a la Sección Supplies. Aquí el emplado despacha el pedido a la persona designada para recibir el material, éste firma en "Recibí Conforme" para constancia de la entrega. La papeleta se archiva para ser anotada en el Registro Permanente que lleva la Sección Supplies. (ver formato N° 5).

Las secciones están obligadas también a elevar al Jefe del departamento los partes diarios (ver formato N° 2) i éste, previo "check", lo envía a Control; Control pone un sello i pasa a la Sección Personal en donde se valoriza la mano de obra i se toma los datos necesarios para hacer las planillas (ver formato N° 4); de Personal pasa a Supplies, aquí se valoriza los materiales consumidos; luego regresa a Control para enseguida ir al Departamento Administrativo en donde los recibe Costs Keeping i Estadística, deduciendo esta Oficina los datos técnicos, económicos i administrativos correspondientes.

Las secciones también tienen un inventario del equipo que se halla en su poder (máquinas, herramientas, utensilios), en donde se anota (ver formato N° 3) el artículo, la cantidad i otros datos. Este inventario se hace por duplicado i es firmado por el Jefe de la Sección correspondiente, por el Jefe del Departamento, por Control i por el Jefe de la Sección Supplies, existiendo un ejemplar en la sección i otro en la Oficina de Supplies. El jefe de la sección respectiva es responsable por este equipo.

Las relaciones entre el Departamento Administrativo i el exterior se realizan por Secretaría.

Como se ve, el presente esquema, mui sencillo por cierto, ha sido descrito en sus lineamientos mas generales. Para terminar falta ocuparme de los Registros Permanentes de las secciones. Observese en la fig. N° 1 que solo las secciones con asterisco llevan un Registro Permanente de su

labor. En estos Registros se tabulan los datos obtenidos por ellas en una forma tal que pueda llegarse fácilmente a las conclusiones i fines que se persigue.

Las secciones que llevan Registros Permanentes son las siguientes:

1).- Ensayes.....Registro Nº 6

2).- Muestro..... -"- Nº 7

3).- Perforación..... -"- Nº 8

4).- Topografía..... -"- Nº 9

5).- Supplies..... -"- Nº 5

La descripción de estos Registros la omito por no hacer tan pesado el presente trabajo, ya que su simple observación da toda la información que se necesita.

El Registro Permanente de las Secciones: Contabilidad, Secretaría i Personal, son los libros i archivo correspondientes a oficinas de esta índole.

El Registro Permanente de la Oficina de Costs Keeping i Estadística, está representado por el formato Nº 10, en el que se nota un renglón horizontal especial llamado "Presupuestado" i en donde se consignan los datos presupuestados para compararlos con los obtenidos en la práctica i apreciar las diferencias.

Además de los datos que se indican allí, hai otros datos técnicos secundarios que no han sido considerados i cuya deducción depende del grado de precisión que se quiera en la Estadística.

ESQUEMA GENERAL DE CUENTAS DE UNA COMPAÑIA QUE EXPLOTE UN LAVADERO.-

En la contabilidad minera hai que distinguir la Contabilidad misma del Costs Keeping.

La primera tiene por objeto llevar el gasto exacto de la empresa i se realiza mediante una buena teneduría de libros, siendo su campo de acción las planillas,

ESQUEMA GENERAL DE CUENTAS

DE UNA

Fig. Nº 2.

EMPRESA EXPLOTADORA DE ALUVIONES.

CAPITULO	DEPARTAMENTO.	SECCION	CUENTA	GASTOS		
				VALOR MANO OBRA	VALOR SUPPLIES	TOTAL
GASTOS OPERATIVOS	MINING	Exploración	Perforación			
		Explotación	Derribo Tratamiento			
CARGAS GENERALES	GENERAL SURFACE		Correos i Telégrafos Movilidad Hospital Campamento Bodega			
	INGENIERIA		Muestreo Ensayes Construccns. Topogrfía Caminos Estudios Obras Hidráulicas			
	MECANICO		Agua Fuerza Motriz Talleres			
	ADMINISTRATIVO	Gerencia Oficina de Personal Secretaría Oficina Supplies Control Contaduría Cost-Keeping Estadística	Administrc. Equipo Seguros Indemnizacns. Impuestos. Cuentas Bancarias Stock i Bonos Amortización del Suspenso Arremdamtos. G. Varios			
	SUMINISTRO	Oficina Lima Oficina Arequipa Oficina Legal	Compra Supplies Trasporte Supplies Venta de Oro Ofc. Lima " Arequipa " Legal			

facturas, cuentas de caja, cuentas bancarias, etc.

El Costs Keeping es de otra índole, tiene como misión la determinación diaria de los costos de trabajo, los que siempre son aproximados, para deducir unidades de costo que se utilizan con fines administrativos solamente.

Los partes diarios que hemos visto anteriormente constituyen las fuentes de información del Costs Keeping, Estadística i Elaboración de Planillas.

El Costs Keeping i Estadística suministra datos solo para la Gerencia, para que ella juzgue i Checkee su buena administración.

La Contabilidad da tambien costos unitarios pero estos solo son anuales ya que sería imposible que pueda llevar costos diarios exactos. Estos costos unitarios son los verdaderos i son los que se presentan al Directorio al fin de año. No es demás decir que los costos unitarios anuales de la contabilidad, deben checkear al valor medio de los costos diarios del Costs Keeping.

La Contabilidad tambien hace el balance anual de la Empresa i deduce el dividendo correspondiente que debe ser declarado anualmente por el Directorio de La Compañia.

Hai no pocas empresas en nuestro país que llevan solo contabilidad i no costs keeping, esto como se comprende, supone que la administración va ciega i que está imposibilitada de corregir a tiempo las desviaciones del presupuesto que puedan presentarse.

El esquema de cuentas de la fig. N° 2 nos presenta los distintos "items" de gasto de una empresa que explote un lavadero, divididos en capítulos, departamentos i gastos. Como se ve en el cuadro, en toda cuenta minera hai dos capítulos principales: los gastos operativos i las cargas generales. Existe verdadera controversia en el agrupamiento de las distintas cuentas en estos dos capítulos pues en ello interviene mucho el criterio del manager.

Se ha escogido el criterio mas simple ya que se supone que la exploración es una etapa perfectamente aislada i distanciada de la explotación.

Los costos unitarios (costo del m^3 de material tratado) se refieren a estos dos capítulos en especial i como se verá mas adelante he deducido dos costos unitarios principales:

a) Costo de exploración.

b) Costo de explotación.

Ambos se subdividen en Gastos Operativos i Cargas Generales. El Costo Total engloba a los dos.

Demás está decir que este esquema de cuentas sirve tanto para la Contabilidad como para el Costs Kéeping.

PRESUPUESTO DE LA PRIMERA ETAPA.-

De acuerdo con las ideas antes expuestas vamos a intentar dar los gastos de esta primera etapa del trabajo del aluvión.

El presupuesto del costo de ella es mui difícil de hacer por cuanto intervienen muchos factores imprevistos que hacen que el cálculo sea solo aproximado, de allí la necesidad de darle el factor de seguridad mas alto.

Vamos a suponer en primer lugar que ella dura 6 meses, tiempo suficiente para poner expeditos el campamento i oficinas, montar el laboratorio de ensayes i ultimar todos los trabajos preliminares a la exploración misma.

El costo de las distintas cuentas puede expresarse aproximadamente en el siguiente cuadro, en donde como se verá, todas ellas corresponden al capítulo Cargas Generales.

Esta primera etapa se llama también etapa preparatoria de la exploración i su duración es siempre una incógnita que hai que reducir al mínimo en todos los casos.

PRESUPUESTO DE LA lera. ETAPA

Capítulo	Dpto.	Secc.	Cuenta	Empld.	Mano de Obra.	Supplies.	Total.
					S/.	S/.	S/.
1 Cargas Generales	Administrativo		Administrac.	10	15.600.00	1.300.00	16.900.00
			Equipo	--	---	---	60.000.00
			G.Diversos.	--	---	---	11.700.00
	General Surface		Campamento.	10	4.800.00	10.000.00	14.800.00
			Movilidad.	--	---	---	25.000.00
			Hospital.	2	1.260.00	740.00	2.000.00
			Bodega.	4	2.000.00	5.000.00	7.000.00
	Ingeniería		Construccns.	40	46.000.00	7.000.00	53.000.00
			Estudios.	10	12.000.00	2.300.00	14.300.00
	Suministro.		Gastos del Departamto.	6	12.000.00	1.000.00	13.000.00
Total				82	93.660.00	27.340.00	217.700.00

S E G U N D A E T A P A : E X P L O R A C I O N.

PRELIMINARES DE GEOLOGIA ECONOMICA.-

Los placeres auríferos se clasifican en cuanto al orígen en cinco grandes grupos: glaciares, marinos, fluviales, lacustres i eólicos.

Los primeros son los formados por los detritus dejados por los glaciares que en su trayecto sobre la corteza terrestre c@pillan la superficie incorporando en su masa tales detritus i dejándolos junto con las morenas en los lugares donde se produce el deshielo. Estos yacimientos tienen por sí solos mui poca importancia económica, a no ser que otros agentes hayan producido una concentración posterior.

Los placeres de orígen marino son los formados en las orillas de los mares por las olas, las que atacando continuamente un banco aurífero, van derribando i clasificando el material, depositando en la ribera fajas de arenas auríferas. Tales son los yacimientos de Nome en Alaska. Estos yacimientos son relativamente ricos pero tienen dimensiones reducidas, a menudo son sólo fajas de mui poco ancho i larga extensión.

Los placeres de origen fluvial son los mas importantes de todos. Se forman por la concentración que produce el agua al arrastrar materiales que tienen mui diferente peso específico a través de superficies inclinadas, acanaladas i coarrugadas, Los materiales mas livianos van aguas abajo i los mas densos se quedan aguas arriba. Además los materiales mas densos por la acción de sacudida del agua tienen la tendencia a ir hacía abajo si están colocados sobre lechos blandos que permitan su pasaje (Jigging). Estos placeres son de una enorme riqueza i, por consiguiente, de gran importancia económica.

Los placeres de origen lacustre son los formados

por el acarreo de detritus i la deposición de los mismos en un lago. Estos placeres son relativamente raros i no he hallado literatura que me oriente sobre su importancia económica.

Los placeres eólicos se forman en lugares secos en dondo una gran desintegración sub-aérea ha sido preliminar a grandes tormentas de viento, las que han arrastrado las partículas i las han separado por su diferente densidad, dejando las mas pesadas i llevando las mas livianas. Tales depósitos han sido descritos por H. C. Hoover en Australia Occidental.

DISTRIBUCION DEL ORO EN LOS PLACERES LACUSTRES.-

Los lagos son alimentados por torrentes de agua, los torrentes de agua son periódicos porque las lluvias que los producen también son periódicas; los torrentes son activos transportadores de oro i detritus i la sedimentación que producen es también periódica. Los torrentes al entrar a un lago pierden velocidad i el material tiende a sedimentarse. El mas pesado se queda en la boca i el mas liviano avanza un poco mas dentro del lago. Como el oro es mas pesado, se asienta rápidamente i se desvía poco de la dirección de flujo del torrente. El material intermedio se esparce un poco i el mas liviano un poco mas todavía, originándose entonces la deposición en abanico o deltoide, deposición heterogénea i discordante, característica de la sedimentación lacustre.

A medida que la sedimentación progresa i el material rellena los espacios adyacentes a la desembocadura, ésta avanza dentro del lago i en las deposiciones sucesivas el oro i los materiales pesados van generando una faja parabólica rica, la que primitivamente depositada sobre materiales blandos, va hundiendose por la acción de Jigging del agua hacía el bed rock, generando el Paystreak. Lo dicho para

uno es aplicable a todos los torrentes que desembocan en el lago.

CASO DE LOS YACIMIENTOS DE POTO.-

Yo pienso que los yacimientos de Poto, Pampa Blanca, Ancocala, Sina, Patambuco, Benditani, Aporoma, inclusive los yacimientos de Marcapata, Nusiniscato, etc.mhan sido uno sólo.

En el período mesozoico hubo un gran lago que ocupó toda esta área. Este lago estuvo situado en una hondonada de terreno constituído por pizarras i otros sedimentos paleozoicos. A este lago gigante afluyeron rios, torrentes i glaciares, los que provenian de una gran cuenca hidrográfica, rica en vetillas i filones auríferos. La erosión enorme producida en el trascurso de los siglos se almacenó integramente en aquel,gram lago, dando origen a una sedimentación fantástica.

En el terciario se produjo el levantamiento de la cordillera. Este levantamiento cogió a los mantos detríticos, los elevó, los plegó, los rompió. La erosión posterior contribuyó a desfigurar el cuadro i la resultante de todas estas acciones, es la distribución actual de los yacimientos.

Seguramente hai un Paystreak producido por cada curso de agua que afluyó al lago, éstos se formaron,siguiendo los principios expuestos al ocuparme de la distribución del oro en los sedimentos lacustres. Hoi es mui difícil intuir la probable ubicación de éstos, debido a que los accidentes del terreno actual, no se parecen ni remotamente siquiera a los accidentes del suelo antiguo.

Los placeres de esta gran región peruana constituyen un caso sui-géneris i un problema cuya resolución corresponde íntegramente a la geología peruana. Que es de un valor incalculable,está ampliamente demostrado por la tradición i por las mil versiones e informes de personas conocedoras de la región.

El problema de desenmarañar la geología intrínseca

de los bancos i deducir las leyes que siguen sus Paystreaks o Veneros, como les llama el vulgo, es lo único útil i efectivo que hai que hacer en estos yacimientos desde el punto de vista geológico.

OBJETO DE LA EXPLORACION.-

La exploración de un yacimiento mineral tiene por objeto comprobar que existe la sustancia que se busca i averiguar que cantidad hai de la misma.

La primera parte la admitimos por tradición i sino fuera así podriamos demostrarlo lavando con el pan las arenas del río actual, el que al cortar el PAY primitivamente depositado, acarrea el oro dando una evidencia de su existencia. Estos puntos en los que el curso reciente corta al PAY son los afloramientos.

La segunda parte o sea la determinación de la cantidad se realiza sólo mediante un muestreo racional del yacimiento, para lo cual existen sistemas de exploración.

SISTEMAS DE EXPLORACION.-

Hai dos sistemas principales de exploración en la investigación de placeres, a saber: a mano (por medio de pozos) i por taladro mecánico. En uno i otro caso el terreno es bloqueddo por lineas de pozos o taladros que corren perpendiculares a la dirección general del banco. La distancia entre estas líneas varía según las condiciones financieras i locales del yacimiento i los huecos no siguen tampoco una ley rígida de simetría, sino que son colocados según el criterio del geólogo que dirige la exploración, teniendo como mira principal, la econocmía i el máximo provecho que pueda obtenerse de ellos.

VENTAJAS E INCONVENIENTES DE AMBOS.-

El sistema de pozos a mano no requiere un equipo importante i una gran supervigilancia como el taladro mecá-

nico. En segundo lugar la rectificación de un trabajo del cual no se esté seguro es mui fácil, mientras que en el otro, obligaría a una nueva perforación. En el trabajo por pozos se puede ver i se puede obtener un conocimiento mas estrecho del terreno respecto al tamaño de los rodados i a la abundancia relativa de los mismos. La desventaja consiste en no ser adapble a placeres mui profundos i con agua. Una última ventaja está en el Salting, pues este es mui difícil en el sistema a mano en donde hai que manipular grandes cantidades de muestra i no así en el sistema mecánico en que estas cantidades son pequeñas.

Respecto al costo uno i otro sistema tienen valores tan distintos según la región, que no pueden establecerse cifras comparativas.

BALANCE ECONOMICO DE UNO I OTRO SISTEMA.-

Para las condiciones de Poto en donde hai falta de personal familiarizado con el taladro, habría motivo suficiente para que el sistema mecánico no rindiera su verdadera perfomance i la ganancia en tiempo sería problemática. Además de la inversión de capitales en máquinas faltaría también una información mas exacta del terreno. Por estas razones i suponiendo que los bancos son secos i que los 12 metros que se me asigna en el tema como espesor del estrato se refieren a la profundidad máxima, existiendo profundidades mucho menores hacía los bordes del banco, vamos hacer el estudio comparativo económico de los dos sistemas.

Para el primer sistema supongo que el terreno lo exploro con 500 pozos cuyas profundidades reunidas dan 5000 metros de perforación; los pozos son de 2 x 2 metros i cada uno es trabajado por una cuadrilla de 4 hombres cuyo jornal es de S/. 2.00 cada uno, admito además que tengo en trabajo 25 cuadrillas o sea 100 hombres i que cada cuadrilla excava en promedio 1 mt. de profundidad en cada 8 horas de

trabajo. El equipo de cada cuadrilla se compone de 3 picos, 4 palas, 1 balde, 1 castillete de madera sencillo con su tecle, una tolva de descarga i herramientas menores.

Para el sistema mecánico supongo 4 equipos de taladros (empire) de 6 pulgadas de perforación i cuyo valor puesto en Poto es de S/. 12.000.00 cada uno. Cada taladro perfora 4 mts. de profundidad cada 8 horas i es operado por 4 hombres cuyo salario es de S/. 4.00 cada uno

El siguiente cuadro resume la comparación:

	Sistema	
	A mano	Mecánico
Perforación en metros.	5.000	5.000
Duración del trabajo (días).	200	300
Costo de mano de obra i materiales.	S/.42.000.00	12.000.00
Costo del equipo.	S/.10.000.00	48.000.00

SISTEMA DE EXPLORACION QUE ADOPTAMOS.-

Como se ve en el cuadro para un mismo trabajo el sistema a mano cuesta menos i dura menos que el sistema mecánico. Si bien es cierto que pesa en contra, la carencia de mano de obra i la presencia de agua en los bancos; de otro lado la información que se obtiene sobre la naturaleza geológica i mecánica del terreno es enorme. Por estas razones i teniendo en cuenta que el tema no me específica un terreno húmedo ni tampoco la carencia de mano de obra, adopto el trabajo a mano como sistema de exploración.

PLAN GENERAL DE EXPLORACION.-

Los conceptos sencillos i fundamentales de geológía económica antes expuestos, son los que van a guiar la exploración de Poto. La intención de toda la exploración es la ubicación precisa del o los Paystreak; el delineamiento de su longitud si es uno solo; su ancho medio i la distribución del oro desde el bed rock hacía arriba para deducir su espesor medio,

su ley media i su posición en el espacio. Con estos datos estamos entonces capacitados para realizar la cubicación racional del yacimiento i juzgar su verdadera importancia económica i el volumen del negocio que se tiene entre manos.

En el presente trabajo, aparte de los datos que se me dan voi a suponer que mi concesión ha cogido un Paystreak que sigue mas o menos el eje de la concesión i que se halla acostado sobre el bed rock.

El plan a seguir es el siguiente: mediante el perforamiento de un gran número de pozos espaciados cada 200 metros voi primero a localizar a grosso modo el PAY i luego con perforaciones de 50 en 50 mts. voi a precisar sus contornos. Al mismo tiempo el muestreo de los pozos me va indicar la distribución del oro desde el bed rock hacía arriba. Un plano de las perforaciones i los perfiles del banco siguiendo las lineas de pozos normales a su dirección, me van a dar las dimensiones del Paystreak i su posición exacta en el espacio.

La perforación se hace a mano, las muestras extraídas se concentran en un "rocker" i el concentrado se procede a ensayar. Con los perfiles i el largo del PAY determinado gráficamente sobre el plano, se procede a cubicarlo i a calcular su contenido. Con el valor exacto de lo que se ha cubicado junto con la información amplia ganada en el terreno, se procede entonces a seleccionar el método de explotación i beneficio mas adaptable, lo que ya es materia de otro capítulo.

CUBICACION DEL YACIMIENTO.-

En los perfiles del banco, los que se ubican siguiendo las líneas de pozos mas o menos normales a su dirección general (ver plano Nº 1) i en donde se anota los pozos, su profundidad, las leyes, la naturaleza del terreno i el bed rock, se hace gráficamente el delineamiento del Paystreack

El perfil 18 por ejemplo, se ha levantado (ver plano N° 2) teniendo como datos los pozos 87,88, 89, 90 i 91 cuyas profundidades son respectivamente 5, 8, 12, 10 i 4. Las leyes como se observa en el perfil están anotadas sobre cada pozo i a las profundidades correspondientes. El pozo 88 por ejemplo, indica entre la boca i los 6 mts. de profundidad una ley de 0.02 gr, por m^3, i entre 6 i 8 mts. un material con 3 gr. por m^3, llegando a los 8 mts. a tocar el bed rock. El pozo 89 indica entre la boca i los 7 mts. de profundidad una ley que oscila entre 0.01 i 0.03 grs. por m^3, mientras que entre los 7 i 12 mts. indica un material con 6 grs. por m^3, tocando bed rock a los 12 mts., i así sucesivamente.

Uniendo entonces los fondos de los pozos se halla el perfil del bed rock (límite interior del PAY).

En el mismo perfil los pozos 87 i 91 no indican leyes comerciales, pudiéndose decir entonces, que están fuera del pay. Trazando una horizontal media que pase por los puntos límites entre la zona comercial i la zona estéril de los distintos pozos, se intercepta el terreno en los puntos A i B. Estos puntos son entonces los límites laterales del PAY, la línea AB representa el límite superior del PAY i la longitud AB (180 mts.) el ancho del PAY.

Delineada la sección transversal falta sólo el cálculo de la potencia media i ley media, para lo cual se determinan gráficamente los espesores del PAY para cada pozo i la ley media del tramo correspondiente, tabulándose los resultados en el siguiente cuadro:

Pozo N°	Potencia del Pay en mts.	Ley media en gr./m.	P x L
88	2	3	6
89	5	6	30
90	3	2	6
T o t a l e s. 10			42

De este cuadro se deduce que la potencia media es de 10/3 = 3.33 m. i que la ley media es de 42/10 = 4.2 gr. por m^3. En resumen para el perfil N° 18 se tiene:

Ancho del PAY : 180 m.

Potencia media : 3.33 m.

Ley media : 4.2 gr./m^3.

De los perfiles vamos al plano general i ubicamos alli los 2 límites laterales del PAY para cada corte. Procediendo así i tomando el número de perfiles que requiera la precisión del trabajo, tenemos sobre el plano los contornos del Paystreak (ver la faja amarilla del plano N° 1). Una vez ubicado sobre el plano el PAY, se deduce su longitud gráficamente, en el presente caso es de 5.600 m. Luego se tabulan los datos obtenidos de los perfiles de la siguiente manera:

Perfil N°	Ancho del PAY.m.	Potencia media.m.	Ley med. gr./m^3.	A x L	L x P	A x P	A x P x L

Con este último cuadro se procede entonces a calcular el ancho medio, la potencia media i la ley media generales del PAY del siguiente modo:

1) Ancho medio = $\frac{A \times P \times L}{L \times P}$ = 100 m

2) Potencia media = $\frac{A \times P \times L}{A \times L}$ = 2 m.

3) Ley media = $\frac{A \times P \times L}{A \times P}$ = 2 gr./m^3.

Como la longitud del PAY es de 5.600 m. el volumen del mismo será 100 x 5.600 x 2 = 1.120.000 m^3.

El contenido de oro será entonces:

1.120.000 x 2 = 2.240 kgr. de oro.

que al precio de S/. 4000.00 por kgr., representa:

2.240 x S/. 4000.00 = S/. 9.960.000.00

(NUEVE MILLONES NOVECIENTOS SESENTA MIL SOLES ORO)

Como la explotación no extrae solamente la parte

rica sino también la sobrecarga que es estéril, el volumen del material que va ser extraído será de:

$$100 \times 12 \times 5.600 = 6'720.000\ m^3$$

La riqueza pues se diluye de este modo casi al sexto, de manera que el contenido medio del m^3. del material a extraer resulta de S/. 1.44.

TIEMPO DE DURACION I COSTO DE LA EXPLORACION.-

Como se ve en la Fig. N° 2, el capítulo Exploración tiene la sola cuenta Perforación. Durante la etapa exploradora no solamente se realiza el gasto de la perforación sino que hai otros gastos concomitantes, tales como: Administración, Construcciones, Topografía, Muestreo, etc., que comprenden el capítulo Cargas Generales i que hai que presupuestar conjuntamente.

Vamos a suponer que la etapa exploradora demore 200 días útiles i según esto las cuentas se repartirán así:

PRESUPUESTO DE LA 2da. ETAPA.- (Exploración)

Capitulo.	Dpt°.	Secc.	Cuenta	Empld.	Mano de Obra.	Supplies	Total
Cargas Generales	Administrativo		Administrac.	10	S/. 15.600.00	S/. 1.300.00	S/. 16.900.00
	Ingeniería.		Construccns.	10	8.000.00	3.750.00	11.750.00
			Topografía.	6	6.600.00	500.00	7.100.00
			Muestreo.	50	20.000.00	2.000.00	22.000.00
			Ensayes.	10	9.800.00	5.000.00	14.800.00
	General Surface		Campamento	10	4.800.00	10.000.00	14.800.00
			Bodega	4	2.000.00	1.000.00	3.000.00
	Suministro.		Gastos del Departamto.	6	12.000.00	1.000.00	13.000.00
	T o t a l			106	78.800.00	24.550.00	103.350.00
Gastos Operativos	Mining	Exploración	Perforación	101	54.400.00	2.000.00	56.400.00
	T o t a l			101	54.400.00	2.000.00	56.400.00
T o t a l G e n e r a l				207	133.200.00	26.550.00	159.750.00

El material útil es de 1.120.000 m^3. pero el volumen del material que se va extraer en la Explotación es de 6.720.000 m^3. Si consideramos este total como el material cubicado por la Exploración i además englobamos el costo de la primera etapa con el costo de la segunda, entonces hallariamos el costo del m^3. del material cubicado dividiendo:

$$\frac{377.450}{6.720.000} = S/.\ 0.06 = \$\ 0.012$$

T E R C E R A E T A P A : EXPLOTACION I BENEFICIO.

SISTEMAS DE EXPLOTACION.-

Hai dos sistemas principales de explotación de placeres: el sistema hidráulico i el dragado.

En el primer sistema el terreno se ataca con chorros de agua a presión, el material se humedece i desmorona corriendo junto con el agua a canales llamados sluices, en donde el material grande se queda afuera i el material fino entra al sluis i corre a través de él, sobre unos obstáculos transversales llamados riffles los que obligan a una deposición del oro i materiales pesados.

El dragado consiste en formar sobre el banco una poza artificial sobre la que flota una draga la que va excavando el terreno i elevando el material a tromeles, en donde los guijarros grandes se separan de los detritus finos i estos se hacen correr junto con el agua a través de sluices o de dispositivos mecánicos de otra índole.

VENTAJAS E INCONVENIENTES DE ESTOS SISTEMAS.-

El trabajo hidráulico requiere:

a) Agua en abundancia.
b) Obras hidráulicas costosas.
c) Terreno inclinado para la evacuación de relaves.
d) Material mas o menos suelto libre de guijarros mui grandes.
e) Personal preparado.
f) Es un sistema rígido.

El trabajo con draga requiere:

a) Menos agua.
b) Un equipo costoso.
c) Fuerza mecánica barata.
d) Bancos no mui profundos.
e) La inclinación del terreno no le afecta.

f) Personal preparado.

g) Es un sistema mas elástico.

BALANCE ECONOMICO DE UNO I OTRO SISTEMA PARA LAS CONDICIONES DE POTO.-

El yacimiento es una faja estrecha cuyo ancho medio es de 100 m., cuya potencia es de 12 m. i cuya longitud es de 5.600 m., es decir que representa un volumen de 6.720.000 m^3. de los cuales el material útil es de 1.120.000 m^3., siendo el resto material estéril (carga) que también hai que manipular en el tratamiento.

Según este dato vamos a realizar la comparación de uno i otro sistema para las condiciones de Poto, tomando como base la capacidad plena que se puede conseguir con el método hidráulico.

METODO HIDRAULICO.-

Se me da un banco de 12 m. de potencia con un bed rock cuya gradiente es de 6%. Dispongo de un volumen permanente de 200 litros por segundo i este caudal se decuplica en los meses de Diciembre a Marzo, lo que quiere decir que en estos 120 días obtengo un volumen de 20'000.000 de m^3. los que tengo que almacenar en una represa i utilizarlos en los meses de escases. Estos 20'000.000 de metros cúbicos me darían un gasto de 38,6 m^3. por minuto, los que unidos a los 12 m^3. de mi caudal normal, harían 50.6 m^3. de agua disponible.

Suponiendo que mi yacimiento tiene las mismas características que los White Canals de California, estoi entonces en condiciones de disponer de 1.190 pulgadas mineras i derribar por tanto 6.100 m^3. de material en 24 horas. Suponiendo una pérdida de 170 pulgadas por infiltraciones, etc. obtengo un derribo de 5.000 m^3, en números redondos. La duración del trabajo en estas condiciones sería:

$$\frac{6'720.000}{5.000} = 1.340 \text{ días} = 3.1/2 \text{ años, siendo esta la vida del yacimiento.}$$

Equipo.- El equipo necesario para hacer este trabajo sería el siguiente:

Una represa de 40 m. de longitud, ubicada sobre la garganta que se me da como dato (ver plano N° 1). Esta represa tiene 5 m. en el tope, 10 m. en la base i 20 m. de altura; tiene también 10 m. de cimentación hasta alcanzar el bed rock. La represa almacenaría 20'000.000 de m^3. formando una laguna de 2 kilómetros cuadrados de supeficie i de una profundidad media de 10 m. Estos datos se obtienen teniendo en cuenta que la inclinación del terreno es de 2% i que el bed rock está a 10 m. de la superficie. El cálculo de tal represa se hace siguiendo el método gráfico perfectamente conocido.

Un canal trapezoidal de lados inclinados 1:2 (ver plano N° 1) con una sección trasnversal de 5 pies cuadrados, con una velocidad de 2 pies por segundo i con una inclinación de 2 en 1000. Este canal tiene 60 caídas de 5 m. cada una i su longitud es de 8 kilómetros, existiendo a lo largo de ella compuertas para la inserción de tubería.

Dos mil metros de tubería de 30 pulgadas de diámetro incluyendo válvulas i adimentos especiales.

Cuatro giants de 3 pulgadas, para una carga de 400 pies i un caudal de 420 pies cúbicos por minuto.

Cuatro sluices de 30 por 30 pulgadas por 80 pies de longitud con sus bullkheads i sus under-currents respectivos.

Veámos como se realiza el cálculo del equipo:

Represa.-

6.800 m^3. de excavación a S/. 2.00 por metro cúbico.....	S/. 13.600.00
14.000 m^3 de mampostería de piedra i cemento a S/.50.00 por m^3.....	700.000.00
Imprevistos.....	100.000.00
T o t a l.....	S/.813.600.00

Canal.-

Este canal puede presupuestarse incluyendo revesti-

miento de mampostería en las caídas i con sus tomas de tubería, a razón de S/. 6.000.00 por kilómetro i su costo sería de:

S/. 6.000 por 8 kilómetros.....S/. 48.000.00

Tubería.-

La tubería de acero de 30 pulgadas de diámetro según catálogo de la Unión Iron Worcks de San Francisco de California, se cotiza c.i.f. Mollendo a razón de S/.60.00 el metro i siendo el peso de 115 kilos por metro lineal su costo es de:

2000 mts. por S/. 60.00.....S/. 120.000.00

Transporte de 250 ton. a razón de S/.200.00 la tonelada métrica..... 50.000.00

T o t a l.....S/. 170.000.00

Giants.-

Cuatro giants.con giro a billas i con un peso de 1/2 tonelada cada uno, se cotiza c.i.f. Mollendo a S/.1200.00 cada uno, o sea que:

4 giants por S/. 1.200.00.....S/. 4.800.00

Transporte de 2 ton. a S/.200.00 por tonelada..... 400.00

T o t a l.....S/. 5.200.00

Sluices.-

Cuatro sluices de 30 por 30 pulgadas por 80 pies con block riffles, a razón de S/. 85.00 el metro lineal instalado, tomando como base S/. 0.60 el pie cuadrado de madera en Poto, incluyendo bullkheads i under-currents:

4 sluices por S/. 6.800.00.....S/. 27.200.00

El costo total del equipo será de.....S/. 1'064.000.00

Mano de obra.-

Para 3.1/2 años de labor el costo de la mano de obra puede repartirse como sigue:

Supervigilancia.....S/.	13.000.00
Cuidado del dique.....	9.600.00
Cuidado del canal.....	21.600.00
Limpia de sluices.....	40.000.00
Limpia de guijarros.....	200.000.00
Traslado de tuberías.....	20.000.00
T o t a l.....S/.	304.200.00

Reparaciones.- Esta partida es difícil de presupuestar i vamos a tomar como datos un promedio de las cifras que indica Peele para algunos yacimientos californianos i que asciende a S/. 23.000.00 por año, de modo que en los 3.1/2 años de labor este costo sería en números redondos de S/. 80.000.00.

Materiales.- También vamos a suponer de acuerdo con las estadísticas Americanas que el costo de esta partida es de S/. 5.700.00 por año, de modo que en números redondos representa S/. 20.000.00.

METODO POR DRAGAS.-

Vamos a suponer que hacemos el trabajo por medio de dragas, para lo cual compramos una o varias dragas marca "Yuba" cuyas capacidades reunidas ascienden a 5.000 metros cúbicos diarios de excavación.

Equipo.- Una draga eléctrica para una capacidad de 5.000 m^3, según cotización de la casa productora cuesta c.f.f. Mollendo S/. 1'200.000.00, pesa 2.500 ton. i se entregaría en el citado puerto peruano en un plazo no mayor de 4 meses.

El trabajo con esta draga duraría:

$$\frac{6'720.000}{5.000} = 1.340 \text{ días} = 3.5 \text{ años.}$$

El costo del equipo puede repartirse así:

Una draga c.i.f. Mollendo.....	S/. 1'200.000.00
Transporte de 2.500 ton. a S/.140.00 por ton.....	350.000.00
Instalación.....	59.550.00
Central hidroeléctrica de 500 kw. a S/. 400.00 el kw. instalado.....	200.000.00
Trasmisión de fuerza, 5 kilómetros de longitud a razón de S/.6.000.00 por kilómetro instalado.....	30.000.00
T o t a l.....	S/. 1'839.550.00

Mano de obra.- Este costo incluye 3 jefes a S/. 15.00 i 16 obreros a S/. 4.00 cada uno, diarios, que durante 3.1/2 años dan

un gasto que asciende a S/. 144.720.00

Costo de reparaciones.- Esta cuenta incluye el gasto en los repuestos, supplies i mano de obra, pudiéndosele asignar un valor de S/. 200.000.00 tomando como modelo las estadísticas americanas.

Costo de la fuerza hidroeléctrica.- Este gasto incluye el salario de 2 electricistas a S/. 10.00 diarios cada uno i 4 obreros ayudantes a S/. 3.00 cada uno; el total suma S/. 80.000.00 incluyendo supplies.

Costo del agua.- Este gasto incluye el sueldo de 4 obreros a S/. 2.00 cada uno, ocupados en la limpia de los canales de alimentación a la poza i el canal de fuerza motriz. La suma total de este gasto es de S/. 11.000.00.

Costo de materiales.- En esta partida se incluye el costo de los supplies necesarios: aceite, grasa, waipe, pintura, etc. La cuenta suma S/. 35.000.00 según las estadísticas americanas.

BALANCE ECONOMICO DE UNO I OTRO SISTEMA.-

Vamos a resumir todos los cálculos en un cuadro con el fin de hacer la comparación.

	M E T O D O	
	Hidráulico	Dragado
Metros cúbicos tratdos.....	6'720.000	6'720.000
Tiempo de duración.....	3.1/2 años.	3.1/2 años.
Costo del equipo.....S/.	1'064.000.00	1'839.550.00
Costo de mano de obra.....	304.200.00	144.720.00
Costo de reparaciones.....	80.000.00	200.000.00
Costo de materiales.....	20.000.00	35.000.00
Costo de fuerza.....	-----	80.000.00
Costo del agua.....	-----	11.000.00
Costo de comparación para 1 m^3 tratado.....	S/. 0.06	S/. 0.07

	Hidráulico	Dragado
Extracción.....	75 %	90 %
Beneficio de comparación.....S/.	7'480.000.00	8'960.000.00

El costo de comparación por $1m^3$ no incluye en su deducción el valor de la amortización, ya que esta es mas o menos igual para los dos sistemas. Como su nombre lo indica es sólo un coeficiente para juzgar la conveniencia de uno i otro método.

Respecto al rendimiento de uno u otro sistema nada se sabe i hai mucho por hacer en ese sentido. Algunas autoridades indican para el método hidráulico una recuperación del 60 al 85 % sin precisar valor medio ya que es difícil calcular exactamente la ley del material que se alimenta al sluis.

Respecto a las dragas el problema es el mismo. En algunas dragas americanas i especialmente en las dragas "Yuba" se completa el equipo de la draga con pequeños molinos "Raymonds" i amalgamadores de sacudida i con estos dispositivos se dice alcanzar rendimientos del 80 i 90 %. Esto es cuestionable.

Si suponemos para las dragas un rendimiento del 90 % i para el sluis un rendimiento del 75 %, entonces se pueden obtener los beneficios de comparación que indica el cuadro. Estos no representan los beneficios reales ya que no incluyen las deducciones correspondientes. El cálculo del beneficio real lo haremos mas adelante.

Como se ve la selección es un tanto difícil debido a que se obtienen valores mui estrechos. Yo me decidiría por el dragado, pues se podría alquilar en Estados Unidos dragas nuevas o comprar dragas usadas que me garanticen una vida de 4 años de trabajo. Naturalmente que el gasto en reparaciones aumentaría enormemente pero con todo sería menor al efectuado por compra de equipo nuevo. Por otro lado el sistema ~~sistema~~ por dragado es mas elástico, tiene mayor movilidad i como la vida de una draga es de 25 años, al final del trabajo estaría en condiciones de venderse a un precio alto i así redimir el

capital gastado en el equipo. La Central Hidroeléctrica también estaría en condición de venderse a mui buen precio a otra empresa minera o a la municipalidad de alguno de los Distritos o Provincias de la región. También se podría con la draga explotar otra concesión de la misma compañia que haya estado mientras tanto preparándose.

El sistema hidráulico es mas rígido pues una vez concluído el trabajo ya no habría que hacer con la represa. Tiene la ventaja que ya se ha trabajo con él en el país, siendo por lo tanto conocido. En cambio tiene la desventaja fundamental de que el cielo no nos pertenece i que puede haber sequía 5 años seguidos i el negocio paralizarse por falta de agua o sino entorpecerse por un caudal menor. El dragado no tendría esta desventaja. En el sistema hidráulico también hai que contemplar la sedimentación que acarrean los torrentes que desembocan en la presa, lo que significaría un gran item de gasto que hai que contemplar.

El problema de los relaves no existe en el caso de dragado, ya que el material tratado se apila a los lados o se llena en el espacio que ha quedado vacío, no siendo así en el método hidráulico, problema que puede traer complicaciones de índole legal.

El problema del agua no es tan molesto para el dragado, ya que la draga trabaja sobre una poza que puede llenarse perfectamente con el caudal que se le asigna, quedando lo suficiente para el tratamiento metalúrgico i para compensar las pérdidas por infiltraciones.

El problema de la fuerza motriz en el dragado se resuelve mediante una instalación hidroeléctrica para lo cual hai agua i caídas suficientes.

La profundidad máxima del banco siendo de 12 m. es una profundidad prudente i normal para el dragado.

El dragado tiene la ventaja última de profundizarse

algo sobre el bed rock i recoger de ese modo una buena parte de oro que casi siempre se adentra en las fisuras de la loza.

Por todas estas razones i admitiendo que no hai en el yacimiento grandes boulders, decidimos para Poto el sistema de explotación por dragado.

CONSECUCION DEL CAPITAL PARA LA EXPLOTACION.-

Se convoca en Lima a una reunión extraordinaria de los accionistas, notificándoles que la reunión va tratar sobre el aumento del capital social.

El Gerente en esa reunión plenaria expone ante ellos el resultado final o los resultados que se han obtenido de la exploración. Les demuestra con cifras lo que hai, les explica como se ha invertido el dinero del fondo de exploración i cuanto es lo que queda. Finalmente les expone el plan detallado de explotación que piensa seguir, los beneficios a obtener i el capital que se necesita para llevarlo a efecto.

Los accionistas conmovidos i convencidos por estas razones acuerdan el aumento del capital, aprobándose la emisión de 440.000 acciones de S/. 10.00 cada una, de las cuales 240.000 son acciones liberadas, dándose con ello un premio de 4:1 a los iniciadores del negocio. El resto que son 200.000 acciones de suscripción representan un capital en efectivo de S/. 2'000.000.00 i son ofrecidas al público, teniendo los accionistas la primacía de compra.

Vamos a suponer que el 100 % de las acciones suscritas se coloquen en el mercado.

DISEÑO, CONSTRUCCION, COMPRA, TRANSPORTE E INSTALACION DEL EQUIPO.-

No quiero pasar adelante sin expresar que el diseño de la capacidad de una planta es un problema mucho mas complicado de lo que a simple vista parece, en general hai que elegir la capacidad que produzca el costo mínimo de explotación. Una serie de factores intervienen en tal costo, los unos

dependen del tonelaje tratado i los otros del tiempo. En general el agotamiento mas rápido es el que se recomienda en todos los casos, aunque esto tiene sus limitaciones. Los economistas parten del concepto de que acortando la vida de la mina se extrae mas rápidamente un capital que puesto a intereses produciría mas que el posible beneficio que se gana reduciendo el costo del equipo i el costo de explotación, por el aumento en la vida de ésta. A veces soluciones que parecen absurdas i que para los unos son errores lamentables pueden obedecer a razones de otra índole, fruto de las conveniencias en cada caso particular.

Yo no voi a hacer el estudio detallado i exaustivo sobre la capacidad de planta que conviene al yacimiento de Poto, porque no sabría hacerlo, pero dejo constancia que se que sobre este punto hai mucho por hacer i mucho que aprender. Voi simplemente a admitir que una instalación de 5.000 m^3. de capacidad diarios, para agotar la cubicación del yacimiento de Poto en 3.1/2 años, significa la capacidad que me produce el costo mínimo de explotación.

La fuerza motriz comprende la instalación de un canal de 5 kilómetros de largo para un caudal de 200 litros por segundo. El terreno sobre el cual va estar colocado es un terreno aluvial firme, para el que se asigna una velocidad media de 2.75 a 3 pies por segundo. Admitiendo para esta clase de canales como coeficiente de rozamiento n = 0.025, el área de la sección transversal trapezoidal del canal con lados inclinados 1:2 será de 2.57 pies cuadrados, la profundidad $d = 0.5\sqrt{A} = 0.8$ pies, el lado menor b del trapecio será:

$$b = \frac{A - 2d^2}{d} = 1.2 \text{ pies, i el radio hidráulico será:}$$

$$R = \frac{A}{b - 4.48\,d} = 0.33$$

Llevando estos datos al diagrama de la fórmula de Kutter se tiene la inclinación del canal que es de 20 en 1.000.

El presupuesto de la obra se realiza despues de calcular el volumen de tierra que hai que mover, para lo cual se levanta el plano de una faja de terreno cuyo eje es el del canal en proyecto. Se calculan sobre ese plano los perfiles transversales en tramos de 20 metros i luego la cantidad de corte i relleno. Totalizando el movimiento de tierras al precio de S/. 2.00 por m^3. para terreno aluvial, se llega al valor de S/. 4.000.00 por kilómetro incluyendo las obras de albañileria indispensables. El costo total de dicho canal será de S/. 20.000.00 i la ejecución demorará un tiempo normal de 3 meses.

La tubería de presión se cotiza a razón de S/.45.00 por metro lineal incluyendo válvulas, uniones, etc.; el peso por metro lineal es de 96 kilos. El costo de 350 metros de tubería c.i.f. Mollendo es de S/. 15.950.00 i su peso es de 33.6 toneladas. El trasporte a S/. 150.00 por tonelada según la tarifa de los ferrocarriles del Sur i el costo del transporte en camión a S/. 0.80 tonelada-kilómetro, viene a sumar un total de S/. 50.400.00.

La maquinaria eléctrica de corriente alterna marca Brown-Boveri de 500 kw. de potencia, de 3.600 voltios i 60 ciclos, cuesta c.i.f. Mollendo S/. 96.120.00 i pesa 10 ton. incluyendo excitatriz, tableros i aparatos de seguridad, comprometiéndose la fábrica a entregarla dentro de 3 meses a partir de la fecha de firma del contrato de compra. El valor del transporte de esta máquina hasta Poto es de S/. 2.000.00.

La instalación de tal planta hidroeléctrica incluyendo bocatoma, tuberías, etc. puede calcularse en un tiempo no mayor de 3 meses i cuesta S/. 15.530.00 incluyendo imprevistos.

El sistema de trasmisión deenergía se aprecia a un costo de S/. 6.000.00 por kilómetro instalado e incluye la compra i trasporte de torres, aisladores, transformadores i dispositivos de seguridad inherentes a toda instalación de

esta índole para trabajar en un lugar de grandes tormentas eléctricas atmosféricas.

Una draga eléctrica marca "Yuba" de 5.000 m^3. efectivos de capacidad en 24 horas i con un peso de 2.500 toneladas según cotización de la casa constructora, cuesta c.i.f. Mollendo S/. 1'200.000.00, comprometiéndose la fábrica a ponerla en el citado puerto peruano en un tiempo no mayor de 4 meses a partir de la firma del contrato respectivo.

El trasporte de dicha draga hasta la concesión cuesta S/. 359.550.00, computándose el costo de la tonelada en S/. 140.00 según las tarifas antes mencionadas i su instalación puede calcularse en un tiempo no mayor de 2 meses, costando aproximadamente S/. 50.000.00 incluyendo imprevistos.

PLAN GENERAL DE LA EXPLOTACION.-

El trabajo de explotación con draga se empieza de aguas arriba hacía aguas abajo del rio. Se excava una poza de dimensiones adecuadas sobre el PAY, luego se llena de agua i se coloca en ella la draga perfectamente anclada. El trabajo de los baldes consiste en excavar el terreno hacía adelante, de modo de batir un frente cuyo ancho en cada tramo depende del ancho del PAY i que se conoce de antemano por tener el plano de ubicación del citado PAY. El material extraído por los baldes de descarga en un sistema de tromeles. En éste se separan los guijarros grandes los cuales van a apilarse detras de la draga llenando el espacio ya vacío. El material suelto que pasa recibe chorros de agua (bombeada por un sistema de bombas que tiene la draga i cuya agua proviene de la poza misma en la que desemboca el río) i va a canales con fondo de jebe coarrugado, luego a sluices con mercurio i de allí a molinos i amalgamadores de sacudida.

Estos aparatos descargan hacía atras i un poco mas allá de los boulders, de modo que el material se detiene i el agua drena dentro de la poza. Hai dos sistemas de canales

para cada lado, de modo que uno trabaja cuando el otro está en limpia i así el trabajo es contínuo.

El trabajo de la draga se hace de día i de noche, siendo este rotativo para el personal que la opera.

La descarga de los sluices i amalgamadores la hace una cuadrilla de personal especializado en esta tarea i de absoluta confianza de la Gerencia, siempre bajo la supervigilancia del mismo Gerente, tomándose todas las precauciones necesarias para evitar robos. La amalgama se filtra a través de gamuza i la peya se destila en retortas de hierro. El oro bruto se funde con borax i carbonato de soda en crisoles de grafito para escorificar las impurezas; finalmente se lingotea.

COSTO DE LA EXPLOTACION I DURACION DE ELLA.-

La explotación comprende 2 períodos, uno que podemos llamar preparatorio, etapa en que se compra e instala el equipo i otro que es de explotación misma. El primer período dura el tiempo que trascurre desde la firma del contrato de compra del equípo i su instalación hasta la puesta en marcha. Vamos a suponer que esta etapa dura 6 meses. El segundo período dura 3.1/2 años, como lo hemos calculado ya al principio, i es el período de explotación misma. Los gastos de estos 2 períodos corresponden a los capítulos Gastos Operativos i Cargas Generales i algunos se computan por 3.1/2 años i otros por 4 años.

Según esto el cuadro que va a continuación nos da una idea de la repartición de los distintos valores.

PRESUPUESTO DE LA 3era. ETAPA.- (Explotación)

Capítulo	Dpt°.	Secc.	Cuenta.	Empld.	Mano de Obra	Supplies	Total
Cargas Generales	Administrativo		Equipo	--	S/. ---	S/. ---	S/. 1'849.750.00
			Administrac.	9	123.400.00	6.000.00	129.400.00
	General Surface		Campamento.	10	38.400.00	69.800.00	108.200.00
			Hospital	3	40.200.00	5.000.00	45.200.00
	Mecánico		Fuerza	6	53.600.00	26.400.00	80.000.00
			Agua	4	10.720.00	280.00	11.000.00
			Talleres	10	68.600.00	131.400.00	200.000.00
	Suministro.		Gastos del Departamto.	6	98.200.00	2.000.00	100.200.00
	T o t a l			48	433.120.00	240.880.00	2'523.750.00
Gastos Operativos	Mining	Explotación	Dragado	20	144.720.00	35.000.00	179.720.00
	T o t a l			20	144.720.00	35.000.00	179.720.00
T o t a l g e n e r a l				68	577.840.00	275.880.00	2'703.470.00

Como el volumen manipulado es de 6'720.000 m^3. el costo de la explotación será aproximadamente de:

$$\frac{2'703.470}{6'720.000} = \text{S/. } 0.40 = \$\ 0.10$$

En resumen el costo del metro cúbico de material tratado será:

Exploración.....S/. 0.06

Explotación i Beneficio.....S/. 0.40

T o t a l.....S/. 0.46 = $ 0.115.

Este valor representa solo aproximadamente el costo total i podemos decir que es el valor límite superior.

El costo verdadero es menor pues los gastos en minería no se sustraen sino se amortizan i esta operación introduce ya alguna economía. En efecto, admitiendo un interés de amortización de 4 % anual, el gasto total del trabajo que es de S/. 3'080.920.00 se reduce a S/. 2'649.591.00 i el costo por metro cúbico será entonces de:

$$\frac{2'649.591}{6'720.000} = S/.\ 0.39 = \$\ 0.10$$

B A L A N C E F I N A L D E L P R O Y E C T O

Cálculo del dividendo anual.- Retorno del capital invertido.- Redención del equipo.- Dividendo final de liquidación.- Apreciación comercial del negocio.

Las distintas cuentas del proyecto se pueden resumir de la siguiente manera:

1 era. Etapa.....	S/.	217.700.00
2 da. Etapa.-Exploración.....		159.750.00
3 era. Etapa.- Explotación i Beneficio.....		2!703.470.00
	S/.	3.080.920.00

La suma total de las distintas cuentas se llama: "Capital en Suspenso" o Capital invertido en el negocio.

La explotación es la única etapa en donde se obtienen los beneficios. Esta alcanza, como lo hemos hecho ver anteriormente, 3.1/2 años i en ella hai que amortizar el Capital en Suspenso. Si suponemos para éste, un interes compuesto de amortización del 4% mas un interes simple del 6% sobre la inversión, la cuota anual media de amortización para 3.1/2 años de duración según la tabla tercera de la pag. 48 del libro de Hoover "Principles of Mining", será del 30% del capital invertido, lo que representa:

S/. 3'080.920.00 x 0.30 = S/ 924.276.00

El tratamiento anual es de 1'800.000 m^3. de un material cuya ley es de S/. 1.44 por m^3. Suponiendo un rendimiento del 90%, en cuyo caso el valor del m^3, se transforma em S/.1.30, la entrada estaría representada por:

1'800.000 x 1.30 = S/. 2'340.000.00

Véamos ahora como sería un balance anual de la Compañia para deducir el dividendo correspondiente.

Valor del oro extraído.....		S/. 2'340.000.00
Cuota media anual de amortización del capital en suspenso.....	S/. 924.276.00	
Cuota proporcional para formar el capital de trabajo para el próximo período.....	S/. 189.724.00	S/. 1'114.000.00
Ganancia neta.....		S/. 1'226.000.00

El dividendo anual correspondiente se halla entonces dividiendo este valor neto entre 440.000 acciones, lo que da:

$$\frac{1'226.000}{440.000} = \text{S/. 2.78 por acción.}$$

El dividendo total aproximado por acción es:

2.78 x 3.5 = S/. 9.73 por acción.

El capital en suspenso se recupera al cabo de los 3.1/2 años que dura la explotación en su totalidad, mas un 6% de interes simple, de modo que el valor obtenido al final de los 3.1/2 años es de S/. 3'265.775.00. Esto significa una ganancia de S/. 184.855 los que repartidos entre 440.000 acciones representan un dividendo de S/. 0.42 por acción.

Al final del trabajo se procede a levantar el inventario general i la valorización de todos los útiles i herramientas. Se vende el equipo i el valor obtenido junto con el dinero que hai en caja se divide entre el número de acciones, tocándole a cada una, una cierta suma denominada dividendo de liquidación. Suponiendo que la liquidación ascienda a S/. 840.000.00 tal dividendo sería de S/. 1.92 por acción.

En definitiva se ve que el presente proyecto presupone una ganancia líquida aproximada de S/. 13.22 por acción.

Vamos ahora a juzgar el negocio desde un punto de vista comercial.

Para el capital de exploración cada acción recibirá un total de S/. 52.88, lo que significa que el capital ha sido colocado a un interes simple anual del 105 % durante 5 años, ya que 5 años representa el tiempo de duración del negocio.

Para el capital suscrito la ganancia será de S/. 13.22 por acción, lo que significa un interes simple anual del 33 % durante 4 años, ya que este capital no interviene en la exploración, la que dura un año.

Estas cifras elocuentes por si mismas son un índice para juzgar la bondad de la inversión.

Lima, a 19 de Enero de 1938.

L I T E R A T U R A C O N S U L T A D A

1).- La región aurífera de Marcapata..... AGUILAR.

2).- Yacimientos auríferos de Sandia..... PFLUCKER.

3).- Mineral Deposits..... LINDGREN.

4).- Principles of Economic Geology..... EMMONS.

5).- Alluvial Prospecting..... REAEBURN.

6).- Principles of Economics..... RUFINER.

7).- Principles of Mining..... HOOVER.

8).- Tarifas de los Ferrocarriles del Sur.... PERUVIAN C.

9).- Mining Engineer's Hand Book..... PEELE.

10).- The Economics of Mining..... E. & M. JOURNAL.

11).- American Mining Accounting..... CHARLTON.

12).- Cost of Mining..... FINLAY.

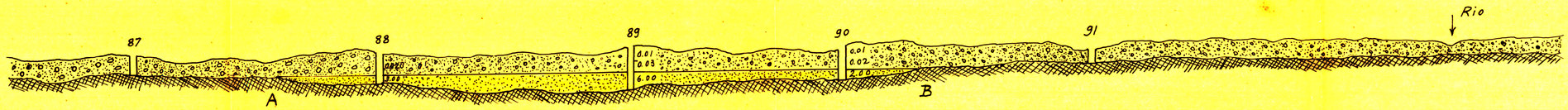
13).- Catálogos i Revistas.

Compañia Minera Poto S.A.

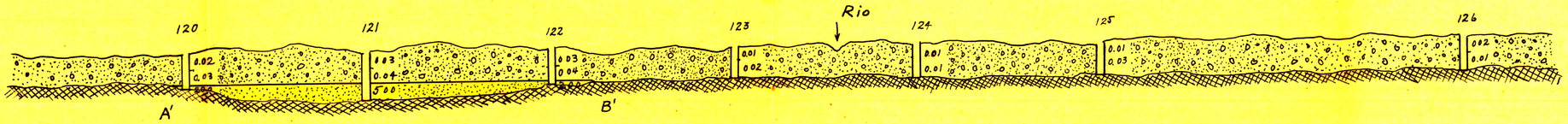
Plano N° 2

Escala 1:1000

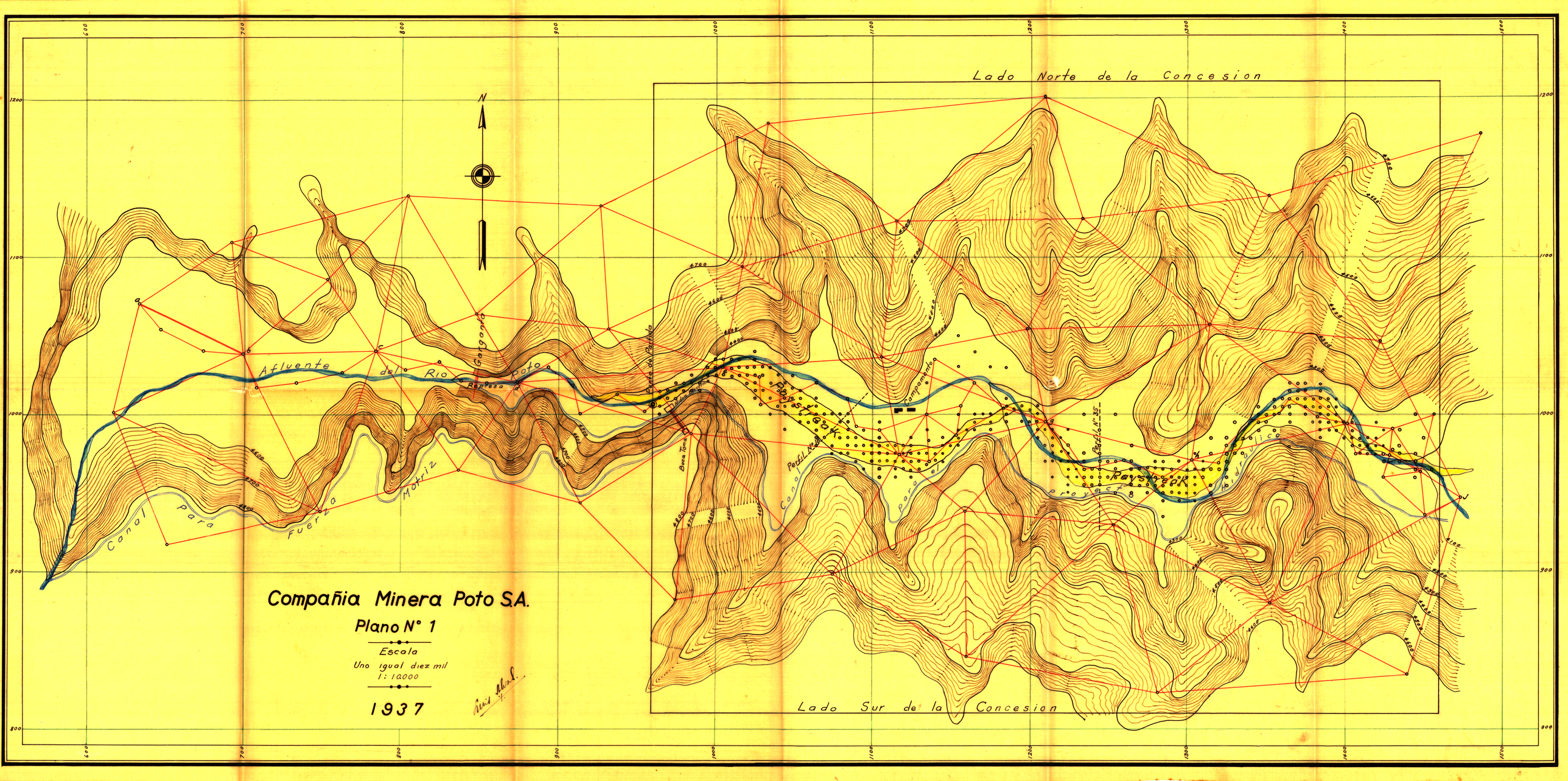
Luis Alvarez Y.



Perfil N° 18



Perfil N° 35


Lado Norte de la Concesion
Lado Sur de la Concesion
Afluente del Rio Poto
Canal para Fuerza Motriz
Gargantá
Represa
Punto de Partida
Boca Toma
Campamento
Perfil N° 35
Perfil N° 8
Canal para el Proyecto Hidraulico
Compañia Minera Poto S.A.
Plano N° 1
Escala
Uno igual diez mil
1 : 10.000
1937

PLANO 1 Y 2