

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA,
MINERA Y METALURGICA**



**Proyecto de la Central Hidroeléctrica
de Rumbro de la Compañía
Minera Raura**

Informe de Ingeniería

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE MINAS**

FIDEL CESAR GALARRETA APAESTEGUI

LIMA-PERU

1 994

INDICE

INTRODUCCION

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO I.- GENERALIDADES

- 1.1 UBICACION Y ACCESO
- 1.2 FISIOGRAFIA
- 1.3 RECURSOS NATURALES
- 1.4 SUMINISTROS
- 1.5 HISTORIA DEL YACIMIENTO

CAPITULO II.- ASPECTOS OPERATIVOS DE LA MINA RAURA

- 2.1 GEOLOGIA GENERAL
 - 2.1.1 LITOLOGIA
 - 2.1.1.1 ROCAS SEDIMENTARIAS
 - 2.1.1.2 ROCAS IGNEAS
 - 2.1.2 GEOLOGIA ESTRUCTURAL
 - 2.1.3 GEOLOGIA ECONOMICA
- 2.2 OPERACIONES MINERAS
 - 2.2.1 EXPLOTACION SUBTERRANEA
 - 2.2.1.1 PERFORACION Y VOLADURA
 - 2.2.1.2 RELLENO HIDRAULICO CEMENTADO
- 2.3 RESERVAS DE MINERAL

CAPITULO III.- CARACTERISTICAS DEL PROYECTO RUMBRO

3.1 GENERALIDADES

3.1.1 UBICACION

3.1.2 FACTIBILIDAD

3.2 HIDROLOGIA

3.2.1 AGUA DISPONIBLE

3.2.2 FORMA DEL APROVECHAMIENTO HIDRAULICO

3.2.3 CAUDAL DE DISEÑO

CAPITULO IV.- ANALISIS DE LOS PROYECTOS RUMBRO

4.1 GENERALIDADES DEL PROYECTO

4.1.1 CARACTERISTICAS DEL DISEÑO

4.1.2 VASO DE ALMACENAMIENTO SURASACA

4.2 PRIMER PROYECTO RUMBRO

4.3 SEGUNDO PROYECTO RUMBRO

4.4 DESCRIPCION DEL EQUIPAMIENTO

4.4.1 TURBINA FRANCIS

4.4.1.1 Carcasa

4.4.1.2 Tapas Laterales

4.4.1.3 Escudos

4.4.1.4 Alabes

4.4.1.5 Rotor

4.4.1.6 Tubo difusor

4.4.1.7 Empaquetaduras

4.4.2 ALTERNADOR

4.4.3 VOLANTE INERCIAL

4.4.4 GOBERNADOR DE VELOCIDAD

4.4.5 VALVULA DE MARIPOSA

4.4.6 TABLERO DE MEDICION Y PROTECCION

4.4.7 ESTRUCTURA DE MONTAJE

CAPITULO V.- ANALISIS ECONOMICO-FINANCIERO DEL PROYECTO

INTRODUCCION

ANTECEDENTES.-

La Compañía Minera Raura S.A., dedica sus actividades al desarrollo de la industria minera en sus etapas de minado y concentración. Ambos, minas y concentradora, se ubican a una altura de 4,700 metros sobre el nivel del mar.

La energía eléctrica es un elemento importante en las actividades mineras y en la actualidad Raura dispone de dos formas de generación: la hidroeléctrica proveniente de la Central Hidroeléctrica de Cashaucro, de propiedad de la Empresa y la termoeléctrica proveniente de generadores a petróleo, algunos de propiedad y otros alquilados. El petróleo para estos generadores es transportado desde Lima, con un recorrido de 280 kilómetros.

DEMANDA ENERGETICA.-

Los registros de los últimos nueve años 1983/1992, están resumidos en el cuadro siguiente:

	HIDROELECTRICA			TERMOELECTRICA			H + T	
	Energ. G.W.h.	Pot. kW.	%	Energ. G.W.h.	Pot. Kw.	%	Energ. G.W.h.	Pot Kw.
1984	22905	2608	77.5	6661	758	22.5	29566	3360
1985	22715	2936	81.0	6040	689	19.0	31755	3625
1986	15059	2861	78.7	6788	775	21.3	31847	3636
1987	23840	2722	74.3	8264	943	25.7	32104	3665
1988	23309	2653	81.6	5260	599	18.4	28567	3252
1989	25459	2906	71.0	10376	1185	29.0	35835	4091
1990	22978	2624	63.7	13071	1492	36.3	36049	4122
1991	24474	2795	67.3	11871	1356	32.7	36345	4150
1992	14805	1691	45.0	17989	2054	55.0	32794	3745

El año de mayor demanda energética ha sido 1991, que alcanzó 36,345 G.W.h. ó 36'345,000 KW.h. La Central hidroeléctrica de Cashaucro tiene una potencia instalada de 4,000 KW.; y trabajando al 100% de su capacidad produce:

$$E = 4,000 \times 365 \times 24 = 35'040,000 \text{ KW.h./año}$$

es decir, que hubiera cubierto el 96% de la demanda, siempre que la cantidad de agua fuera suficiente. En los años con pocas lluvias, el costo de la generación se incrementa considerablemente, como en el año 1992, por tener que producir mayor cantidad de energía térmica (55%).

OFERTA ENERGETICA.-

En 1967 entró en producción la Central Hidroeléctrica de Cashaucro, la que utilizando las aguas escurrientes del río Huaura, podía generar hasta 2,000 KW. con un caudal máximo de 2 m³/s., que era disponible durante todo el año en dicho río. De esta manera se cubría la demanda energética del asiento minero de Raura, para la capacidad de tratamiento de esa época de 400 T.C.S./día.

En 1977 fue necesario agregar una tercera unidad para satisfacer las necesidades adicionales de energía, esta circunstancia elevó la demanda de agua desde $Q = 2 \text{ m}^3/\text{s.}$ hasta $Q = 3 \text{ m}^3/\text{s.}$, la que fue satisfecha parcialmente por los almacenamientos de las lagunas Surasaca y Chalhuasarina, cuyas obras hidráulicas fueron ejecutadas por la entidad correspondiente del Estado, para cubrir demandas agrícolas.

Posteriormente en 1984, se instaló la cuarta unidad, la que opera a capacidad normal en los meses lluviosos, de enero a abril, mientras que en los 8 meses restantes solo lo hace al nivel que le permite el agua disponible, dejando un margen considerable de capacidad ociosa.

A partir de 1978 se comenzó a usar energía termoeléctrica, para llenar los vacíos en los meses de estiaje y de esta forma satisfacer las necesidades de energía para las operaciones del complejo minero.

Las dificultades en el transporte del petróleo, así como el alto costo de la energía térmica, obliga a buscar un incremento en la generación hídrica.

La cuenca hidrológica del río Huaura que alimenta a la Central de Cashaucro, está aprovechada al máximo posible, ya que se dispone de los vasos de almacenamiento de Surasaca y Chalhuasarina, en los cuales se deposita el agua excedente de los meses lluviosos para utilizarla en los meses secos.

La Central Hidroeléctrica de Cashaucro, no puede generar más de 25'830,000 KW.h. al año con el agua actualmente disponible. Si se quisiera llegar al 90% de su potencia instalada (31'557,600 KW.h.), habría que recurrir a una fuente hidrológica adicional.

Debido a las restricciones de capital producida por la crisis por la que atravieza la minería, es preciso contemplar la posibilidad de cubrir el déficit de generación hidroeléctrica con la ejecución de pequeños proyectos de rápida ejecución, bajos costos y rápido repago tales como el proyecto Rumbro que presento a continuación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- El lago Surasaca es aprovechado como vaso de almacenamiento. Inmediatamente aguas abajo de la Presa Surasaca, las aguas evacuadas por la compuerta fluyen por el cauce natural hasta su confluencia con el río Huaura, que en este tramo se denomina río Quichas. En el trayecto Surasaca-Quichas, las características geotopográficas son apropiadas para ubicar una planta hidroeléctrica en el área de Rumbro, utilizando las aguas de Surasaca, que por provenir de un almacenamiento regulado fluyen con caudales definidos durante los meses de escasa pluviosidad.

2.- Referente al agua extraída del vaso, se obtiene como promedio de esta anualmente, en un lapso promedial de seis meses y medio, un volumen de 13'753,600 m³.

3.- Es importante anotar que el coeficiente de escorrentía (Ec) para la cuenca del Surasaca (cantidad de agua escurriente versus cantidad de agua precipitada), es elevado y normalmente corresponde a la zona cordillerana, que tiene suelos consistentes con taludes muy inclinados.

4.- Al pie del talud aguas abajo de la Presa de Surasaca, y durante los meses lluviosos discurre un caudal de 100 litros por segundo, como consecuencia de agua infiltrada en áreas vecinas y de superior elevación y también de filtraciones en el túnel de descarga de la presa.

5.- El uso de las aguas provenientes del vaso Surasaca para la generación de electricidad, tiene dos ciclos durante cada año:

Ciclo A: Desde Enero 1 hasta Abril 30, con una duración de 120 días, en el que se dispone del agua hidrológica Yurajcocha-Checce, con un caudal disponible de: $Q = 0.5 \text{ m}^3/\text{s}$. (0.4 m^3/s . Túnel Checche y 0.1 m^3/s . filtración al pie de la presa).

Ciclo B: Desde Mayo 1 hasta Diciembre 31, con una duración de 245 días, la disponibilidad del agua sería:

Del almacenamiento	$Q = 0.398 \text{ m}^3/\text{s}$.
De la escorrentía controlada	$Q = 0.230 \text{ "}$
De la Derivación Yurajcocha-Checche	$Q = 0.599 \text{ "}$
	<hr/>
	$Q = 1.227 \text{ "}$

En el estudio Hidrológico realizado para el Proyecto Matichacra, se indica que la precipitación para los años medianamente lluviosos sobrepasa en un 5% al promedio general, este criterio llevaría el caudal de diseño a:

$$Q = 1.227 \times 1.05 = 1.288 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Se ha optado por:

$$Q = 1.250 \text{ m}^3/\text{s}.$$

6.- Se eligió el perfil conveniente para la Tubería de Presión y se obtuvo un proyecto con las siguientes características:

Longitud del acueducto	= 837 metros
Salto total	= 145 metros
Longitud de la Tubería de Presión	= 380 metros
Diámetro de la misma	= 0.75 metros
Caudal de diseño	: 1.250 m ³ /s.
Potencia de placa	: 1,500 KW.
Producción anual	: 8'600,000 KW.h.

7.- Teniendo en cuenta que la vida estimada del proyecto es de 20 años, los resultados nos indican lo siguiente:

EVALUACION DE LOS RESULTADOS

(20 años)

	ALTERNATIVA I	ALTERNATIVA II	ALTERNATIVA III
VAN	2'825,066	1'185,703	1'327,920
TIR	65.55%	41.38%	40.48%
B/C	3.35	2.21	2.60

De acuerdo a estos resultados para 20 años, observamos que la alternativa I del Proyecto Rumbro es la óptima debido a que los tres indicadores financieros son mayores que las otras dos alternativas presentadas, por otro lado con la alternativa I

se produce 79% mas de energia por año que las otras dos y a pesar de que su inversion es mayor entre un 20% y un 30% comparada con las otras dos, el retorno de la inversión es mucho mas rápida, asegurandose por otro lado una producción de energía eléctrica suficiente como para asegurar la sustitución del petroleo usado para producir energía eléctrica.

8.- Teniendo en cuenta que la vida de la mina de acuerdo al volumen de sus reservas es de aproximadamente 10 años, los resultados obtenidos de la evaluación económica nos indican lo siguiente:

EVALUACION DE LOS RESULTADOS

(10 años)

	ALTERNATIVA I	ALTERNATIVA II	ALTERNATIVA III
VAN	1'911,540	698,473	835,473
TIR	64.80%	39.04%	38.60%
B/C	2.59	1.71	2.00

De aqui podemos apreciar que la Alternativa I es la óptima y la mas recomendable, por lo que esta debe ser adoptada como resultado final.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1.- UBICACION Y ACCESO

El distrito minero de Raura, se ubica en la cumbre de montañas de la Cordillera Occidental Andina, entre los departamentos de Huánuco y Lima.

Sus coordenadas geográficas son:

Latitud 1° 26' 30" S

Longitud 76° 44' 30" W

Coordenadas UTM: N - 8'845,000 - E - 309,700

El acceso de transporte es por la Panamericana Norte:

<u>De</u>	<u>A</u>	<u>Kms.</u>	<u>Tipo de carretera</u>
Lima	Desvío a Sayán	102	Asfaltada doble vía (Panamericana Norte)
Desvío	Sayán	49	20 Kms. Asfaltada 20 Kms. Afirmada
Sayán	Churín	59	15 Kms. Asfaltada
Churín	Oyón (Cruce)	29	Afirmada
Oyón	Mina Raura	34	Afirmada
TOTAL		273	

La altitud varía entre 4,300 m.s.n.m., con glaciares que llegan a los 5,700 m.s.n.m. Existe otro itinerario que partiendo también de Lima vía Huaura-Sayán, tiene una longitud total de 319 Kms. hasta la Mina Raura, de los cuales 139 Kms. de carretera asfaltada corresponden a la Panamericana Norte.

1.2.- FISIOGRAFIA

La mina Raura está ubicada en la zona de cordillera que corresponde a la divisoria de aguas (Divertium aquarum) entre las sub-cuencas del río Huaura-Río Marañón. El área de producción se ubica en la segunda (sub-cuenca del Marañón).

El área se caracteriza por la presencia de picos elevados cubiertos de nieve (Santa Rosa con 5,700 m.s.n.m.) glaciares, lagunas, pantanos y valles en forma de U. La vegetación en altitudes superiores a los 4,000 m.s.n.m. está formada por una estepa de hierbas de altura, como el "ichu" principalmente. El clima típico de la sierra alta es frío y seco con temperaturas que varían entre 20 °C a -15 °C (Tipo Puna). Durante el año existen dos estaciones bien marcadas: una seca y muy fría entre los meses de mayo a setiembre y otra lluviosa con precipitación sólida (granizo y nieve mas o menos 750 m.m) de octubre a abril.

La topografía es muy accidentada, los valles y quebradas son estrechos y profundos con taludes casi verticales, de tal manera que labores mineras (cruceos o galerías) definen

distancias verticales o "encampanes" de hasta 700 m.l., existiendo también espacios adecuados para la construcción de viviendas e instalaciones industriales.

Con respecto al drenaje existe un eje principal S-N, que drena hacia la cuenca atlántica. El drenaje proviene mayormente de la cadena de lagunas ubicadas al pie de los glaciares y laderas. Estos reservorios a la vez son alimentados por los deshielos en la época de lluvias.

1.3.- RECURSOS NATURALES

El agua es un recurso superficial abundante puesto que en ambas subcuencas existen fuentes de alimentación importantes, tanto por efecto de lluvias como por los fuertes deshielos que se observan, actualmente importantes para usos hidroenergéticos y agrícolas.

En la subcuenca del río Huaura (cuenca del Pacífico) existen tres zonas de alimentación: Gazuna con un área de 99 Km², Surasaca con 53 Km² y Quichas con 125 Km² que en conjunto canalizan una escorrentía promedio anual de 3.389 m³/s; mientras que la subcuenca del Marañón solo en la zona de la mina y con un area de 20 Km² (incluyendo desague de minado), suma una escorrentía promedio anual estimada en 2.4 m³/s.

Otro recurso natural de importancia lo constituye el carbón.

Las reservas se ubican en la cuenca de Oyón comprendida en tres regiones.

REGIONES

Calidad del Carbón

- | | |
|-------------------------|--|
| 1. Checras-Parquín | Semi antracita |
| 2. Pampahuay-Saquicocha | Bituminoso con bajo contenido de volátiles |
| 3. Gazuna | Mezcla desde antracita a bituminoso, con contenido medio de volátiles. |

Existe gran discrepancia en los estimados de reservas de diferentes estudios efectuados para esta cuenca carbonífera, Así tenemos:

<u>Autores</u>		<u>Total (T.M)</u>	<u>TONELADAS METRICAS</u>	
			<u>Oyón</u>	<u>Gazuna</u>
Agramonte	1983	68'000,000	42'000,000	26'000,000
Horna E.	1985	168'700,000	34'000,000 (bituminoso-sub-bituminoso)	
			134'700,000 (antracita - semi antracita)	
Bisa.	1982	107'188,000		14'488,000 (Probado-Probable)
				53'000,000 (Posible antracita)
				40'000,000 (Pampahuay-bituminoso)
Minero Perú	1979	107'800,000		25'400,000 (Probado-Probable)
				82'400,000 (Posible)

Minero Perú 1971	107'000,000	107'000,000 (Probado-Probable)
Cerna F. 1977	42'300,000	42'300,000

La producción en toda la región de Oyón proviene de minas trabajadas por métodos artesanales con excepción de la zona de Pampahuay donde Sider Perú explota en forma sistemática. La producción anual es de alrededor de 30,000 T.M.

1.4.- SUMINISTROS

La vía Sayán-Oyón es frecuentemente mantenida (carretera y puentes) con fondos propios de las minas Raura y Uchucchacua, y el tramo de Oyón a Raura es exclusivamente mantenida por Cia. Minera Raura. Esta carretera permite el uso normal de camiones semitrailer, el 60% tiene capacidad de carga de 30 toneladas métricas, 10% con capacidad de 40 toneladas métricas y el 30% restante son volquetes y camiones de menor capacidad (10, 15 y 20 Tons). Interrupciones de tránsito en la época de lluvias por deslizamiento de tierra, obligan el uso de otro tramo de emergencia y más largo que conecta a los pueblos de Oyón-Cerro de Pasco-La Oroya-Lima.

El transporte de concentrados, así como equipo, insumos, repuestos, combustibles, madera, víveres etc, se realiza por la vía Lima - Río Seco - Sayán - Churín - Raura que es la de menor distancia.

1.5.- HISTORIA DEL YACIMIENTO

La historia del distrito minero de Raura no figura en las crónicas o escritos de la colonia. Sin embargo se dice que los españoles iniciaron la exploración y explotación de algunas vetas a fines del siglo XVIII. En el año 1890 las minas Raura fueron desarrolladas y explotadas a pequeña escala por el señor Simeón Dunstand de nacionalidad inglesa. La producción de las vetas Restauradora, Lead Hill y Niño Perdido no excedió probablemente las 100 toneladas por mes, mineral que era transportado en llamas para su beneficio, a una planta de lixiviación y fundición en Quichas ubicada a 20 Km. al sur de Raura.

A la muerte del Sr. S. Dunstand, las minas quedaron cerradas hasta el año 1928 en que Vanadium Corporation of America las tuvo en opción por 2 años, realizando aproximadamente 500 m.l. de labores de exploración sobre vetas Esperanza, Restauradora, Bausa, Polvorín y Flor de Loto.

Desde la paralización de las actividades en el año 1929 debido a la depresión, las minas permanecieron inactivas hasta el año 1942; en la cual la Cerro de Pasco Copper Corporation tomó una opción de compra de los señores Delgado del Pueblo de Oyón y dueños de estos denuncios, iniciando nuevamente labores de exploración hasta 1948. Cerro de Pasco Corporation (CPCC) realizó en 1945 la compra de gran parte de los denuncios de la zona, con excepción del denuncia Balilla perteneciente a la

Gazuna Mining Company.

En 1950 la C.P.C.C. vendió a los señores Delgado su participación en el Denuncio "Niño Perdido" quienes después de una intensa exploración ubicaron una bolsónada de plomo y zinc (100 x 50 m.l.), iniciando en 1952 la explotación a cielo abierto. Las estructuras restantes (Esperanza, Brunilda, Torre de Cristal, Restauradora y Flor de Loto) quedaron inactivas hasta 1961, fecha en que se consolidó todos los denuncios mineros de la zona Raura, con la creación de la Compañía Minera Raura S.A. (C.P.C.C. 60% y Grupo Puquio Cocha 40%) para su explotación formal.

A partir de ese año se reiniciaron la exploración, desarrollo y preparación de las estructuras de las minas Esperanza, Hada y la bolsónada Niño Perdido, por lo que el 9 de abril de 1962 arrancó la sección chancado y el 16 del mismo mes y año se inicia el funcionamiento de la sección flotación con una capacidad de 100 TM /día llegando posteriormente (01-07-62) a una capacidad de 250 TM/día con un solo molino de 6' x 6'. En 1976 la planta incrementa su capacidad de tratamiento a 680 TMH/día, tratando el mineral por campaña de las tres secciones de producción: Catuva (concentrados de Zn y Pb), Hada (concentrados de Pb y Zn) y Esperanza (concentrados de Cu, Pb y Zn). En junio de 1981 la capacidad de la planta llega a 1000 TM/día y el tratamiento del mineral dejó de ser por campaña para pasar a una mezcla total. Actualmente la capacidad de planta es de 2000 TM/día.

A fines del año 1977 las acciones de C.P.C.C en Raura (60%) fueron compradas por The Marmon Group. En diciembre de 1987 se transfieren las acciones del grupo Puquio Cocha (32%) al grupo Los Cipreses (Capital Nacional) y en mayo de 1989, The Marmon Group transfiere todas sus acciones 60% a la Great Yellowstone Corporation con sede en Panamá, el 8% corresponde a personas naturales peruanas.

Desde el año 1890 hasta 1990, Raura ha producido un total de 8'274,000 T.M.S., en contenido fino la producción hasta 1992 fue como sigue: cobre: 17,829 T.M.S., plomo: 284,551 T.M.S., zinc: 424,091 T.M.S. y plata: 29'606,597 onzas.

CAPITULO II

ASPECTOS OPERATIVOS DE LA MINA RAURA

2.1.- GEOLOGIA GENERAL

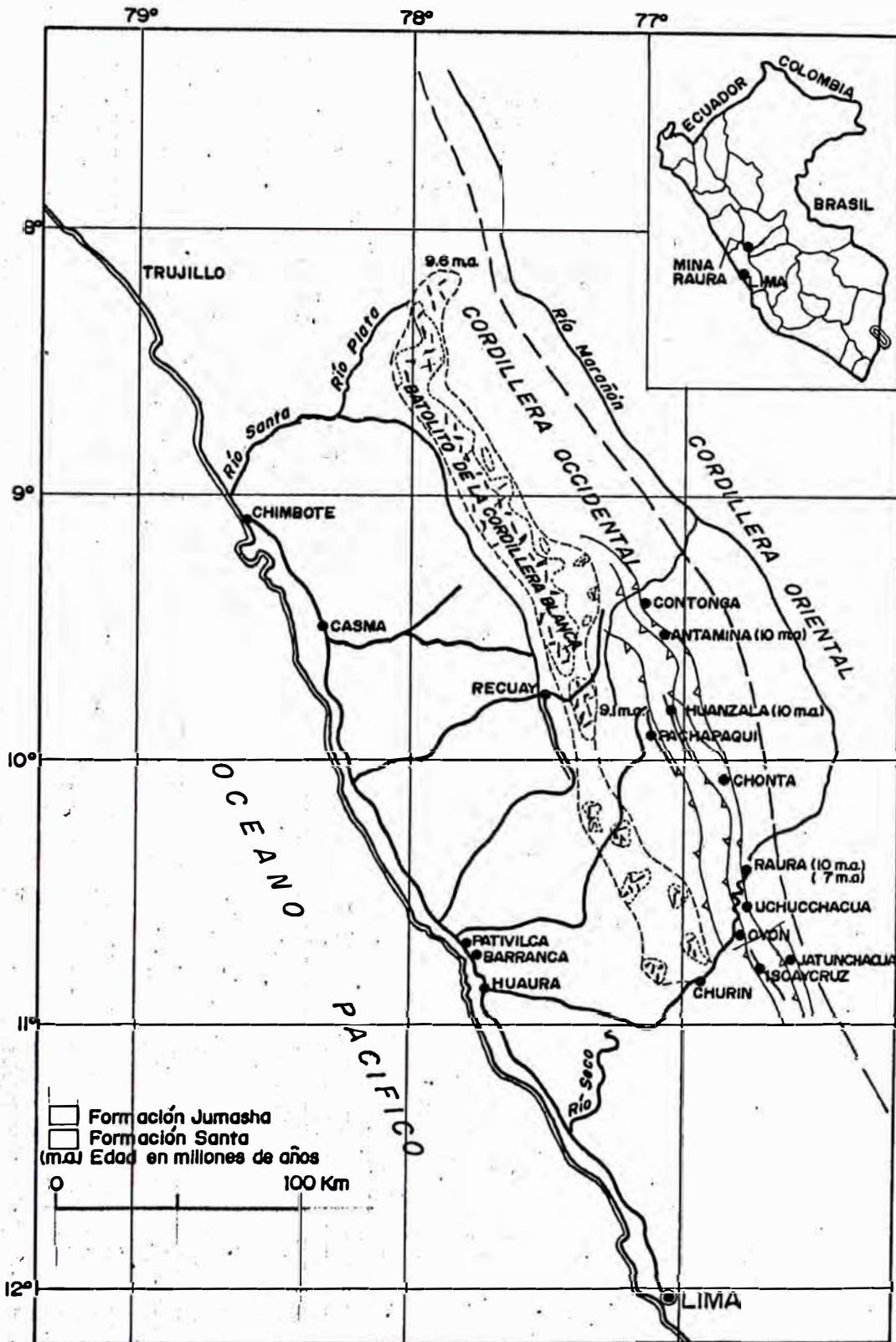
2.1.1 LITOLOGIA

2.1.1.1 Rocas Sedimentarias

Las rocas sedimentarias que afloran en los alrededores de la Mina Raura pertenecen a la secuencia estratigráfica del Cretáceo. Las más antiguas que se exponen al Sur-Oeste y Oeste, pertenecen al cretáceo inferior (Grupo Goyllarizquizga) y están representadas por las formaciones Chimú y Carhuaz. En contacto por sobre escurrimiento se presenta la Franja Calcárea de las formaciones Pariahuanca, Chulec, Pariatambo, Jumasha y Celendín Inferior con un potencial total de 1,200 metros. La formación Jumasha es la de mayor espesor con 800 metros y también la de mayor importancia porque alberga a los yacimientos minerales.

2.1.1.2 Rocas Igneas

Se considera tres fases de la actividad ígnea en un lapso geológico comprendido entre 8 a 11 millones de años, la primera fase está representada por una intrusión subvolcánica de Dacita y Tobas Rio Dacíticas del tipo explosivo. En



Plano N° 01 Mapa estructural y metalogénico del norte del Perú, donde el Batolito de la Cordillera Blanca y sus Stocks asociados, están relacionados con depósitos minerales Skarn que se alinean al rumbo de las fallas de sobre-escurrimiento dentro de los sedimentos calcáreos del Cretáceo Superior (Formación Jumasha-Santa).

contacto con las calizas Jumasha tiene fragmentos asimilados de esta última, una segunda fase la constituye la intrusión de graniodorita que viene a ser la roca intrusiva más antigua del área con una edad Radiométrica de 11 millones de años. Se expone entre la Laguna Putusay Alta Cerro Colorado y la Laguna Niñococha en el Sur, y sobre la Laguna Tinquicocha al norte del distrito.

En sus contactos con la caliza ha producido alteración llegando a formar skarn como fase preliminar para la deposición y formación de cuerpos mineralizados, en superficie el área se encuentra limonitizada con tonalidades ocre-amarillentos por efecto del intemperismo y procesos de oxidación-lixiviación.

2.1.2 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Teniendo como patrón estructural los Andes Centrales del Perú el anticlinal Santa Ana y el sinclinal Caballococha son los plegamientos más importantes del área con rumbo N 20°-30°W. El sobre escurrimiento al Sur-Oeste pone en contacto areniscas y cuarcitas del Grupo Goyllarisquizga con las calizas Jumasha.

Debido a fuerzas comprensionales E-W se han producido varios sistemas de fracturamiento 65°-80°W (vetas Gianina, Abundancia, Roxana, Torre de Cristal, Flor de Loto). Fallamiento local en bloques es un patrón estructural importante en la zona mineralizada de Catuva.

Ultimas etapas de actividad tectónica por acción de estas mismas fuerzas, originan fallas regionales que atraviezan el Distrito Minero de Raura, representando una reactivación del sistema NE desplazando a los sistemas NW y Norte.

2.1.3 GEOLOGIA ECONOMICA

El período de mineralización en el distrito minero de Raura se produjo probablemente entre 8 y 10 millones de años con formación de minerales de cobre, zinc, plomo y plata.

La mineralización se presenta principalmente como relleno de fracturas pre-existentes (vetas) reemplazamientos en cuerpos metasomáticos de contacto (bolsonadas en skarn); depósitos tipo stock work.

2.2 .-OPERACIONES MINERAS

La explotación de los cuerpos mineralizados Catuva, Cobriza, Betsheva, Aracelli y Niño Perdido; se viene implementando por los siguientes métodos:

Explotación subterránea, en la zona inferior mediante cámaras y pilares con relleno cementado.

Explotación superficial, por tajo abierto en la zona superior.

2.2.1 EXPLOTACION SUBTERRANEA

La explotación subterránea se centraliza en la sección Catuva actualmente, tal como se muestra en los planos adjuntos, entre los niveles 540 y 590, organizándose en tres blocks.

El método se describe como sigue, se arranca con un acceso desde la rampa principal, se prepara un pasadizo de sección 3.5 m x 3.5 m en la caja piso, donde también están ubicados los echaderos de mineral, distanciados a cada 30 metros aproximadamente.

Desde este pasadizo que tiene una posición, paralela a la longitud del cuerpo se arranca las cámaras cuya sección es de 8 m x 4 m en forma transversal a lo largo de la potencia (50 m), dejando pilares intermedios de 8 m.

2.2.1.1 Perforación y Voladura

Para la perforación se utiliza dos boomer electro-hidráulico y se perfora en Breasting un promedio de 45 taladros por frente con barras de 13', siendo el factor de perforación 2.32 TM/mt.

Para la voladura se utiliza Fanel y AN/FO, cargados neumáticamente con cargadores Penberty, el factor de potencia es de 0.40 Kg/TM.

La limpieza de mineral se efectúa con los Scooptram Eléctricos EIMCO 903 con un rendimiento de 35 TM/h y Scooptram Diesel de 3 ½ yardas cúbicas cuyo rendimiento promedio es de 65 TM/h para una distancia de 80 mt. aproximadamente.

2.2.1.2 Relleno Hidráulico Cementado

El relleno de las cámaras se efectúa con relleno cementado a una relación de 1:25, hasta dejar una luz de un metro del nuevo piso al techo.

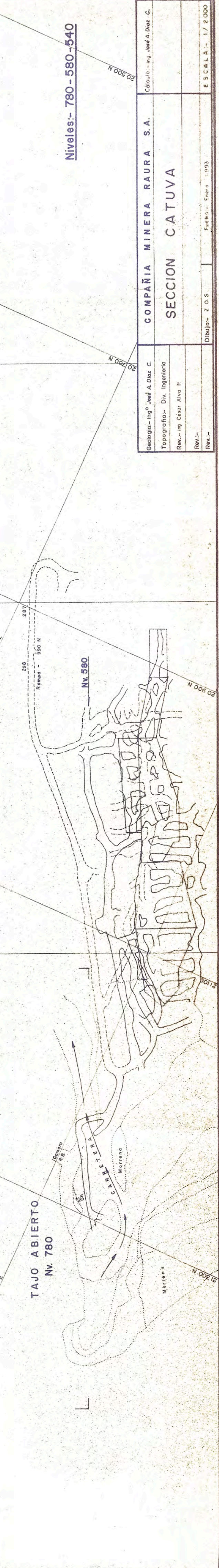
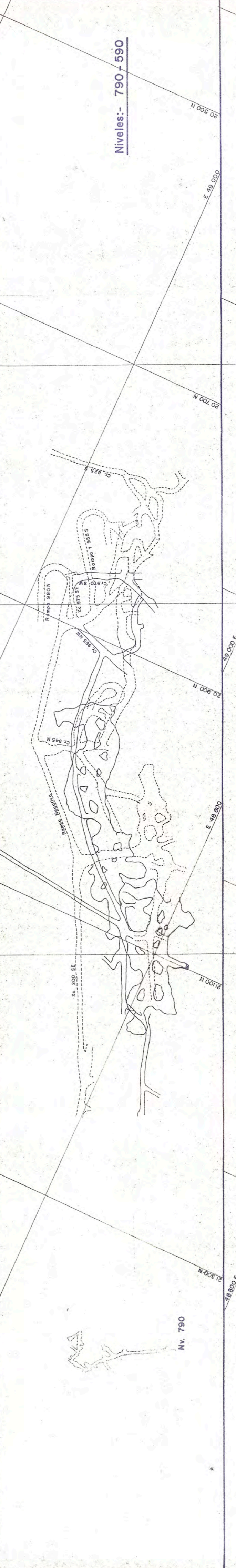
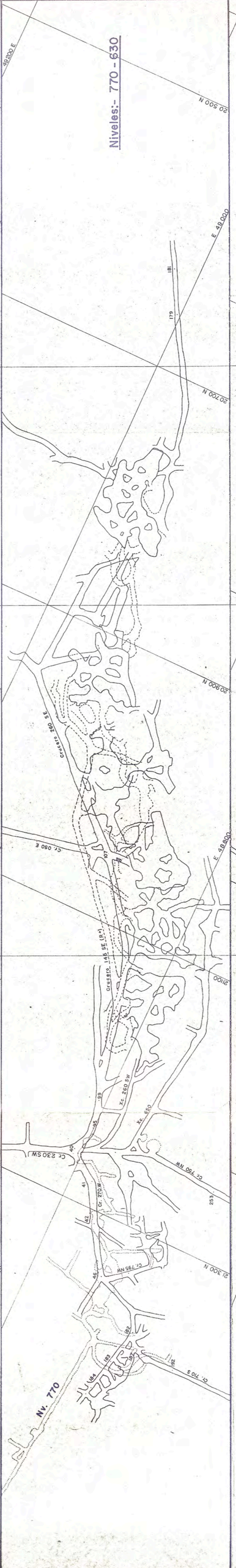
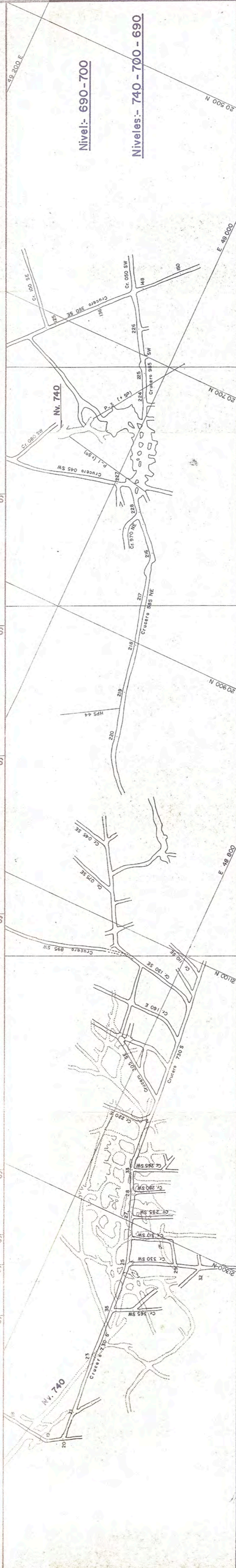
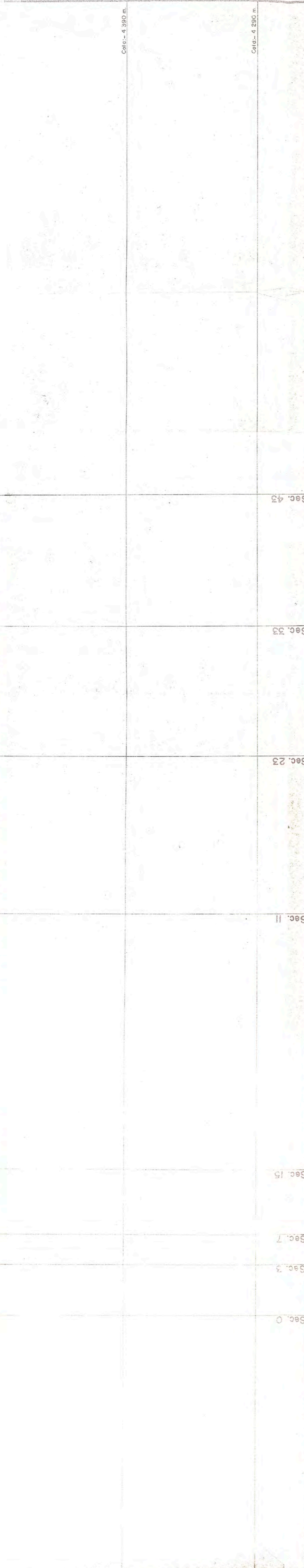
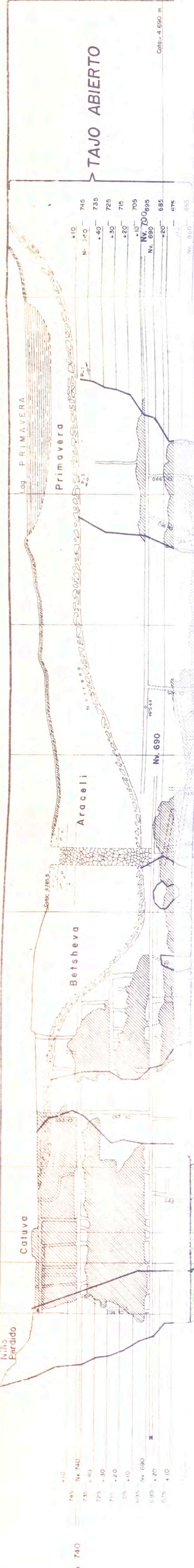
El transporte de mineral, desde el nivel 540 hasta la planta concentradora (2.6 Km.) está a cargo de contratistas con 4 volquetes de 13.5 m³ de capacidad y un rendimiento de 25 TM/hora-camiones.

2.3.- RESERVAS DE MINERAL

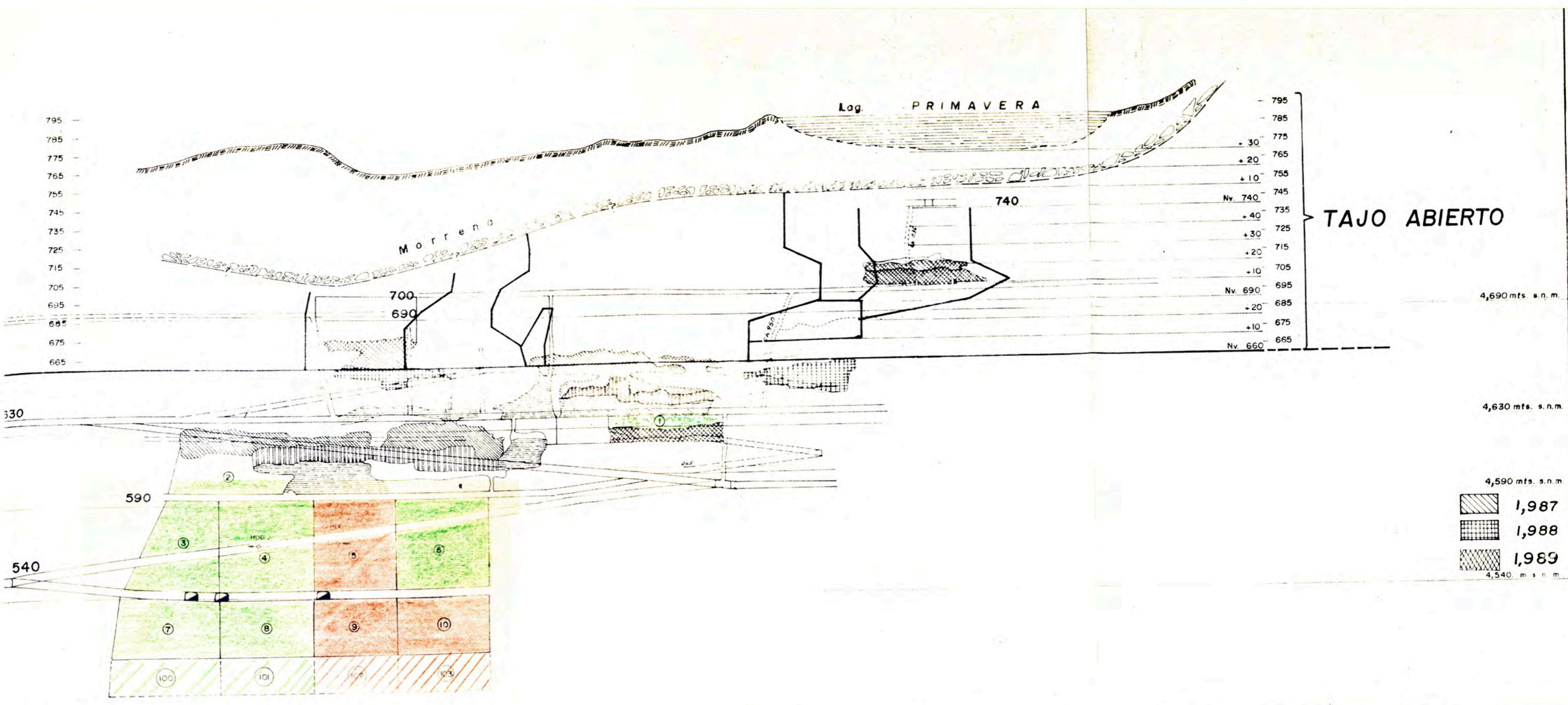
Las reservas de mineral en la Mina Raura a Julio de 1993 son las siguientes.

OPERACION	TMS	% Cu	% Pb	% Zn	Ag oz
SUBTERRANEA	3'098,814	0.52	2.54	8.63	6.92
SUPERFICIAL	1'672,495	0.51	2.39	8.19	5.87
TOTAL	4'726,309	0.51	2.49	8.48	6.56

Las reservas aun potenciales se cubicarán y confirmarán conforme avancen los trabajos de exploración y desarrollo.



Geólogo - Ing. J. A. Díaz C.	COMPANHIA MINERA RAURA S. A.
Topógrafo - Dn. Invernado	SECCION CATUVA
Rev. - Ing. César Ayo P.	
Rev. -	
Rev. -	
Dibujo - Z. D. S.	Fecha - Enero 1933
Rev. -	E. S. C. A. S. - 1/2000



Cálculo: Ing. Raúl Voldio U Revisado: Ing. César Alva P Dibujo: Z. O. S	COMPAÑIA MINERA RAURA S.A. CUERPO HALLEY Niveles: 700 630 630 590 540	Topografía: Div. INGENIERIA Fecha: ENERO 1,993 N° Escala: 1/2,000
---	---	---

CAPITULO III

CARACTERISTICAS DEL PROYECTO RUMBRO

3.1.- GENERALIDADES

3.1.1 UBICACION.-

El proyecto su ubica en el paraje Rumbro, del distrito de Oyón, de la provincia de Cajatambo, del departamento de Lima.

Geográficamente tiene las coordenadas (Casa de Máquinas) siguientes:

Longitud 76°46'23' W 305,958 UTM.

Latitud 10°32'24" S 8'943,273 UTM.

Está en las estribaciones del Nevado Yarupa de la Cordillera de Raura, divisoria costa-selva, pues en este nudo nacen los ríos Huaura hacia el Pacífico y Marañón hacia el Atlántico. El recurso fluvial por aprovechar es el riachuelo que nace en la Laguna de Surasaca, afluente del Quichas que aguas abajo con la confluencia del Gazuna, forman el río Huaura. Se podía haber elegido cualquiera de las márgenes, pero la del lado derecho presentaba las siguientes ventajas: (a) mayor estabilidad. Los terrenos del lado izquierdo, por corresponder a una formación carbonífera, tienen menos estabilidad y son propensos a su desintegración por efectos metereológicos; (b)

siguiendo la ladera del lado derecho, el trazo del canal se acerca al riachuelo Pushcaragra, afluente del Suracasa y que fácilmente podría ser derivado hasta la Cámara de Carga de la Central Hidroeléctrica Rumbro, con el valioso aporte del pequeño lago que se encuentra en la naciente de éste riachuelo y que podría ser aprovechada como reservorio de almacenamiento.

El lago Goyllarcocha, ubicado en la naciente, tiene un área de espejo de agua de 120,000 m² y podría almacenar hasta 500,000 m³ con una presa de 4 metros de alto.

La carretera que va hacia la zona minera de Raura, tiene un ramal, que ingresa al vaso de Surasaca, el cual permitirá un fácil acceso al área del proyecto.

3.1.2.- FACTIBILIDAD

El lago Surasaca es aprovechado como vaso de almacenamiento mediante una Presa de Tierra de 15 metros de altura. El agua almacenada en los meses lluviosos de la sierra es luego usada en la zona agrícola de Huacho, regulada y sincronizada con la demanda correspondiente. En el trayecto, desde Surasaca a Huacho, se halla la Central Hidroeléctrica Cashaucro, que aprovecha las aguas del río Huaura, incluyendo la proveniente de Surasaca, durante los meses de mayo a diciembre, lapso en que se produce la demanda agrícola.

Inmediatamente aguas abajo de la Presa Surasaca, las aguas evacuadas por la compuerta fluyen por el cauce natural hasta su confluencia con el río Huaura, que en este tramo se denomina río Quichas. En el trayecto Surasaca-Quichas, las características geotopográficas son apropiadas para ubicar una planta hidroeléctrica en el área de Rumbro, utilizando las aguas de Surasaca, que por provenir de un almacenamiento regulado fluyen con caudales definidos durante los meses de escasa pluviosidad.

Las características del terreno son favorables; los relieves estables y las laderas suaves permiten asegurar un buen comportamiento a los elementos estructurales del complejo hidroeléctrico.

La C.H. Rumbro quedará en el centro de la línea C.H. Cashaucro-Raura y deberá utilizarse la línea de Transmisión existente.

Es interesante anotar que la zona agrícola que utiliza las aguas de Surasaca, también dispone de otro reservorio de almacenamiento controlado en el vaso Cochaquillo. El sistema de uso de los dos vasos obedece a las disposiciones anuales que origina la Junta de Regantes de acuerdo a las exigencias agrícolas. Un estudio tomando en cuenta el uso de las aguas por la C.H. Rumbro y basado fundamentalmente en la demanda agrícola, podría generar un programa-tipo, usando el vaso Surasaca con caudales constantes y el de Cochaquillo como

compensador de la demanda.

3.2.- HIDROLOGIA

3.2.1 AGUA DISPONIBLE

El agua para la C.H. Rumbro proviene en su totalidad de la Cuenca Colectora de Surasaca, de tal manera que la Hidrología para éste proyecto hidroeléctrico se basa fundamentalmente en los registros existentes relacionados con la elevación del espejo de agua del vaso Surasaca, los que son transformados en volúmenes hidrológicos mensuales y anuales. En los últimos años se ha obtenido la información del cuadro siguiente:

AGUA EXTRAIDA DEL VASO

ANO	VOLUMEN m ³	DESDE-HASTA	DIAS	m ³ /a.
1984	14'304,500	Abr.-Oct.	184	0.900
1985	11'466,700	May.-Set.	122	1.087
1986	13'953,800	May.-Oct.	153	1.056
1987	11'502,700	May.-Nov.	183	0.726
1988	15'680,000	Abr.-Oct.	184	0.986
1989	16'680,000	Abr.-Oct.	184	1.051
1990	12'660,000	May.-Oct.	123	0.789
Prom.	13'753,600			

Para el otro proyecto de la C.H. Matichacra también de la Compañía Minera Raura, se ha realizado un Estudio Hidrológico

de la Cuenca Colectora del vaso Surasaca, como consecuencia del cual se hallaron los valores siguientes:

Regimen de Escorrentía

Subcuenca Sarasaca

Area : 53 Km²

1 Hm³ = 1'000,000 m³

MES	PRECIP. mm	VOL. PREC. Hm ³	COEF. Ec	VOL. ESC Hm ³	CAUDAL m ³ /s
Ene.	144.5	7.658	0.33	2.527	0.944
Feb.	126.7	6.715	0.40	2.686	1.100
Mar.	167.1	8.856	0.47	4.162	1.544
Abr.	84.7	4.489	0.55	2.469	0.953
May.	33.9	1.797	0.62	1.114	0.416
Jun.	18.0	0.954	0.64	0.611	0.236
Jul.	12.5	0.662	0.60	0.397	0.148
Ago.	25.8	1.367	0.52	0.711	0.265
Set.	50.6	2.682	0.42	1.126	0.435
Oct.	72.2	3.827	0.34	1.301	0.486
Nov.	81.7	4.330	0.29	1.256	0.484
Dic.	104.1	5.517	0.29	1.600	0.597
PROM.	921.8	48.855	0.41	19.960	0.633

De esto podemos sacar las siguientes conclusiones preliminares:

a.- Del cuadro anterior, referente al agua extraída del vaso, se deduce que el lapso usual par la extracción del agua, está comprendido entre el 15 de abril y el 31 de octubre, esto es seis meses y medio. El resto del año, la compuerta del Surasaca se halla cerrada.

b.- Del mismo cuadro, se obtiene como promedio de agua extraída anualmente, en un lapso promedial de seis meses y medio, un volumen de 13'753,600 m³. Similarmente en el Estudio para la Central Hidroeléctrica Matrichacra durante los cinco y medio meses del año (Nov-Abr) restantes, el agua escurriente alcanza a:

Nov.	1'256,000	m ³
Dic.	1'600,000	"
Ene.	2'527,000	"
Feb.	2'686,000	"
Mar.	4'162,000	"
1/2 Abr.	1'234,500	"
<hr/>		
	13'465,500	"

Esta equivalencia (102.1%) de los dos volúmenes (los extraídos, provenientes de los registros estadísticos y los ingresados, hallados por análisis hidrológico) demuestran su confiabilidad.

c.- Es importante anotar que el coeficiente de escorrentía (E_c) para la cuenca del Surasaca (cantidad de agua escurriente versus cantidad de agua precipitada), es elevado y normalmente corresponde a la zona cordillerana, que tiene suelos consistentes con taludes muy inclinados; es decir, un 41% discurre superficialmente y un 59% se evapora en parte o se infiltra en el suelo, para evacuar a niveles inferiores en forma de manantiales. La zona de Checche y Yurajcocha fue así detectada y mediante un túnel y un muro de represamiento se ha logrado obtener un promedio anual de 300 litros por segundo.

d.- Al pie del talud aguas abajo de la Presa de Surasaca, y durante los meses lluviosos discurre un caudal de 100 litros por segundo, como consecuencia de agua infiltrada en áreas vecinas y de superior elevación y también de filtraciones en el Túnel de descarga de la presa.

3.2.2.- FORMA DEL APROVECHAMIENTO HIDRAULICO

El uso de las aguas provenientes del vaso Surasaca para la generación de electricidad, tiene dos ciclos durante cada año:

Ciclo A: Desde Enero 1 hasta Abril 30, con una duración de 120 días, el que se dispone del agua hidrológica Yurajcocha-Checce, con un caudal disponible de: $Q = 0.5 \text{ m}^3/\text{s}$. (0.4 m^3/s . Túnel Checche y 0.1 m^3/s . filtración al pie de la presa).

Ciclo B: Desde Mayo 1 hasta Diciembre 31, con una duración de 245 días, la disponibilidad del agua sería:

Del almacenamiento:

$$Q = \frac{13'753,600}{245 \times 86400} \times 0.576 = 0.374 \text{ m}^3/\text{s}.$$

De la escorrentía regulada ingresada de May. a Dic.:

$$Q = \frac{6'494,500}{245 \times 86400} \times 0.576 = 0.177 \text{ m}^3/\text{s}.$$

De la derivación Yurajcocha:

$$T. \text{ Checche sin filtración} = \frac{0.400 \text{ m}^3/\text{s}}{0.951 \text{ m}^3/\text{s}}.$$

El factor 0.576 , proviene de la variabilidad de la demanda agrícola. En algunas circunstancias llega hasta 2.9 m³/s. y en otras, se mantiene a plazos mayores con Q = 0.5 m³/s. El coeficiente 0.576 ha sido hallado teniendo en cuenta la descarga promedio anual de la cuenca de Surasaca:

$$Q = \frac{20'248,100}{245 \times 86400} = 0.957 \text{ m}^3/\text{s}.$$

3.2.3.- CAUDAL DE DISEÑO

El reservorio de Surasaca puede proporcionar, para un año de pluviosidad media, un Q = 0.957 m³/s, durante 245 días, (May.

a Dic.) con un coeficiente de aprovechamiento de 0.576, derivado de un manejo no coordinado con el reservorio de Cochaquillo.

Con un uso sistemático, que inclusive mejoraría las condiciones de riego de la zona agrícola, se podría llegar holgadamente a un coeficiente 0.75. Entonces, el aprovechamiento agroenergético sería:

Del almacenamiento	$Q = 0.398 \text{ m}^3/\text{s}.$
De la escorrentía controlada	$Q = 0.230 \text{ "}$
De la Derivación Yurajcocha-Checche	$Q = 0.599 \text{ "}$
	<hr/>
	$Q = 1.227 \text{ "}$

En el estudio Hidrológico realizado para el Proyecto Matichacra, se indica que la precipitación para los años medianamente lluviosos sobrepasa en un 5% al promedio general, éste criterio llevaría el caudal de diseño a:

$$Q = 1.227 \times 1.05 = 1.288 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Se ha optado por:

$$Q = 1.250 \text{ m}^3/\text{s}.$$

CAPITULO IV

ANALISIS DE LOS PROYECTOS RUMBRO

4.1.- GENERALIDADES DEL PROYECTO

4.1.1.- CARACTERISTICAS DEL DISEÑO

Caudal	$Q = 1.2 \text{ m}^3/\text{s}.$
Salto	$H = 86 \text{ m}.$
Potencia	$J = 782 \text{ KW}.$
Producción Anual	$E = 4'600,000 \text{ KW.h}.$

4.1.2.- VASO DE ALMACENAMIENTO SURASACA

La zona agrícola de la parte baja del río Huaura, ha exigido un sistema de compensación de las aguas que escurren superficialmente, almacenándolas en la estación lluviosa y soltándolas convenientemente reguladas en los meses de estiaje.

La laguna Surasaca, que queda ubicada en la margen derecha del río Quichas, el que confluyendo con el río Gazuna forman el río Huaura, ha sido transformada en un Vaso de Almacenamiento, mediante una Presa de Tierra, permitiendo entonces el aprovechamiento regulado de las aguas provenientes de la Cuenca Colectora de Surasaca.

En años recientes se ha ejecutado el Túnel Checche, que deriva hacia el Vaso de Surasaca, un caudal de aguas, que anteriormente no ingresaban, deslizandolas mediante vías subterráneas hacia la parte baja de la quebrada. Este recurso, que ha sido aforado eventualmente tiene un mínimo de 0.2 m³/s. y un máximo de 0.5 m³/s.

El régimen de escorrentía de la Subcuenca Surasaca, se halla resumido en el siguiente cuadro:

MES	PRECIPIT. mm	VOL.PREC. Hm ³	VOL.ESC Hm ³	CAUDAL m ³ /s
Ene.	144.5	7.658	2.527	0.944
Feb.	126.7	6.715	2.686	1.100
Mar.	167.1	8.856	4.162	1.544
Abr.	84.7	4.489	2.469	0.953
May.	33.9	1.797	1.114	0.416
Jun.	18.0	0.954	0.611	0.236
Jul.	12.5	0.662	0.397	0.148
Ago.	25.8	1.367	0.711	0.265
Set.	50.6	2.682	1.126	0.435
Oct.	72.2	3.827	1.301	0.486
Nov.	81.7	4.330	1.256	0.484
Dic.	104.1	5.517	1.600	0.597
PROM.	921.8	48.855	19.960	0.633

Al pie del talud aguas abajo de la Presa de Surasaca, y durante los meses lluviosos discurre un caudal promedio de 100 litros por segundo, como consecuencia del agua infiltrada en áreas vecinas y de superior altitud. Tal vez también discurre algo del túnel de descarga de la presa.

4.2.- PRIMER PROYECTO RUMBRO

Inmediatamente aguas abajo de la Presa Surasaca, las aguas evacuadas por la compuerta, fluyen por el cauce natural hasta su confluencia con el río Huaura. Las características geotopográficas son apropiadas para ubicar una planta hidroeléctrica, en el área del paraje Rumbro, utilizando aguas de Surasaca, que por provenir de un almacenamiento regulado, discurren con caudales convenientes durante los meses de pluviosidad escasa.

Se eligió el perfil conveniente para la Tubería de Presión y se obtuvo un proyecto con las siguientes características:

Longitud del acueducto	= 837 metros
Salto total	= 145 metros
Longitud de la Tubería de Presión	= 380 metros
Diámetro de la misma	= 0.75 metros
Caudal de diseño	: 1.250 m ³ /s.
Potencia de placa	: 1,500 KW.
Producción anual	: 8'600,000 KW.h.

4.3.- SEGUNDO PROYECTO RUMBRO

Caudal	Q = 1.2 m ³ /s.
Salto	H = 86 m.
Potencia	J = 782 KW.

La disponibilidad de una unidad en el mercado, ha originado la idea de su adaptación al esquema propuesto para el primer proyecto introduciendo algunas modificaciones para su adecuación.

La unidad propuesta, tiene las siguientes características:

Potencia de placa	: 1000 HP (736 KW.)
Salto neto	: 86 metros
Caudal de diseño	: 1.130 m ³ /s.

El generador tiene como potencia de placa 1000 KWA, que con un $\cos \phi = 0.8$, daría una potencia activa de 800 KW.

La circunstancia de exigir un salto menor, la hace adaptable a la topografía del primer proyecto, ya que sólo será necesario acortar el canal, hasta obtener los 86 metros.

En general, para el nuevo proyecto, se tendrá las siguientes anotaciones:

a.- La Bocatoma, el Desarenador, la Cámara de Carga y la Casa de Máquinas (sin equipo generador) no tendrán mayores modificaciones.

b.- El Acueducto, cuyo cajón-canal no se modificará tendrá una longitud de 460 metros, es decir, será sólo el 55% del anterior.

Se ha elevado un 25% los precios unitarios en el movimiento de tierras (porque la mano de obra ha tenido un incremento) por economía de escala.

c.- El perfil longitudinal del terreno, para la nueva Tubería de Presión tiene un ángulo vertical de 43°, por consiguiente la longitud de ella, será:

$$\begin{aligned} L &= (86 / \text{sen } 43^\circ) + 2 \text{ tramos de } 5 \text{ m c/u} = \\ &= 136 \text{ m.l.} \end{aligned}$$

El diámetro no ha variado y será de 0.75 m.; el espesor de la plancha de 3/8" (9.5mm). El peso de los 136 m.l., alcanza 24,500 Kgs., esto es, un 36% del de la anterior.

d.- Un transformador adecuado elevará la tensión de salida hasta 33,000 voltios, para integrar la energía de Rumbro a la de Cashaucro.

4.4.- DESCRIPCION DEL EQUIPAMIENTO (Grupo Hidroeléctrico)

4.4.1.- TURBINA FRANCIS

Turbina Francis de eje horizontal diseñada para operar bajo las siguientes características técnicas:

Altura de diseño	: 147 m.
Caudal unitario	: 1.25 m ³ /s.
Potencia eje de turbina	: 1,631 KW
Velocidad Nominal	: 900 RPM
Velocidad de disparo	: 1620 RPM
Velocidad específica No.	: 0.15

4.4.1.1.- Carcasa

Fabricada con plancha de **acero AISI 1020** de 1/2" de espesor, soldado eléctricamente por dentro y por fuera con brida para acoplar la válvula de mariposa, incluyendo los siguientes accesorios:

- patas de anclaje
- cáncamos de anclaje
- válvula de desfogue para el agua de la turbina
- cuatro puntos piezométricos para medidores de presión.

4.4.1.2.- Tapas Laterales

Dos tapas laterales fabricadas de acero AISI 1020

4.4.1.3.- Escudos

Los escudos cuentan con anillos de sellos reemplazables, fabricados en acero inoxidable COR 13.4

4.4.1.4.- Alabes

Un juego de álabes directrices de regulación consistente en piezas de fundición de acero inoxidable COR 13.4 y operados mediante brazos de alta tenacidad. Todas las bocinas de las álabes directrices son autolubricadas y sellados con juntas "O" Rings que garantizan una total estanqueidad. La operación de los álabes directrices se opera directamente mediante un servomotor hidráulico montado en el espiral.

4.4.1.5 Rotor.-

Un rotor tipo Francis fundido en acero inoxidable COR 13.4. El rodete lleva sellos tipo laberinto ubicados en los escudos de la turbina. Por ser un sello tipo laberinto no existe contacto entre la parte rotativa y la parte estática de la caja. El rotor Francis irá directamente montado en el eje delantero del alternador, mediante un acople rápido.

4.4.1.6 Tubo difusor.-

Tubo difusor de alta eficiencia, fabricado de plancha de acero AISI 1020, incluyendo amarres para el concreto.

4.4.1.7 Empaquetaduras.-

Todas las empaquetaduras usadas serán del tipo "O" Ring, que garantizan no sólo una alta precisión en la fabricación de la turbina, sino adicionalmente una absoluta estanqueidad.

4.4.2.- ALTERNADOR

El alternador tendrá las siguientes características de diseño:

Potencia aparente	: 2,000 KVA.
Potencia activa	: 1,600 KW.
Velocidad nominal	: 900 RPM.
Factor de Potencia	: 0.8
Tensión nominal	: 2.3 KV
Regulación de tensión	: $\pm 10\%$ (5% con reostato en AVR, y 5% con reostato externo)
Estabilidad de tensión	: $\pm 0.5\%$
Variación de tensión entre vacío y plena carga	: $\pm 1\%$
Frecuencia	: 60 HZ.

Clase de aislamiento	: F
Protección	: IP23
Velocidad de embalamiento	: 1800 RPM.
Altitud de operación	: 4000 m.s.n.m.

El alternador es del tipo autoexcitado, autorregulado, sin escobillas, con rectificadores rotativos, y con bobina de amortiguamiento para operación en paralelo y para operación con carga desequilibrada.

El alternador está diseñado para soportar la velocidad de embalamiento sin deficiencias ni interferencias operativas.

4.4.3 VOLANTE INERCIAL.-

La volante inercial tiene un momento de inercia tal que permite cumplir las siguientes características mínimas.

Sobre velocidad máxima	: 30 %
Sobrepresión máxima en la tubería	: 50 %
Diámetro de la volante	: 1.8 m
Momento de inercia (GD ²)	: 5,892 Kg-m ²
Peso de la volante	: 3,598 KG

La volante se mecaniza íntegramente, está balanceada estática y dinámicamente, y además incluye un sistema de montaje rápido a fin de facilitar y agilizar el montaje o desmontaje en el equipo. La volante va montada en el eje de extensión del alternador.

4.4.4 GOBERNADOR DE VELOCIDAD.-

El gobernador de velocidad será Woodward Modelo UG-8, No.1 y cumple con las siguientes características de operación:

Tipo	: Regulador tipo actuador mecánico - hidráulico
Accionamiento del gobernador	: Eléctrico, desde el alternador
Dispositivo de seguridad	: Solenoide para el cierre de los álabes directrices
Operación	: Individual / Paralelo
Momento de trabajo	: 124 Kg-m
Tiempo de cierre	: 6 seg.
Presión de operación	: 22.1 kg/cm ²
Máxima fuerza desarro: llada por el servomotor	: 1190 Kg.

Cada gobernador contará con un actuador amplificador y una fuente de poder hidráulico accionamiento. Cuenta adicionalmente con una bomba hidráulica de accionamiento manual que permite la operación de la turbina en caso de falla del gobernador de velocidad.

Se suministra también con el equipo un acumulador de presión de aceite con el objeto de servir de elemento de seguridad caso de fallar la presión de aceite.

4.4.5 VALVULA DE MARIPOSA.-

La válvula de cierre automático por gravedad tiene las siguientes características particulares:

Altura de columna de agua de operación	: 105 m.
Altura de diseño	: 160 m.
Altura de prueba	: 160 m.
Tipo de apertura	: Hidráulica-manual
Tipo de cierre	: Gravedad-contrapeso
Tiempo de cierre	: Regulable 5 - 25 seg.
Diámetro de paso	: 600 mm.

El sello de agua es del tipo intercambiable, fabricado de poliuretano, que garantiza completa estanqueidad de la válvula.

En el suministro se incluye una válvula by-pass de accionamiento manual; esta válvula es del tipo globo. También se incluye en el suministro una junta de expansión colocada entre la válvula y la turbina.

El equipo cuenta con un sistema de indicación de posición de apertura y cierre de la válvula así como un microswitch de fin de carrera tanto para la apertura como para el cierre.

La válvula cuenta adicionalmente con un pistón hidráulico que permite la apertura de esta, así como de una fuente de poder que consta de:

- un presostato
- una bomba de operación manual
- un tanque de aceite con indicador de nivel
- una válvula de seguridad, retención, regulación y distribución
- una válvula by-pass, de accionamiento manual.

4.4.6 TABLERO DE MEDICION Y PROTECCION.-

El tablero eléctrico estará constituido de 01 panel de las siguientes dimensiones:

Altura	: 2200 m.
Ancho	: 2800 m.
Profundidad	: 1800 m.

Los paneles de ejecución modular, son del tipo de fabricación autosoportados, constituidos por una estructura de acero angular de 2" x 2" x 3/16" y construidos en plancha de acero laminada en frío de 2 mm. de espesor.

Previstos para montaje interior con empaquetaduras para protección grado IP44, estarán provistos de puerta frontal, tapa posterior, techo plano y protecciones laterales.

Antes de ser pintadas todas las superficies metálicas excepto las cromadas (o niqueladas o zincadas), serán limpiadas completa y cuidadosamente de toda traza de óxido, grasa o suciedad mediante chorro de presión de granalla de acero e inmediatamente pintadas con dos capas de imprimante anticorrosivo, epóxico con un alto contenido de zinc inorgánico y dos capas de pintura epóxica de acabado del color gris mate.

Los paneles serán entregados completamente cableados en fábrica. Los cables para control y medición serán de cobre electrolítico de Temple Blando, con un calibre no menor al 14 AWG y con un aislamiento de cloruro de polivinilo THW 75 grados centígrados.

Los instrumentos de medición a suministrarse serán del tipo empotrados, a prueba de polvo y agua, con un nivel de protección IP54 según IEC, dotados con cajas metálicas para una mejor protección contra campos magnéticos. Las escalas serán de fondo blanco e inscripciones negras con una clase de precisión 1.5 VDE 0410 a escala completa y con ajuste exterior del cero.

Todos los instrumentos estarán provistos para una alimentación de 5A, 220V, 60 Hz.

La señalización de las posiciones de los aparatos se hará mediante indicadores luminosos LED, encendiéndose cada vez

que exista discordancia entre la posición del conmutador de mando y la posición del equipo que comanda. Las señalizaciones de falla se harán también mediante indicadores luminosos encendiéndose cada vez que ocurra una falla en el sistema.

Se suministrará un dispositivo emisor de una señal acústica montado en el techo de uno de los paneles. La alarma sonora operará en concordancia con las señalizaciones.

Será previsto a un aislamiento de 6000 Volt. de tensión nominal y resistir a una prueba de 10000 Volt. durante 1 minuto, y constará de lo siguiente:

a.- Panel de turbina (2 unidades)

Estará constituido de paneles de las características descritas que incluirá lo siguiente:

a.1.- Módulo de Control

MEDICION

Constituido de los siguientes instrumentos:

- un amperímetro
- selector voltimétrico
- un medidor de KW.
- un frecuencímetro de dial
- un voltímetro
- selector voltimétrico
- cosfímetro
- tres fusibles de instrumentos tipo cartucho del

tipo extraíble

- borneras y cables extraflexible de conexión
- lámparas LED de señalización de fallas
- indicador de horas de operación

PROTECCION Y CONTROL

Constituido por los siguientes equipos:

- reostato de ajuste de tensión del alternador
- interruptor de excitación
- regulador de tensión del alternador
- relé de sub-frecuencia
- relé de sobre-frecuencia
- relé de máxima intensidad
- relé de sobre tensión
- relé de sub tensión
- relé de máxima intensidad a tierra
- relé de potencia inversa
- relé de temperaturas

SECCIONAMIENTO

- un interruptor termomagnético de 10 Amp., para operar la fuente de poder y el gobernador de velocidad.

TRANSFORMACION

- transformadores de tensión y corriente para medición incluyendo fusibles de protección.

a.2.- Módulo de Seccionamiento (2 unidades)

Constituido por los siguientes equipos:

- un interruptor en vacío ABB-SACE de 630 amp., 7.2 KV con shunt trip, de 250 MVA de poder de ruptura, motoperado.
- barras de cobre electrolítico de 50 x 10 mm y aisladores portabarras de porcelana para las tres barras.
- tres secciones cut out, con fusibles de 500 amp.

a.3.- Panel de Sincronización (una unidad)

Estará constituido de los siguientes elementos:

MEDICION

- un voltímetro doble
- un frecuencímetro doble
- un sincronoscopio
- dos lámparas de sincronización.

SECCIONAMIENTO

- un interruptor de sincronización.

a.4.- Panel de servicios auxiliares (una unidad)

Estará constituido de un panel de las características descritas e incluirá lo siguiente:

MEDICION

- voltímetro de 30 VDC
- amperímetro de 0-50 amp. CC

TRANSFORMACION

- un transformador trifásico de 15 KVA, 2.3/0.23 KV para la operación del gobernador de velocidad y el sistema auxiliar de carga de baterías.
- un cargador estático de batería de 24 VDC del tipo de fabricación de carga flotante.

SECCIONAMIENTO

- dos interruptores termomagnéticos trifásicos de 15 amp, 220 V, para los servicios auxiliares de la casa de fuerza.

BATERIAS

- un banco de dos baterías de 24 VDC, 210 Amp./hora.
- cables de baterías.

4.4.7 ESTRUCTURA DE MONTAJE.-

El presente suministro incluye un chasis del tipo patín encofrable en el concreto que permite el fácil montaje y desmontaje del grupo hidroeléctrico. Este será fabricado a partir de plancha de acero estructural AISI 1020.

CAPITULO V

ANALISIS ECONOMICO FINANCIERO DEL PROYECTO

En el presente capítulo procederemos a realizar el análisis económico-financiero del Proyecto Rumbro, el cual tendrá tres alternativas, las dos primeras ya descritas en el capítulo anterior y que significan proyectos con equipamiento nuevo, mientras que en la tercera alternativa será con equipo usado, teniéndose que realizar una inversión en reparación.

Cada una de estas alternativas están descritas en los cuadros que se muestran a continuación, los cuales comienzan con un detalle de la inversión para cada una de las alternativas, siguiendo a continuación las características de cada una de las alternativas detallándose sus costos, sus respectivos flujos de caja e índices económicos.

Así tenemos que entre las tres alternativas tenemos en inversión la siguiente comparación:

INVERSION PROYECTO RUMBRO EN US\$

INVERSION	ALTERNATIVA I	ALTERNATIVA II	ALTERNATIVA III
OBRA CIVIL	260,000.	192,000.	207,000.
EQUIPAMIENTO	915,700.	760,400.	600,400.
TOTAL US\$	1'200,700.	977,400.	832,400.

En cuanto a la energía a producir y sus costos tenemos las siguientes características entre cada una de las alternativas:

ENERGIA Y COSTOS A PRODUCIR

	ALTERNATIVA I	ALTERNATIVA II	ALTERNATIVA III
ENERGIA A PRODUCIR KW/AÑO	8'000,000	4'460,000	4'460,000
COSTO ENERGIA TERMICA US\$/KWH	0.0989	0.0989	0.0989
GASTO ANUAL US\$/AÑO	791,200	441,094	441,094

Por otro lado tenemos para el análisis económico lo siguiente:

- Tasa de interés 12 % anual
- Período de pago 4 años
- Período de gracia 1 año
- Vida útil 20 años
- Tiempo de construcción 1 año
- Tasa de actualización 15 %

En el análisis económico para cada una de las alternativas procederemos a usar tres indicadores financieros que nos daran la pauta para escoger la mas beneficiosa, asi usaremos en el cálculo el:

- Valor actual neto (VAN), que es la diferencia entre el valor presente de los flujos generados por el proyecto, a la tasa de actualización del mercado y el monto total de la inversión. El VAN positivo indica el beneficio neto generado por el proyecto.

- Tasa interna de retorno financiera (TIR), que es la tasa a la cual la inversión es repagada con los ingresos generados. Si el TIR es mayor que la tasa de actualización, indica que es una buena alternativa de inversión.

- Relacion Beneficio/Costo (B/C), es la relación que se origina de sumar la inversion con el VAN entre la inversión.

5.1 ALTERNATIVA I

De acuerdo a lo que se puede observar en el cuadro A-1 del flujo de caja para la primera alternativa, se ha hecho una proyección del cash flow hasta 41 años, partiendo del año 0 o mejor dicho, año de instalación de la central hidroeléctrica.

Posteriormente se realizo el análisis económico de esta alternativa para 10 años (cuadro A-2), para 20 años (cuadro A-3) y para 41 años (cuadro A-4) obteniendose los siguientes resultados:

EVALUACION ECONOMICA-FINANCIERA

ALTERNATIVA I

	10 AÑOS	20 AÑOS	41 AÑOS
VAN	1'911,540	2'825,066	3'109,082
TIR	64.8 %	65.55 %	65.56 %
B/C	2.59	3.35	3.59

5.2 ALTERNATIVA II

En el cuadro B-1 se tiene el flujo de caja para la segunda alternativa, igualmente se ha hecho una proyección del cash flow hasta 41 años, partiendo del año de instalación de la central hidroeléctrica.

Posteriormente se realizó el análisis económico de esta alternativa para 10 años (cuadro B-2), para 20 años (cuadro B-3) y para 41 años (cuadro B-4) obteniéndose los siguientes resultados:

EVALUACION ECONOMICA-FINANCIERA

ALTERNATIVA II

	10 AÑOS	20 AÑOS	41 AÑOS
VAN	698,473	1'185,703	1'337,184
TIR	39.04 %	41.38 %	41.44 %
B/C	1.71	2.21	2.37

5.3 ALTERNATIVA III

En el cuadro C-1 se tiene el flujo de caja para la tercera alternativa, igualmente se ha hecho una proyección del cash flow hasta 41 años, partiendo del año de instalación de la central hidroeléctrica.

Posteriormente se realizo el análisis económico de esta alternativa para 10 años (cuadro C-2), para 20 años (cuadro C-3) y para 41 años (cuadro C-4) obteniendose los siguientes resultados:

EVALUACION ECONOMICA-FINANCIERA

ALTERNATIVA III

	10 AÑOS	20 AÑOS	41 AÑOS
VAN	835,473	1'327,920	1'481,022
TIR	38.60 %	40.48 %	40.54 %
B/C	2.00	2.60	2.78

5.4 ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Teniendo en cuenta que la vida estimada del proyecto es de 20 años, los resultados nos indican lo siguiente:

EVALUACION DE LOS RESULTADOS

	ALTERNATIVA I	ALTERNATIVA II	ALTERNATIVA III
VAN	2'825,066	1'185,703	1'327,920
TIR	65.55%	41.38%	40.48%
B/C	3.35	2.21	2.60

De acuerdo a estos resultados observamos que la alternativa I del Proyecto Rumbro es la óptima debido a que los tres indicadores financieros son mayores que las otras dos alternativas presentadas, por otro lado con la alternativa I se produce 79% mas de energía por año que las otras dos y a pesar de que su inversión es mayor entre un 20 y un 30% comparada con las otras dos, el retorno de la inversión es mucho mas rápida, asegurandose por otro lado una producción de energía eléctrica suficiente como para asegurar la sustitución del petroleo usado para producir energía eléctrica.

ESTIMADO DE INVERSION DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA RUMBO

	DETALLE	QTY	ALT I	ALT I	ALT III
I	ESTUDIOS	US/KW			
1	Ingeniería de detalle	1	25,000	25,000	25,000
II	OBRA CIVIL				
1	Canal de aducción(ml)	837 460	168,000	92,000	92,000
2	Cámara de carga	1	15,000	15,000	15,000
3	Casa de fuerza	1	45,000	45,000	60,000
4	Anclajes, apoyos de tubería de presión (ml)	38 13	32,000	15,000	15,000
	TOTAL EN OBRA CIVIL		260,000	167,000	182,000
III	EQUIPAMIENTO				
1	Equipo hidroeléctrico a) nuevo b) usado	1	610,000	550,000	120,000
B1	Equipo Complementario (reg. de velocidad, tab. de cont., eq. de sincronizac. y otros)	1			145,000
B2	Rebobinado de alternador	1			105,000
B3	Reparación mecánica de alternador y equipo				20,000
2	Tubería de presión(ml)	380 136	140,700	50,400	50,400
3	Transf. de potencia y celda de transformac. (2.3/33KV)	1	45,000	40,000	40,000
4	Pequeña línea de transm.	1	20,000	20,000	20,000
5	Equipos menores (cables de fuerza, compuertas, etc)		100,000	100,000	100,000
	TOTAL EQUIPAMIENTO		915,700	760,400	600,400
	TOTAL INVERSION		1200700	952,400	807,400
IV	DATOS DE LA CENTRAL				
	POTENCIA INSTALADA	MW	1.50	0.80	0.80
	FACTOR DE USO	%	66.50	69.00	69.00
	PRODUCCION ANUAL	GW-h	8.60	4.46	4.46
	COSTO POR KW INSTALADO	\$/KW	800.47	1221.75	1040.50
	COSTO REAL POR KW INSTALADO Y UTILIZADO	\$/KW	1203.71	1770.65	1509.97
	COSTO NETO DE PRODUCIR 1 KW CON G.E. DIESEL	c\$/Kh	9.89	9.89	9.89
	PERIODO AMORTIZ. DE C.H. EN TERMINOS DE SUST. PETROLEO	ANOS	1.41	2.08	1.77

RUMERO. ALTERNATIVA I

ENERGIA A PRODUCIR	8,000,000 KWh/ANO
COSTO DE LA ENERGIA TERMICA	0.0989 US\$/KWh
GASTO COMPARATIVO CON GENERACION TERMICA	791,200 US\$/ANO
INVERSION	
PROYECTO	25,000 US\$
OBRA CIVIL	260,000 US\$
EQUIPO HIDROELECTRICO	610,000 US\$
EQUIPO COMPLEMENTARIO	305,700 US\$
TOTAL	1'200,700 US\$
APORTE PROPIO	360,210 US\$
DEUDA A FINANCIAR	840,490 US\$
COSTOS DE OPERACION	
MANO DE OBRA	20,000 US\$/ANO
MANTENIMIENTO	24,014 US\$/ANO
SEGUROS	3,602 US\$/ANO
GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS	7,204 US\$/ANO
TOTAL GASTOS ANUALES	54,820 US\$/ANO
CONDICIONES DEL CREDITO	
TASA DE INTERES	12.00 % ANUAL
PERIODO DE PAGO	4 AÑOS
PERIODO DE GRACIA	1 AÑO
VIDA UTIL	20 AÑOS
TIEMPO DE CONSTRUCCION	1 AÑO
TASA DE ACTUALIZACION	15.00 %

FLUJO DE CAJA RUMBRO. ALTERNATIVA I

Cuadro A-1

AÑO	EGRESOS			TOTAL EGRESOS US\$	INGRESOS VENTA ENERGIA US\$	FLUJO DE CAJA US\$
	CAPITAL US\$	INTERESES US\$	GASTO ANUAL US\$			
0	360,210	0	0	360,210	0	(360,210)
1	0	100,859	0	100,859	0	(100,859)
2	280,163	100,859	54,820	435,842	791,200	355,358
3	280,163	67,239	54,820	402,223	791,200	388,977
4	280,163	33,620	54,820	368,603	791,200	422,597
5	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
6	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
7	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
8	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
9	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
10	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
11	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
12	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
13	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
14	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
15	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
16	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
17	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
18	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
19	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
20	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
21	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
22	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
23	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
24	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
25	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
26	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
27	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
28	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
29	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
30	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
31	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
32	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
33	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
34	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
35	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
36	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
37	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
38	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
39	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
40	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
41	0	0	54,280	54,280	791,200	736,380
	1200699	302577	2192800	3696077	31648000	27951923

Cuadro A-2

INDICES ECONOMICOS RUMBRO. ALTERNATIVA I (10 AÑOS)

AÑO	VALOR ACTUAL EGRESOS US\$	VALOR ACTUAL INGRESOS US\$	VALOR ACTUAL NETO US\$
0	360,210	0	(360,210)
1	87,703	0	(87,703)
2	329,559	598,261	268,701
3	264,468	520,227	255,759
4	210,750	452,371	241,621
5	27,255	393,366	366,111
6	23,700	342,058	318,357
7	20,609	297,441	276,832
8	17,921	258,645	240,724
9	15,583	224,908	209,325
10	13,551	195,573	182,022
	1'371,309	3'282,850	1'911,539
	VAN	TIR	B/C
	1'911,539	64.80%	2.59

Cuadro A-3

INDICES ECONOMICOS RUMBRO. ALTERNATIVA I (20 AÑOS)

AÑO	VALOR ACTUAL EGRESOS US\$	VALOR ACTUAL INGRESOS US\$	VALOR ACTUAL NETO US\$
0	360,210	0	(360,210)
1	87,703	0	(87,703)
2	329,559	598,261	268,701
3	264,468	520,227	255,759
4	210,750	452,371	241,621
5	27,255	393,366	366,111
6	23,700	342,058	318,357
7	20,609	297,441	276,832
8	17,921	258,645	240,724
9	15,583	224,908	209,325
10	13,551	195,573	182,022
11	11,783	170,063	158,280
12	10,246	147,881	137,635
13	8,910	128,592	119,682
14	7,748	111,819	104,072
15	6,737	97,234	90,497
16	5,858	84,551	78,693
17	5,094	73,523	68,429
18	4,430	63,933	59,503
19	3,852	55,594	51,742
20	3,350	48,343	44,993
	1'439,317	4'264,383	2'825,065
	VAN	TIR	IPC
	2'825,065	65.55%	3.35

INDICES ECONOMICOS RUMBRO. ALTERNATIVA I (41 AÑOS) Cuadro A-4

AÑO	VALOR ACTUAL EGRESOS US\$	VALOR ACTUAL INGRESOS US\$	VALOR ACTUAL NETO US\$
0	360,210	0	(360,210)
1	87,703	0	(87,703)
2	329,559	598,261	268,701
3	264,468	520,227	255,759
4	210,750	452,371	241,621
5	27,255	393,366	366,111
6	23,700	342,058	318,357
7	20,609	297,441	276,832
8	17,921	258,645	240,724
9	15,583	224,908	209,325
10	13,551	195,573	182,022
11	11,783	170,063	158,280
12	10,246	147,881	137,635
13	8,910	128,592	119,682
14	7,748	111,819	104,072
15	6,737	97,234	90,497
16	5,858	84,551	78,693
17	5,094	73,523	68,429
18	4,430	63,933	59,503
19	3,852	55,594	51,742
20	3,350	48,343	44,993
21	2,913	42,037	39,124
22	2,533	36,554	34,021
23	2,202	31,786	29,584
24	1,915	27,640	25,725
25	1,665	24,035	22,369
26	1,448	20,900	19,452
27	1,259	18,174	16,915
28	1,095	15,803	14,708
29	952	13,742	12,790
30	828	11,950	11,122
31	720	10,391	9,671
32	626	9,036	8,410
33	544	7,857	7,313
34	473	6,832	6,359
35	412	5,941	5,529
36	358	5,166	4,808
37	311	4,492	4,181
38	271	3,906	3,636
39	235	3,397	3,161
40	205	2,954	2,749
41	178	2,568	2,391
	1'460,462	4'569,544	3'109,081

	VAN	TIR	B/C
	3'109,081	65.56 %	3.59

RUMERO. ALTERNATIVA II

ENERGIA A PRODUCIR	4,460,000 KWh/ANO
COSTO DE LA ENERGIA TERMICA	0.0989 US\$/KWh
GASTO COMPARATIVO CON GENERACION TERMICA	441,094 US\$/ANO
INVERSION	
PROYECTO	25,000 US\$
OBRA CIVIL	192,000 US\$
EQUIPO HIDROELECTRICO	550,000 US\$
EQUIPO COMPLEMENTARIO	210,400 US\$
TOTAL	977,400 US\$
APORTE PROPIO	293,220 US\$
DEUDA A FINANCIAR	684,180 US\$
COSTOS DE OPERACION	
MANO DE OBRA	20,000 US\$/ANO
MANTENIMIENTO	19,548 US\$/ANO
SEGUROS	2,932 US\$/ANO
GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS	5,864 US\$/ANO
TOTAL GASTOS ANUALES	48,345 US\$/ANO
CONDICIONES DEL CREDITO	
TASA DE INTERES	12.00 % ANUAL
PERIODO DE PAGO	4 AÑOS
PERIODO DE GRACIA	1 AÑO
VIDA UTIL	20 AÑOS
TIEMPO DE CONSTRUCCION	1 AÑO
TASA DE ACTUALIZACION	15.00 %

FLUJO DE CAJA RUMBRO. ALTERNATIVA II

Cuadro B-1

AÑO	EGRESOS			TOTAL EGRESOS US\$	INGRESOS VENTA ENERGIA US\$	FLUJO DE CAJA US\$
	CAPITAL US\$	INTERESES US\$	GASTO ANUAL US\$			
0	293,220	0	0	293,220	0	(293,220)
1	0	82,102	0	82,102	0	(82,102)
2	228,060	82,102	48,345	358,506	441,094	82,588
3	228,060	54,734	48,345	331,139	441,094	109,955
4	228,060	27,367	48,345	303,772	441,094	137,322
5	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
6	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
7	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
8	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
9	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
10	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
11	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
12	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
13	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
14	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
15	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
16	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
17	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
18	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
19	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
20	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
21	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
22	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
23	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
24	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
25	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
26	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
27	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
28	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
29	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
30	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
31	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
32	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
33	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
34	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
35	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
36	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
37	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
38	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
39	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
40	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
41	0	0	48,345	48,345	441,094	392,749
	977400	246305	1933800	3157504	17643760	14486256

Cuadro B-2

INDICES ECONOMICOS RUMBRO. ALTERNATIVA II (10 AÑOS)

ANO	VALOR ACTUAL EGRESOS US\$	VALOR ACTUAL INGRESOS US\$	VALOR ACTUAL NETO US\$
0	293,220	0	(293,220)
1	71,393	0	(71,393)
2	271,082	333,530	62,448
3	217,729	290,026	72,297
4	173,683	252,197	78,514
5	24,036	219,302	195,266
6	20,901	190,697	169,796
7	18,175	165,824	147,649
8	15,804	144,194	128,390
9	13,743	125,386	111,644
10	11,950	109,032	97,082
	1'131,716	1'830,188	698,473

	VAN	TIR	B/C
	698,473	39.04 %	1.71

Cuadro B-3

INDICES ECONOMICOS RUMBRO. ALTERNATIVA II (20 AÑOS)

ANO	VALOR ACTUAL EGRESOS US\$	VALOR ACTUAL INGRESOS US\$	VALOR ACTUAL NETO US\$
0	293,220	0	(293,220)
1	71,393	0	(71,393)
2	271,082	333,530	62,448
3	217,729	290,026	72,297
4	173,683	252,197	78,514
5	24,036	219,302	195,266
6	20,901	190,697	169,796
7	18,175	165,824	147,649
8	15,804	144,194	128,390
9	13,743	125,386	111,644
10	11,950	109,032	97,082
11	10,391	94,810	84,419
12	9,036	82,444	73,408
13	7,857	71,690	63,833
14	6,832	62,339	55,507
15	5,941	54,208	48,267
16	5,166	47,137	41,971
17	4,492	40,989	36,497
18	3,906	35,643	31,736
19	3,397	30,994	27,597
20	2,954	26,951	23,997
	1'188,688	2'377,393	1'185,705

	VAN	TIR	B/C
	1'185,703	41.38 %	2.21

INDICES ECONOMICOS RUMBO. ALTERNATIVA II (41 AÑOS) Cuadro B-4

AÑO	VALOR ACTUAL EGRESOS US\$	VALOR ACTUAL INGRESOS US\$	VALOR ACTUAL NETO US\$
0	293,220	0	(293,220)
1	71,393	0	(71,393)
2	271,082	333,530	62,448
3	217,729	290,026	72,297
4	173,683	252,197	78,514
5	24,036	219,302	195,266
6	20,901	190,697	169,796
7	18,175	165,824	147,649
8	15,804	144,194	128,390
9	13,743	125,386	111,644
10	11,950	109,032	97,082
11	10,391	94,810	84,419
12	9,036	82,444	73,408
13	7,857	71,690	63,833
14	6,832	62,339	55,507
15	5,941	54,208	48,267
16	5,166	47,137	41,971
17	4,492	40,989	36,497
18	3,906	35,643	31,736
19	3,397	30,994	27,597
20	2,954	26,951	23,997
21	2,569	23,436	20,867
22	2,234	20,379	18,145
23	1,942	17,721	15,778
24	1,689	15,409	13,720
25	1,469	13,399	11,931
26	1,277	11,652	10,375
27	1,110	10,132	9,021
28	966	8,810	7,845
29	840	7,661	6,821
30	730	6,662	5,932
31	635	5,793	5,158
32	552	5,037	4,485
33	480	4,380	3,900
34	417	3,809	3,391
35	363	3,312	2,949
36	316	2,880	2,564
37	274	2,504	2,230
38	239	2,178	1,939
39	208	1,894	1,686
40	180	1,647	1,466
41	157	1,432	1,275
	1'210,335	2'547,521	1'337,186

	VAN	TIR	B/C
	1'337,186	41.44 %	2.37

RUMERO. ALTERNATIVA III

ENERGIA A PRODUCIR	4,460,000 KWh/AÑO
COSTO DE LA ENERGIA TERMICA	0.0989 US\$/KWh
GASTO COMPARATIVO CON GENERACION TERMICA	441,094 US\$/AÑO
INVERSION	
PROYECTO	25,000 US\$
OBRA CIVIL	207,000 US\$
EQUIPO HIDROELECTRICO	390,000 US\$
EQUIPO COMPLEMENTARIO	210,400 US\$
TOTAL	832,400 US\$
APORTE PROPIO	524,412 US\$
DEUDA A FINANCIAR	307,988 US\$
COSTOS DE OPERACION	
MANDO DE OBRA	20,000 US\$/AÑO
MANTENIMIENTO	16,648 US\$/AÑO
SEGUROS	2,497 US\$/AÑO
GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS	4,994 US\$/AÑO
TOTAL GASTOS ANUALES	44,140 US\$/AÑO
CONDICIONES DEL CREDITO	
TASA DE INTERES	12.00 % ANUAL
PERIODO DE PAGO	4 AÑOS
PERIODO DE GRACIA	1 AÑO
VIDA UTIL	20 AÑOS
TIEMPO DE CONSTRUCCION	1 AÑO
TASA DE ACTUALIZACION	15.00 %

FLUJO DE CAJA RUMBO. ALTERNATIVA III

Caudro C-1

AÑO	EGRESOS			TOTAL EGRESOS US\$	INGRESOS VENTA ENERGIA US\$	FLUJO DE CAJA US\$
	CAPITAL US\$	INTERESES US\$	GASTO ANUAL US\$			
0	524,412	0	0	524,412	0	(524,412)
1	0	36,959	0	36,959	0	(36,959)
2	102,663	36,959	44,140	183,762	441,094	257,332
3	102,663	36,959	44,140	171,442	441,094	269,652
4	102,663	36,959	44,140	159,123	441,094	281,971
5	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
6	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
7	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
8	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
9	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
10	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
11	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
12	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
13	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
14	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
15	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
16	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
17	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
18	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
19	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
20	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
21	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
22	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
23	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
24	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
25	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
26	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
27	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
28	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
29	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
30	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
31	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
32	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
33	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
34	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
35	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
36	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
37	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
38	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
39	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
40	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
41	0	0	44,140	44,140	441,094	396,954
	832401	110877	1765600	2708878	17643760	14934882

Cuadro C-2

INDICES ECONOMICOS RUMBO. ALTERNATIVA III (10 AÑOS)

AÑO	VALOR ACTUAL EGRESOS US\$	VALOR ACTUAL INGRESOS US\$	VALOR ACTUAL NETO US\$
0	524,412	0	(524,412)
1	32,138	0	(32,138)
2	138,950	333,530	194,581
3	112,725	290,026	177,301
4	90,978	252,197	161,219
5	21,945	219,302	197,356
6	19,083	190,697	171,614
7	16,594	165,824	149,230
8	14,429	144,194	129,765
9	12,547	125,386	112,839
10	10,911	109,032	98,121
	994,712	1'830,188	835,476

	VAN	TIR	B/C
	835,476	38.60 %	2.00

Cuadro C-3

INDICES ECONOMICOS RUMBRO. ALTERNATIVA III (20 ANOS)

ANO	VALOR ACTUAL EGRESOS US\$	VALOR ACTUAL INGRESOS US\$	VALOR ACTUAL NETO US\$
0	524,412	0	(524,412)
1	32,138	0	(32,138)
2	138,950	333,530	194,581
3	112,725	290,026	177,301
4	90,978	252,197	161,219
5	21,945	219,302	197,356
6	19,083	190,697	171,614
7	16,594	165,824	149,230
8	14,429	144,194	129,765
9	12,547	125,386	112,839
10	10,911	109,032	98,121
11	9,488	94,810	85,323
12	8,250	82,444	74,194
13	7,174	71,690	64,516
14	6,238	62,339	56,101
15	5,425	54,208	48,784
16	4,717	47,137	42,420
17	4,102	40,989	36,887
18	3,567	35,643	32,076
19	3,101	30,994	27,892
20	2,697	26,951	24,254
	1'094,561	2'377,393	1'327,923
	VAN	TIR	B/C
	1'327,920	40.48 %	2.60

INDICES ECONOMICOS RUMBO. ALTERNATIVA III (41 AÑOS) Cuadro C-4

AÑO	VALOR ACTUAL EGRESOS US\$	VALOR ACTUAL INGRESOS US\$	VALOR ACTUAL NETO US\$
0	524,412	0	(524,412)
1	32,138	0	(32,138)
2	138,950	333,530	194,581
3	112,725	290,026	177,301
4	90,978	252,197	161,219
5	21,945	219,302	197,356
6	19,083	190,697	171,614
7	16,594	165,824	149,230
8	14,429	144,194	129,765
9	12,547	125,386	112,839
10	10,911	109,032	98,121
11	9,488	94,810	85,323
12	8,250	82,444	74,194
13	7,174	71,690	64,516
14	6,238	62,339	56,101
15	5,425	54,208	48,784
16	4,717	47,137	42,420
17	4,102	40,989	36,887
18	3,567	35,643	32,076
19	3,101	30,994	27,892
20	2,697	26,951	24,254
21	2,345	23,436	21,090
22	2,039	20,379	18,340
23	1,773	17,721	15,947
24	1,542	15,409	13,867
25	1,341	13,399	12,059
26	1,166	11,652	10,486
27	1,014	10,132	9,118
28	882	8,810	7,929
29	767	7,661	6,895
30	667	6,662	5,995
31	580	5,793	5,213
32	504	5,037	4,533
33	438	4,380	3,942
34	381	3,809	3,428
35	331	3,312	2,981
36	288	2,880	2,592
37	251	2,504	2,254
38	219	2,178	1,960
39	190	1,894	1,704
40	165	1,647	1,482
41	143	1,432	1,289
	1'066,494	1'547,521	1'481,026
	VAN	TIR	B/C
	1'481,026	40.54 %	2.78