

PÚBLICO

DOCUMENTO DEL BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

**ECUADOR**

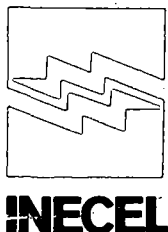
**PROYECTO HIDROELÉCTRICO COCA**

**(EC0004)**

**INFORME GENERAL DE FACTIBILIDAD DEL APROVECHAMIENTO SALADO**

**VOLUMEN I - TEXTO**

**NOVIEMBRE 1978**



REPUBLICA DEL ECUADOR  
MINISTERIO DE RECURSOS NATURALES Y ENERGETICOS  
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

# PROYECTO HIDROELECTRICO COCA



## INFORME FINAL DE FACTIBILIDAD

INFORME GENERAL

VOLUMEN I - TEXTO

NOVIEMBRE-1978

QUITO - ECUADOR

CONSORCIO

HIDROSERVICE ENGENHARIA DE PROJETOS LTDA.-BRASIL  
INTEGRAL . IDCO . ADEC . INGECONSULT . - ECUADOR

Lo - 412/SF-EC  
27/02 kpts.  
411/SF

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION - INECEL

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA

INFORME GENERAL DE FACTIBILIDAD DEL APROVECHAMIENTO SALADO

VOLUMEN I - TEXTO

NOVIEMBRE DE 1978

QUITO - ECUADOR

# INFORME GENERAL DE FACTIBILIDAD DEL APROVECHAMIENTO SALADO

## INDICE - TEXTO

<u>CAPITULO</u>		<u>Página</u>
1	INTRODUCCION,	1
	1. Antecedentes, Objetivos y Términos de Referencia	1
	2. Organización y Realización de los Trabajos	4
	3. Descripción General del Sitio de Embalse y su Cuenca	6
2	PRINCIPALES RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO	12
	1. Resumen y Resultados de los Estudios de Inventario y Prefactibilidad	12
	2. Resumen del Desarrollo de los Estudios de Factibilidad	18
	3. Descripción Sucinta del Anteproyecto de Factibilidad Seleccionado	20
	4. Conclusiones Principales	27
	5. Recomendaciones Principales	29



# INFORME GENERAL DE FACTIBILIDAD DEL APROVECHAMIENTO SALADO

## INDICE - TEXTO

<u>CAPITULO</u>		<u>Página</u>
3	ESTUDIOS E INVESTIGACIONES BASICAS: HIDROLOGIA, TOPOGRAFIA, GEOLOGIA, SIS- MOLOGIA Y MECANICA DE SUELOS	32
	1. Hidrología	32
	2. Topografía	45
	3. Geología, Sismología y Mecánica de Suelos	47
	3.1 Consideraciones Generales	47
	3.2 Geología y Geotecnia	48
	3.3 Sismología	64
	3.4 Vulcanología	66
	3.5 Materiales de Construcción	67
4.	EL APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO	79
	1. Consideraciones Generales	79
	2. Concepción General y Criterios Básicos	81
	3. Metodología	84
	3.1 Vertedero, Obra de Descarga Auxiliar y Desvío del Río	84
	3.2 Sistema de Generación	87
	4. Criterios y Parámetros de Diseño	89
	4.1 Aliviadero	89
	4.2 Obras de Desvío y Descarga Auxiliar	91

# INFORME GENERAL DE FACTIBILIDAD DEL APROVECHAMIENTO SALADO

## INDICE - TEXTO

<u>CAPITULO</u>		<u>Página</u>
4	4.3 Generación	93
	4.4 Presa	96
	4.5 Diseño Estructural	99
	4.6 Equipos Electromecánicos Principales	101
	5. Estudio de Alternativas	106
	5.1 Selección del Eje de la Presa	106
	5.2 Sección de la Presa	108
	5.3 Obras de Descarga	109
	5.4 Obras de Generación	110
	6. Selección del Anteproyecto Recomen- dado y Costos	114
	7. Descripción del Anteproyecto Reco- mendado	117
	7.1 Sección Típica de la Presa	117
	7.2 Aliviadero de Servicio	119
	7.3 Descarga Auxiliar	121
	7.4 Túneles de Desvío	123
	7.5 Obras de Generación	124
	7.6 Equipo Eléctrico	128
5	METODOS Y ETAPAS DE CONSTRUCCION	134
	5.1 Consideraciones Generales	134
	5.2 Condiciones Climáticas	134

# INFORME GENERAL DE FACTIBILIDAD DEL APROVECHAMIENTO SALADO

## INDICE - TEXTO

<u>CAPITULO</u>		<u>Página</u>
5	3. Trabajos Preparativos de Infraestructura y Logística	136
	4. Construcción de la Presa	138
	5. Túneles de Desvío	140
	6. Aliviadero y Descarga Auxiliar	141
	7. Obras de Generación	142
	8. Sistema de Transmisión	142
	9. Análisis Preliminar del Riesgo de Inundación de las Obras Durante la Construcción	143
	10. Cronograma de Construcción	149
	11. Presupuestos y Cronogramas de Inversión	150
	12. Características Económicas del Aprovechamiento	167
	12.1 Análisis de la Validez de los Resultados de los Estudios de Optimización Económica de la Fase de Prefactibilidad	167
	12.2 Rentabilidad Económica del Proyecto	172

## VOLUMEN II - LAMINAS

## INFORME GENERAL DE FACTIBILIDAD DEL APROVECHAMIENTO SALADO

### INDICE - CUADROS

<u>Nº</u>	<u>Título</u>	<u>Página</u>
2.1.1	Resumen de los Resultados de Optimización de la Cuenca	14
2.1.2	Sistema Integrado - Beneficio Neto Anual Obtenido de la Optimización de la Cuenca	15
2.1.3	Potencias Instaladas de los Aprovechamientos Resultantes de los Estudios de Prefactibilidad	17
2.3.1	Características del Aprovechamiento Salado	21
3.1.1	Precipitación Promedio en Embalse Salado	35
3.1.2	Caudales Medios Mensuales en Sitio de Presa Salado	37
3.1.3	Picos y Volúmenes de Crecientes en el Sitio de Presa	40
3.1.4	Resumen de Estudios de Sedimentación - Presa Salado	42
3.1.5	Caudal versus Descarga de Sedimentos en Suspensión - Sitio Salado	43
3.3.1	Resultados de los Ensayos en Muestras Inalteradas del Sondeo SR-22	56

# INFORME GENERAL DE FACTIBILIDAD DEL APROVECHAMIENTO SALADO

## INDICE - CUADROS

<u>Nº</u>	<u>Título</u>	<u>Página</u>
3.3.2	Apreciación de los Resultados de los Ensayos Tecnológicos en Muestras de Gravas del Sitio Salado, en lo que Respecta a Agregados para Hormigón	73
3.3.3	Consumo Previsto de Cemento, Acero y Encofrados para Inyecciones y Hormigones	76
4.6.1	Costos Totales de los Anteproyectos	115
4.6.2	Costos Directos de las Obras de Generación Alternativas	115
5.3.1	Cronograma Previsto para la Elaboración de Documentación de Licitación y Preparación de Obras de Infraestructura	137
5.9.1	Caudales Efluentes de los Túneles de Desvío para Diversas Crecientes Afluentes	145
5.9.2	Crecientes a partir de las cuales habría Desbordamientos de la Presa durante su Construcción	146
5.9.3	Probabilidades de Recurrencia de Caudales durante la Segunda Etapa de Desvío	147
5.11.1	Planillas de Costos - Aprovechamiento Salado	151
5.12.1	Comparación de Costos del Aprovechamiento Utilizados en el Modelo de Optimización y Obtenidos en Factibilidad	168

# INFORME GENERAL DE FACTIBILIDAD DEL APROVECHAMIENTO SALADO

## INDICE - CUADROS

<u>Nº</u>	<u>Título</u>	<u>Página</u>
5.12.2	Características de Producción del Proyecto	170
5.12.3	Cálculo de los Índices Económicos del Proyecto	171

# INFORME GENERAL DE FACTIBILIDAD DEL APROVECHAMIENTO SALADO

## VOLUMEN II - LAMINAS

### INDICE

<u>Nº</u>	<u>Título</u>
HS/IA-442-SR-042	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Cronograma de Inversiones
HM-005	Ubicación de las Estaciones Hidrometeorológicas de la Cuenca del Río Quijos-Coca
HM-025	Fluctuación de los Caudales Medios Mensuales en las Estaciones del Río Quijos en Baeza y D.J. Oyacachi, observados y calculados por la Correlación Múltiple Polinomial
HM-054	Características de Variación y Regulación de Caudales en el Sitio de Presa Salado
HM-071	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Hidrología del Sitio y Características del Embalse - Hoja 1 de 2
HM-072	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Hidrología del Sitio y Características del Embalse - Hoja 2 de 2
TB-049	Sitio Salado - Levantamiento Topográfico del Area Seleccionada para Implantación de Obras
GM-101	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Geología del Embalse
GM-111	Mapa Esquemático de Ubicación del Volcán Reventador y su Drenaje al Río Coca

# INFORME GENERAL DE FACTIBILIDAD DEL APROVECHAMIENTO SALADO

## INDICE - LAMINAS

<u>Nº</u>	<u>Título</u>
HS/IA-442-GM-118	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Mapa Geológico
GM-119	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Localización de los Sondeos, Trincheras y Pozos, con Indicación de los Cortes Geológicos
GM-120	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Corte Geológico A-A'
GM-121	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Corte Geológico B-B'
GM-122	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Corte Geológico C-C'
GM-123	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Cortes Geológicos E-E', F-F' y G-G'
GM-124	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Corte Geológico por el Eje de la Presa
GM-125	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Cortes Geológicos por Vertedero, Desvío y Conducción a la Central
GM-126	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Mapa de Contorno del Basamento Rocoso
GM-127	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Localización de las Líneas de Sísmica Refracción
GM-132	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Mapa de Contorno del Basamento Rocoso (Sísmica)
GM-136	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Lineaciones y Mapa de los Epicentros en el Area Estudiada



# INFORME GENERAL DE FACTIBILIDAD DEL APROVECHAMIENTO SALADO

## INDICE - LAMINAS

<u>Nº</u>	<u>Título</u>
HS/IA-442-GM-137	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Areas de Préstamo - Grava y Arena
GM-138	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Areas de Préstamo para Material de Núcleo - Lahar 1 y 2
GM-148	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Cortes Típicos de la Presa, Ataguías e Inyecciones
HA-140	Esquema Recomendado - Fase de Prefactibilidad
HA-154	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Central Exterior con Dos Túneles de Conducción - Implantación General de las Obras
HA-155	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Central Exterior con Dos Túneles de Conducción. Corte Longitudinal, Planta, Vistas y Cortes
HA-156	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Central Exterior. Cortes Típicos Transversales y Longitudinal
HA-157	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Central Exterior. Pisos - Plantas
HA-158	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Central Exterior con Un Túnel de Conducción - Implantación General de las Obras
HA-159	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Central Exterior con Un Túnel de Conducción - Corte Longitudinal, Plantas, Vistas y Cortes

# INFORME GENERAL DE FACTIBILIDAD DEL APROVECHAMIENTO SALADO

## INDICE - LAMINAS

<u>Nº</u>	<u>Título</u>
HS/IA-442-HA-160	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Central Subterránea - Implantación General de las Obras
HA-161	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Central Subterránea - Corte Longitudinal de la Conducción - Vista Frontal de la Bocatoma
HA-162	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Central Subterránea - Túneles de Restitución y Acceso - Cortes
HA-163	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Central Subterránea - Cortes Típicos Transversal y Longitudinal
HA-164	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Central Subterránea - Pisos Principal y de Generadores - Plantas
HA-165	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Central Subterránea - Pisos de Turbinas y Descarga de la Central - Plantas
HA-167	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Localización del Sitio y Perfil Desarrollado del Río
HA-168	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Descarga Auxiliar - Planta, Cortes y Detalles
HA-169	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Etapas de Construcción - Hoja 1 de 3
HA-170	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Etapas de Construcción - Hoja 2 de 3
HA-171	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Etapas de Construcción - Hoja 3 de 3

# INFORME GENERAL DE FACTIBILIDAD DEL APROVECHAMIENTO SALADO

## INDICE - LAMINAS

<u>Nº</u>	<u>Título</u>
HS/IA-442-HA-172	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Ejes de Presa Estudiados
HA-175	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Vertedero - Planta y Cortes
HA-177	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Vertedero y Disipación. Cortes Transversales
EA-007	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Central y Subestación Salado - Diagrama Unifilar
EA-008	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Subestación Quito - Diagrama Unifilar
EA-009	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Subestación Salado 230 KV - Planta General - Disposición de Equipos
EA-010	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Subestación Quito 230 KV - Planta General - Disposición de Equipos
EA-011	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Subestaciones Salado y Quito - Cortes Típicos
EA-012	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Central Exterior - Pisos Generadores y Principal. Disposición Equipos Eléctricos
EA-013	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Central Salado - Sala de Comando - Disposición General
EA-014	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Línea de Transmisión Salado-Quito - Ruta Preliminar

# INFORME GENERAL DE FACTIBILIDAD DEL APROVECHAMIENTO SALADO

## INDICE - LAMINAS

<u>Nº</u>	<u>Título</u>
HS/IA-442-CM-001	Aprovechamiento Salado - Estudio de Localización de Campamento
CM-003	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Alternativa Recomendada - Cronograma Físico de Construcción - Diagrama de Barras
CM-004	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Alternativa Recomendada - Cronograma Físico de Construcción - C.P.M.
ES-006	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Costos Utilizados en el Modelo de Optimización y Factibilidad
ES-007	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Beneficio Anual Neto del Proyecto
ES-008	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Tasa Interna de Retorno del Aprovechamiento - Potencia Instalada = 560 MW

## CAPITULO 1

### INTRODUCCION

#### 1. ANTECEDENTES, OBJETIVOS Y TERMINOS DE REFERENCIA

En el Plan Nacional de Electrificación se está planificando y realizando la implementación del Sistema Nacional Interconectado que será alimentado tanto por recursos hidroeléctricos como por recursos térmicos y de otras fuentes.

Con este objeto, INECEL ha dado especial énfasis al estudio de varios proyectos complementarios y/o alternativos que se encuentran en diversos niveles de ejecución. Esto permitirá disponer de los datos de varios de estos proyectos para comparar características técnicas, costos y beneficios a fin de optimizar el aprovechamiento de recursos potenciales y económicos del País.

Dentro de las cuencas hidrográficas en estudio, una de las más importantes es la del Río Quijos-Coca razón por la cual el Gobierno del Ecuador ha decidido llevar adelante los estudios e investigaciones para su aprovechamiento hidroeléctrico.

## Capítulo 1

En el Alcance de los Trabajos, la Cláusula Cuarta, numeral 1, del Contrato N° 003/76 firmado entre INECEL y el CONSORCIO, estipula:

"Los estudios para el aprovechamiento del Río Quijos-Coca tendrán como objetivo: a) El establecimiento de la magnitud e importancia del recurso hidroeléctrico en el tramo comprendido entre los orígenes del Río Coca y el Codo Sinclair a nivel de prefactibilidad incluyendo la determinación del esquema más conveniente para el desarrollo del recurso; b) El establecimiento de la secuencia de las etapas del aprovechamiento hidroeléctrico; y, c) El estudio de factibilidad de la solución que se recomienda como primera etapa, supeditado a los resultados obtenidos en los estudios mencionados en los literales a) y b) de este numeral".

Los estudios correspondientes a los literales a) y b) arriba mencionados han sido concluidos y entregados a INECEL en forma de una serie de anexos donde el Anexo IV intitulado "Aprovechamientos Hidroeléctricos" de Abril de 1977, presenta los resultados obtenidos en la etapa de Inventario (Cláusula 4.01, literal a) y los Anexos IV y VI intitulados, respectivamente, "Aprovechamientos Hidroeléctricos" y "Estudios de Optimización de los Desarrollos Hidroeléctricos de la Cuenca del Río Quijos-Coca" de Enero, 1978, presentan los estudios, conclusiones y recomendaciones de la etapa de Prefactibilidad (Cláusula 4.01, literal b).

## Capítulo 1

INECEL, en base a los resultados de los estudios de Inventario y, principalmente, a las conclusiones preliminares delineados en el informe especial intitulado "Recomendaciones del Aprovechamiento Prioritario", de Junio, 1977, decidió llevar adelante los estudios e investigaciones de Factibilidad (Cláusula 4.01, literal c) para el aprovechamiento Salado ubicado inmediatamente aguas abajo de la confluencia de los Ríos Quijos y Salado. Posteriormente, esta decisión fue ratificada por los resultados finales de los estudios de Prefactibilidad.

Consecuentemente, se elaboraron y se ejecutaron los programas de investigaciones y levantamientos de campo tales como perforaciones geológicas, ensayos de permeabilidad por bombeo, caracterización de los materiales de construcción y de cimentación de la presa, levantamiento topográfico detallado del sitio, etc., cuyos resultados permitieron la preparación de anteproyectos con el grado de detalle y precisión suficiente para la cuantificación más precisa de las inversiones del Proyecto, con el objeto de:

- Confirmar su economicidad dentro del programa de desarrollo seleccionado en el nivel de Evaluación o Prefactibilidad.
- Establecer la rentabilidad de las inversiones que deberá realizar la institución responsable del Proyecto para su ejecución.

## Capítulo 1

- Realizar su planeamiento financiero teniendo en cuenta su inclusión en los presupuestos oficiales así como la gestión de préstamos de entidades financieras.

Los dos últimos puntos están excluidos del Alcance de los Trabajos ya que su realización se efectuará por INECCEL a través del procesamiento del Modelo de Selección de Inversiones (MSI) y el análisis e interpretación de sus resultados.

### 2. ORGANIZACION Y REALIZACION DE LOS TRABAJOS

La programación y control de las actividades se realizó por el sistema PERT, para lo cual se subdividieron los trabajos en tareas detalladas correspondientes a las labores de cada sector del Proyecto.

Se formaron siete equipos sectoriales, siendo ellos:

1. Dirección INECCEL
2. Jefatura CONSORCIO
3. Proyectos Hidráulicos
4. Hidrología
5. Topografía
6. Geología, Sismología y Mecánica de Suelos
7. Costos y Programación de Obras



## Capítulo 1

Mensualmente y de acuerdo a los TERMINOS DE REFERENCIA, el CONSORCIO emitía un informe de progreso y avance de los trabajos donde se indicaba tanto el porcentaje de los trabajos realizados en el mes como el porcentaje acumulado realizado desde el comienzo de los estudios acompañados de una descripción genérica de las labores ejecutadas. Además se presentaban curvas y cuadros correspondientes al estado financiero del Proyecto, hombres-mes gastados, participación de personal, viajes, estado de facturas, etc.

Los trabajos e investigaciones básicas realizados en esta etapa de Factibilidad así como los resultados y conclusiones de los estudios están concisamente resumidos en el presente Informe General. La descripción detallada de las metodologías y criterios adoptados, etapas de trabajo desarrolladas, alternativas y variantes de anteproyecto analizadas, y métodos de investigación utilizada está contenida en los siguientes anexos:

I - INFORME HIDROLOGICO ACTUALIZADO INCLUYENDO EL ESTUDIO DE  
SEDIMENTACION

Volumen I - Texto

Volumen II - Láminas

Volumen III - Apéndice I - Precipitaciones Mensuales

Apéndice II - Caudales Medios Diarios Registrados

Apéndice III - Método de Einstein Modificado

## Capítulo 1

### II - GEOLOGIA, SISMOLOGIA Y MECANICA DE SUELOS

Volumen I - Texto

Volumen II - Láminas

Volumen III - Apéndice I - Resultados de los Sondeos  
en el Sitio Salado

Volumen IV - Apéndice II - Informe de los Consultores  
Especiales del Consorcio

### III - TOPOGRAFIA

### IV - APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS

Volumen I - Texto

Volumen II - Apéndice I - Estudio de Composición de  
Precios Unitarios de la Presa

Apéndice II - Memorias de Cálculo

Volumen III - Láminas

### V - MANUAL DE COSTOS

## 3. DESCRIPCION GENERAL DEL SITIO DE EMBALSE Y SU CUENCA

La cuenca del Proyecto, cuya superficie aguas arriba del sitio de cierre es cerca de  $3.770 \text{ km}^2$ , está ubicada al norte de la Región Oriental del Ecuador en las vecindades del área de explotación petrolera.

## Capítulo 1

El emplazamiento de obras, situado en una cerrada relativamente amplia con un morro central rocoso, se encuentra a 135 km al este de la ciudad de Quito, capital de la República. La carretera Quito-Lago Agrio pasa junto al sitio de presa y sirve como vía de acceso directo al mismo.

La Lámina N° HS/IA-442-HA-167 indica la posición relativa del aprovechamiento dentro de la cuenca así como del Ecuador.

Toda la hoya del Proyecto está dentro del Cantón Quijos perteneciente a la Provincia de Napo. La cabecera cantonal es Baeza, una antigua ciudad fundada por los españoles (1559), que se halla en pleno valle del Río Quijos.

Esta cuenca se halla enmarcada por grandes cordilleras que la bordean prácticamente por sus cuatro costados: por el occidente la Cordillera Central de los Andes; por el oriente la Cordillera de Guagraurco; por el sur el nudo o Cordillera de Guacamayos y por el norte el nudo o Cordillera del Dué y el Volcán Reventador a cuyo pie se rompe la cadena montañosa para dar libre curso al Río Coca hacia la llanura amazónica.

De estas grandes cordilleras perimetrales, arrancan emisiones orográficas en forma de cuchillas que, a su vez, conforman pequeñas subcuencas tributarias de la principal.

## Capítulo 1

En la Cordillera Central de los Andes merecen citarse las siguientes grandes elevaciones: nevado Antisana con 5.704 m; páramos de Guamaní con alturas del orden de los 4.500 m y por uno de cuyos cuellos transmonta la carretera Quito-Lago Agrio a 4.100 m de altitud; cerro Puntas; cerro Saraurco y nevado Cayambe, este último con 5.790 m.

En la Cordillera de Guagraurco existen dos grandes elevaciones: el Guagraurco y el Cerro Negro, con alturas del orden de los 3.800 m.

Por el sur, el cerro Guacamayo alcanza los 3.200 m en tanto que el paso de la carretera Baeza-Tena se eleva a 2.400 m. Son típicas intromisiones orográficas en el Valle del Río Quijos, el cierre norte de la cuenca o Cordillera del Dué con el Volcán Reventador como remate, a una elevación de 3.485 m; el cerro Pan de Azúcar, entre el Río Quijos y su tributario Murallas; el cerro Paradalarca, frente a Baeza y otros igualmente significativos, como la sierra de Cimarrones. Esta conformación orográfica origina el Valle de Quijos que en ocasiones es estrecho y profundo como en su curso alto desde su nacimiento al este del Antisana hasta las proximidades de Baeza (1.900 m), y en otras se amplía permitiendo el asentamiento de poblaciones y cultivos como en la zona de Borja y El Chaco (1.700 m).

## Capítulo 1

Dentro de este conjunto, merece especial mención el Volcán Reventador que está activo con períodos intermitentes de mayor actividad; los ciclos más recientes corresponden a 1960-61 y 1976. La característica emisión de ceniza volcánica ha llegado inclusive hasta Quito, debido a la marcha y dirección de los vientos predominantes; salvo raras ocasiones, la ceniza no cubre el Valle de Quijos. La actividad volcánica en cuanto a derrames lávicos no ha sido registrada en las últimas décadas en proporciones mayores. Igualmente, la zona no ha sufrido terremotos de intensidad destructora en el tiempo que se tiene noticia.

El emisario principal de la cuenca es el Río Quijos que luego de la confluencia del Río Salado, su mayor tributario, toma el nombre de Coca. A veces se ha diferenciado el tramo del río desde esta confluencia hasta la del Río Dashino como "Alto Coca". Este tramo del Alto Coca es el que concentra el mayor potencial de energía que se pretende desarrollar. Los grandes caudales acumulados y los fuertes desniveles existentes en esta zona permiten localizar allí un aprovechamiento de gran magnitud (Codo Sinclair).

Este gran río pertenece al sistema del Río Amazonas y al subsistema del Río Napo, en el que desemboca junto a Puerto Orellana. Toda el área del Proyecto está situada en la vertiente atlántica de los Andes Ecuatorianos.

## Capítulo 1

El actual Cantón Quijos estuvo, antes de la Colonia, poblado por la tribu de los Quijos, de quienes han tomado el nombre tanto del Cantón como su río principal. Durante la Colonia, en este territorio se asentó una de las más importantes fundaciones españolas, la ciudad de Baeza del Espíritu Santo, que desempeñó un papel clave en la conquista e incorporación del Amazonas para Quito, ahora la cabecera cantonal.

La zona ha experimentado un incremento notable de habitantes, debido a la apertura de nuevas vías de comunicación y a la habilitación de mayores áreas baldías para la colonización.

Como cifra extraoficial se puede mencionar la de 12.000 habitantes para la zona en estudio, sin ninguna mayor concentración urbana y más bien una distribución semi-uniforme de tipo rural.

Los habitantes pertenecen al tipo normal ecuatoriano, con las siguientes particularidades: existe una colonia de indígenas "yumbos" en la zona de El Chaco-Santa Rosa; hay otra pequeña colonia de morenos en Borja y como testigos de la antiquísima tribu de los Quijos, existen varias familias en Papallacta, Cuyuja y Oyacachi.

Todos los valles accesibles han sido colonizados por familias dedicadas a la agricultura y especialmente a la ganadería. La mayor concentración de trabajos agropecuarios se localiza a lo largo del

## Capítulo 1

Río Cosanga y del Río Quijos hasta Santa Rosa.

Se estima que la población de ganado vacuno es de unas 14.000 cabezas y la extensión de pastizales de aproximadamente 20.000 has.

El principal producto agrícola fue hasta hace poco la "naranjilla" (*solanum quitense*) pero ha decaído mucho debido a la presencia de enfermedades aún no controladas; el maíz y la madera son otros productos de importancia.

## CAPITULO 2

### PRINCIPALES RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO

#### 1. RESUMEN Y RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS DE INVENTARIO Y PREFACTIBILIDAD

La selección del aprovechamiento Salado como obra prioritaria de la hoya del Río Quijos-Coca, ha sido el resultado de un proceso de análisis y comparación con otras posibles alternativas de desarrollo de la cuenca.

Este proceso se inició con los estudios de Inventario que abarcaron un área de  $4.200 \text{ km}^2$ , desde las cabeceras del río hasta el Codo Sinclair en la cota 605 m. Del potencial lineal bruto de la cuenca, estimado igual a  $4.803 \text{ MW}$  en base al caudal medio se pueden aprovechar aproximadamente  $2.660 \text{ MW}$ ; de los cuales,  $2.210 \text{ MW}$  provienen del aprovechamiento del curso medio, desde Borja hasta el Codo Sinclair, y  $450 \text{ MW}$  provienen de los afluentes. De este estudio se concluyó que resultaba conveniente realizar las investigaciones de Prefactibilidad en los sitios de aprovechamiento ubicados en el curso principal del río, eliminando del alcance de



## Capítulo 2

estas investigaciones los sitios ubicados en los afluentes por ser la mayoría de los aprovechamientos, a ellos conectados, antieconómicos, en términos de valores actuales, y con potencia individual inadecuada para atender al fuerte crecimiento de la demanda del mercado eléctrico.

Teniendo en cuenta las investigaciones más detalladas ejecutadas para los aprovechamientos del curso principal y mediante estudios de optimización de sistemas a nivel de cuenca, se seleccionó un esquema integrado de aprovechamiento compuesto por 5 sitios de cierre y se definieron los niveles operacionales de cada embalse y la potencia instalada de las respectivas centrales.

Los Cuadros Nos. 2.1.1 y 2.1.2 presentan los principales resultados del estudio de optimización y la Lámina N° HS/IA-442-HA-140 muestra el esquema de aprovechamiento correspondiente.

Se concluyó que los aprovechamientos Salado y Malo-Codo Sinclair son los más favorables económicamente, constituyendo, en conjunto, uno de los recursos hidroeléctricos más atractivos del Ecuador. Se concluyó también que el aprovechamiento prioritario debía ser el de Salado por las siguientes razones principales:

- La gran capacidad reguladora del embalse permite, casi, duplicar la potencia continua del aprovechamiento Malo-Codo Sinclair.

CUADRO Nº 2.1.1

## RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE OPTIMIZACION DE LA CUENCA

APROVECHAMIENTOS	TASA INTERES (%)	(1)		(2)		(3)		(4)	
		CORONA- MIENTO PRESA (m)	POTENCIA INSTALADA (MW)	CORONA- MIENTO PRESA (m)	POTENCIA INSTALADA (MW)	CORONA- MIENTO PRESA (m)	POTENCIA INSTALADA (MW)	CORONA- MIENTO PRESA (m)	POTENCIA INSTALADA (MW)
BORJA	8	1.814,9	183,4	-	-	-	-	-	-
	10	1.814,5	183,4	-	-	-	-	-	-
	12	1.811,4	183,0	-	-	-	-	-	-
EL CHACO	8	1.633,0	363,0	1.644,0	425,3	-	-	-	-
	10	1.644,0	363,0	1.644,0	372,8	-	-	-	-
	12	1.644,0	363,0	1.628,7	363,0	-	-	-	-
BALSAS	8	1.495,0	327,0	-	-	-	-	-	-
	10	1.495,0	312,3	-	-	-	-	-	-
	12	1.495,0	306,8	-	-	-	-	-	-
SALADO	8	1.379,5	401,2	1.388,0	420,9	1.388,0	431,0	1.388,0	557,8
	10	1.378,6	399,5	1.388,0	420,3	1.388,0	417,9	1.388,0	515,0
	12	1.378,7	399,4	1.388,0	413,6	1.388,0	417,4	1.388,0	423,8
MALO-CODO SINCLAIR	8	1.267,0	2.932,6	1.267,0	3.288,1	1.267,0	3.932,2	-	-
	10	1.267,0	2.740,2	1.267,0	2.845,4	1.267,0	3.194,6	-	-
	12	1.267,0	2.676,9	1.267,0	2.821,7	1.267,0	2.873,3	-	-
BENEFICIO NETO ANUAL MILES DE US\$	8	258.023,6		239.002,5		231.769,8		58.011,9	
	10	173.367,0		175.542,5		180.499,0		54.652,3	
	12	98.642,3		113.575,5		130.715,5		51.477,1	

CUADRO N° 2.1.2

## SISTEMA INTEGRADO - BENEFICIO NETO ANUAL OBTENIDO DE LA OPTIMIZACION DE LA CUENCA

(miles de US\$)

APROVECHAMIENTO	TASA INTERES (%)	INGRESOS ANUALES				COSTOS ANUALES			BENEFICIO ANUAL
		Potencia Firme	Generac. Primaria	Generac. Secundaria	Ingreso Total	Potencia Instalada	Altura Presa	Costo Total	
BORJA	8	4.511,7	36.337,5	-	40.849,2	5.939,4	43.995,4	49.934,8	- 9.085,6
	10	4.683,2	38.362,5	-	43.045,7	6.766,0	49.874,0	56.640,1	-13.594,4
	12	5.149,0	39.059,2	152,6	44.360,8	7.911,5	56.221,1	64.132,6	-19.771,8
EL CHACO	8	12.688,6	69.251,2	225,4	82.165,2	14.490,1	44.031,0	58.521,1	23.644,1
	10	13.378,2	72.974,0	227,7	85.579,9	16.507,0	50.159,4	66.666,4	19.913,5
	12	14.067,8	76.395,2	327,0	80.790,0	19.343,7	58.779,3	78.123,0	12.667,0
SALSAS	8	11.430,1	60.491,0	274,4	72.105,5	13.726,6	29.953,6	43.680,2	28.425,3
	10	11.508,1	64.312,6	103,5	75.924,2	14.934,2	34.122,6	49.056,8	26.867,4
	12	11.893,2	67.599,7	-	79.492,9	17.192,4	39.986,6	57.179,0	22.313,9
SALADO	8	14.024,5	75.000,6	735,0	89.760,1	16.732,7	32.308,3	49.041,0	40.719,1
	10	14.724,6	78.600,5	828,0	94.153,1	18.980,9	36.616,0	55.596,9	38.556,2
	12	15.483,6	82.175,1	1.013,7	98.672,4	22.242,8	42.933,1	65.175,8	33.496,6
MALO-CODO SINCLAIR	8	10.252,1	504.138,4	2.832,2	609.491,7	108.356,8	67.263,4	175.620,2	433.871,5
	10	101.904,2	531.755,4	3.187,8	635.947,4	115.340,0	76.625,4	191.965,4	443.982,0
	12	103.758,1	558.953,0	3.542,5	666.264,0	132.038,9	89.793,5	221.832,3	444.431,7

## Capítulo 2

- Los beneficios netos anuales del aprovechamiento representan un 30% de los beneficios totales de la cuenca para una tasa de descuento de 10% a.a.
- Los beneficios netos anuales de Salado y Malo-Codo Sinclair en conjunto, equivalen a más del 90% de los beneficios de la cuenca.
- Los beneficios netos de Salado aislado permite la amortización de la inversión en un período del orden de 15 años mientras que, una vez construido el embalse Salado, la amortización de la inversión de Malo-Codo Sinclair se haría en 5 años, aproximadamente.
- La cercanía del sitio de cierre a la carretera Quito-Lago Agrio, la presencia abundante de materiales naturales de construcción, la adaptabilidad de la topografía del sitio para el emplazamiento de la presa y obras auxiliares y las condiciones geológicas y geotécnicas de sub-superficie permiten la construcción de las estructuras sin mayores problemas.
- La ubicación de la central a pie de presa con un gran embalse aguas arriba posibilita asignar al aprovechamiento la importante función de regulación y estabilización del Sistema Nacional Interconectado a corto y mediano plazo. Por otro lado la situación del proyecto en la región norte del país daría al Sistema más confiabilidad y seguridad operacional.

## Capítulo 2

Análisis de sensibilidad mostraron que Salado debía ser desarrollado de acuerdo a sus parámetros óptimos individuales y en conjunto con Malo-Codo Sinclair. La cota de coronamiento de la presa, indicada como 1.388 m en el Cuadro N° 2.1.1, fue modificada por los análisis más detallados de atenuación de crecientes realizados en la presente etapa de Factibilidad, para 1.390 m, manteniéndose, sin embargo, la cota del nivel de agua máximo normal de operación resultante de los estudios de optimización, de 1.385 m.

Cabe indicar también que los valores finalmente adoptados, teniendo en cuenta consideraciones relativas a las reservas instaladas (las potencias indicadas en el Cuadro N° 2.1.1 son netas), llevaron finalmente a la selección de las potencias instaladas detalladas en el Cuadro N° 2.1.3.

### CUADRO N° 2.1.3

#### POTENCIAS INSTALADAS DE LOS APROVECHAMIENTOS RESULTANTES DE LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD

<u>SITIO DE PRESA</u>	<u>TIPO DE APROVECHAMIENTO</u>	<u>POTENCIA INSTALADA KW</u>
Borja	Embalse con central a pie de presa	210.000
El Chaco	Embalse con central a pie de presa	465.000
Balsas	Embalse con central a pie de presa	375.000
Salado	Embalse con central a pie de presa	560.000
Malo	Derivación con central en el Codo Sinclair	3.960.000
		<hr/> 5.570.000

## Capítulo 2

### 2. RESUMEN DEL DESARROLLO DE LOS ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD

En base a los resultados de los estudios e investigaciones básicas obtenidos al término de la fase de Prefactibilidad, se programaron las actividades que permitirían la realización de los trabajos de Factibilidad con el objeto de elegir el anteproyecto más adecuado para la puesta en marcha de la central.

Para esto se ejecutaron 21 sondeos, totalizando 2.295 m, para determinar las características geológicas y geotécnicas de las cimentaciones en ambas márgenes y en el cauce del río.

Las perforaciones en el material aluvial indicaron la existencia de un paleocauce, con profundidad máxima estimada en 250 m, constituido de bloques, gravas, arenas y limos.

La roca presente en ambas orillas es, casi, en su totalidad granodiorítica. Se adecúa para la construcción de obras subterráneas con tratamientos normales.

La Lámina N° HS/IA-442-GM-118 presenta un mapa geológico del sitio de obras y las Láminas Nos. HS/IA-442-GM-119, 124 y 125 presentan la localización de los sondeos ejecutados y cortes geológicos típicos.

## Capítulo 2

El único ensayo de permeabilidad por bombeo ejecutado en el aluvión indicó un valor medio de  $k$  igual a  $4,5 \times 10^{-3}$  cm/s excluyéndose los 20 m superficiales cuya permeabilidad es cerca de  $6 \times 10^{-2}$  cm/s.

Para la determinación del riesgo sísmico y localización de potenciales fallas activas en el área de influencia del Proyecto, se efectuó un estudio preliminar de microsismicidad. En base a reconocimientos geológicos y registros obtenidos de 8 sismógrafos portátiles durante un período de 2 meses, se concluyó que no hay evidencias de una falla activa en el sitio de cierre y que los lineamientos detectados en los Ríos Oyacachi y Salado y en el Río Quijos cerca de Borja, podrán constituirse en fallas activas. Además el área de estudio tiene un bajo grado de actividad tectónica y un bajo nivel de sismicidad comparada con otras áreas del Ecuador y del mundo.

Simultáneamente, se ejecutaron ensayos de laboratorio para la caracterización de los materiales de construcción investigados en áreas de préstamo ubicadas aguas arriba y aguas abajo del sitio de presa.

Un levantamiento topográfico a escala 1:1.000, con curvas de nivel a cada 2 m, permitió la elaboración de un plano detallado para los estudios de implantación de las estructuras y su optimización.

## Capítulo 2

En base a los resultados parciales que se obtenían de las investigaciones básicas, se introducían los ajustes y modificaciones correspondientes en los estudios de alternativas de obras y su localización, culminando, este proceso, con la selección y recomendación del anteproyecto de Factibilidad.

### 3. DESCRIPCION SUCINTA DEL ANTEPROYECTO DE FACTIBILIDAD SELECCIONADO

La Lámina N° HS/IA-442-HA-154 presenta la implantación general de las obras y las Láminas Nos, HS/IA-442-GM-148 y HS/IA-442-HA-155, 156, 157, 168, 175 y 177, presentan detalles de las estructuras principales del aprovechamiento.

El Cuadro N° 2.3.1 resume las características físicas y, cuando es el caso, las energéticas de cada una de las obras.

La sección típica de la presa es de gravas y escollera con núcleo inclinado impermeable, su máxima altura en el eje es de 144 m considerando una excavación general de 8 m. El coronamiento tiene 15 m de ancho y aproximadamente 1.000 m de largo. Con el objeto de obtener un diseño conservador se han considerado 2 trincheras, una aguas arriba y la otra aguas abajo, atravesando la capa de limo hasta la cota 1.237, bermas sobre estas trincheras



## CARACTERISTICAS DEL APROVECHAMIENTO SALADO

DATOS GENERALES

Localización	Provincia de Napo
Altitud	1.260 m.s.n.m
Coordenadas	9.977.800 Norte, 201.700 Este
Distancia a Quito	135 km
Area de la cuenca cooperante	3.770 km <sup>2</sup>
Cuenca global estudiada	4.200 km <sup>2</sup>
Caudal medio	308,4 m <sup>3</sup> /s
Precipitación media anual	5.000 mm
Temperatura media	19°C
Humedad relativa media	87,5%
Evaporación media anual	862 mm

PRESA EMBALSE

Tipo	Escollera con núcleo inclinado
Cota de coronamiento	1.390 m
Altura máxima en el eje	144 m
Ancho de coronamiento	15 m
Longitud en el coronamiento	1.000 m
Talud del núcleo	1(V):1,4(H)
Talud de los espaldones:	
Aguas arriba	1(V):2,5(H)
Aguas abajo	1(V):2(H)
Volumen total de la presa	33 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
N.A. Máx. Nor.	1.385 m
N.A. Mín. Nor.	1.348 m
Area del embalse en la cota 1.385	18 km <sup>2</sup>
Volumen del embalse en la cota 1.385	1.045 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Volumen útil del embalse	539,3 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>

BOCATOMAS

Número	2
Dimensiones rejas	6,5 m x 16,0 m
V en la reja	1,25 m/s
Nº compuertas/toma	2
Tipo y dimensiones compuerta	Deslizante 4,5 m x 9,7 m

SISTEMA DE CONDUCCION

Nº de túneles	2
Tipo	circular
Longitud promedio	535 m
Diámetro	9,5 m
Pendiente	4,8%
Revestimiento	hormigón simple
Caudal máximo/túnel	262 m <sup>3</sup> /s
Velocidad máxima:	3,7 m/s

CHIMENEA DE EQUILIBRIO

Nº de chimeneas	2
Tipo	orificio restringido
Diámetro del orificio	6 m
Diámetro de la chimenea	25 m
Altura de la chimenea	80 m
Amplitud de onda descendente	6,4 m
Amplitud de onda ascendente	7,4 m
Revestimiento	hormigón armado

TUBERIAS DE PRESION

Nº de tuberías	4
Tipo	túnel circular
Longitud promedio	200 m
Longitud tramo inclinado	70 m
Diámetro	5,5 m
Blindaje	chapa de acero de 15 mm
Inclinación	42°

VALVULAS

Número	4
Tipo	mariposa
Diámetro	5,5 m

CASA DE MAQUINAS

Tipo	Exterior, a pie de presa
Longitud	110 m
Ancho	22 m
Altura	42 m
Potencia instalada	560 MW
Energía media anual	2.831 GWh

TURBINAS

Nº de unidades	4
Tipo	Francis de eje vertical
Potencia nominal/unidad	142,8 MW
Caudal nominal/unidad	131,1 m <sup>3</sup> /s
Caída nominal neta	121,1 m

GENERADORES

Nº de unidades	4
Potencia de cada unidad	155,56 MVA
Factor de potencia	0,90
Tensión nominal	13,80 KV
Frecuencia	60 Hz
Velocidad sincrónica	138,46 rpm
Nº de polos	52

TRANSFORMADORES DE ELEVACION

Nº de unidades	4
Tipo	monofásico
Capacidad cada unidad	160 MVA
Relación de transformación	13,8 KV - 230 KV
Conexiones	Delta/Estrella

SUBESTACIONESSUBESTACION SALADO

Tipo	Convencional a la intemperie, 230 KV
Esquema	Doble barra con interruptor y desvío
Nº de entradas	4
Nº de salidas	4

CUADRO N° 2.3.1 (Continuación)  
CARACTERISTICAS DEL APROVECHAMIENTO SALADO

SUBESTACION QUITO

Tipo Convencional, 230 KV  
Esquema Doble barra con interruptor y desvío  
N° de entradas 4

LINEA DE TRANSMISION

Longitud aproximada 120 km  
Voltaje 230 KV  
N° de circuitos 4  
N° de hilos de guardia 2/11nea  
Conductor ACSR BLUEJA y I.113 Km

DESCARGA AUXILIAR

Longitud del túnel 580 m  
Diámetro 11 m  
Compuertas de control 2 de 2,4 m x 3,0 m  
Capacidad de descarga para el N.A. Máx. Nor. 1.348 m<sup>3</sup>/s  
Capacidad de descarga para el N.A. Máx. Máx. 1.389 m<sup>3</sup>/s

ALIVIADERO DE SERVICIO

Capacidad del vertedero 9.000 m<sup>3</sup>/s  
Tipo superficie  
Tipo de compuertas segmento  
N° de compuertas 4  
Tamaño de compuertas 15,0 m x 15,3 m  
Ancho de pilas 4,20 m  
Longitud útil de la cresta 60 m  
Cota de la cresta 1.370,30 m  
Carga máxima sobre la cresta 18,70 m  
N.A. Máx. Nor. 1.385,00 m  
N.A. Máx. Máx. 1.389,00 m

RAPIDA

Longitud de rápida 210 m  
Pendiente de la rápida 34%  
Ancho de rápida 60 m  
Caudal específico 150 m<sup>3</sup>/s/m

DEFLECTOR

Radio de curvatura del deflector 18,60 m  
Angulo de salida del deflector 25°  
Alcance máximo del chorro 150 m

DESVÍO

N° de túneles 2  
Sección herradura  
Longitud de los túneles 580 m  
Diámetro 11 m  
Revestimiento hormigón simple  
Caudal máximo por túnel 1.935,5 m<sup>3</sup>/s  
Pendiente 2%  
Flujo superficie libre  
Velocidad 22 m/s

## Capítulo 2

y una cortina de inyecciones a lo largo de la presa y hasta la superficie subyacente de la roca.

El aliviadero es de superficie ubicado en el estribo de la margen izquierda. La longitud útil de la cresta es de 60 m y se prevé la instalación de 4 compuertas de segmento de 15 m de ancho y 15,30 m de alto. La rápida tiene una longitud de 210 m, pendiente constante de 34% ancho 60 m, la capacidad máxima de evacuación es para  $Q_{1.000}$  atenuado igual a  $9.000 \text{ m}^3/\text{s}$ . La rápida termina en un deflector no sumergido con alcance máximo teórico del chorro de 150 m.

Se proyecta una descarga auxiliar con el objeto de garantizar la operación ininterrumpida del futuro aprovechamiento Malo-Codo Sinclair que facilitará, además, el llenado del embalse. Utiliza en forma permanente uno de los túneles de desvío, con excepción del tramo inicial. El control se efectúa mediante 2 compuertas deslizantes de 2,40 m de ancho y 3 m de alto.

La capacidad de descarga varía de  $500 \text{ m}^3/\text{s}$  para el N.A. Mín. Nor. 1.348 m y máxima de  $610 \text{ m}^3/\text{s}$  para el N.A. Máx. Máx. 1.389 m. La descarga auxiliar termina en un deflector que utiliza el cuenco dissipador del aliviadero.

El desvío del río para la etapa de construcción se realiza mediante

## Capítulo 2

dos túneles de tipo herradura de 11 m de diámetro revestidos con hormigón, pendiente de 2%, implantados en la margen izquierda. El caudal máximo por túnel es igual a  $1.935 \text{ m}^3/\text{s}$  para una velocidad 21,4 m/s.

El túnel termina en un tramo de canal con solera curva que conduce la vena de alta velocidad hasta un cuenco a resalto hidráulico de longitud igual a 115 m.

Se proyectan dos bocatomas semiempotradas en ladera de margen derecha y conectadas a los túneles de baja presión. El diámetro adaptado para los túneles de baja presión es de 9,50 m; tienen una longitud promedio de 535 m, desde la bocatoma hasta la chimenea de equilibrio, una pendiente de 4,8% y son revestidos con hormigón simple.

Para cada túnel de baja presión se diseña una chimenea de equilibrio de 35 m de diámetro y 80 m de alto del tipo orificio restringido siendo 6 m el diámetro del orificio.

Aguas abajo de la chimenea de equilibrio, cada túnel de baja presión se bifurca a través de 2 túneles de alta presión de diámetro de 5,50 m que alimentan a los cuatro grupos de generación. La longitud promedio de estos túneles es de 200 m hasta la válvula mariposa, la inclinación de los túneles es de  $42^\circ$ . Los túneles

## Capítulo 2

cuentan con blindaje de chapa de acero, de espesor igual a 15 mm.

Al final de cada túnel de alta presión y dentro de la casa de máquinas se instala una válvula mariposa de 5,50 m de diámetro.

La casa de máquinas es exterior de tipo convencional de 110 m de longitud, 22 m de ancho, 42 m de altura, en la cual se alojarán cuatro turbinas tipo Francis de eje vertical con una velocidad sincrónica de 138,46 rpm y 4 generadores de 155,56 MVA con factor de potencia 0,9 y tensión nominal de 13,8 KV, 4 transformadores monofásicos elevadores de 160 MVA, además de otros equipos complementarios. La potencia instalada de la central es 560 MW, obteniéndose una energía media anual de 2.831 GWh.

El sistema de transmisión se compone de una subestación de maniobra a 230 KV en Salado, subestación de maniobra a 230 KV en Quito y de dos líneas de transmisión Salado-Quito de doble circuito, que tienen una longitud de 120 km siguiendo aproximadamente el trazado de la carretera existente.

Las Láminas Nos. HS/IA-442-EA-007 a 013 presentan diagramas unifilares de la central y subestaciones y disposición general de los equipos eléctricos mientras que la Lámina N° HS/IA-442-EA-014 indica la ruta tentativa para la línea de transmisión.

## Capítulo 2

El plazo de construcción previsto para la entrada en operación de la primera unidad generadora es de 4,5 años, factible de cumplirse con los métodos constructivos señalados en los estudios. Se estima que el tiempo necesario para la elaboración de los diseños definitivos y preparación de infraestructura y apoyo logístico sería del orden de 4 años que podría reducirse mediante la intensificación de estos trabajos.

Las Láminas Nos. HS/IA-442-CM-003 y 004 presentan el cronograma de construcción del aprovechamiento en forma de barras y en C.P.M.

El costo total de las obras a Junio 1977, incluyéndose el sistema de transmisión, es de US\$  $653 \times 10^6$ , US\$  $682 \times 10^6$  y US\$  $711 \times 10^6$  para tasas de interés del 8%, 10% y 12%, respectivamente, más 1% para gastos de financiación.

De este total, 30% corresponden a gastos en moneda local y 70% a gastos en moneda extranjera.

La Lámina N° HS/IA-442-SR-042 presenta la inversión anual y acumulada sin intereses y la inversión acumulada para tasas del 8%, 10% y 12% a.a. más 1% de gastos de financiamiento.

## Capítulo 2

### 4. CONCLUSIONES PRINCIPALES

Los estudios de Factibilidad del aprovechamiento Salado han sido orientados hacia un prediseño conservador de manera de garantizar la obtención de costos confiables que posibilitarán la eventual solicitud de financiamiento de fuentes nacionales e internacionales.

Las investigaciones básicas ejecutadas permiten asegurar la factibilidad técnico-económica del Proyecto, ya que las soluciones encontradas para resolver los problemas constructivos, especialmente los de la cimentación de la presa, no dieron como resultado costos excesivos.

A respecto de esto, se destaca que se ha adoptado taludes suaves para la presa y se ha considerado una cortina de inyecciones hasta la superficie de la roca subyacente aunque los ensayos de permeabilidad por bombeo y los testigos de las perforaciones geológicas hayan indicado que se podría elaborar un diseño menos conservador. Si investigaciones adicionales y complementarias confirmaran los resultados obtenidos en esta fase de los estudios, se podrá lograr economías apreciables superiores a los US\$  $100 \times 10^6$ .

El prediseño de las obras de descarga es también conservador sobretodo teniendo en cuenta que el aprovechamiento del segundo túnel de desvío como aliviadero de servicio podría resultar en una solución más económica que la actual.

## Capítulo 2

El sistema de generación con dos túneles de baja presión ofrece una buena flexibilidad y seguridad operacional y la inclusión de chimeneas de equilibrio asegura buenas características de regulación. Las turbinas seleccionadas son del tipo Francis lentas que ofrecen mayor seguridad contra cavitación. En una etapa posterior se harán los estudios de optimización turbinas-obras civiles.

El plazo de construcción previsto para la entrada en operación de la primera unidad generadora es de 4,5 años, factible de cumplirse con los métodos constructivos indicados. Un plazo normal para la elaboración de los diseños definitivos y preparación de obras de infraestructura y apoyo logístico sería del orden de 4 años que podría reducirse mediante la ejecución de un programa intenso y simultáneo de actividades.

La rentabilidad interna del Proyecto de 15,5% calculada conforme lo indicado en la Lámina N° HS/IA-442-ES-008 y las relaciones de beneficio/costo de 1,73, 1,45 y 1,25, para tasas del 8%, 10% y 12% respectivamente, demuestran cuán atractivo es el aprovechamiento, en la condición de aislado y cuán más atractivo es si se lo considera en conjunto con el aprovechamiento Malo-Codo Sinclair.

Además, las verificaciones realizadas con los datos de costos y producciones energéticas obtenidos en esta etapa ratificaron los resultados y conclusiones del Modelo de Optimización (Prefactibi-



## Capítulo 2

lidad) en cuanto a la validez de la función de costos empleada y la potencia instalada óptima tentativa de la central.

### 5. RECOMENDACIONES PRINCIPALES

Los estudios e investigaciones futuros orientados hacia la preparación de documentos de licitación, deben incluir las siguientes actividades principales:

1. Perforaciones geológicas en la fundación aluvial de la presa para:
  - . Determinar la continuidad de las capas profundas de limo de manera a analizar la posible interrupción de la cortina de inyecciones en la última capa sin necesidad de llegar a la roca subyacente.
  - . Muestreo continuo, en algunos de los sondeos, de las capas de limo con el objeto de detectar la presencia de capas finas de arcilla. En caso de que éstas no existan, se podrá disminuir la sección transversal de la presa y eliminar las trincheras de aguas arriba y aguas abajo.
  - . Determinar la probabilidad de licuación de las capas profundas de arena a través de ensayos de SPT.

## Capítulo 2

- . Muestreo del material de fundación para determinar sus características básicas.
  - . Ejecución de ensayos dinámicos en los limos de la fundación con el objeto de analizar su eventual licuación.
2. Realización de 3 ó 4 ensayos adicionales de permeabilidad en sitios diferentes. La confirmación del valor de permeabilidad ( $k = 4,5 \times 10^{-3}$  cm/s) obtenido en el ensayo realizado durante los estudios de Factibilidad podrá hacer posible la eliminación de la cortina de inyecciones.
  3. Ejecución de perforaciones geológicas y apertura de galerías de exploración en los sitios de obras subterráneas, juntamente con la ejecución de ensayos "in situ" a fin de determinar las características de diseño de la roca.
  4. Complementación de los estudios de microsismicidad y fallas activas para la obtención de los parámetros necesarios para el diseño sísmico de las obras.
  5. Instalación de escalas limnimétricas en el sitio de presa y en el tramo aguas abajo con el objeto de definir mejor la curva de descarga y permitir el estudio de eventuales excavaciones del cauce para aumentar el salto disponible.

## Capítulo 2

6. Intensificar los aforos de transporte sólido especialmente para caudales altos.
7. Levantamiento batimétrico del cauce del río a través de perfiles transversales entre Salado y Malo.
8. Ensayos hidráulicos en modelo reducido para investigar el funcionamiento del vertedero de superficie, túneles de desvío y descarga auxiliar, aliviadero tipo Fontana, disipación de energía aguas abajo y su interferencia con la restitución de la central.
9. Una adaptación y modificación del anteproyecto de Factibilidad de acuerdo a los nuevos datos que se tendrá a medidas que vayan avanzando las investigaciones básicas.
10. Investigaciones y estudios para el diseño de obras de infraestructura y apoyo logístico.

## CAPITULO 3

### ESTUDIOS E INVESTIGACIONES BASICAS:

HIDROLOGIA, TOPOGRAFIA, GEOLOGIA, SISMOLOGIA Y MECANICA DE SUELOS

#### 1. HIDROLOGIA

Los estudios de hidrología tuvieron como objetivo principal suministrar datos e informaciones sobre las aportaciones y las características hidrológicas del Río Quijos-Coca en el sitio de presa del aprovechamiento Salado y, en general, del esquema global del desarrollo energético.

Basándose en los datos hidrometeorológicos disponibles hasta Diciembre de 1976 y en los estudios de Inventario, los trabajos abarcaron las siguientes actividades principales:

- Revisión de los estudios de Inventario utilizando los nuevos datos del año 1976 para la definición de series históricas de caudales medios mensuales.
- Generación estocástica de series de caudales.
- Estimación aproximada del transporte sólido.

### Capítulo 3

- Estudios de regulación en el sitio de presa.
- Determinación de crecientes por medio del Hidrograma Unitario.
- Curvas de restitución.

Los estudios realizados y resultados obtenidos son aquellos referentes a la etapa de Prefactibilidad ya que se excluyeron las informaciones recopiladas durante el año 1977 por considerárselas de poca significación para la modificación de las características hidrológicas del sitio de cierre.

Respecto a la disponibilidad de datos debe anotarse que la densidad de la red de estaciones meteorológicas en la cuenca es de una estación cada  $200 \text{ km}^2$ , valor que se considera bajo. Por ésta y otras razones no fue posible realizar un estudio definitivo de afluencias meteóricas.

La Lámina N° HS/IA-442-HM-005 presenta la ubicación de las estaciones existentes en la cuenca.

El análisis de datos de la cuenca y de cuencas vecinas indicó que existe un período húmedo de Mayo a Agosto y un período seco de Noviembre a Febrero, distribución característica de la región de transición entre el Oriente y la Sierra.

### Capítulo 3

Para los estudios se utilizaron los datos de la estación de Chalpi (1949-1964) que presenta un largo período de observaciones. Con el fin de analizar los datos de Chalpi y completar la serie para el período 1964-1976, se hizo una correlación con la estación de Baños, que presenta las mismas características para los períodos 1949-1954 y 1959-1964. En base a la buena correlación obtenida se hizo la extrapolación de los datos de Chalpi para el período 1964-1975, en función de los valores de Baños.

Con los datos de Chalpi se extrapolaron las series pluviométricas de las estaciones de Papallacta y Borja-Misión Josefina, pertenecientes a la cuenca, y la Mica, ubicada fuera de la cuenca, pero con las mismas características. A continuación se estableció una serie básica dada por la media entre las series de Chalpi, Papallacta, Borja y la Mica, con la cual se extrapolaron las series de las estaciones pluviométricas restantes.

En el Cuadro N° 3.1.1 se presentan los promedios mensuales y anual de la precipitación sobre el embalse para el período 1949-1976.

En lo que se refiere a fluviometría, se analizaron los datos básicos originales, o sea, alturas limnimétricas y aforos de caudales de todas las estaciones a fin de incluir las informaciones recopiladas hasta fines de 1976.

CUADRO N° 3.1.1

PRECIPITACION PROMEDIO EN EMBALSE SALADO

Años 1949 a 1976

<u>MES</u>	<u>PRECIPITACION MEDIA</u> mm
Enero	453,4
Febrero	290,5
Marzo	385,9
Abril	502,5
Mayo	401,2
Junio	651,2
Julio	404,8
Agosto	387,9
Septiembre	317,9
Octubre	280,0
Noviembre	524,0
Diciembre	401,0
ANUAL	4.999,9

### Capítulo 3

En base a los 28 años de precipitación, se realizaron estudios para extensión de las series fluviométricas mensuales observadas en la cuenca, considerando los datos de caudales medios mensuales observados en las dos estaciones de período más largo de observación: Baeza y D.J. Oyacachi.

El modelo matemático utilizado en los estudios de extrapolación de series se basó en la regresión logarítmica entre los caudales de cada mes y las precipitaciones del mes y de los tres meses anteriores. El modelo ajusta un polinomio homogéneo de segundo grado con cuatro variables con un total de 15 coeficientes monomiales.

La Lámina N° HS/IA-442-HM-025 presenta los fluviogramas observados y calculados para las estaciones de Baeza y D.J. Oyacachi en el Río Quijos.

Teniendo en cuenta la necesidad de estudiar la regulación de caudales en diversos sitios de presa ubicados en el Río Quijos-Coca se desarrollaron estudios basados en las series de caudales mensuales definidas anteriormente traspuestas a los sitios de presa.

En el Cuadro N° 3.1.2 se presentan los caudales medios mensuales y anual extrapolados al sitio Salado, para el período 1949-1976.



CUADRO N° 3.1.2

CAUDALES MEDIOS MENSUALES EN SITIO DE PRESA SALADO

Años 1949 - 1976

<u>MES</u>	<u>CAUDAL MEDIO</u> $\text{m}^3/\text{s}$
Enero	244,5
Febrero	223,9
Marzo	238,3
Abril	185,3
Mayo	338,1
Junio	448,0
Julio	492,8
Agosto	360,9
Septiembre	308,1
Octubre	255,1
Noviembre	273,2
Diciembre	233,0
ANUAL	308,4

### Capítulo 3

El estudio fluviométrico incluyó estudio de las curvas cota-caudal de las estaciones, y estudio de los limnigramas observados.

Los datos futuros recolectados en la cuenca no alterarán sustancialmente el patrón hidrológico determinado, aunque se recomienda una constante actualización y complementación de las series a medida que se disponga de nuevos datos observados. En cambio, el régimen pluviométrico continúa un tanto desconocido ya que todavía no se puede elaborar un mapa de isoyetas confiable, ni tampoco determinar los coeficientes de escurrimiento del área del Proyecto porque existen extensas áreas de aportación que no tienen estaciones de observación meteorológica.

A este nivel de estudios, las series de caudales definidas son satisfactorias. Sin embargo, a medida que se cuente con nuevos datos, se recomienda la ejecución de otras correlaciones para que las series extrapoladas sean verificadas y completadas.

Adicionalmente se hicieron estudios con el objeto de determinar el volumen de embalse necesario para regular caudales medios mensuales para el período considerado de 28 años. A este efecto se analizaron los patrones medios mensuales, las curvas de duración general, las curvas diferenciales acumuladas de caudales referidos al módulo y las curvas de regulación. En la Lámina N° HS/IA-442-HM-054 se presentan las características de variación y regulación

### Capítulo 3

de caudales medios mensuales para el sitio de presa. Del análisis de estos gráficos se puede destacar lo siguiente:

- . En las curvas de duración se nota que caudales mayores que el promedio del período presentan una frecuencia alrededor de 44%, lo que indica una distribución regular de las precipitaciones medias mensuales sobre la cuenca.
- . En las curvas de regulación de 100% de garantía, los puntos de inflexión caen en valores de caudales regulados de alrededor del 90% del valor del caudal medio para volúmenes de embalse de alrededor de 2,7 veces el volumen medio mensual, lo que indica que se pueden obtener altos grados de regulación.

Para calcular las curvas de regulación con otras garantías de funcionamiento, se elaboró un modelo simplificado de operación de embalse con valores mensuales de caudal para el período de 27 años sin considerar las pérdidas de evaporación y la lluvia precipitada sobre el embalse. Se han dibujado las curvas de regulación que tienen la garantía del 90% y del 98%, como se muestra en la Lámina N° HS/IA-442-HM-054.

Se hizo un estudio de crecientes afluentes al embalse para efectos de análisis y diseño de vertederos, cota de coronamiento y para desvío del río durante la ejecución de la obra. Por lo tanto, se

### Capítulo 3

determinaron los hidrogramas de crecientes para períodos de retorno de 20, 500, 1.000 y 10.000 años, con los resultados que se presentan en el Cuadro N° 3.1.3.

CUADRO N° 3.1.3

PICOS Y VOLUMENES DE CRECIENTES  
EN EL SITIO DE PRESA

PERIODO DE RETORNO años	PICO $m^3/s$	VOLUMEN $10^6 m^3$
10.000	11.200	638
1.000	8.380	494
500	7.600	453
20	4.240	282

Las condiciones de relieve accidentado y topografía caracterizada por fuertes pendientes confiere al régimen de crecientes particularidades propias en la cuenca: crecidas rápidas con cortos tiempos de desfasaje del pico y cortos tiempos de bases; las constantes precipitaciones mantienen los suelos muy húmedos y por lo tanto propicios a la producción de escurrimiento directo, factor preponderante para la ocurrencia de crecientes y, difícilmente, suelen ocurrir crecientes producidas por tormentas aisladas.

### Capítulo 3

Aunque los resultados obtenidos sean adecuados para este nivel de estudio, se recomienda que se realice un análisis estadístico detallado de precipitaciones de corta duración cuando se disponga de series más largas de datos pluviográficos.

Para el estudio de sedimentología se dispuso de 112 aforos sólidos, distribuidos en 9 estaciones, desde el mes de Mayo de 1974 hasta Diciembre de 1976; de 13 análisis de granulometría distribuidos en 8 estaciones fluviométricas de material en suspensión; y de tres análisis granulométricos de material de fondo distribuidos en dos sitios muestreados durante el primer trimestre del año 1977.

Específicamente, en la cuenca del Río Quijos-Coca, la principal fuente de procedencia de sedimentos es la de la erosión proveniente de la inestabilidad de los taludes de los ríos que todavía no han encontrado su equilibrio. La segunda fuente son los taludes de la carretera y caminos que en época de lluvia sufren erosión.

El Cuadro N° 3.1.4 presenta un resumen de los resultados más importantes del estudio, correspondientes al embalse Salado.

### Capítulo 3

CUADRO N° 3.1.4

#### RESUMEN DE ESTUDIOS DE SEDIMENTACION PRESA SALADO

$\bar{Q}$ m <sup>3</sup> /s	A (km <sup>2</sup> )	SUSPEN. m <sup>3</sup> x 10 <sup>6</sup>	ARRASTRE m <sup>3</sup> x 10 <sup>6</sup>	TOTAL ANUAL m <sup>3</sup> x 10 <sup>6</sup>	EROSION		CONCEN. (ppm)	CARGA MEDIA DIARIA (ton/día)
					Lámina (mm)	Rendim. (T/km <sup>2</sup> )		
308,4	3770	5,196	1,559	6,755	1,85	2347	700	24,244

Para elaborar las curvas de descarga sólida en suspensión en el sitio de presa se prepararon los datos de aforos de las estaciones representativas, en tal forma que se pueda transponer la información de sedimentos desde las estaciones hasta el sitio de cierre.

Las curvas de ajuste de concentración de sedimentos tienen una asíntota, es decir que a partir de un determinado caudal la concentración es constante o sea la concentración de sedimentos en suspensión alcanza un valor máximo y constante de 3.500 ppm (0,35%) para caudales iguales o superiores a 4,5  $\bar{Q}$  medio.

De la curva de concentración se obtuvo la correspondiente curva de descarga sólida en suspensión por medio de los cálculos sintetizados en el Cuadro N° 3.1.5.

CUADRO N° 3.1.5

CAUDAL VERSUS DESCARGA DE SEDIMENTOS EN SUSPENSION

SITIO SALADO

$Q/\bar{Q}$ %	C (p.p.m.)	Q (m <sup>3</sup> /s)	S * (Ton/día)
20	10	61,7	53
30	11,6	92,5	93
40	21,0	123,4	224
50	40,0	154,2	533
60	70,0	185,0	1.119
70	110,0	215,9	2.052
80	160,0	246,7	3.410
90	229,0	277,0	5.492
100	310,0	308,4	8.260
150	1.000,0	462,6	39.969
200	2.050,0	618,8	109.248
300	3.100,0	925,2	247.805
350	3.500,0	1.079,4	326.411
400	3.500,0	1.233,6	373.041
500	3.500,0	1.542,0	466.301
600	3.500,0	1.850,4	559.561
1.000	3.500,0	3.077,0	930.484,8

$$* \text{ Ton/día} = 0,0864 \times \frac{(C)}{\text{ppm}} \times \frac{(Q)}{\text{m}^3/\text{s}}$$

$$\bar{Q} = 308,4 \text{ m}^3/\text{s}$$

### Capítulo 3

Con ayuda de las curvas de duración de caudales medios diarios representativa del año medio se calculó, por medio de integración, la carga anual de sedimentos en suspensión. Los resultados aparecen en la Lámina N° HS/IA-442-HM-072.

Para obtener la carga total anual de sedimentos se estimó el valor del arrastre en un 30% del valor en suspensión.

A manera de conclusión y recomendación puede afirmarse que tres años de aforos sólidos no son suficientes para definir con precisión la carga total de sedimentos. Para disponer de datos de descarga sólida confiables es necesario contar con aforos sólidos en la parte alta de la curva.

Se considera que los presentes resultados son válidos para la fase de Factibilidad, siendo necesaria la revisión y aplicación de otras técnicas de evaluación del transporte para las etapas siguientes, cuando se cuente con una disponibilidad más larga de aforos sólidos que cubran muestreo de material de fondo y en suspensión.

Las Láminas Nos. HS/IA-442-HM-071 y 072 resumen las características hidrológicas principales del sitio y embalse Salado.



## Capítulo 3

### 2. TOPOGRAFIA

En el nivel de Prefactibilidad se dió el soporte cartográfico y topográfico para el estudio de alternativas de aprovechamientos hidroeléctricos para todos los sitios seleccionados tomando en cuenta el objetivo del estudio. Para los estudios de Factibilidad se concentraron las actividades en el sitio Salado. Para ello se planificaron y ejecutaron trabajos de topografía de campo acordes a los requerimientos de los sectores de Proyectos Hidráulicos y Geología, de manera que la elaboración de anteproyectos y sus correspondientes presupuestos se hiciera con la precisión y grado de detalle exigidos para este nivel de estudio.

Los trabajos consistieron en el levantamiento detallado del área que abarca todas las obras del aprovechamiento y de la ubicación y replanteo de las perforaciones geológicas realizadas en el sitio.

Entre los datos disponibles se contó con una línea de nivelación altimétrica de primer orden ejecutada por el I.G.M. y chequeada por el CONSORCIO, con hitos de nivelación cercanos y dentro del área a levantarse. Adicionalmente, se dispuso de datos planimétricos radiales del I.G.M., cercanos al área de Salado y chequeados por el CONSORCIO, y puntos del polígono electrónico que están dentro del área a levantarse.

### Capítulo 3

El levantamiento topográfico del sitio fue realizado a escala 1:1.000, con intervalo de curvas cada 2 m. Se realizaron lecturas angulares con 4 posiciones para cada punto, con sus respectivas reiteraciones, y al ejecutar el cálculo de esta poligonal el error angular obtenido en el cierre fue de 3".

El área de 300 hectáreas se la dividió en 4 zonas mediante ejes nivelados taquimétricamente y enlazados a la poligonal. En cada zona se establecieron polígonos interiores desde los cuales se radiaron puntos para toma de datos. El área total levantada, se presenta en la Lámina N° HS/IA-442-TB-049.

Para satisfacer y atender a los requerimientos de geología se ubicaron, por coordenadas y nivelación taquimétrica, 44 sondeos. Después de realizadas las perforaciones se efectuó el replanteo de todos los sondeos utilizando la nivelación electrónica enlazada a la Poligonal Electrónica.

Para la determinación de la curva cota-área-volumen del embalse, con vista al cálculo de las producciones energéticas de la central, se utilizaron planos de restitución aerofotogramétrica a escala 1:10.000 elaborados por el I.G.M. y verificados por el CONSORCIO.

## Capítulo 3

### 3. GEOLOGIA, SISMOLOGIA Y MECANICA DE SUELOS

#### 3.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Los estudios geológico-geotécnicos tuvieron como objetivo la obtención y suministro de los datos básicos necesarios al conocimiento de las condiciones de superficie y subsuperficie del sitio de presa Salado para la elaboración del anteproyecto de Factibilidad.

Los estudios geológicos fueron iniciados, a nivel de Inventario y Prefactibilidad, por un reconocimiento general de la cuenca del Río Quijos-Coca, a escala 1:50.000, cubriendo un área de 2.200 km<sup>2</sup>.

El sitio de presa fue mapeado a escala 1:2.500 en una extensión de 18 km<sup>2</sup>. En una primera etapa fueron ejecutados 4.320 m de perfiles sísmicos de refracción, 12 sondeos de electroresistividad, 3 pozos investigatorios y 3 trincheras. A continuación, las condiciones del subsuelo fueron estudiadas a través de la realización de 2.500 m de perfiles sísmicos de refracción, una trinchera en el material aluvial, 21 sondeos exploratorios combinando los sistemas de percusión y rotación, y un ensayo de permeabilidad "in situ".

En base a los ensayos de penetración standard se realizaron cálculos preliminares de la licuación potencial de la fundación de la

### Capítulo 3

presa como consecuencia de movimientos sísmicos.

El área del embalse fue mapeada a escala 1:10.000. El Volcán Reventador fue objeto de un estudio especial considerado preliminar por la falta de datos fotográficos y topográficos adecuados.

En lo que respecta al aspecto sismológico, además de los estudios preliminares, se efectuó una evaluación previa de los riesgos sísmicos que cubrió un área de 50 km de radio a partir del sitio Salado, empleándose ocho sismógrafos portátiles.

Los materiales naturales de construcción se estudiaron a través de mapeos, ejecución de pozos, toma de muestras y realización de ensayos geotécnicos de laboratorio.

En función de los materiales disponibles fueron analizadas varias secciones transversales de presa, considerando las condiciones meteorológicas, las distancias de transporte, los problemas de explotación del material y el costo total del aprovechamiento.

#### 3.2 GEOLOGIA Y GEOTECNIA

##### - Sitio de Presa

El sitio de presa está ubicado a 1,2 km aguas abajo de la confluen-

### Capítulo 3

cia de los Ríos Salado y Quijos.

La presa prevista tendrá, desde la superficie del terreno, una altura máxima de 136 m, será de escollera y gravas con un núcleo impermeable inclinado.

Las obras de generación estarán localizadas en la margen derecha, mientras que las obras de desvío y el vertedero de superficie estarán localizadas en la margen izquierda.

La Lámina N° HS/IA-442-GM-118 reproduce la geología de superficie del emplazamiento de obras.

El sitio de presa presenta una geomorfología distinta en ambos márgenes del río. La margen derecha tiene pendientes de hasta 50° de inclinación, constituidas de rocas granodioríticas y volcánicas, cubiertas por suelos detríticos. La margen izquierda, desde el nivel del río (cota 1.260 m) hasta la cota 1.350 m, tiene terrazas aluviales que forman pequeñas planicies interrumpidas en su parte derecha por un macizo rocoso de forma piramidal con fuertes pendientes hacia el río. Desde la cota 1.350 m hacia arriba se forman pendientes rocosas de hasta 40°. Tanto en el flanco derecho como en el izquierdo y al pie de las pendientes hay depósitos de material coluvial con espesores observados de 37,00 m.

### Capítulo 3

Litológicamente, el sitio de presa está constituido por rocas volcánicas de la formación Misahualli, rocas intrusivas granodioríticas, terrazas aluviales modernas, depósitos aluviales contemporáneos y depósitos coluviales.

Las rocas volcánicas de la formación Misahualli (JK) son duras, compactas, con diaclasas lisas y cortantes. En las zonas de contacto con el cuerpo intrusivo se presentan silicificadas, bien diaclasadas, con mineralización de pirita y calcopirita, siendo preponderantes las lavas andesíticas con una laminación de flujo concordante con la estratificación de las tobas presentes fuera del área de estudio.

En el sitio de presa, intruyendo las rocas volcánicas de la formación Misahualli, hay un cuerpo granodiorítico de forma piramidal cubierto, en una gran superficie, por material aluvial que servirá de soporte del escollero. Las granodioritas, superficialmente, se presentan bastante alteradas.

Las terrazas aluviales modernas en el área de presa ocupan grandes superficies en la parte alta del paleocauce, donde está ubicada la estación de bombeo Salado del oleoducto transecuatoriano. Estas terrazas están formadas de material limo-arenoso, arenas finas a gruesas, gravas con tamaños preponderantes de 3 a 30 cm y bloques. Estos materiales constituyen capas y lentes de espe-

### Capítulo 3

sores variables que, en conjunto, tienen una potencia estimada de hasta 250 m.

Sobre las terrazas modernas, en unos casos, y sobre rocas granodioríticas y volcánicas, en otros, se ha depositado material aluvial constituido de gravas, de rocas metamórficas intrusivas, sedimentarias y volcánicas recientes y bancos de arena fina a gruesa de 3 m de espesor. En algunas partes se han formado acumulaciones originando pequeñas islas cubiertas, parcialmente, de vegetación.

Los depósitos coluviales están presentes, principalmente, en el eje de presa en la margen izquierda ocupando una apreciable superficie y en la orilla derecha a unos 300 m aguas arriba del eje. Estos depósitos están constituidos de bloques y pedazos de rocas dioríticas y volcánicas de la formación Misahualli mezclados con arenas, limos y arcillas.

De acuerdo a las investigaciones geológicas superficiales no se localizaron, en el área de presa, fallas estructurales.

Con relación a perforaciones geológicas, en total fueron ejecutados 21 sondeos, combinando los sistemas de rotación y percusión, totalizando 2.295 m. Los sondeos se distribuyeron así: 4 en la margen derecha para el estudio de las condiciones geológicas de

### Capítulo 3

los túneles de conducción a la central y de la casa de máquinas; 5 en el apoyo izquierdo para la evaluación geológica de las obras de desvío y del vertedero de superficie; y 12 en el material aluvial del valle. La localización de los sondeos está indicada en la Lámina N° HS/IA-442-GM-119.

Los sondeos en el material aluvial revelaron la existencia de un paleocauce enterrado bajo un gran espesor de bloques, gravas, arenas y limos. El máximo espesor observado fue de 214 m (cota 1.077 m) en el sondeo SR-22, cerca de la estación de bombeo Salado.

Siempre que las condiciones geológicas y ejecutivas del sondeo lo permitieron, se realizaron ensayos de penetración standard empleando un tubo sacamuestra de 2" de diámetro externo, tipo Raymond o Terzaghi-Peck, que fue clavado en el suelo por medio de golpes de un peso de 65 kg en caída libre de 75 cm.

En base a los resultados obtenidos de los sondeos ejecutados en los depósitos aluviales, que constituyen la cimentación de la presa, fueron elaborados 6 cortes geológicos indicados en la Lámina N° HS/IA-442-GM-119 y presentados en las Láminas Nos. HS/IA-442-GM-120 a 123.

Del análisis de estos cortes se verifica la presencia de 5 capas



### Capítulo 3

de limo. Debido a su posición estratigráfica y continuidad dentro del área de fundación, las capas cuyas bases están alrededor de las cotas 1.234-1.244 m y 1.140-1.244 m, respectivamente, son las más importantes para el diseño de la presa. El espesor de estas capas es variable entre 5 y 20 m.

Los limos de las capas inferiores, presentan valores elevados de SPT evidenciando una alta compactación, probablemente debida a un pre-cargamento en el pasado geológico.

Se trata de limos arenosos, con intercalaciones milimétricas de arena muy fina, de coloración gris claro a oscuro y muy duras.

En los sondeos realizados en el aluvial también se detectaron capas de arena.

Un corte geológico por el eje de la presa se presenta en la Lámina N° HS/IA-442-GM-124.

La Lámina N° HS/IA-442-GM-126 presenta el mapa de contorno del tope del basamento rocoso, elaborado a partir de los sondeos realizados en el sitio de presa Salado.

Con relación a trincheras se debe indicar que, en la margen derecha, se excavaron 4 pozos con distintas profundidades en el intru-

### Capítulo 3

sivo granodiorítico, mostrándose superficialmente una alta meteorización, conforme se puede ver en la Lámina N° HS/IA-442-GM-119.

Se ejecutó un programa de ensayos para los estratos de limo que se han identificado entre los niveles 1.280 y 2.306 de la gran terraza aluvial existente en el área de cierre, sobre dos grupos de muestras obtenidas en la Trinchera Salado, TR-Sa-2, cuya ubicación se observa en la Lámina N° HS/IA-442-GM-119.

Los resultados obtenidos muestran que el material limoso en el nivel estudiado tuvo una carga de preconsolidación variable entre 12 y 13 kg/cm<sup>2</sup> y presenta un ángulo de fricción interna  $\phi$  variable entre 20,8° y 25,6°, con valores de  $c'$  variables entre 1,00 y 1,73 kg/cm<sup>2</sup>, en los ensayos triaxiales de tipo UU con medida de la presión de poro.

En los ensayos de corte directo se han determinado ángulos de fricción  $\phi$  para esfuerzos máximos variables entre 29,16° y 36,87°.

En los ensayos de permeabilidad efectuados sobre testigos inalterados y probados con un gradiente hidráulico  $i = 20$  se tuvieron valores de permeabilidad  $k$  variables entre  $5,89 \times 10^{-5}$  y  $5,5 \times 10^{-4}$  cm/s.

Considerando que los datos de los ensayos realizados en los li-

### Capítulo 3

mos de la trinchera permitirían analizar y comentar los datos obtenidos en materiales limosos similares de las capas del subsuelo, se procedió a realizar un programa de ensayos para las muestras inalteradas obtenidas en el sondeo SR-22. Datos y resultados de varios ensayos constan en el Cuadro N° 3.3.1.

En el sitio de presa se realizaron dos etapas de investigaciones geofísicas, las cuales consistieron en la ejecución de líneas de refracción sísmica y sondeos de electroresistividad, conforme se indica en la Lámina N° HS/IA-442-GM-127.

Según los datos proporcionados por las investigaciones geofísicas realizadas en la primera etapa se tiene que el límite de refracción más profundo varía de 3.710 a 6.100 m/s, que se las interpreta como superficies de roca sana y que inciden en dos grupos distintos:

<u>Grupos</u>	<u>Rango de Velocidad</u> m/s	<u>Clasificación sugerida</u>
A	3.170 - 3.350	Rocas volcánicas jurásicas (formación Misahualli)
B	4.750 - 6.100	Intrusivo granodiorítico

Respecto a los sondeos eléctricos en la roca se tiene los resultados siguientes:

[illegible]

### Capítulo 3

<u>Grupos</u>	<u>Resistividad</u> Ohm-m	<u>Clasificación sugerida</u>
A	40 - 640	Rocas volcánicas jurásicas (formación Misahualli)
B	900 - 19.000 +	Intrusivo granodiorítico

Las características geofísicas del material de cobertura son:

<u>Rango de Velocidad</u>	<u>Resistividad</u> Ohm-m	<u>Clasificación sugerida</u>
300 - 575	63 - 6.000	Suelo superficial, zona sísmica aireada
675 - 1.800	33 - 1.140	Aluvión, coluvión, escom- bros de talud
1.600 - 2.100	58 - 300	Alteración de la granodio- rita

Debido a las dificultades de determinar la profundidad y la disposición de la roca de basamento y, específicamente, definir el contorno del paleocauce a través de los sondeos rotatorios previstos, se programó una segunda etapa de investigaciones geofísicas. Esta etapa consistió en la ejecución de 2.500 m de perfiles sísmicos de refracción entre las perforaciones realizadas, de modo a permitir una correlación entre ambos métodos de investigación.

El mapa de contorno presentado en la Lámina N° HS/IA-442-GM-132 ilustra la superficie de la roca de basamento dentro del área in-

### Capítulo 3

vestigada tomando en cuenta los datos de reinterpretación de la primera investigación, los nuevos datos y los resultados obtenidos en algunas de las perforaciones.

En general existe una buena correlación entre los resultados de la geofísica y los registros de las perforaciones.

El acentuado relieve de la roca de basamento (profundo paleocauce), así como el gran espesor del aluvión y sus características, son un factor limitante a la aplicación del método geofísico en áreas como la del presente caso, sin el apoyo de algunas perforaciones geológicas.

Con el propósito de determinar la permeabilidad de las capas de grava y arena se ejecutaron 4 ensayos de bombeo, 2 en el acuífero superior ubicado encima de la capa de limo localizada aproximadamente entre las cotas 1.234 m y 1.244 m, y 2 en el acuífero inferior entre esta capa de limo y otra más profunda con su límite superior aproximadamente en la cota 1.155 m.

Para los ensayos se construyeron dos pozos de bombeo en el mismo sitio, uno que penetra totalmente el acuífero superior, y el otro que penetra 69 m por debajo del límite inferior de la segunda capa de limo. Fueron también contruidos, en forma radial, tres grupos de pozos de observación; cada grupo consistió de un pozo

### Capítulo 3

que penetra totalmente el acuífero superior y un pozo que penetra parcialmente el acuífero inferior.

El nivel estático del agua en el acuífero superior fue aproximadamente 1.263,5 m y en el acuífero inferior aproximadamente 1.265 m. Esta diferencia muestra que el acuífero inferior es confinado.

Los cálculos para la determinación de la permeabilidad en el acuífero superior dieron como resultado un valor medio de  $k = 6 \times 10^{-2}$  cm/s. Para el acuífero inferior el valor fue  $k = 5 \times 10^{-3}$  cm/s.

#### - Vertedero y Túneles de Desvío

Las obras de vertedero y los túneles de desvío estarán ubicadas en la margen izquierda del Río Coca, al este de la estación de bombeo Salado.

El canal de entrada del aliviadero, la rápida, el deflector y la protección al pie del deflector se proyectan en roca granodiorítica que presenta una alteración y fracturación acentuada en los 10 a 15 m superficiales. Hasta los 20 a 25 m de profundidad la roca es fracturada (10 a 20 fracturas por metro lineal) y la alteración es pequeña. Se la considera adecuada para el apoyo de las estructuras previstas.

### Capítulo 3

Para efectos de excavación es apropiado admitir taludes de corte con inclinación de 1:4 (H:V) y bermas de 5 m de ancho cada 30 m de altura.

Las obras de desvío constarán de dos túneles rectos y paralelos, con diámetros de 11 m cada uno. La casi totalidad de los túneles (575 m aproximadamente) se proyectan en rocas granodioríticas.

El túnel izquierdo se presenta en los 45 m iniciales y en los 60 m finales en roca andesítica; el túnel derecho se presenta en los 40 m finales en andesita.

Los contactos geológicos entre la andesita y la granodiorita, basados en los resultados de los sondeos y en las evidencias de superficie, son considerados preliminares y deberán ser confirmados en el futuro.

La granodiorita se presenta en buenas condiciones geológico-geotécnicas para la abertura de los túneles; sin embargo, deberá considerarse el empleo de pernos de roca, hormigón lanzado y eventualmente entibado durante la construcción.

En la andesita, por el elevado fracturamiento observado y la baja recuperación, será necesario prever un 30% adicional de pernos de roca, hormigón lanzado y entibado. El entibado, considerado eventual en la granodiorita, serán obligatorio en la andesita.



### Capítulo 3

La Lámina N° HS/IA-442-GM-125 presenta un corte geológico por el eje de las obras de desvío y vertedero.

El producto resultante de las excavaciones, por las características observadas, podrá ser utilizado en los espaldones de la presa.

#### - Obras de Generación

Las obras de generación se implantarán en la margen derecha y consisten básicamente de dos túneles de conducción de baja presión de 9,50 m de diámetro cada uno y cuatro de alta presión de 5,50 m cada uno. La alternativa recomendada consiste en una central exterior, con una capacidad instalada de 560 MW dividida entre cuatro unidades de 140 MW cada una.

La totalidad de estas obras se proyectan en roca granodiorítica, fresca, a veces ligeramente alterada, con un fracturamiento evidente.

Las consideraciones de las características de la granodiorita, en lo que respecta a la excavación de túneles, son las mismas descritas anteriormente. Los eventuales problemas causados por presencia de percolaciones de agua en las obras subterráneas serán perfectamente controlados por medios convencionales; en los sondeos ejecutados no se constató infiltraciones importantes.

### Capítulo 3

La Lámina N° HS/IA-442-GM-125 presenta un corte geológico por los túneles de conducción a la central.

#### - Área del Embalse

El embalse en su cota máxima se extenderá 17 km aguas arriba en el Río Quijos y 10 km en el Río Salado.

Litológicamente el área del embalse está constituida por rocas volcánicas de la formación Misahualli, areniscas cuarzosas de la formación Hollín, rocas intrusivas granodioríticas, depósitos aluviales en terrazas modernas y depósitos en terrazas contemporáneas, conforme lo indicado en la Lámina N° HS/IA-442-GM-101.

Las rocas volcánicas de la formación Misahualli son las que ocupan la mayor superficie y una de las más competentes por sus características litológicas. Esta formación tiene gran variedad de rocas volcánicas, pero las que prevalecen son las lavas andesíticas y las tobas porfíricas.

Las areniscas de la formación Hollín afloran en el Río Salado a la altura de la cota 1.350, cerca a la cola de embalse, formando farallones casi verticales.

Las rocas intrusivas granodioríticas afloran únicamente en el sitio

### Capítulo 3

de presa. El cuerpo presenta una forma irregular y está cubierto en una gran superficie por terrazas de materiales aluviales del antiguo cauce del río.

Las terrazas aluviales se las puede observar a lo largo del río y en ambos márgenes. En algunos sitios presentan taludes casi verticales y descansan sobre rocas volcánicas de la formación Misahualli. Están constituidas por arenas finas a gruesas, limo arenoso y gravas de diferentes tamaños y cubiertos en su mayoría por material aluvial contemporáneo y suelo vegetal.

Los depósitos aluviales contemporáneos cubren, en muchos sitios, a las terrazas modernas; en otros se observa un contacto directo con las rocas de base. Generalmente, estos depósitos están constituidos por material limo-arcilloso, arenas finas a gruesas y gravas, aunque se pueda observar bloques esporádicos.

El área de embalse está cruzada por una serie de fracturas y fallas entre las cuales cumple destacar: en el km 67 se localizó una falla vertical con rumbo N 24° E, detectada también en el Río Salado y cubierta por material aluvial; en el km 70 una falla inferida que presenta rumbo N 61° E; en el km 71, cerca a la desembocadura del Río Murallas, una falla vertical que está cubierta por terrazas aluviales y que tiene rumbo de N 45° W. En el Río Salado, en la cola de embalse, se anotaron dos fallas que, por

## Capítulo 3

estar cubiertas por depósitos coluviales, no pudieron ser confirmadas.

En lo que respecta a la estanqueidad del embalse, los estudios y observaciones realizados en esta etapa permiten afirmar que no habrán fugas de agua hacia otras cuencas.

A pesar de la presencia de pendientes fuertes en ambas márgenes de los Ríos Quijos y Salado no se han localizado indicios de una alta inestabilidad.

### 3.3 SISMOLOGIA

Estructuralmente, el área objeto de estudios es regionalmente muy compleja. Las evidencias encontradas en el campo indican que existe una diversidad de fases tectónicas originadoras de las estructuras observadas.

Los estudios sismológicos realizados hasta el presente han sido generales en el país razón por la cual hay que considerarlos preliminares e indicativos cuando se quiere aplicarlos a proyectos específicos.

Cabe destacar que el Volcán Reventador, en actividad continua, podrá provocar sismos que, sin embargo, serán de intensidades infe-

### Capítulo 3

riores a los causados por tectonismo.

La propia recarga del área, por la futura presencia de embalses, podrá ser una causa del surgimiento de sismos y/o aumento de la sismicidad del área.

La densa vegetación, la presencia de capas meteorizadas y los accesos difíciles en el área llevaron a evaluar la sismicidad local y los riesgos sísmicos del sitio Salado, a través de un estudio preliminar de microsismicidad y fallas activas empleándose ocho estaciones sismográficas portátiles. Los datos colectados son sólo el paso inicial para estudios geológicos y sismológicos más detallados, necesarios para el diseño final.

Las principales conclusiones del estudio son:

- No hay evidencias de la existencia de fallas activas en el sitio de presa Salado.
- Tres lineaciones significantes se clasificaron como potenciales fallas activas; estas fallas fueron denominadas Borja, Oyacachi y Salado. Los valores preliminares de magnitud de sismos para un período de recurrencia de 100 años serían:

Falla de Borja	-	5	a	5,5
Falla de Oyacachi	-	4,5	a	5,5
Falla de Salado	-	4	a	5

### Capítulo 3

- La actividad microsísmica observada no parece estar relacionada directamente a la actividad volcánica.
- Las evidencias geomorfológicas de fallas activas en el área estudiada, indican un bajo grado de actividad tectónica y un bajo nivel de sismicidad comparado con otras áreas del Ecuador y del mundo.

La Lámina N° HS/IA-442-GM-136 presenta las lineaciones y localización de los epicentros resultantes de este estudio.

#### 3.4 VULCANOLOGIA

El Volcán Reventador, cercano a la zona del Proyecto, tiene una base de 3 km, aproximadamente, a una altura promedio de 2.300 m, elevándose hasta los 3.700 m. Desde el año 1541 por lo menos 25 erupciones pueden ser atribuidas al Reventador, de las cuales 7 han ocurrido en los últimos 22 años.

El mayor peligro relacionado con el Volcán es la ocurrencia de flujos de lodo y lava que pueden dirigirse hacia el Río Coca a través del drenaje de la caldera.

Luego de esta etapa de estudios preliminares del Volcán, que comprendieron un reconocimiento terrestre de la caldera y un análisis

### Capítulo 3

se puede concluir lo siguiente:

- Existe una conexión directa del Volcán con el Río Coca, a través de los siguientes drenajes: Río Reventador, Quebrada El Engaño, Quebrada Nariz del Diablo y Río Marker.
- Estando la desembocadura del Río Malo a 5 km, aproximadamente aguas arriba del Río Marker, no se prevé, en caso de erupción, una conexión directa entre el Volcán y el Río Malo, especialmente por la presencia de la alta arista de la caldera que actúa como divisoria entre el cono moderno y el Río Malo.

La Lámina N° HS/IA-442-GM-111 ilustra el drenaje del Volcán hacia el Río Coca.

#### 3.5 MATERIALES DE CONSTRUCCION

Las metas del estudio se orientaron hacia la selección de áreas potenciales de préstamo para la construcción del proyecto propuesto dentro de condiciones de orden técnico y económico normalmente aceptables. Comprendieron la investigación de las características de los materiales encontrados para clasificarlos de acuerdo a las necesidades de las varias obras. Las investigaciones realizadas complementaron el estudio de materiales de la etapa de Prefactibilidad e incluyeron reconocimiento de zonas de préstamo, trabajos de campo, ensayos de laboratorio y estimaciones de volúmenes.

### Capítulo 3

#### - Gravas y Arenas

Los yacimientos de materiales aluviales existentes en las cuencas de los Ríos Salado, Coca y Quijos fueron analizados mediante la ejecución de pozos excavados a mano.

Se investigó la zona del Río Salado aguas arriba de la presa en una longitud de 4,0 km y la cuenca del Río Coca en una longitud aproximada de 5 km, aguas abajo del sitio de presa. Sobre la cuenca del Río Quijos se efectuó únicamente un limitado reconocimiento ante la falta de caminos de acceso.

Considerando un espesor de 5 m de excavación en la cuenca del Río Coca, aguas abajo de la presa, se obtendría en los 5 km considerados un volumen de 12 millones de metros cúbicos de gravas y arena. Con una explotación de 10 m de profundidad sobre los 4 km de la cuenca del Río Salado aguas arriba de su desembocadura, se obtendría fácilmente 12 millones de metros cúbicos adicionales de gravas y arena para la conformación de los espaldones de la presa. La cuenca del Río Quijos podría proporcionar un volumen de 6 millones de metros cúbicos con 5 m de excavación que se usarían en una eventual necesidad.

Las investigaciones sobre la cuenca del Río Salado muestran la existencia de gravas arenosas con un 40% a 75% de guijarros y



### Capítulo 3

1% a 3% de limo y arcilla. En la cuenca del Río Coca, se encuentra un material compuesto por gravas arenosas con un 25% a 85% de guijarros y piedras y un 1% a 4% de limo y arcilla.

En las gravas arenosas de las dos cuencas investigadas se efectuaron ensayos de compactación Proctor Standard sobre la fracción menor que 3/4 de pulgadas, obteniéndose valores de densidad seca de 1,95 a 2,17 g/cm<sup>3</sup> con humedades óptimas variables entre 9% y 13%.

En los ensayos de permeabilidad con materiales que pasan la malla N° 4 compactados a la máxima densidad y óptima humedad Proctor Standard, se obtuvieron valores "k" variables entre  $1,6 \times 10^{-3}$  y  $9,7 \times 10^{-3}$  cm/s en materiales de la zona del Río Coca; y  $1,1 \times 10^{-2}$  y  $9,0 \times 10^{-3}$  cm/s en materiales de la cuenca del Río Salado.

Se ejecutaron ensayos de abrasión mecánica y resistencia a los sulfatos, obteniéndose valores de desgaste a la abrasión Los Angeles variables entre 17,1% y 23,5%; y valores entre 2,6% a 7,0% de desgaste al sulfato de sodio.

Las áreas de préstamo se presentan en la Lámina N° HS/IA-442-GM-137.

### Capítulo 3

#### - Suelos

Para el cuerpo impermeable de la presa se concentraron los estudios en un área de préstamo localizada 14 km aguas abajo del sitio de presa, sobre la margen izquierda del Río Coca, en una zona resultante de corrientes volcánicas lodosas (lahares) del antiguo Volcán Reventador.

Los lahares cubren un área considerable y están constituidos por una masa sin estratificación de matriz limo arenosa con grava, guijarros, piedra y bolones de todo tamaño en una heterogénea mezcla con diferentes grados de cementación y meteorización. La ubicación de la zona de estudio y las áreas de muestreo se observa en la Lámina N° HS/IA-442-GM-138.

Muestras de las zonas 1 y 2 de lahares fueron sometidas a ensayos de laboratorio para caracterización física incluyendo humedad natural, granulometría, límites líquido y plástico, peso específico, permeabilidad, compactación Proctor Standard y consolidación.

Los materiales de la zona 2 presentan condiciones geotécnicas adecuadas para su utilización en la conformación del núcleo impermeable de la presa; tienen entre 5% y 15% de material fino retenido en la malla N° 200 cuyo coeficiente de permeabilidad varía entre  $6,05 \times 10^{-6}$  y  $3,52 \times 10^{-7}$  cm/s.

### Capítulo 3

Las densidades secas, 2,07 a 2,13 g/cm<sup>3</sup>, obtenidas con materiales que pasan la malla de 3/4" de la zona 2, son mayores que las obtenidas para aquellos de igual tamaño máximo de la zona 1, favorables en todo caso para la construcción de la zona impermeable.

Una evaluación rápida de la zona de préstamo correspondiente al Lahar 2 señala la existencia de un volumen superior a los 15 millones de metros cúbicos fácilmente explotables con una limpieza superficial somera.

Del análisis y estudio de los resultados obtenidos en los ensayos realizados se puede establecer que las características físicas y las propiedades mecánicas del material procedente de la zona de Lahar 2 son apropiadas para la conformación de la sección impermeable de la presa.

#### - Hormigones y Lechadas de Cemento

Para mejorar las condiciones de impermeabilización de la fundación de la presa se ha recomendado, a este nivel de estudio y mientras no existan nuevos resultados de pruebas de bombeo, la construcción de una cortina de inyecciones. Para su ejecución se prevé la utilización de suspensiones estables de cemento y bentonita, y gel de silicato sódico o de bentonita defloculada.

### Capítulo 3

Para las obras de hormigón, incluyendo los revestimientos de túneles, hormigón poroso para drenaje, y las estructuras de las obras de desvío, aliviaderos, descarga auxiliar, bocatoma, conducción y central, se prevé la utilización de hormigón con contenido unitario promedio ponderado de 228 kg de cemento por m<sup>3</sup> de hormigón.

En base a las investigaciones efectuadas en el mercado local y a los datos obtenidos, puede decirse que no se prevén dificultades en la provisión u obtención de los materiales para la preparación de las inyecciones y hormigones considerándose la realización del aprovechamiento a mediano plazo.

En la Lámina N° HS/IA-442-GM-137 se indica la ubicación de las áreas consideradas propicias para la obtención de agregados y los sitios de toma de muestras.

El Cuadro N° 3.3.2 resume la apreciación de los resultados obtenidos para las muestras de gravas.

Los ensayos granulométricos permiten evidenciar que las gravas son adecuadas para la obtención, por tamizado, de las fracciones necesarias para la preparación de los hormigones.

Las muestras de arenas tomadas aguas abajo del sitio son, por su

CUADRO N° 3.3.2

APRECIACION DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS TECNOLOGICOS EN MUESTRAS DE GRAVAS DEL SITIO SALADO, EN LO QUE RESPECTA A AGREGADOS PARA HORMIGON

DETERMINACIONES	SITIO DE TOMA DE LA MUESTRA							
	AGUAS ABAJO (RIO COCA)					AGUAS ARRIBA (RIO SALADO)		
	MUESTRA							
	AAb-1	AAb-2	AAb-3	AAb-4	AAb-5	AA-2	AA-3	AA-4
COMPOSICION LITOLOGICA (%)								
- rocas ígneas efusivas (basaltos, andesitas-basálticas, andesitas y porfiritas)	48,0	47,9	40,5	66,4	47,0	0,2	0,7	27,8
- rocas ígneas intrusivas (granitos, granodioritas y dioritas)	29,8	26,2	48,0	16,8	30,0	47,6	42,7	27,9
- rocas metamórficas (gneises, esquistos y filitas)	22,2	25,9	8,5	16,8	23,0	52,0	56,6	40,5
- rocas sedimentarias (lutitas y areniscas)	-	-	3,0	-	-	0,2	-	3,8
GRADO DE ALTERACION (%)								
- granos alterados	-	-	-	-	-	-	-	
- granos medianamente alterados	1,1	-	6,0	4,3	-	-	-	
- granos frescos	98,9	100	94,0	95,7	100	100	100	
RESISTENCIA Y DURABILIDAD DE LOS GRANOS								
- abrasión Los Angeles de la fracción gruesa (%)	17,2	17,1	20,3	23,5	21,3	20,0	18,5	19,6
- sanidad al sulfato de sodio (%)								
. fracción gruesa	3,0	1,1	1,5	2,8	2,0	1,2	1,5	-
. fracción fina	2,3	1,5	1,0	1,9	1,2	5,9	4,5	2,8
- reactividad potencial con los álcalis del cemento (método químico)	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	P.R.	P.R.	P.R.	-

CUADRO N° 3.3.2 (Continuación)

APRECIACION DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS TECNOLOGICOS EN MUESTRAS DE GRAVAS DEL SITIO SALADO, EN LO QUE RESPECTA A AGREGADOS PARA HORMIGON

DETERMINACIONES	SITIO DE TOMA DE LA MUESTRA							
	AGUAS ABAJO (RIO COCA)					AGUAS ARRIBA (RIO SALADO)		
	MUESTRA							
	AAb-1	AAb-2	AAb-3	AAb-4	AAb-5	AA-2	AA-3	AA-4
PRODUCCION PREVISIBLE DE FRACCIONES GRANULOMETRICAS POR TAMIZADO (% en peso):								
- > 3 pulgadas ( $\geq 75$ mm)	4,6	0	18,1	19,2	3,8	12,2	4,5	70,0
- entre 3 y 15 pulg. (75 a 37,5 mm)	24,8	21,3	23,2	29,6	20,0	22,8	29,6	10,2
- entre 1,5 y 3/4 pulg. (37,5 a 19 mm)	16,5	20,0	10,5	12,4	19,8	13,8	16,2	2,6
- entre 3/4 y N° 4 (19 a 4,75 mm)	14,7	21,4	7,1	9,7	19,2	15,4	14,5	5,2
- agregado fino ( $\leq 4,75$ mm)	39,4	37,3	41,4	29,1	33,6	35,8	35,2	12,0
MASA ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGUA								
- masa específica de los granos en la condición saturada, con superficie seca (g/m <sup>3</sup> )								
. fracción gruesa	2,688	2,739	2,665	2,641	2,675	2,729	2,750	2,740
. fracción fina	2,677	2,627	2,638	2,687	2,642	2,700	2,701	2,690
- absorción de agua (%)								
. fracción gruesa	0,93	0,81	1,05	0,67	1,00	0,67	0,72	0,95
. fracción fina	1,96	1,67	1,44	1,56	1,53	1,83	1,54	3,86

Obs: a) La composición litológica de las muestras AA-2 y AA-3 no incluye la fracción inferior a 50 mm.

b) N.R. = no reactiva; P.R. = potencialmente reactiva; términos empleados para la reactividad potencial con los álcalis del cemento.

### Capítulo 3

granulometría, extremadamente finas (módulos de finura de 0,76 y 0,58), y las muestras de aguas arriba son finas (módulos de finura de 1,48 y 1,35).

Considerando el cronograma de construcción, los volúmenes previstos de inyecciones y de hormigones, y los consumos unitarios de materiales por m<sup>3</sup> de hormigón adoptados en el Manual de Costos, se calcularon los consumos mensuales y totales de cemento, acero y de encofrados para cada parte de la obra conforme se indica en el Cuadro N° 3.3.3.

La producción actual de cemento Portland no es suficiente para atender a la demanda, recurriendo el país a importaciones periódicas. En base a planes de expansión de fábricas existentes y a la instalación de nuevas plantas, se realizó una proyección de oferta y demanda que indica que hasta el año 1980 necesitará el país complementar su propia producción con importaciones del orden del 30% de la demanda prevista, y que a partir de 1981 caminará ligeramente hacia su autosuficiencia, en la medida que se concreten los proyectos de ampliación y de instalación de nuevas fábricas.

El empleo de material puzolánico en sustitución a una parte del cemento Portland común consiste en una solución técnica y económicamente interesante para las obras de hormigón-masa, sin aumento

### Capítulo 3

de costos y con algunas ventajas en la racionalización de plazos y métodos constructivos. La abundancia de ceniza y toba volcánica en el tramo bajo la influencia del Volcán Reventador torna atractiva su utilización como material puzolánico, sustituyendo al cemento Portland en un 30%.

Cabe también señalar que en el área del Codo Sinclair se dispone de grandes cantidades de calizas y lutitas (arcillas) en volúmenes estimados en  $37,5 \times 10^6 \text{ m}^3$  de calizas y  $30 \times 10^6 \text{ m}^3$  de arcillas. Considerando que son yacimientos de explotación relativamente fácil y con acceso por la carretera Quito-Lago Agrio, constituyen un extraordinario atractivo para su aprovechamiento en la fabricación de cemento, sea para atender los intereses inmediatos del programa de obras hidroeléctricas de INECEL como, a nivel nacional, para consolidar la prevista autosuficiencia del país en este importante material de construcción.

En cuanto a acero para hormigón estructural no se prevé ninguna dificultad para el suministro por el mercado interno de la cantidad de acero necesaria para la construcción del aprovechamiento.

El mercado ecuatoriano puede suplir la demanda prevista de encofrados para la ejecución de las estructuras de hormigón, incluyendo planchas de madera transformada (contrachapada y aglomerada, con pegamento úrea-formaldeído o fenólico) y metálicas.



### Capítulo 3

Además, un estudio del mercado local permitió verificar la disponibilidad adecuada de productos aditivos, de curado y juntas de dilatación.

## CAPITULO 4

### EL APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO

#### 1. CONSIDERACIONES GENERALES

Las etapas de trabajo, que culminaron con la definición del anteproyecto de Factibilidad del aprovechamiento Salado, han sido el resultado de modificaciones y reajustes sucesivos introducidos en la medida que las informaciones de las investigaciones geológicas y geotécnicas aclaraban, paulatinamente, las condiciones del subsuelo en el emplazamiento de las obras.

De esta manera, se empezaron los estudios de alternativas buscando ubicar las estructuras de descarga y generación en la margen derecha que, aunque topográficamente no ofrecía las mejores condiciones de implantación para el vertedero y túneles de desvío, presentaba, en base a las prospecciones geofísicas y mapeos de superficie, mejores condiciones geológicas. Por otro lado y de acuerdo a los conocimientos que se tenía de la cimentación de la presa y de los materiales naturales disponibles para la construcción de su núcleo impermeable, se había adoptado una sección convencional de

## Capítulo 4

de escollerao con núcleo central casi vertical.

Entretanto los resultados de campo indicaron la posibilidad de situar las obras de descarga en la margen izquierda, geológicamente semejante a la orilla derecha pero topográficamente mejor para la implantación de estas obras, y la necesidad de modificar la sección de la presa para adaptarla a las nuevas condiciones de cimentación y disponibilidad de material de núcleo.

Estos dos cambios principales obligaron a consecuentes ajustes en las alternativas que se venía analizando para la disposición de las obras y la optimización de sus principales estructuras.

La optimización de las estructuras, se realizó en función de los niveles operacionales y la potencia instalada óptimos conforme los valores indicados en el Capítulo 2 de este Informe.

Las obras cuyas dimensiones podrían afectar sensiblemente el costo total del aprovechamiento, tales como túneles de baja y alta presión de la central, túneles y ataguías de desvío, han sido optimizadas dentro de la precisión y grado de detalle inherentes a esta etapa de los estudios.

El número óptimo de unidades generadoras, velocidad sincrónica y diámetro de la turbina, etc., no han sido detalladamente optimiza-

## Capítulo 4

dos debido a que la experiencia ha demostrado que la variación de costo para tales comparaciones no afectaría en más que 1% a 2% el costo total, lo cual no es significativo para determinar la factibilidad del aprovechamiento.

La optimización de la central así como de todo el sistema de generación deberá revisarse cuando INECEL defina la potencia de la central y el rol que tendrá en el Sistema Nacional Interconectado y en base a los nuevos valores de costos marginales al momento de decidirse la construcción del aprovechamiento o, mejor aún, de la proyección de estos valores hacia el futuro.

Se puede destacar que la metodología utilizada para el desarrollo de los estudios, en base a los datos disponibles, ha permitido la elaboración de un anteproyecto técnica y económicamente factible que no elimina, todavía, la necesidad de nuevos estudios y análisis de optimización interna del aprovechamiento a nivel de diseño definitivo de acuerdo a las informaciones adicionales y complementarias que se obtendrían entonces.

### 2. CONCEPCION GENERAL Y CRITERIOS BASICOS

En función de las características topográficas, hidrológicas y geológicas del sitio se plantearon lineamientos básicos de diseño que

## Capítulo 4

se tuvieron en cuenta en la concepción de las alternativas de emplazamiento, tipo de presa y obras principales y en el análisis de las mismas. Estos son los siguientes:

- El tipo de presa más adecuado es el de materiales sueltos. La alta pluviosidad de la zona, el gran volumen del macizo y el potente manto aluvial subyacente son factores decisivos para la selección de la sección típica y del método constructivo más apropiados.
- El emplazamiento sobre la margen izquierda del aliviadero y los túneles de desvío resulta más conveniente, teniendo en cuenta las características geomorfológicas del sitio de cierre y la conformación del río.
- La margen derecha resulta adecuada para el emplazamiento de una central exterior o subterránea, tanto desde el punto de vista geotécnico como topográfico. Además, la separación del sistema de generación de las obras de descarga es, constructivamente, ventajosa debido a las fuertes pendientes de ambas orillas.
- El bordo libre necesario para oleaje y sobre el N.A. Máx. Máx. será pequeño debido a las bajas velocidades del viento dominante, del orden de 25 km/hora y al pequeño "fetch" efectivo.

## Capítulo 4

- Debe contarse con una obra de descarga auxiliar que garantice la posibilidad de erogar un caudal mínimo de  $500 \text{ m}^3/\text{s}$  durante todo el período de operación normal del embalse, caudal suficiente para que el futuro aprovechamiento del Codo Sinclair no se interrumpa su generación. Por otro lado, esta descarga permitirá controlar el llenado del embalse.

Además de estos lineamientos conceptuales, los siguientes criterios se adoptaron en el diseño:

- . 1 m de bordo libre por sobre el N.A. Máx. Máx. alcanzado con la atenuación de la creciente de seguridad, correspondiente a aquella con período de recurrencia de 10.000 años ( $11.200 \text{ m}^3/\text{s}$ ).
- . Creciente de diseño del vertedero y de las obras de disipación de energía, la calculada con un período de recurrencia de 500 años ( $7.600 \text{ m}^3/\text{s}$ ).
- . Crecientes de Construcción  
Para el diseño de la ataguía de aguas arriba y los túneles de desvío, la calculada con período de recurrencia de 20 años ( $4.240 \text{ m}^3/\text{s}$ ).
- . Para el diseño de la preataguía de aguas arriba, la calculada con período de recurrencia de 20 años en el período seco ( $2.125 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

## Capítulo 4

- . Volumen total de atenuación de crecientes, el comprendido entre el N.A. Máx. Nor. y N.A. Máx. Máx.
- . Volumen total de sedimentos calculado supuesto el aprovechamiento aislado los 10 primeros años ( $6,7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}$ ) e integrado los restantes 40 años de su vida útil ( $1,8 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}$ ).
- . Potencia instalada de la central igual a 560 MW, valor obtenido de los estudios de optimización, a nivel de cuenca, del sistema de aprovechamientos del Río Quijos-Coca realizados en la etapa de Prefactibilidad.
- . Niveles operacionales del embalse: N.A. Máx. Nor. en la cota 1.385 m, N.A. Mín. Nor. en la cota 1.348 m considerando la operación integrada con el aprovechamiento de Malo-Codo Sinclair y N.A. Medio ponderado de operación en la cota 1.371 m.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 VERTEDERO, OBRA DE DESCARGA AUXILIAR Y DESVIO DEL RIO

El análisis de estas tres estructuras se realizó en forma conjunta para obtener la óptima combinación posible desde los puntos de vista de funcionamiento y costos y un emplazamiento adecuado en

## Capítulo 4

relación a la presa, la central y los accesos permanentes y provisionales necesarios para la construcción del aprovechamiento.

En algunas alternativas generales de implantación de obras de descarga se estudió la posible vinculación con otras estructuras tales como canal de acceso a la central, túneles de restitución de casa de máquinas encavernada, etc.

El sistema evacuador de crecientes se optimizó en base al análisis comparativo de sobreelevación del nivel de agua variable de 2 a 9 m.

Para las alternativas con una única obra de evacuación de crecientes o aliviadero de servicio se estudió la atenuación lograda y su influencia en los costos de presa y aliviadero, considerándose crestas libres o controladas por compuertas convencionales del tipo segmento.

Se estudiaron tres tipos principales de obras de disipación de energía: deflector no sumergido, deflector sumergido y cuenco dissipador a resalto hidráulico. Para este último se compararon las soluciones con solera inclinada y solera horizontal.

Para que las obras de disipación resulten comparables, se estudió la ubicación del deflector no sumergido y su cuenco de descarga a fin de evitar la aparición de erosiones excesivas o no controladas



## Capítulo 4

y se emplazó el cuenco de descarga a una distancia suficientemente alejada del pie de la presa. Se previó, además, la excavación de un canal en la restitución de la central a fin de evitar pérdidas de salto ocasionadas por eventuales embanques resultantes del funcionamiento del deflector.

La traza y perfil de la rápida, la ubicación de las obras de dissipación de energía y de los canales de acceso y descarga en el aliviadero de servicio se proyectaron buscando minimizar el volumen de excavación, la altura de los cortes necesarios y la longitud de la rápida, así como emplazar las estructuras, en lo posible, en roca sana.

El ancho de la rápida se fijó teniendo un límite máximo del caudal específico igual a  $150 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$  y evitando proyectar transiciones marcadas entre el ancho de la rápida y el de las obras de control.

En el desvío del río se siguió, en general, la metodología clásica de los estudios de optimización de estas obras: estudio de alternativas de implantación, cálculos de funcionamiento hidráulico, cálculos de costos y optimización del diámetro de los túneles en función de la altura de las ataguías.

## Capítulo 4

### 3.2 SISTEMA DE GENERACION

Se estudiaron las obras del sistema de generación de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Concepción e implantación general de las obras teniendo en cuenta sus vinculaciones con la presa y las restantes obras del aprovechamiento.
- Predimensionamiento de las obras y ajuste de las implantaciones. Estos incluyeron la selección del tipo de turbina y equipamiento principal y la determinación aproximada de sus características básicas.
- Optimización del sistema de aducción, conducción y restitución supuesto constante el dimensionamiento y parámetros característicos de la casa de máquinas y del equipo electromecánico.
- Verificaciones de estabilidad de generación, golpe de ariete y prevención de cavitación en las turbinas, incluyendo cálculos para verificar la necesidad de chimeneas de equilibrio.
- Ajuste y selección final de las dimensiones del sistema de conducción y de las dimensiones y parámetros del equipo electromecánico principal, teniendo en cuenta la interdependencia entre los mismos.

## Capítulo 4

Con el propósito de establecer las dimensiones óptimas de las conducciones, para cada una de las alternativas, se utilizó el método convencional basado en el criterio del costo anual total mínimo, resultante de la suma del costo anual de capital y del costo anual de las pérdidas de energía y de potencia. El primero se calculó incluyendo un 10% de imprevistos, 17% de intereses durante la construcción y tomando un 10% como factor de recuperación del capital. El costo anual de pérdidas se valorizó en base a los siguientes costos marginales suministrados por INECEL:

Energía firme	0,0323 US\$/Kwh
Energía secundaria	0,0098 US\$/Kwh
Potencia	36,8 US\$/Kw/año

El número de horas anuales de funcionamiento de la central se calculó en base al factor de planta (FP), definido como la relación entre la energía media en MW medios y la potencia instalada.

Para cada una de las alternativas preseleccionadas se efectuaron cálculos adicionales a la optimización, necesarios para establecer la correcta operación del sistema global de generación. Dichos cálculos sirvieron para comparar las alternativas desde el punto de vista de su funcionamiento y para verificar que, en cada caso, el sistema hidráulico propuesto sea compatible con los equipos mecánicos de generación, es decir turbinas y generadores.

## Capítulo 4

En estos análisis se adoptaron 4 turbinas de reacción tipo Francis, que son las que mejor se adecúan al rango de caídas y potencias involucradas.

Se destaca que los cálculos se realizaron, en los casos de interés, para sistemas de conducción con y sin chimenea de equilibrio. Las condiciones de estabilidad y regulación, cambios momentáneos de presión y velocidad, etc., se calcularon para el caso de uno, dos, tres y cuatro grupos de operación.

Finalmente, se realizó el cálculo de dimensionamiento de las chimeneas de equilibrio del tipo orificio restringido, incluyendo la determinación de los niveles máximo y mínimo de oscilación para distintas maniobras de cierre o abertura del regulador.

### 4. CRITERIOS Y PARAMETROS DE DISEÑO

#### 4.1 ALIVIADERO

Para el dimensionamiento de las estructuras vertedoras, fijación del bordo libre de la presa y diseño de los muros laterales de rápidas, se utilizó como caudal de diseño el valor de la creciente  $Q_{10.000}$  atenuada, y para el diseño de las obras de disipación de energía se utilizó el valor de la creciente  $Q_{500}$  atenuada.

## Capítulo 4

La longitud neta de la cresta fue calculada tomando en consideración tanto el efecto de las contracciones laterales en los estribos como el de contracciones en las pilas resultando en un coeficiente de descarga igual a 2 en la fórmula:

$$Q = CLH^{3/2}$$

donde:

Q = caudal, m<sup>3</sup>/s

C = coeficiente de descarga igual a 2

L = longitud de cresta, m

H = carga sobre la cresta, m

En el trazado de las rápidas se adoptó una pendiente mínima del 2%, para asegurar así el mantenimiento del régimen supercrítico. Las velocidades y tirantes a lo largo de la rápida se determinaron tomando en consideración las pérdidas correspondientes a n de Manning igual a 0,014.

En los casos en que se proyectaron deflectores terminales o trampolines se adoptó un ángulo de salida de 25° y radio de curvatura igual a 5 veces el tirante para el caudal máximo. Se estableció la trayectoria del chorro, para diversos caudales, y se verificó que el punto de incidencia del mismo se encuentre suficientemente alejado de las estructuras terminales.

## Capítulo 4

En los casos en que se adoptó un cuenco disipador, se optó por el diseño del tipo de solera inclinada combinado con un tramo de solera horizontal, a fin de adecuar su funcionamiento hidráulico a los altos niveles de restitución existentes para caudales bajos luego de la construcción del contraembalse de Malo y obtener economías en la longitud del cuenco, altura de los muros laterales y volumen necesario de excavación.

### 4.2 OBRAS DE DESVIO Y DESCARGA AUXILIAR

Se adoptó una sección tipo herradura de los túneles con el objeto de facilitar la construcción y mejorar las condiciones de escurrimiento a superficie libre, que es la que se produce durante todo, o casi todo, el rango de funcionamiento.

Se consideró que la cota de entrada de los túneles debe ser tal que asegure la erogación del caudal de diseño de la preatagüa con alturas de preatagüa no superiores al 60% de la altura de la atagüa. El caudal de diseño de la preatagüa se adoptó igual a  $Q_{20}$  de la época seca, calculado para un período de 4 meses que es el período estimado para la construcción de esta obra.

Una vez efectuados los cálculos preliminares que definieron un rango óptimo de diámetro de túneles, se adoptaron los siguientes criterios para el diseño final de estas obras:

## Capítulo 4

- Optimización dentro del rango de diámetros de 9 a 13 m y número de túneles igual a 2.
- Pendiente en los túneles constante e igual a 2%.
- Cota del eje del túnel en el portal de entrada constante e igual a 1.268,50 m.
- Condiciones de escurrimiento en la entrada a sección llena con control de caudales en la entrada. El caudal fue calculado con la fórmula del orificio con coeficiente igual a 0,85.
- Condiciones de descarga a vena libre para todo el rango de caudales, desde cero hasta el caudal máximo efluente de la onda atenuada.

A la salida de los túneles se diseñó un tramo de rápida con solera curva y un cuenco disipador. La función de esta solera es alcanzar, en el tramo más corto posible, la cota necesaria para la correcta formación del resalto.

Para la descarga auxiliar se estableció como condición de diseño la erogación de un caudal mínimo de  $500 \text{ m}^3/\text{s}$  cuando el nivel del embalse se encuentre en su mínimo normal de operación. Esta condición garantizará el futuro funcionamiento continuo de la central del Codo Sinclair. Se verificó también su capacidad de forma de permitir un adecuado llenado del embalse.

## Capítulo 4

### 4.3 GENERACION

En base a los estudios de optimización, realizados a nivel de cuenca en la etapa de Prefactibilidad, se pudo definir las siguientes características principales del aprovechamiento:

. Potencia instalada	560 MW
. N.A. Máximo Normal	1.385 m
. N.A. Mínimo Normal	1.348 m

Posteriormente, se realizaron análisis y cálculos que permitieron iniciar el estudio de optimización de las varias estructuras a nivel de Factibilidad. De los mismos se obtuvieron los siguientes parámetros que se adoptaron como constantes durante esta etapa de los estudios:

. Caudal Medio - $\bar{Q}$	308,40 m <sup>3</sup> /s
. N.A. Restitución (500 m <sup>3</sup> /s)	1.261,50 m
. N.A. Restitución (150 m <sup>3</sup> /s)	1.260,20 m
. N.A. medio ponderado en el embalse	1.371,00 m
. Número de grupos - $N_u$	4
. Rendimiento de las turbinas - $\eta_t$	92%
. Rendimiento de los generadores - $\eta_g$	98%
. Factor de potencia - $F_p$	0,90
. Accleración de la gravedad - g	9,78 m/s <sup>2</sup>



## Capítulo 4

El cálculo de las pérdidas hidráulicas en el sistema de conducción, se realizó teniendo en cuenta las pérdidas por fricción y las pérdidas localizadas en rejillas, compuertas, transiciones, válvulas, etc.

Las pérdidas por fricción se calcularon utilizando la ecuación de Darcy-Weisbach, con un factor de fricción establecido en base a las siguientes rugosidades absolutas:

Para hormigón  $k = 0,00030 \text{ m}$

equivalente a un acabado relativamente bueno.

Para acero  $k = 0,00015 \text{ m}$

equivalente a ligera oxidación presente en el blindaje.

Las pérdidas localizadas se calcularon en función de la carga, o altura de velocidad.

El caudal máximo para optimización del sistema hidráulico se obtuvo de la relación:

$$P_i = g \eta_t \eta_g Q_{\max} (H_{\max} - K Q_{\max}^2)$$

donde:

$P_i$  = Potencia instalada igual a 560.000 Kw

$H_{\max}$  = salto máximo bruto, m

$K$  = coeficiente de pérdidas totales

$Q_{\max}$  = caudal necesario para generar 560.000 Kw,  $\text{m}^3/\text{s}$

## Capítulo 4

Establecidos K y Qmáx para cada caso, se calcularon, en base a criterios de similitud dinámica en turbinas de reacción, los valores de:

$$Q_{med} = Q_{máx} \left[ \frac{H_{med} - KQ_{med}^2}{H_{máx} - KQ_{máx}^2} \right]^{1/2}$$

$$P_{med} = P_i \left[ \frac{H_{med} - KQ_{med}^2}{H_{máx} - KQ_{máx}^2} \right]^{1,5}$$

$$Q_{min} = Q_{max} \left[ \frac{H_{min} - KQ_{min}^2}{H_{max} - KQ_{max}^2} \right]^{1/2}$$

$$P_{min} = P_i \left[ \frac{H_{min} - KQ_{min}^2}{H_{max} - KQ_{max}^2} \right]^{1,5}$$

donde Hmed y Hmin son los saltos brutos medios y mínimo y  $KQ_{med}^2$ ,  $KQ_{min}^2$  las pérdidas correspondientes.

Definiendo el fator de planta como

$$FP = \frac{\text{Energía media anual (MW)}}{\text{Potencia instalada (MW)}}$$

el número de horas anuales de funcionamiento de la central,  $N_H$ , será:

$$N_H = 8.760 \times F.P.$$

Con estos datos las energías anuales producidas serán:

$$\text{Energía firme} = N_H P_{min} \text{ (KW/año)}$$

$$\text{Energía secundaria} = N_H (P_{med} - P_{min}) \text{ (Kwh/año)}$$

## Capítulo 4

Las pérdidas de energía y potencia se valorizaron en base a los costos marginales suministrados por INECCEL y mencionados anteriormente.

Los costos de construcción, para propósitos de optimización, se obtuvieron del Manual de Costos del Proyecto.

Cálculos estructurales preliminares indicaron que el espesor del revestimiento de hormigón de los túneles de baja presión podía tomarse como  $1/20$  del diámetro, mientras que para los de alta presión podría tomarse un valor constante de 0,50 m. Adicionalmente, el espesor del blindaje se estableció en 0,015 m para túneles de hasta 5,75 m de diámetro y 0,018 m para diámetros de hasta 6,50 m.

### 4.4 PRESA

Se efectuaron cálculos de licuefacción potencial en base a métodos y criterios expuestos en varias publicaciones especializadas y utilizando los siguientes parámetros:

- Valores de la resistencia a la penetración (SPT) obtenidos en las perforaciones geológicas realizadas en las capas arenosas y limo arenosas de la cimentación.
- Mínima distancia a la probable falla activa más cercana = 10 km.

## Capítulo 4

- . Magnitud del sismo de prediseño en la escala Richter = 6,5
- . Aceleración máxima = 0,40 g
- . Pesos específicos del aluvión saturado igual a  $2 \text{ t/m}^3$  y sumergido igual a  $1 \text{ t/m}^3$
- . Niveles de agua en la superficie del terreno natural.

Los cálculos de la estabilidad estática de la presa fueron ejecutados de acuerdo con el método de Janbu (1954).

Para el talud de aguas arriba se admitió un descenso rápido del nivel de agua utilizando los siguientes parámetros de resistencia en términos de tensiones totales:

Lahar (zona 1)	$c' = 0$	$\phi = 25^\circ$
Grava (zona 2)	$c' = 0$	$\phi = 40^\circ$
Escollera (zona 5)	$c' = 0$	$\phi = 40^\circ$
Limo de cimentaciones	$c' = 0$	$\phi = 10^\circ$
Factor de seguridad mínimo aceptable = 1,2		

Para el talud de aguas abajo se consideró el embalse lleno utilizando los siguientes parámetros de resistencia en términos de tensiones efectivas:

## Capítulo 4

Lahar (zona 1)	$c' = 0$	$\phi = 25^\circ$
Grava (zona 2)	$c' = 0$	$\phi = 40^\circ$
Limo de las cimentaciones	$c' = 0$	$\phi = 15^\circ$
Factor de seguridad mínimo aceptable = 1,5		

Las subpresiones varían en línea recta desde el eje de la cortina de inyecciones hasta la línea de pozos de alivio al pie del talud de aguas abajo, entre las cotas 1325 y 1260.

### - Estabilidad Dinámica

Para el cálculo de estabilidad dinámica, el método usado fue el de Janbu, suponiendo el embalse lleno y utilizando los siguientes parámetros de resistencia en términos de tensiones efectivas:

Lahar (zona 1)	$c' = 0$	$\phi = 25^\circ$
Grava (zona 2)	$c' = 0$	$\phi = 40^\circ$
Escollera (zona 5)	$c' = 0$	$\phi = 40^\circ$
Limo de las cimentaciones		
aguas arriba	$c' = 0$	$\phi = 10^\circ$
aguas abajo	$c' = 0$	$\phi = 15^\circ$

Los incrementos de las subpresiones estáticas generadas por sismos de distintas aceleraciones son los siguientes:

## Capítulo 4

Aceleraciones	Incremento % de Subpresiones
0,10 g	0 a 40
0,20 g	20
0,30 g	40

Factor de seguridad mínimo aceptable = 1,0

Los criterios y parámetros asumidos para el tratamiento y la impermeabilización del aluvión de las cimentaciones, están descritos en el informe "Coca Hydro Project: Foundation Underseepage Control Grout Curtain" by J. Janin and M. Guillaud, Sol-Expert International, Quito, Mayo 19, 1978, presentado en el Apéndice II del Anexo II del Informe General de Factibilidad intitulado "Geología, Sismología y Mecánica de Suelos".

### 4.5 DISEÑO ESTRUCTURAL

En túneles con escurrimiento a superficie libre y cavernas menores se prevén trabajos de estabilización de la roca adoptando anclajes, inyecciones y gunite, y colocando luego un revestimiento adecuado.

Para los túneles a presión se adopta como la sollicitación más desfavorable la presión interna verificándose los blindajes contra el pandeo bajo las presiones externas.

Para el diseño de los espesores de las losas de soleras de canales,

## Capítulo 4

rápidas y disipadores se consideraron la subpresión y las cargas dinámicas. Se buscó, en general, evitar la ejecución de losas de espesores excesivos a través del diseño de anclajes y drenes.

En los muros se siguió el criterio general de aprovechar la colaboración del macizo rocoso mediante su empotramiento o semi-empotramiento en la roca, la utilización de anclajes y el alivio de la subpresión por drenes. Cuando ésto no resultó posible, se dimensionaron en forma convencional utilizando muros de gravedad o con contrafuertes.

Para el aliviadero los cálculos de estabilidad consideraron básicamente la seguridad al volcamiento, al deslizamiento y a la flotación.

La central exterior se calculó en forma convencional considerando las cargas actuantes sobre el pórtico y losas principales y la presión lateral de agua existente luego de construido el contraembalse de Malo.

En estructuras secundarias se adoptaron, en general, espesores estimados en base a experiencias de obras anteriores de similares características.

## Capítulo 4

### 4.6 EQUIPOS ELECTROMECHANICOS PRINCIPALES

#### - Generadores

Se adoptaron generadores tipo "umbrella" de 155,56 MVA cada uno, en función de la potencia nominal de las unidades y considerándose un factor de potencia de 0,9 y una frecuencia de 60 Hz.

Con este valor del factor de potencia en atraso, se obtiene una compensación de reactivos dentro de límites económicos, mediante un generador de capacidad entre 100 y 200 MVA. La tensión de generación de 13,8 KV adoptada conduce también a un diseño económico del generador.

Los generadores estarán dotados de un sistema de excitación, totalmente estático, alimentado por transformador que se conectará a la salida del generador, en bloque, y barras blindadas dada la potencia de la máquina y la elevada corriente que debe transmitirse.

Por razones de limitación de peso para el transporte (70 t), no fue prevista la clásica conexión generador-transformador trifásico, de 160 MVA en este caso, sino la conexión generador a banco de transformadores monofásicos de 160 MVA (3 x 53,3 MVA).



## Capítulo 4

### - Conexión Transformadores Elevadores-Subestación 230 KV

En el caso de la casa de máquinas exterior, esta conexión se hará con líneas aéreas, en uno o más vanos, por ser lo más económico mientras que para la central subterránea se hará con cables en aceite.

### - Servicios Auxiliares

Se prevén dos transformadores con regulación automática bajo carga, trifásicos, de 3.000 KVA cada uno, 13,8-13,8 KV, delta-estrella, con neutro puesto a tierra, como fuentes principales de alimentación para los servicios auxiliares.

Los dos transformadores estarán ligados a las salidas de dos de los generadores, uno por generador, y pueden también ser alimentados, a través de los bancos de transformadores elevadores, desde el sistema de 230 KV, en el caso de generador parado para fines de mantenimiento.

Los transformadores autorregulados de 3.000 KVA 13,8-13,8 KV, alimentarán a otros transformadores 13,8-0,480 KV, destinados a los servicios de los grupos, servicios generales de la casa de máquinas, obras hidráulicas y subestación.

## Capítulo 4

Se prevé un generador diesel de emergencia, de 1.000 KVA para la alimentación de cargas esenciales, en el caso de parada de la central.

### - Comando, Control y Protección

Toda la operación de la casa de máquinas y de la subestación deberá ser comandada y controlada desde una sala única, que deberá estar localizada en una posición estratégica con relación a la casa de máquinas y la subestación.

Desde la sala de comando centralizado, será posible el comando de arranque y parada de las unidades generadoras y todas las maniobras de la subestación. En esta sala serán instalados los tableros de comando, control y medición, y el cuadro de control hidráulico que tendrá mediciones de niveles, caudales y volúmenes, permitiendo la operación manual o automática del sistema hidráulico.

### - Subestación Salado 230 KV

Los estudios realizados conducen a la solución de subestación convencional a cielo abierto, aguas abajo de la presa. Los análisis de adoptar una subestación en SF6 para la central a cielo abierto indicaron que no se obtendrían ventajas técnico-económicas.

## Capítulo 4

El esquema de la subestación es el de doble barra, con interruptor simple y seccionador de desvío (by-pass) para los campos de maniobra de líneas, e interruptor de transferencia de modo de satisfacer, parcialmente, el esquema ya adoptado por INECEL.

El sistema de corriente continua de la subestación deberá tener doble fuente principal (cargador batería), en 125 V, para el control y la protección.

### - Subestación Quito 230 KV

El esquema de esta subestación es similar al de la subestación de Salado y corresponde al adoptado por INECEL en el Sistema Nacional Interconectado, ésto es, doble barra, un interruptor de acoplamiento de barras. El tipo y clase de equipamiento responde al mismo criterio de normalización.

### - Líneas de Transmisión Salado-Quito 230 KV

Para esta fase de los estudios, INECEL decidió que se realice el prediseño para el aprovechamiento aislado a 230 KV, utilizando las estructuras normalizadas para el Sistema Nacional Interconectado. La transmisión se hará por dos líneas de doble circuito entre Salado y Quito, de la configuración para la zona 2 que corresponde a sectores del territorio nacional situados a más de

## Capítulo 4

1.000 m de altitud.

### - Central y Bocatomas

Las turbinas serán de tipo Francis de eje vertical acopladas directamente al generador. La cota de su distribuidor fue fijada con relación al nivel de restitución y considerando una turbina en funcionamiento, de manera de reducir al mínimo el peligro de cavitación. Se han adoptado 4 unidades atento al crecimiento anual del mercado eléctrico proyectado para la segunda mitad de la década 1980-1990 y a la máxima capacidad unitaria prevista para el sistema nacional en este período.

Se ha previsto una válvula mariposa a la entrada de cada turbina para facilitar el mantenimiento e inspección de la unidad sin necesidad de vaciar los túneles de alta y baja presión.

A la entrada de las bocatomas de las conducciones se prevén compuertas planas con sus respectivos paneles de cierre.

Los tubos de succión serán del tipo convencional para las centrales exteriores, donde el ancho es superior a la altura con el objeto de minimizar el volumen de hormigón en la subestructura. Se prevén dos juegos de paneles de cierre para cada tubo de succión, maniobrados por un pórtico móvil.

## Capítulo 4

Se consideran dos puentes grúas con capacidad total suficiente para que, cuando sean acoplados, puedan suspender y transportar el rotor del generador.

### - Vertedero

Se han considerado compuertas de segmento ubicadas en la cresta de los aliviaderos para el control de caudales efluentes del embalse y posibilitar la reparación de la rápida y cuenco de disipación. Serán de dimensiones normales y operarán bajo cargas no superiores a 18 m. Inmediatamente aguas arriba de cada compuerta, se prevé la colocación de paneles de cierre que permitirán la inspección y mantenimiento de la misma.

Se destaca que no se ha realizado ningún dimensionamiento estructural de los equipos. Sus pesos y correspondientes costos fueron obtenidos de curvas y ábacos del Manual de Costos que suministran estos datos de acuerdo a las condiciones de operación de cada equipo.

## 5. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

### 5.1 SELECCION DEL EJE DE LA PRESA

La implantación general de las obras es el resultado de la optimi-

## Capítulo 4

zación conjunta del emplazamiento de las diversas estructuras del aprovechamiento. Sin embargo, no existe una interdependencia demasiado marcada entre la implantación de la presa y las demás obras principales, dadas las especiales características geomorfológicas del sitio y la decisión, tomada al finalizar los estudios de Prefactibilidad, de considerar solamente una presa de escollera con núcleo impermeable.

En efecto, el resultado de las comparaciones expeditivas realizadas de los 6 ejes considerados, presentados en la Lámina N° HS/IA-442-HA-172, indicó una variación de costo del aprovechamiento no superior al 5% entre cualquiera de las implantaciones analizadas.

Se seleccionó el eje N° 6 atento a las siguientes consideraciones:

- . Se obtiene el mínimo de volumen de presa.
- . Se minimiza la sección de la cimentación que requiere impermeabilización.
- . La mayor parte de la ataguía auxiliar, necesaria para iniciar la construcción de la presa, puede ser ejecutada sobre la zona de cotas altas o sea en seco.
- . Se minimizan los trabajos de corrección del curso del río.

## Capítulo 4

- . Las obras de captación y conducción a la central se emplazan totalmente en granodiorita. Las obras de desvío y el aliviadero tiene la menor longitud posible y los túneles están emplazados, en gran parte, en granodiorita.

### 5.2 SECCION DE LA PRESA

Las secciones típicas consideradas fueron:

- . Sección con núcleo central delgado, amplias zonas de transición y espaldones de grava y arena.
- . Sección con núcleo inclinado aguas arriba con bermas aguas arriba y aguas abajo de los espaldones.

Los resultados de las perforaciones geológicas demostraron la presencia de un paleocauce de depósitos aluviales cuyo espesor varía entre 100 y 250 m. En base a esto y aunque el único ensayo de permeabilidad por bombeo haya indicado valores de  $k$  cerca de  $4,5 \times 10^{-3}$  cm/s, se decidió considerar la ejecución de una cortina de inyecciones hasta la superficie de la roca subyacente, obteniendo así un prediseño conservador.

Por otra parte, las investigaciones geotécnicas permitieron seleccionar un flujo de lodo volcánico (lahar) propicio para el núcleo de la presa.

## Capítulo 4

Consecuentemente, se definió la sección transversal de la presa con núcleo inclinado de manera que se pueda ejecutar las inyecciones de la cortina impermeable simultáneamente con la construcción de una gran parte de la presa. Esta sección se la presenta en la Lámina N° HS/IA-442-GM-148.

### 5.3 OBRAS DE DESCARGA

Teniendo en cuenta los análisis de funcionamiento y atenuación de crecientes y los resultados geotécnicos, los estudios alternativos de trazados y consideraciones de seguridad y costo de las diversas estructuras y de los sistemas combinados de los mismos, se seleccionó la siguiente alternativa para las obras de descarga, emplazadas en la margen izquierda:

- . Aliviadero convencional de superficie para evacuar el  $Q_{10.000}$  atenuado, con obra de control con compuertas de segmento, rápida y deflector final.
- . Dos túneles de desvío de alineamiento recto y 11 m de diámetro. Uno de estos túneles se aprovecha como descarga auxiliar y el otro se utiliza sólo durante la construcción.
- . Descarga auxiliar diseñada para caudales máximos y mínimos iguales a 610 y 500 m<sup>3</sup>/s, respectivamente.



## Capítulo 4

### 5.4 OBRAS DE GENERACION

Las obras de generación se ubicaron en la margen derecha teniendo en cuenta:

- La mejor adaptabilidad geomorfológica de la ladera de margen izquierda para el emplazamiento de obras de descarga.
- La mayor homogeneidad y competencia de la roca del estribo derecho, totalmente constituido por granodiorita, que resulta en economías en los revestimientos y blindaje de los túneles de alta presión.
- La existencia de roca aflorante hasta el río, lo cual mejora las condiciones de fundación de la central exterior.

En función de los cálculos pertinentes y de estudios comparativos de implantación y costos que incluyeron también comparaciones de variantes de diseños de la central (con diversas ubicaciones de los transformadores, tipos y emplazamiento de la casa de válvulas, puente grúa, etc), se preseleccionaron tres alternativas básicas de generación que, combinadas con la alternativa elegida para las obras de descarga, constituyen los 3 anteproyectos, de cuya comparación se recomienda el anteproyecto final de Factibilidad, que son a continuación resumidos.

## Capítulo 4

### - Alternativa 1

- . Alternativa seleccionada para las obras de descarga.
- . Central exterior con cuatro grupos generadores de 140 MW cada uno.
- . Una bocatoma en ladera con compuertas tipo deslizantes.
- . Un túnel de baja presión, circular, revestido de hormigón y con pequeña pendiente.
- . Cuatro túneles circulares de alta presión, derivados del túnel de baja presión, revestidos de hormigón, blindados e inclinados a  $42^\circ$  con la horizontal; cada túnel alimenta a un grupo de generación.
- . Válvulas de control tipo mariposa.
- . Turbinas tipo Francis de eje vertical.
- . Restitución al río a través de un corto canal común para los cuatro grupos.

La Lámina N° HS/IA-442-HA-158 presenta la implantación general de las obras y las Láminas Nos. HS/IA-442-HA-156, 157, 159, 168, 175 y 177 presentan cortes y vistas de las mismas.

## Capítulo 4

### - Alternativa 2

Similar a la anterior pero con dos túneles de baja presión en lugar de uno sólo.

La Lámina Nº HS/IA-442-HA-154 presenta la implantación general de las obras y las Láminas Nos. HS/IA-442-HA-155, 156, 157, 168, 175 y 177 presentan cortes y vistas de las mismas.

### - Alternativa 3

- . Alternativa seleccionada para las obras de descarga.
- . Central subterránea con cuatro grupos generadores de 140 MW cada uno.
- . Cuatro bocatomas de hormigón con compuertas deslizantes.
- . Cuatro túneles circulares de escasa longitud de baja presión, revestidos de hormigón. Cada túnel será alimentado por cada una de las bocatomas.
- . Cuatro túneles circulares de alta presión, como prolongación de los de baja presión, que alimentan a cada uno de los grupos de generación, revestidos de hormigón, blindados e inclinados a 42° con la horizontal.

## Capítulo 4

- . Válvulas de control tipo mariposa.
- . Turbinas tipo Francis de eje vertical.
- . Restitución al río mediante un solo túnel, tipo baul, común para los cuatro grupos con escurrimiento a superficie libre.

La Lámina N° HS/IA-442-HA-160 presenta la implantación general de las obras y las Láminas Nos. HS/IA-442-HA-161 a 165 y 168 presentan cortes y vistas de las mismas.

En base a cálculos preliminares se estudiaron turbinas con velocidades sincrónicas de 138,46, 150 y 200 rpm, compatibles con generadores de 60 Hz y 52, 48 y 36 polos respectivamente.

Para estas velocidades, un salto de diseño de 107 m y una potencia de diseño de 119.270 KW, las velocidades específicas resultantes son:

$$\begin{array}{llll} n & = & 138,46 \text{ rpm;} & n_s = 36,4 \text{ (unidades inglesas)} \\ n & = & 150,00 \text{ rpm;} & n_s = 39,5 \quad " \quad " \\ n & = & 200,00 \text{ rpm;} & n_s = 52,6 \quad " \quad " \end{array}$$

valores que confirman el seleccionamiento preliminar de turbinas tipo Francis.

Los cálculos de estabilidad operacional de las alternativas 1 y 2

## Capítulo 4

demuestran que la adopción de una chimenea de equilibrio mejora notablemente las características de regulación por lo que a nivel de Factibilidad se adoptó esta solución. Sin embargo, debería reverse en futuros estudios este supuesto de diseño ya que las características de regulación eliminada la chimenea podrían ser aceptables de acuerdo al desempeño de la central dentro del Sistema Nacional Interconectado.

Las velocidades sincrónicas influyen en la altura necesaria de succión y consecuentemente en la cota necesaria del eje del distribuidor. En esta etapa del estudio se adoptó la menor velocidad sincrónica del rango preseleccionado, con el fin de situarse en una posición conservadora.

### 6. SELECCION DEL ANTEPROYECTO RECOMENDADO Y COSTOS

El Cuadro N° 4.6.1 presenta los costos totales de los 3 anteproyectos, determinados para tasas de interés del 8, 10 y 12% a.a. más 1% de gastos de financiación y calculados en base a los procedimientos y costos unitarios del Manual de Costos.

El Cuadro N° 4.6.2 presenta los costos directos de todas las estructuras involucradas en las obras de generación para cada una de las alternativas, exceptuándose los costos del sistema de transmisión.

CUADRO Nº 4.6.1

COSTOS TOTALES DE LOS ANTEPROYECTOS

US\$ x 10<sup>6</sup>  
(Nivel de Junio, 1977)

Tasa de Interés + Gastos Financiaci3n	Anteproyecto con Central Subterr3nea T = 5 a3os	Anteproyecto con Central Exterior 2 t3neles B.P. T = 4,5 a3os	Anteproyecto con Central Exterior 1 t3nel B.P. T = 4,5 a3os
9	706	672	664
11	736	698	690
13	766	724	716

- NOTAS: - T = corresponde al tiempo de construcci3n hasta la puesta en operaci3n de la primera unidad
- B.P. = T3nel de baja presi3n
- Costo total incluye costos del sistema de transmisi3n.

CUADRO Nº 4.6.2

COSTOS DIRECTOS DE LAS OBRAS DE GENERACION ALTERNATIVAS  
(Nivel de Junio, 1977)

TIPO CENTRAL	COSTO DIRECTO US\$ x 10 <sup>6</sup>
Exterior con un t3nel de baja presi3n	109
Exterior con 2 t3neles de baja presi3n	114
Subterr3nea	145

- NOTAS: El costo directo excluye costos de transformaci3n y transmisi3n.

## Capítulo 4

Del análisis de los Cuadros Nos. 4.6.1 y 4.6.2 se observa que aunque el costo total del anteproyecto con central subterránea sea de 5 a 7% superior a los costos de las alternativas con centrales exteriores, esta diferencia alcanza cerca del 30% (valor promedio de las dos centrales exteriores) cuando se comparan solamente los costos directos de las obras de generación excluyéndose los costos de los rubros y servicios comunes a todas ellas. Esta diferencia tiende a aumentar si se considera que los imprevistos son más imponderables para la central subterránea que para las exteriores y que se ha adoptado el mismo porcentaje para ambas en la presente comparación.

De las dos variantes de central exterior, la con dos túneles de baja presión es ligeramente más costosa que la con un túnel de baja presión (cerca de 5%). Entretanto, ofrece mayor flexibilidad y seguridad operacional ya que en caso de averías o de requerirse el mantenimiento e inspección de uno de los túneles, queda disponible la mitad de la capacidad de generación.

De lo expuesto se recomienda elegir la solución de central exterior con dos túneles de baja presión como anteproyecto final de Factibilidad.

## Capítulo 4

### 7. DESCRIPCION DEL ANTEPROYECTO RECOMENDADO

#### 7.1 SECCION TIPICA DE LA PRESA

La sección típica de la presa se presenta en la Lámina N° HS/IA-442-GM-148. Se trata de una presa con núcleo inclinado impermeable y la siguiente zonificación básica:

- . Zona 1: núcleo impermeable inclinado
- . Zona 2: escollera principal de aguas arriba y aguas abajo
- . Zona 3: filtro de grava
- . Zona 4: dren de grava
- . Zona 5: escollera compactada de aguas arriba.

El coronamiento final de la presa, luego de considerar los eventuales asentamientos o deformaciones provocados por actividades sísmicas, fue establecido en la cota 1390 previéndose un borde libre de 1 m para la defensa contra olas y la sobreelevación del espejo de agua por acción del viento. La altura máxima de la presa en el eje es de 144 m, considerando una excavación general de 8 m. El coronamiento tiene 15 m de ancho y, aproximadamente, 1.000 m de largo.

El macizo fue implantado con un tramo de eje curvo, junto a la orilla derecha, para que parte del talud de aguas abajo se apoye en el morro existente junto al borde izquierdo del río y para facilitar la disposición de las obras de generación.



## Capítulo 4

El núcleo inclinado (zona 1) será construido con lahar, que es un material granular areno-limoso, encontrado en un área situada unos 15 km aguas abajo del eje. Este material, compactado, presenta un coeficiente de permeabilidad del orden de  $10^{-5}$  cm/s.

En la sección transversal típica predominan las gravas y arenas (zona 2) encontradas en abundancia tanto aguas arriba como aguas abajo del sitio. El talud de aguas arriba del cuerpo principal de la zona 2 fue establecido en 1(V):1,4(H) para permitir la construcción de este macizo independientemente de la construcción de la cortina de inyecciones y del núcleo.

Entre el núcleo y la zona 2 aguas abajo, se prevé un filtro de grava procesada (zona 3) para impedir la migración del lahar hacia aguas abajo en el caso que se fisure el núcleo.

La zona 4 es un dren de grava procesada cuya función es provocar la disipación rápida de las presiones intersticiales en la zona 2 ocasionadas por eventuales movimientos sísmicos.

El talud de aguas arriba de la presa, desde el coronamiento hasta la berma en la cota 1300, tiene una inclinación de 1(V):2,5(H). Se prevé una zona de escollero compactado (zona 5) para disipar rápidamente las presiones de poros provocados por movimientos sísmicos y proteger la presa de las olas formadas en el embalse.

## Capítulo 4

Se excavarán dos trincheras hasta la superficie inferior de la capa de limo, cerca de la cota 1237, para interceptar eventuales superficies de baja resistencia en dicha capa, aumentando así la resistencia al corte. Las dos bermas sobre las trincheras tienen la función de aumentar las tensiones normales a lo largo de las bases y, consecuentemente, aumentar también la resistencia al corte.

Para evitar subpresiones elevadas y reducir las filtraciones de agua a través de los aluviones de las cimentaciones se prevé una cortina de inyecciones constituida por mezclas de cemento-bentonita-gel de sílica, ejecutada en la parte central de la trinchera de aguas arriba y penetrando en el aluvión y algunos metros en la roca subyacente.

Las eventuales subpresiones que se podrían desarrollar en las cimentaciones del pie aguas abajo de la presa, serán reducidas mediante pozos de alivio perforados a cada 15 m.

El volumen total de la presa, incluyendo todos los materiales previstos en la zonificación es cerca de  $33.000.000 \text{ m}^3$ .

### 7.2 ALIVIADERO DE SERVICIO

El aliviadero es de superficie y consta de un canal de entrada,

## Capítulo 4

vertedero hidrodinámico controlado por cuatro compuertas de segmento, rápida de pendiente constante y deflector terminal.

La implantación general, planta y cortes se presentan en las Láminas Nos. HS/IA-442-HA-154 y 175.

El perfil de la solera está diseñado para una carga máxima de 18,70 m sobre la cresta, ubicada en la cota 1.370,30 m. Esta carga corresponde al N.A. Máx. Máx. 1.389,00 m en el embalse.

La longitud útil de la cresta es de 60 m y está dividida en cuatro vanos de 15 m separados por pilas de 4,20 m de espesor. En los cuatro vanos se prevé la instalación de sendas compuertas de segmento de 15 m de ancho por 15,30 m de alto, las cuales permiten mantener el N.A. Máx, Nor. 1.385 m en el embalse.

Cada compuerta tiene 17,2 m de radio y su eje está 6 m más alto que la cresta del vertedero, suficientemente alejado de la superficie de la lámina vertiente para descarga máxima.

La rápida tiene una longitud de 210 m y pendiente constante igual a 34%. El ancho es de 60 m lo que asegura un caudal específico máximo inferior a  $150 \text{ m}^3/\text{s/m}$ . Termina en un deflector no sumergido cuya cota de fondo es 1.280 m y cuyo radio es igual a 18,60 m.

## Capítulo 4

El ángulo de salida del deflector es  $25^\circ$  con lo que el alcance máximo teórico del chorro es de 150 m para  $Q_{10.000}$  atenuado igual a  $9.000 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Aguas abajo del deflector se proyecta un cuenco que coincide con la disipación a la salida de los túneles de desvío.

### 7.3 DESCARGA AUXILIAR

La descarga auxiliar prevista para garantizar la operación ininterrumpida del futuro aprovechamiento Malo-Codo Sinclair, utiliza en forma permanente uno de los túneles de desvío, con excepción del tramo inicial que será taponado para emplazar una bocatoma permanente situada a un nivel más alto que el máximo nivel que alcanzarán los sedimentos durante la vida útil del embalse.

En la Lámina N° HS/IA-442-HA-168 se presenta la planta, cortes y detalles de estas obras.

La bocatoma tiene su umbral en la cota 1.290 m y consta de dos vanos separados por una pila intermedia. En cada vano existe una reja y una compuerta deslizante para cierre de emergencia.

A continuación de las estructuras de toma se ubica la transición hacia la sección en herradura que, luego de un corto tramo incli-

## Capítulo 4

nado, se une con el túnel de desvío mediante una curva vertical de radio 55 m, igual a 5 veces el diámetro del túnel.

A unos 145 m de la toma se produce una transición hacia una sección rectangular blindada que se divide en dos conductos paralelos en donde irán compuertas deslizantes de control de 2,40 m de ancho y 3,00 m de alto.

El flujo, que hasta la sección de las válvulas es a presión, se transforma en flujo a superficie libre aguas abajo de las mismas.

Las presiones inferiores a la atmosférica y las vibraciones, que bajo ciertas condiciones de operación podrían presentarse, serán eliminadas por la previsión de ductos de ventilación que descargan aire a través del techo del túnel, inmediatamente aguas abajo de las compuertas de servicio.

La capacidad de descarga varía de  $500 \text{ m}^3/\text{s}$  para el N.A. Mín. Nor., 1.348 m, hasta  $610 \text{ m}^3/\text{s}$  para el N.A. Máx. Máx., 1.389 m.

La descarga auxiliar termina en un deflector que descarga libremente, debido a que produce abatimiento del nivel máximo de res-titución en la zona de incidencia del chorro.

El chorro lanzado por el deflector incide en el mismo cuenco que

## Capítulo 4

sirve para disipación de energía de la descarga del aliviadero, en la zona en que la cota del fondo de cuenco es 1.230 m.

### 7.4 TUNELES DE DESVIO

La sección de los túneles de desvío es tipo herradura con diámetro interno igual a 11 m. El revestimiento es de hormigón simple de 0,80 m de espesor.

La bocatoma es abocinada con transición vertical elíptica. El umbral se encuentra en la cota 1.290 y consta de dos vanos separados por una pila intermedia. En cada vano existe una compuerta deslizante de 5,50 m de ancho y 12 m de altura.

Aguas abajo de las compuertas se dispone de amplias entradas de aire. La transición elíptica de entrada muestra una discontinuidad aguas abajo del cierre de emergencia y los ductos de entrada de aire. De esta manera se estimula el cambio de régimen de lleno a superficie libre, que se produce durante el funcionamiento para los caudales efluentes más grandes.

El caudal máximo por túnel es igual a  $1.935,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ; el túnel termina en un tramo de canal de solera curva de 60 m de longitud que conduce la vena de alta velocidad hasta un cuenco disipador a resalto hidráulico cuya solera está en la cota 1.230 m. La longi-

## Capítulo 4

tud del cuenco es 115 m.

Las Láminas Nos. HS/IA-442-HA-154 y 175 presentan, respectivamente, la implantación y cortes típicos de estas obras.

### 7.5 OBRAS DE GENERACION

Las Láminas Nos. HS/IA-442-HA-154, 155, 156, 157, 168, 175 y 177 presentan la implantación, detalles y cortes de las obras de generación.

#### . Bocatomas

Se proyectan dos bocatomas de 6,50 m de ancho y 16,00 m de alto cada una, conectadas a los túneles de baja presión, semi-empotradas en la ladera y provistas de rejillas en la entrada.

Las dimensiones de sección en correspondencia con las rejillas se fijaron de manera que, con el máximo caudal de diseño, la velocidad de aproximación sea del orden de 1,25 m/s.

En cada bocatoma, a continuación de las rejillas, se han previsto compuertas deslizantes, dos en cada toma, separadas por una pila central, cada una ha sido dimensionada para que la velocidad de flujo, con el máximo caudal, sea del orden de 3 m/s. Cada compuerta tiene 4,50 m de ancho y 9,70 m de alto.

## Capítulo 4

### . Túneles de Baja Presión

La longitud promedio de los túneles es, aproximadamente, 535 m desde la bocatoma hasta la chimenea de equilibrio con una pendiente de 4,8% establecida en función del nivel de agua mínimo en la chimenea de equilibrio. El revestimiento es de hormigón simple de 0,40 m de espesor.

De acuerdo a los cálculos de optimización el diámetro adoptado para los túneles de baja presión es de 9,50 m.

### . Chimenea de Equilibrio

Para cada túnel de baja presión se diseñó una chimenea de equilibrio del tipo orificio restringido. De acuerdo a los resultados de cálculo, éste es el tipo más apropiado para la absorción de las ondas elásticas del golpe de ariete.

El diámetro de cada una será de 25 m con una sección de  $491 \text{ m}^2$ . Habiéndose calculado la sección de estabilidad de Thoma como igual a  $306,8 \text{ m}^2$ , la sección elegida representa un 160% de la de Thoma, con lo cual se puede anticipar un funcionamiento correcto en lo que se refiere a atenuación de oscilaciones y golpe de ariete.

La sección bruta del orificio se calculó igual a  $28,5 \text{ m}^2$ , correspondiente a un diámetro de 6 m.



## Capítulo 4

La cota de agua correspondiente a la máxima oscilación ascendente (1.391 m) se calculó asumiendo una maniobra de rechazo total de carga de los grupos con el reservorio en su nivel máximo normal. En cambio, la cota correspondiente a la máxima oscilación descendente (1.341,60 m) se calculó para una maniobra de demanda total de carga de los grupos con el reservorio en su nivel mínimo normal.

### . Túneles de Alta Presión

Aguas abajo de la chimenea de equilibrio cada túnel de baja presión se bifurca en dos túneles de alta presión, blindados. Los cuatro túneles de alta presión alimentan independientemente a cada uno de los cuatro grupos de generación.

La longitud promedio de estos túneles desde la bifurcación hasta la válvula mariposa es de 200 m.

Los túneles tienen una inclinación de  $42^\circ$  con la horizontal, valor comunmente aceptado para facilidad constructiva y retiro del material excavado.

El diámetro óptimo interior de estos túneles es de 5,50 m. El blindaje en chapa de acero comienza algo aguas arriba de las bifurcaciones con un espesor de 15 mm y alcanza, inmediatamente

## Capítulo 4

aguas arriba de la central, 18 mm. El revestimiento de hormigón es sin armadura con un espesor de 0,50 m.

### . Válvulas Mariposa

Al final de cada túnel de alta presión y dentro de la casa de máquina se instalará una válvula mariposa de igual diámetro que el túnel, es decir 5,50 m. Las válvulas funcionan en base a un contrapeso con un período de cierre que tiene en cuenta el golpe de ariete y los requerimientos de rapidez de cierre.

### . Turbinas

Son 4 unidades tipo Francis de 142,8 MW cada una de eje vertical con una velocidad sincrónica de 138,46 rpm, compatibles con generadores de 52 polos para una frecuencia de 60 Hz. El diámetro del plano de descarga del rodete, D3, es de 4,24 m correspondiente a un caudal y caída neta de diseño de  $123,44 \text{ m}^3/\text{s}$  y 107,38 m, respectivamente.

De acuerdo a los cálculos de cavitación, el eje de la cámara espiral se implantará en la cota 1.258,50 m.

## Capítulo 4

### . Restitución al Río

El caudal turbinado será restituido al río a través de un canal excavado en el aluvial, a fin de que la restitución se produzca aguas abajo de la zona de impacto de la vena de alta velocidad de salida del deflector del aliviadero. Tiene una sección trapezoidal en la que la velocidad de flujo, para el máximo caudal turbinado, será del orden de 0,50 m/s.

### . Casa de Máquinas

Será exterior de tipo convencional, con un piso principal en la cota 1.269,80 en donde se ubica el área de montaje y los bancos de transformadores. En la cota 1.265,90 está el piso de generadores con las galerías de equipamiento eléctrico.

## 7.6 EQUIPO ELECTRICO

La casa de máquinas a cielo abierto alojará los siguientes equipos eléctricos:

- . 4 generadores de 155,66 MVA, 138,46 rpm, 60 Hz,  $\cos \phi = 0,9$  a 13,8 KV.
- . 4 bancos de transformadores elevadores de 160 MVA cada uno,  $13,8 - \frac{230}{\sqrt{3}}$  KV, formados por 3 transformadores monofásicos de 50,3 MVA.

## Capítulo 4

- . 4 conjuntos de barraje blindado para la conexión en bloque de los generadores a los transformadores elevadores.
  - . 4 conjuntos de cubículos de protección contra impulsos de sobretensión, con pararrayos, capacitadores y transformadores de potencial.
  - . 4 cubículos de neutro, para la formación del neutro de los generadores, conteniendo dispositivos de alta impedancia para la puesta a tierra del neutro de los generadores.
  - . Un sistema de suministro en corriente alterna de los servicios auxiliares, con dos fuentes alternativas compuestas de transformadores autorregulados, de 3.000 KVA cada uno, 13,8-13,8 KV que alimentarán los centros de carga de 13,8-0,480 KV para las unidades generadoras, los servicios generales de la central, la subestación y las obras hidráulicas.
- Se tendrá además un generador diesel de emergencia, de 1.000 KVA.
- . Un sistema de suministro de los servicios auxiliares en corriente continua, con dos fuentes principales o conjuntos rectificador-batería, cada uno como reserva del otro, en 125 c.c. para control y protección.
  - . 4 cuadros locales de control y protección de los grupos generador-transformador.

## Capítulo 4

La Lámina N° HS/IA-442-EA-012 presenta la disposición de los equipos eléctricos en la central.

El edificio de comando, localizado en proximidad de la subestación, deberá contar con los siguientes equipos:

- . Un cuadro de supervisión centralizada, preferiblemente en mosaico, de 16 m de ancho y 8 m de radio aproximadamente, incluyendo el pupitre de comando, para control y comando de las unidades generadoras, de la subestación y de la parte hidráulica del aprovechamiento, localizado en la sala de comando centralizado. Un esquema de la disposición general de la sala de comando se presenta en la Lámina N° HS/IA-442-EA-013.
- . Un sistema de corriente continua 48 V c.c., con dos fuentes principales o conjuntos rectificador-batería, que cubrirá las áreas de la casa de máquinas, subestación y vertedero, para telecomando, señalización y alarmas.
- . 4 cuadros de relés de protección, transductores y relés auxiliares para líneas, que podrán instalarse en la sala de comando centralizado o en una sala de relés contigua.
- . Uno ó dos cuadros de protección de barras.
- . Previsión para los equipos registradores de eventos (data logger),

## Capítulo 4

de transmisión de datos para control, supervisión y control de carga-frecuencia.

El sistema de transmisión se compondrá de una subestación de maniobra a 230 KV en Salado, de una subestación de maniobra a 230 KV en Quito y de las líneas de transmisión Salado-Quito.

La subestación de Salado está localizada en un terraplenado sobre la margen izquierda del río, aguas abajo de la presa, a una distancia media entre 400 y 600 m de los transformadores elevadores (instalados en una plataforma de la casa de máquinas a cielo abierto).

Es del tipo convencional, a la intemperie, y utilizará el esquema de doble barra con un interruptor y con desvío (by-pass) de interruptor en el caso de interrupciones de la línea. Se compondrá de cuatro campos de maniobra (bays) de grupo, cuatro campos de línea y de un campo de acoplamiento de barras.

Las Láminas Nos. HS/IA-442-EA-009 y 011 indican, respectivamente, la disposición de los equipos en la subestación y algunos cortes típicos. La Lámina Nº HS/IA-442-EA-007 presenta el diagrama unifilar de la central y subestación.

La subestación en Quito, de acuerdo con INECEL, será independiente

## Capítulo 4

de la de Santa Rosa prevista en esta ciudad para el Sistema Nacional Interconectado al nivel de tensión de 230 KV y estará localizada en la zona de Calderón. La ubicación definitiva será sin embargo objeto de posteriores investigaciones. Esta subestación tendrá características similares a las de Salado, tanto en su configuración eléctrica como en el tipo de equipamiento en el nivel de 240 KV.

Para fines de esta etapa de estudios y para la estimación de costos del Proyecto Salado, propiamente dicho, se ha considerado la subestación de Quito como consistente solamente de un patio de maniobra de 230 KV, necesario para recibir los cuatro circuitos de transmisión de Salado, incluyéndose el campo de acoplamiento de barras. En la fase de estudios definitivos se deberán obtener las decisiones necesarias sobre la ligazón de Salado con el Sistema Nacional y con el Sistema de Quito, y la ejecución del correspondiente diseño.

Las Láminas Nos. HS/IA-442-EA-010 y 011 indican, respectivamente, la disposición general de los equipos y algunos cortes típicos. La Lámina N° HS/IA-442-EA-008 presenta el diagrama unifilar de la subestación.

La transmisión Salado-Quito se efectuará en 230 KV mediante dos líneas de doble circuito cada una, con estructuras y configuración

## Capítulo 4

de línea según las normalizadas por INECEL para la zona 2 (más de 1.000 m) con disposición vertical de los dos circuitos y con dos cables de guarda por línea.

Dadas las condiciones topográficas existentes en la zona del Proyecto y hasta el paso de la cordillera, se considera que el trazado de la línea seguirá aproximadamente la carretera existente. Las líneas partirán de la cota de 1.300 m aproximadamente, en Salado, alcanzarán la cota de 4.100 m en el cruce de la cordillera y descenderán luego hasta unos 2.500 m.

La Lámina N° HS/IA-442-EA-014 presenta el trazado tentativo preliminar de la línea de transmisión entre Salado y Quito.



## CAPITULO 5

### METODOS Y ETAPAS DE CONSTRUCCION

#### 1. CONSIDERACIONES GENERALES

Los métodos y etapas de construcción a continuación descrito, se han basado en la utilización de equipos constructivos de eficiencia comprobada en obras ejecutadas en condiciones y características similares.

Las Láminas Nos. HS/IA-442-HA-169 a 171 presentan, esquemáticamente, las etapas previstas para la puesta en marcha de la central.

El cronograma de construcción ha sido elaborado de forma a que se tengan las holguras suficientes que puedan absorber eventuales imprevistos en la realización de los trabajos.

#### 2. CONDICIONES CLIMATICAS

En toda el área de la cuenca, así como en las cercanías del sitio

## Capítulo 5

de obras, se pueden distinguir dos períodos de regímenes diferentes de lluvia. El uno, lluvioso, se extiende de Marzo a Agosto mientras que el período seco se extiende de Septiembre a Febrero. Ante esta realidad es menester adoptar métodos constructivos y escoger los correspondientes equipos que permitan grandes producciones y rendimientos.

En base a experiencias de obras ejecutadas en condiciones climáticas similares se estableció, para cada tipo de servicio, el porcentaje de meses al año durante los cuales no habrá interrupción de los respectivos trabajos. Estos porcentajes, para las actividades afectadas por las lluvias, son los siguientes:

<u>Tipo Servicio</u>	<u>% de Meses Trabajables</u>	<u>Nº de Meses Trabajables</u>
- Construcción Prèsa		
. Macizo de Gravas	75	9
. Núcleo Impermeable	40	5
- Hormigonado	85	10
- Excavación en Roca	85	10

En base a estos resultados, se pudo elaborar el cronograma de construcción y definir los métodos constructivos que garantizarán la realización del aprovechamiento en 4,5 años conforme se describe más adelante.

## Capítulo 5

### 3. TRABAJOS PREPARATIVOS DE INFRAESTRUCTURA Y LOGISTICA

Para que se pueda cumplir con el cronograma de ejecución de las obras permanentes del aprovechamiento, se deberán preparar y realizar los servicios mínimos necesarios de infraestructura y apoyo logístico, que permitirán al contratista principal la iniciación inmediata de sus actividades. Los trabajos correspondientes podrán efectuarse, conforme lo indicado en el Cuadro N° 5.3.1, durante la preparación de los documentos de licitación, precalificación de contratistas, licitación, calificación, adjudicación y firma del contrato y obtención de financiamiento.

Los principales servicios de infraestructura y apoyo logístico que deberán estar en operación, a la llegada del contratista principal, son los siguientes:

- . Campamento piloto
- . Oficinas de INECEL, Fiscalización y Contratista
- . Laboratorio de suelos y hormigón
- . Restaurantes
- . Bodegas provisionales
- . Dragas o drag-lines
- . Puente conectando ambos márgenes del río
- . Refuerzo de los puentes en la carretera Quito-Salado
- . Aceleración construcción campamento principal con toda su infraestructura
- . Suministro de energía eléctrica.
- . Encomienda y fabricación banda transportadora

CUADRO N° 5.3.1

CRONOGRAMA PREVISTO PARA LA ELABORACION DE DOCUMENTACION  
DE LICITACION Y PREPARACION DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

ACTIVIDADES \ PLAZOS Y FECHAS	1978	1979	1980	1981
<u>DISEÑO FINAL</u>				
Entrega Informe Factibilidad	—			
Investigaciones y Trabajos de Campo y Laboratorio	—	—		
Documentos para Licitación Obras Civiles		—		
Documentos para Licitación Equipos		—		
Licitación Obras Civiles y Firma Contrato		—	—	
Licitación Equipos y Firma Contrato		—	—	
<u>OBRAS</u>				
Construcción y Generación 1a. Unidad			4,5 años	
Proyecto Ejecutivo y Supervisión		—	—	—
<u>INFRAESTRUCTURA</u>				
Mejoramiento Carretera Quito-Salado y Refuerzo Puentes		—	—	—
Energía Local		—	—	
Campamento Principal e Instalaciones		—	—	—
Campamento temporal, oficinas, puentes, etc.		—	—	
Encomienda, fabricación e instalación draga y banda transportadora		—	—	
Obtención Financiamiento y Recursos	Obra Civil	Equipos		

## Capítulo 5

La potencia instalada requerida para el funcionamiento de las instalaciones de obra y campamento será de 10.000 KW, aproximadamente, siendo 4.500 KW destinados para los 10 motores de la banda transportadora prevista para llevar las gravas del río hasta el sitio de presa.

Se recomienda localizar el campamento principal en una meseta situada en la margen izquierda, en la cota 1.850 aproximadamente. Una carretera de 7 km de longitud, con gradiente del 8%, conectaría este campamento con la carretera Quito-Lago Agrio. La Lámina N° HS/IA-442-CM-001, presenta un esquema de ubicación del campamento y sus accesos.

Aguas arriba del eje, se deberá realizar la rectificación del cauce principal del curso del río, en un tramo corto, para permitir un mayor frente de construcción de la presa.

### 4. CONSTRUCCION DE LA PRESA

Este es el servicio más voluminoso del aprovechamiento. Los materiales para su ejecución deberán transportarse de áreas de préstamo localizadas a 5 km (gravas) y 15 km (lahar) aguas abajo del sitio. Se ha previsto, para ello, un sistema de bandas transportadoras y equipos auxiliares que han dado excelentes resultados en la construcción de grandes escolleros como es la presa Tarbela en Pakistán.

## Capítulo 5

Las gravas serán retiradas del cauce del río por dragas o draglines potentes.

La gran parte de las gravas deberá conducirse por banda transportadora hasta el sitio de obras sin ningún procesamiento mientras que, para la obtención de cerca de  $1.360.000 \text{ m}^3$  de material de transición inferior a  $1 \frac{1}{2}$ " y  $1.030.000 \text{ m}^3$  de material de dren inferior a  $1/2$ ", será necesario procesar  $7.500.000 \text{ m}^3$ , aproximadamente.

En los cálculos de costo, se ha considerado que las gravas procesadas en el área de préstamo serán transportadas por camiones para que no se interrumpa el transporte de gravas brutas, por banda transportadora, hasta el sitio de presa.

Las excavaciones para la cimentación de la presa deberán efectuarse sin mayores problemas por encima del nivel freático. Una vez retirada la capa de suelo vegetal, el material excavado será utilizado para la construcción de una ataguía temporal aguas arriba.

El dren horizontal de alivio de presiones, localizado en el espaldón de gravas aguas abajo del núcleo y en seco, deberá ejecutarse con gravas de diámetro inferior a  $1/2$ " y antes de la instalación de la banda transportadora.

## Capítulo 5

Las inyecciones de la cortina impermeable podrán iniciarse cuando se tenga un tramo de trinchera, relleno y compactado, de cerca de 100 m de largo. En paralelo con los trabajos de inyecciones, se estarán construyendo el espaldón de gravas y el dren vertical de alivio de presiones.

Las gravas para el espaldón serán llevadas a un acopio en el sitio de presa por las bandas transportadoras de 5 km de extensión y 1,50 m de ancho, divididas en segmentos de 500 m movidos, cada uno, por motores de 600 h.p. El material de acopio será esparcido en la presa por scrapers. Con este sistema se minimizan las paralizaciones por lluvia que sucederían caso se utilizaran camiones para el transporte del gran volumen necesario de gravas.

Una vez terminadas las inyecciones de la cortina impermeable, en un tramo largo, se iniciará la ejecución de núcleo y del escollerado de aguas arriba.

### 5. TUNELES DE DESVIO

Los túneles de desvío serán ejecutados en un plazo holgado y con equipos convencionales de producción normal.

Se prevé su excavación en dos frentes, aguas arriba y aguas abajo, con la utilización de jumbos, cargadoras y camiones.

## Capítulo 5

Una vez terminada la construcción de las obras de desvío, una atagüa de cierre total del río forzará el escurrimiento de los caudales por los túneles y posibilitará la construcción del tramo faltante de la presa.

### 6. ALIVIADERO Y DESCARGA AUXILIAR

El aliviadero será construido en un plazo relativamente holgado. La excavación a cielo abierto no ofrece problemas mayores y el material resultante podrá aplicarse directamente en el escollero de la presa o se llevará a un acopio intermedio antes de su utilización.

El hormigonado del vertedero podrá realizarse por teleférico (cable aéreo) o por grúas móviles. El hormigón será preparado en una central que suministrará los volúmenes necesarios para todas las obras del Proyecto.

Durante el desvío del río, se ejecutarán el túnel inclinado y el pozo vertical de compuertas que servirán para la utilización de uno de los túneles de desvío como descarga auxiliar de fondo. Terminada la construcción de la presa y central, se taponará el tramo del túnel de desvío, aguas arriba de la descarga auxiliar, para la realización del deflector en su extremidad de aguas abajo.



## Capítulo 5

### 7. OBRAS DE GENERACION

Los servicios de obras subterráneas de las estructuras de generación se ejecutarán simultáneamente con el resto de las obras. La excavación de los túneles de baja presión se hará con equipos similares a los descritos para los túneles de desvío.

La excavación de los túneles de alta presión se realizará de aguas abajo desde la excavación a cielo abierto, ya terminada, de la central exterior. El blindaje y respectivo revestimiento de hormigón se harán desde aguas arriba, operación facilitada por la abertura de una ventana lateral que desembocará inmediatamente aguas abajo de la chimenea de equilibrio. Esta ventana permitirá, también, la excavación de los túneles de baja presión hacia aguas arriba.

El montaje y pruebas para puesta en operación de la primera unidad generadora será entre 15 y 19 meses. El funcionamiento de las demás máquinas podrá efectuarse a intervalos de 3 meses.

### 8. SISTEMA DE TRANSMISION

La construcción de las obras civiles y montaje de los equipos eléctricos de las subestaciones de Salado y Quito así como la ejecución de las líneas de transmisión podrá realizarse en cerca de 24 meses.

## Capítulo 5

Para el estudio del trazado de la línea y la elaboración de su anteproyecto, será necesario contar con restituciones aerogramétricas y/o levantamientos topográficos de precisión, además de la caracterización geológica-geotécnica a lo largo de alternativas de ruta.

### 9. ANALISIS PRELIMINAR DEL RIESGO DE INUNDACION DE LAS OBRAS DURANTE LA CONSTRUCCION

El área, aguas abajo del embalse Salado, es despoblada y, aguas abajo de la Cascada San Rafael, el río se encañona de manera que no existen posibilidades de desarrollar actividades económicas que podrán afectarse caso haya un desbordamiento de las ataguías y/o presa durante la construcción del aprovechamiento.

Consecuentemente, los perjuicios resultantes de una eventual inundación del sitio de trabajo se limitarían a pérdidas de equipos y materiales (que puede evitarse mediante un sistema de previsión de crecientes) y, principalmente, a un atraso para comenzar la operación de la central.

Por esta razón, el presente análisis preliminar permite calificar los riesgos involucrados en una eventual inundación de las obras en función del avance de los trabajos y la probabilidad de recurrencia de caudales.

## Capítulo 5

No se hace una evaluación cuantitativa de pérdidas de materiales, equipos y generación por las dificultades que se presentan, en la presente etapa, para el cálculo correcto de dichos rubros.

En los primeros 18 meses de construcción, el desvío del río se hace por el cauce actual que permitirá el escurrimiento de los caudales máximos sin el desbordamiento de la ataguía de aguas arriba.

A partir del 18º mes, el desvío se hace por los dos túneles, ubicados en la margen izquierda, hasta casi el término de la presa y el inicio del llenado del embalse. Este es el período, o parte de él, en el cual habría riesgos de inundación de los sitios de trabajo.

El riesgo de desbordamiento de la presa, está directamente relacionado con la capacidad de descarga de los túneles y la cota en la cual se encuentra la presa.

El Cuadro N° 5.9.1 presenta el resultado de los cálculos efectuados para determinar los niveles de agua (cargas) alcanzados durante el paso de crecientes de diversas probabilidades, por los túneles de desvío, considerando el amortiguamiento de los picos en el embalse.

## Capítulo 5

CUADRO N° 5.9.1

### CAUDALES EFLUENTES DE LOS TUNELES DE DESVIO PARA DIVERSAS CRECIENTES AFLUENTES

CRECIENTES AFLUENTES			PICO EFLUENTE $m^3/s$	N.A. ALCANZADO m
PERIODO DE RECURRENCIA, Años	PROBABILIDAD %	PICO $m^3/s$		
30	3,33	5.075	4.099	1.285,3
50	2,0	5.598	4.408	1.287,9
100	1,0	6.309	4.745	1.291,0
200	0,5	6.930	5.052	1.294,0
500	0,2	7.600	5.397	1.297,6
1.000	0,1	8.360	5.702	1.301,0
10.000	0,01	11.200	6.708	1.315,5

El Cuadro N° 5.9.2 indica, de una manera simplificada y de acuerdo al cronograma de la Lámina N° HS/IA-442-CM-003, el recrescimiento de la cota de la presa en función del tiempo y los correspondientes caudales máximos, obtenidos al final de cada período, a partir de los cuales habría desbordamiento.

## Capítulo 5

CUADRO Nº 5.9.2

CRECIENTES A PARTIR DE LAS CUALES HABRIA DESBORDAMIENTO DE LA  
PRESA DURANTE SU CONSTRUCCION

DESCRIPCION	AÑOS DE CONSTRUCCION				
	1	2	3	4	5
Etapas de Desvío	Por el río		Por los túneles		
Riesgos de Desbordamiento	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
Cota de Presa, m		1.288	1.288	1.297	1.316
Crecientes máximas efluentes que no desbordarían presa $m^3/s$	11.200	5.600	6.550	9.550	11.200

En el Cuadro Nº 5.9.3 se presentan las probabilidades de recurrencia de caudales, por trimestre, del período "crítico" de la segunda etapa de desvío, o sea, entre el 18º mes y el 42º mes de construcción cuando la presa estará en la cota 1.316 donde la crecienta diezmilenaria afluyente podrá escurrir por los túneles, contando con

## Capítulo 5

el amortiguamiento de la presa. Los caudales indicados en este cuadro equivalen al valor promedio de caudal de cada uno de los períodos del Cuadro N° 5.9.2.

### CUADRO N° 5.9.3

PROBABILIDADES DE RECURRENCIA DE CAUDALES DURANTE LA SEGUNDA ETAPA  
DE DESVIO

AÑO (1)	TRIMESTRE (2)	CAUDAL PROMEDIO DE DESVIO $m^3/s$ (3)	1 - P % (4)
2	Julio - Septiembre	5.600	99,20
2	Octubre - Diciembre	5.600	99,98
3	Enero - Marzo	5.600	99,98
3	Abril - Junio	5.600	99,20
3	Julio - Septiembre	6.075	99,55
3	Octubre - Diciembre	7.025	99,55
4	Enero - Marzo	8.425	99,99
4	Abril - Junio	10.275	99,99

En el Cuadro N° 5.9.3 el término 1 - P de la columna (4) corresponde a la probabilidad de recurrencia de caudales menores o iguales a aquellos indicados en la columna (3).

## Capítulo 5

Admitiendo la recurrencia de crecientes en cada trimestre como eventos independientes, la probabilidad total de no haber desbordamiento de la presa, durante todo el período considerado, es el producto de las probabilidades de cada trimestre igual a 97,86. Consecuentemente el riesgo de desbordamiento de las obras tiene una probabilidad de 2,14%.

En conclusión, la atagüa en la cota 1.288 m permite el escurrimiento de la creciente con período de recurrencia de 50 años por los túneles de desvío sin peligro de desbordamiento. La recurrencia de caudales superiores que podrían afectar la construcción de la presa tiene una probabilidad de 2,14%, valor considerado aceptable en relación a otros proyectos en condiciones similares.

Para disminuir pérdidas materiales, caso haya peligro de desbordamiento durante la realización del aprovechamiento, se podrán tomar las siguientes precauciones:

- Instalar un sistema de previsión de crecientes en la cuenca que suministrará datos de lluvia y lecturas limnimétricas para su adecuado procesamiento e interpretación.
- Elaborar curvas de correlación que permitirán determinar la creciente máxima en función de los datos colectados.
- Implementar un esquema de evacuación de equipos y personas de

## Capítulo 5

las áreas de peligro así como el recrescimiento de la atagüa y la protección de la presa.

### 10. CRONOGRAMA DE CONSTRUCCION

En base a los métodos constructivos discutidos en la sección anterior se ha elaborado un cronograma de construcción CPM (Critical Path Method), presentado en la Lámina N° HS/IA-442-CM-004, que muestra el plazo de ejecución de las varias actividades y la interdependencia entre ellas.

La Lámina N° HS/IA-442-CM-003 reproduce el cronograma de construcción en forma de barras.

El plazo total desde la llegada del contratista al sitio hasta la puesta en marcha de la primera unidad generadora es de 4,5 años.

Se puede asegurar que, teniendo las obras principales de infraestructura y logística ya preparadas y adoptando los métodos constructivos recomendados, la realización del aprovechamiento en los plazos indicados es factible y que no se encontrarán dificultades que no sean similares y comunes a las de obras convencionales como la aquí descrita.



## Capítulo 5

### 11. PRESUPUESTOS Y CRONOGRAMA DE INVERSIONES

El Cuadro N° 5.11.1 presenta el presupuesto detallado del aprovechamiento dividido en moneda local y extranjera que corresponden, respectivamente, a 30% y 70% del costo total, excluidos los intereses intercalares.

Los precios unitarios utilizados para calcular el costo de la presa son los determinados en los análisis de composición de costos unitarios que se incluyen en el Apéndice I del Anexo IV de este Informe.

La Lámina N° HS/IA-442-SR-042 presenta las inversiones anuales y acumuladas sin intereses y las inversiones acumuladas con intereses para tasas de 8%, 10% y 12% a.a. más 1% de gastos de financiamiento.

El costo total, sin intereses, es de US\$ 547,3 x 10<sup>6</sup>. El costo total con intereses intercalarios de 8%, 10% y 12% resulta respectivamente:

	TASA DE INTERES		
	8% + 1%	10% + 1	12% + 1%
Intereses, US\$ x 10 <sup>6</sup> .	105,4	134,3	164,4
Costo Total, US\$ x 10 <sup>6</sup>	652,7	681,6	711,4

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA.						HOJA: 1.16		CUADRO: 5.11.1			
DESCRIPCION:											
APROVECHAMIENTO: SALADO- ANTEPROYECTO FINAL DE FACTIBILIDAD-											
COTA DE CORRIAMIENTO: 1.390,00 m											
POTENCIA INSTALADA: 560 MW											
Nº DE GRUPOS: 4											
CENTRAL EXTERIOR											
2 TUNELES DE BAJA PRESION											
Precios a Junio, 1977											
US\$ 1 = S/. 25,00.											
CUENTA	DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO				SUBTOTALES		COSTO	
				MONEDA	LOCAL	MONEDA	TOTAL	MONEDA	LOCAL	MONEDA	TOTAL
				S/ (SUCRES)	US \$	US \$	US \$	S/ (SUCRES)	US \$	US \$	
10	EXPROPIACIONES Y SERVIDUMBRE										
100	Adquisición de tierra y edificio para:										
1000	Area inundada y mejoras rurales	Ha	1,515	2,665	103,6		106,6	3'537.475		161.499	
1001	Gastos de adquisición de tierras (15% de la cuenta 1000)	Global						605.625		24.225	
	SUBTOTAL							4'643.100		185.724	
	IMPREVISTOS	20%						928.625		37.145	
	SUBTOTAL 100							5'571.725		222.869	
102	Reubicaciones:										
1020	Camino	km	17,1				22.353	5'255.750	172.006	382.236	
1021	Puentes	m	50				2.067	1'033.500	62.010	103.350	
1022	Oleoducto	km	16,8				450.000	56'700.000	5'292.000	7'560.000	
1023	Estaciones de bombeo	u	1				5'000.000	37'500.000	3'500.000	5'000.000	
	SUBTOTAL							100'489.250	9'026.016	13'045.586	
	IMPREVISTOS	20%						20'097.850	1'805.203	2'609.117	
	SUBTOTAL 102							120'587.100	10'831.219	15'654.703	
	TOTAL CUENTA 10							126'158.825	10'831.219	15'677.572	

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA

HOJA 2,16

CUADRO 5.11.1

## DESCRIPCION

APROVECHAMIENTO: SALADO-ANTEPROYECTO FINAL DE FACTIBILIDAD  
 COTA DE ORDENAMIENTO: 1.200, P.M.  
 POTENCIA INSTALADA: 560 MW  
 N° DE GRUPOS: 4  
 CENTRAL EXTERIOR  
 2 TUNELES DE BAJA PRESION

US\$ 1 = 25.00

Precios a Junio, 1977

Cuenta	DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD	COSTO UNITARIO				SUBTOTALES			COSTO TOTAL US\$
				MONEDA LOCAL	MONEDA EXTRANJERA	TOTAL		MONEDA LOCAL	MONEDA EXTRANJERA		
				S/ (SUCRES)	US\$	US\$	US\$	S/ (SUCRES)	US\$		
11	EDIFICIOS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS										
110	Patios, talleres y obras accesorias	MW	560			470		4'606.000	78.960		263.200
111	Casa de máquinas										
1110	Excavación en roca	m <sup>3</sup>	112.800	46,25	1,85	5,55	7,4	5'217.000	626.040		834.720
1111	Limpieza y preparación para la fundación	m <sup>2</sup>	12.600	65,25	2,61	0,29	2,9	822.150	3.654		36.540
1112	Tratamientos especiales para la fundación	u	2.567	1.042,5	41,70	97,30	139	2'676.100	249.769		356.813
1113	Anclajes	u	1.406	1.350	54	126	180	1'898.100	177.156		253.080
1114	Gunitado e= 10 cm	m <sup>2</sup>	8.400	273	10,92	15,08	26	2'293.200	126.672		218.400
1115	Malla de acero	m <sup>2</sup>	8.400	30	1,20	1,80	3	252.000	15.120		25.200
1116	Hormigón masa	m <sup>3</sup>	19.500	975	39	54	93	19'012.500	1.053.000		1'813.500
1117	Hormigón levemente armado	m <sup>3</sup>	8.130	975	39	130	169	7'926.750	1'056.900		1'373.970
1118	Hormigón fuertemente armado	m <sup>3</sup>	4.880	975	39	252	291	4'758.000	1'229.760		1'420.080
1119	Paneles de cierre L=6,6 H=4,3 h=17,9	u	4				88.200	1'764.000	282.240		352.800
11110	Piezas fijas	u	8				9.800	392.000	62.720		78.400
11111	Equipo de maniobra	u	1				76.000	380.000	60.800		76.000
11112	Acabados	Kw	560.000				20,4199	920.000	3'427.200		11'424.000
	SUBTOTAL							247'311.800	8'371.031		18'263.503
112	Cámara de Válvulas										
1120	Válvula mariposa D=5,5	u	4				800.000		3'200.000		3'200.000
1121	Transporte y montaje	u	4				280.000	16'800.000	448.000		1'120.000
	SUBTOTAL							16'800.000	3'648.000		4'320.000

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA							HOJA 3.16		CUADRO 5.11.1	
DESCRIPCION:										
APROVECHAMIENTO:		SALADO-ANTEPROYECTO FINAL DE FACTIBILIDAD								
COTA DE CORONAMIENTOS:		1.390,00 m								
POTENCIA INSTALADA:		560 MW								
N° DE GRUPOS:		4								
CENTRAL EXTERIOR									US\$ 1 = 25.00	
2 TUNELES DE BAJA PRESION		Precios a Junio, 1977								
CUENTA	DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO				SUBTOTALES		COSTO
				MONEDA LOCAL	MONEDA EXTRANJERA	TOTAL	MONEDA LOCAL	MONEDA EXTRANJERA	TOTAL	
				S/(SUQUES)	US\$	US\$	US\$	S/(SUQUES)	US\$	US\$
113	Canal de Restitución									
1130	Excavación en tierra	m <sup>3</sup>	(Ver Cta. 1264)							
1131	Limpieza y preparación para la fundación	m <sup>2</sup>	230	65,25	2,61	0,29	2,9	15.000	67	667
1132	Hormigón levemente armado	m <sup>3</sup>	450	975	39	130	169	438.750	58.500	76.050
	SUBTOTAL							453.750	58.567	76.717
114	Villa para el personal de Operación	MW	560				14.750	185'850.000	826.000	8'260.000
	SUBTOTAL OBRA CIVIL							435'685.550	8'928.798	26'356.220
	IMPREVISTOS OBRA CIVIL	15%						65'352.825	1'339.320	3'953.433
	SUBTOTAL EQUIPOS							19'336.000	4'053.760	4'827.200
	IMPREVISTOS EQUIPOS	10%						1'933.600	405.376	482.720
TOTAL CUENTA 11								522'307.975	14'727.254	35'619.573

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA.

HOJA: 4.16

CUADRO: 5.11.1

## DESCRIPCION:

APROVECHAMIENTO: SALADO - ANTEPROYECTO FINAL DE FACTIBILIDAD  
 COTA DE CORONAMIENTO: 1.390,00 m  
 POTENCIA INSTALADA: 560 MW  
 N° DE GRUPOS: 4  
 CENTRAL EXTERIOR  
 2 TUNELES DE BAJA PRESION

Precios a Junio, 1977

US\$ 1 = S/. 25.00

CUENTA	DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO				SUBTOTALES		COSTO
				MONEDA	LOCAL	MONEDA	TOTAL	MONEDA LOCAL	MONEDA	TOTAL
				S/ (SUCRES)	US \$	US \$	US \$	S/ (SUCRES)	US \$	US \$
12	EMBALSE Y OBRAS DE CONDUCCION									
120	Limpieza del embalse	Ha	1.515	5.700	228,0	25,50	253,5	8'635.500	38.633	384.053
121	Obras de desvío (desvío por túnel)									
1210	Canal y estructuras de entrada									
12100	Excavación en tierra	m <sup>3</sup>	152.800	12,50	0,50	0,75	1,25	1'910.000	114.600	191.000
12101	Excavación en roca	m <sup>3</sup>	50.700	46,25	1,85	5,55	7,4	2'344.875	281.385	375.180
12102	Limpieza y preparación para la fundación	m <sup>2</sup>	6.200	65,25	2,61	0,29	2,9	404.550	1.798	17.980
12103	Hormigón masa	m <sup>3</sup>	1.750	975	39	54	93	1'706.25	94.500	162.750
12104	Hormigón levemente armado	m <sup>3</sup>	1.730	975	39	130	169	1'686.750	224.900	292.370
12105	Hormigón fuertemente armado	m <sup>3</sup>	450	975	39	252	291	438.750	113.400	130.950
12106	Paneles de cierre de hormigón	u	2				12.300	123.000	19.680	24.600
12107	Piezas fijas	u	2				14.000	140.000	22.400	28.000
12108	Equipos de maniobra	u	1				98.000	490.000	78.400	98.000
	SUBTOTAL							9'244.175	951.063	1'320.830
1211	Túnel L = 550m D = 11 m Nº 2									
12110	Excavación en roca	m <sup>3</sup>	149.400	412,50	16,50	49,50	66	61'627.500	7'395.300	9'860.400
12111	Limpieza y preparación para la fundación	m <sup>2</sup>	46.000	65,25	2,61	0,29	2,9	3'001.500	13.340	133.400
12112	Tratamientos especiales para la fundación	u	5.400	1.042,5	41,70	97,30	139	5'629.500	525.420	750.600
12113	Anclajes	u	2.500	1.350	54	126	180	3'375.000	315.000	450.000
12114	Gunitado: e = 5 cm	m <sup>2</sup>	46.000	136,50	5,46	7,54	13	6'279.000	346.840	598.000
12115	Malla de acero	m <sup>2</sup>	46.000	30	1,20	1,80	3	1'380.000	82.800	138.000

- 154 -

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA.

HOJA: 5.16

CUADRO: 5.11.1

## DESCRIPCION:

APROVECHAMIENTO: SALADO - ANTEPROYECTO FINAL DE FACTIBILIDAD  
 COTA DE CORONAMIENTO: 1.390,00 m  
 POTENCIA INSTALADA: 560 MW  
 N° DE GRUPOS: 4  
 CENTRAL EXTERIOR  
 2 TUNELES-DE BAJA PRESION

Precios a Junio, 1977

US\$ 1 = S/. 25,00

CUENTA	DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO				SUBTOTALES			COSTO TOTAL
				MONEDA LOCAL	MONEDA EXTRANJ	TOTAL		MONEDA LOCAL	MONEDA EXTRANJERA		
				S/ (SUCRES)	US \$	US \$	US \$	S/ (SUCRES)	US \$	US \$	
12116	Hormigón masa	m <sup>3</sup>	6.900	975	39	54	93	6'727.500	372.600		641.700
12117	Hormigón levemente armado	m <sup>3</sup>	25.700	975	39	130	169	25'057.500	3'341.000		4'343.300
	SUBTOTAL							113'077.500	12'392.300		16'915.400
1212	Canal y estructuras de Sald										
12120	Excavación en tierra	m <sup>3</sup>	3'564.000	12,50	0,50	0,75	1,25	44'550.000	2'673.000		4'455.000
12121	Excavación en roca	m <sup>3</sup>	2'492.000	46,25	1,85	5,55	7,4	115'255.000	13'830.600		18'440.800
12122	Limpieza y preparación para la fundación	m <sup>2</sup>	15.300	65,25	2,61	0,29	2,9	998.325	4.437		44.370
12123	Anclajes	u	4.560	1.350	54	126	180	6'156.000	574.560		820.800
12124	Hormigón masa	m <sup>3</sup>	4.300	975	39	54	93	4'192.500	232.200		399.900
12125	Hormigón levemente armado	m <sup>3</sup>	8.800	975	39	130	169	8'580.000	1'144.000		1'487.200
12126	Hormigón fuertemente armado	m <sup>3</sup>	1.000	975	39	252	291	975.000	252.000		291.000
12127	Paneles de cierre: L = 17m H = 12m h = 6 m	u	1				243.000	1'215.000	194.400		243.000
12128	Piezas fijas	u	2				27.000	270.000	43.200		54.000
12129	Equipos de man'obra	u	1				120.000	600.000	96.000		120.000
	SUBTOTAL							182'791.825	19'044.397		26'356.070
1213	Taponamiento de los Túneles										
12130	Limpieza y preparación para la fundación	m <sup>2</sup>	2.500	65,25	2,61	0,29	2,9	163.125	725		7.250
12131	Hormigón masa	m <sup>3</sup>	7.050	975	39	54	93	6'873.750	380.700		655.650
	SUBTOTAL							7'036.875	381.425		662.900
1214	Ataques de desvío aguas arriba:										
12140	Ataguía auxiliar para construcción										
121400	Grava compactada	m <sup>3</sup>	392.700	16,25	0,65	1,20	1,85	6'391.375	471.240		7'662.615

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA

HOJA 6.16

CUADRO 5.11.1

## DESCRIPCION:

APROVECHAMIENTO: SALADO - ANTEPROYECTO FINAL DE FACTIBILIDAD

COTA DE CORONAMIENTO: 1.390,00 m

POTENCIA INSTALADA: 560 MW

Nº DE GRUPOS: 4

CENTRAL EXTERIOR

2 TUNELES DE BAJA PRESION

Precios a Junio, 1977

US\$ 1 = S/. 25.00

CUENTA	DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO				SUBTOTALES		COSTO TOTAL
				MONEDA LOCAL	MONEDA EXTRANJ	TOTAL		MONEDA LOCAL	MONEDA EXTRANJERA	
				S/ (SUCRES)	US \$	US \$	US \$	S/ (SUCRES)	US \$	
121401	Lahar compactado	m <sup>3</sup>	53.600	49,50	1,98	3,69	5,67	2'653.200	197.784	303.912
121402	Desague, mantenimiento y bombeo	Global						515.200	82.433	103.041
121403	Demoliciones	m <sup>3</sup>	150.000	25	1,00	1,50	2,50	3'750.000	225.000	375.000
	SUBTOTAL							13'299.775	976.457	1'508.448
12141	Atagüa principal									
121410	Grava compactada	m <sup>3</sup>	36.300	16,25	0,65	1,20	1,85	589.875	43.560	67.155
121411	Grava lanzada	m <sup>3</sup>	18.200	16,25	0,65	1,20	1,85	295.750	21.840	33.670
121412	Lahar lanzado	m <sup>3</sup>	86.900	49,50	1,98	3,69	5,67	4'301.550	320.661	492.723
121413	Lahar compactado	m <sup>3</sup>	53.900	49,50	1,98	3,69	5,67	2'668.050	198.891	305.613
121414	Escollero lanzado	m <sup>3</sup>	349.800	11,25	0,45	0,83	1,28	3'935.250	290.334	447.744
121415	Desague, mantenimiento y bombeo	Global						673.450	107.753	134.691
	SUBTOTAL							12'463.925	983.039	1'481.596
1215	Atagüa de desvío aguas abajo									
12150	Grava compactada	m <sup>3</sup>	12.200	16,25	0,65	1,20	1,85	198.250	14.640	22.570
121501	Grava lanzada	m <sup>3</sup>	22.700	16,25	0,65	1,20	1,85	368.875	27.240	41.995
121502	Lahar compactado	m <sup>3</sup>	4.600	49,50	1,98	3,69	5,67	227.700	16.974	26.022
121503	Lahar lanzado	m <sup>3</sup>	8.100	49,50	1,98	3,69	5,67	400.950	29.889	45.927
121504	Desague, mantenimiento y bombeo	Global						68.275	10.926	13.657
121505	Demoliciones	m <sup>3</sup>	47.600	25,00	1,00	1,50	2,5	1'190.000	71.400	119.000
	SUBTOTAL							2'454.050	171.069	269.231
122	Presa de Escollera									
1220	Excavación en tierra									
12200	Sobre el nivel de agua	m <sup>3</sup>	3'118.000	12,50	0,50	0,75	1,25	38'975.000	2'338.500	3'297.500

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA

HOJA: 7.16

CUADRO 5.11.1

## DESCRIPCION:

APROVECHAMIENTO: SALADO - ANTEPROYECTO FINAL DE FACTIBILIDAD

COTA DE CORONAMIENTO: 1.390,00 m

POTENCIA INSTALADA: 560 MW

Nº DE GRUPOS: 4

CENTRAL EXTERIOR

2 TUNELES DE BAJA PRESION

Precios a Junio, 1977

US\$ 1 = S/. 25,00

CUESTA	DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO				SUBTOTALES			COSTO TOTAL
				MONEDA LOCAL		MONEDA EXTRANJERA		MONEDA LOCAL		MONEDA EXTRANJERA	
				S/ (SUQUES)	US \$	US \$	US \$	S/ (SUQUES)	US \$	US \$	
12201	Cut-off de aguas arriba	m <sup>3</sup>	3'000.000	20,50	0,82	1,51	2,33	61'500.000	4'530.000	6'990.000	
1221	Excavación en roca	m <sup>3</sup>	51.000	46,25	1,85	5,55	7,4	2'358.750	283.050	377.400	
1222	Lahar compactado	m <sup>3</sup>	4'142.000	49,50	1,98	3,69	5,67	205'078.500	15'287.670	23'490.810	
1223	Arena y grava del río	m <sup>3</sup>	23'030.000	16,25	0,65	1,20	1,85	374'237.500	27'636.000	42'605.500	
1224	Transición de grava procesada	m <sup>3</sup>	1'353.000	54,25	2,17	4,03	6,20	73'400.250	5'452.590	8'388.600	
1225	Filtro de arena procesada	m <sup>3</sup>	1'023.000	54,25	2,17	4,03	6,20	55'497.750	4'122.690	6'342.600	
1226	Escollera	m <sup>3</sup>	3'240.000	11,25	0,45	0,83	1,28	36'450.000	2'689.200	4'147.200	
1227	Limpieza y preparación para la fundación	m <sup>2</sup>	442.800	49,50	1,98	0,22	2,2	21'918.600	97.416	974.160	
1228	Tratamientos especiales para la fundación	global						294'000.000	30'240.000	42'000.000	
1229	Inyecciones	u	200	6.255	250,2	583,8	834	1'251.000	116.760	166.800	
12210	Acabados	m	1.090	4.240	169,60	254,4	424	4'521.500	277.296	462.160	
12211	Pozo de alivio de presión	m	3.700	2.625	105	145,34	250,34	9'712.500	537.758	926.258	
	SUBTOTAL							1.179'001.450	93'608.930	140'768.980	
1230	Aliviaderos y disipadores										
12300	Canal de acceso de estructuras de control										
123000	Excavación en tierra	m <sup>3</sup>	422.000	12,50	0,50	0,75	1,25	5'275.000	316.500	527.500	
123001	Excavación en roca	m <sup>3</sup>	760.000	46,25	1,85	5,55	7,4	35'150.000	4'218.000	5'624.000	
123002	Limpieza y preparación para la fundación	m <sup>2</sup>	6.300	65,25	2,61	0,29	2,9	411.075	1.827	18.270	
123003	Tratamientos especiales para la fundación	u	30	6.255	250,2	583,8	834	187.650	17.514	25.020	
123004	Anclajes	u	950	1.350	54	126	180	1'282.500	119.700	171.000	
123005	Hormigón masa	m <sup>3</sup>	22.500	975	39	54	93	21'937.500	1'215.000	2'092.500	
123006	Hormigón fuertemente armado	m <sup>3</sup>	18.900	975	39	252	291	18'427.500	4'762.800	5'499.900	

157



PROYECTO HIDROELECTRICO COCA.

HOJA: 8.16

CUADRO: 5.11.1

## DESCRIPCION:

APROVECHAMIENTO: SALADO - ANTEPROYECTO FINAL DE FACTIBILIDAD

COTA DE CORONAMIENTO: 1.390,00 m

POTENCIA INSTALADA: 560 MW

Nº DE GRUPOS: 4

CENTRAL EXTERIOR

2 TUNELES DE BAJA PRESION

Precios a Junio, 1977

US\$ 1 = S/. 25,00

CUENTA	DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO				SUBTOTALES		COSTO TOTAL
				MONEDA LOCAL	MONEDA EXTRANJ.	TOTAL		MONEDA LOCAL	MONEDA EXTRANJERA	
				S/ (SUCRES)	US \$	US \$	US \$	S/ (SUCRES)	US \$	US \$
123007	Paneles de cierre: L = 15m H = 15m h=7,5m	u	1				414.000	2'070.000	331.200	414.000
123008	Piezas fijas	u	4				46.000	920.000	147.200	184.000
123009	Equipos de maniobra	u	1				92.000	460.000	73.600	92.000
1230010	Compuertas, piezas fijas y mecanismos de maniobra	u	4				520.000	10'400.000	1'664.000	2'080.000
1230011	Acabados	m	75				2.046	1'534.500	92.070	153.450
	SUBTOTAL							98'055.725	12'959.411	16'881.640
12301	Canal de rápida con revestimiento y deflector									
123010	Excavación en tierra	m <sup>3</sup>	672.000	12,50	0,50	0,75	1,25	8'400.000	504.000	840.000
123011	Excavación en roca	m <sup>3</sup>	420.000	46,25	1,85	5,55	7,4	19'425.000	2'331.000	3'108.000
123012	Limpieza y preparación para la fundación	m <sup>2</sup>	19.500	65,25	2,61	0,29	2,9	1'272.375	5.655	56.550
123013	Anclajes	u	4.950	1.350	54	126	180	6'682.500	623.700	891.000
123014	Hormigón poroso	m <sup>3</sup>	2.550	975	39	54	93	2'486.250	137.700	237.150
123015	Hormigón masa	m <sup>3</sup>	460	975	39	54	93	448.500	24.840	42.780
123016	Hormigón levemente armado	m <sup>3</sup>	12.800	975	39	130	169	12'480.000	1'664.000	2'163.200
123017	Hormigón fuertemente armado	m <sup>3</sup>	8.400	975	39	252	291	8'190.000	2'116.800	2'444.400
	SUBTOTAL							59'384.625	7'407.695	9'783.080
1231	Descarga auxiliar de fondo									
12310	Canal de acceso y estructu- ras de control									
123100	Excavación en tierra	m <sup>3</sup>	50.200	12,50	0,50	0,75	1,25	627.500	37.650	62.750
123101	Excavación en roca	m <sup>3</sup>	43.700	46,25	1,85	5,55	7,4	2'021.125	242.535	323.380
123102	Limpieza y preparación para la fundación	m <sup>2</sup>	3.420	65,25	2,61	0,29	2,9	223.150	992	9.918
123103	Canal de acceso	m <sup>2</sup>	3.420	136,50	5,46	7,54	13	416.825	26.111	44.460

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA.

HOJA: 9.16

CUADRO 5.11.1.

## DESCRIPCION:

APROVECHAMIENTO: SALADO - ANTEPROYECTO FINAL DE FACTIBILIDAD  
 COTA DE CERRAMIENTO: 1.390,00 m  
 POTENCIA INSTALADA: 560 MW  
 Nº DE GRUPOS: 4  
 CENTRAL EXTERIOR  
 2 TUNELES DE BAJA PRESION

Precios a Junio, 1977

US\$ 1 = S/. 25,00

CUENTA	DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO				SUBTOTALES		COSTO TOTAL
				MONEDA LOCAL		MONEDA EXTRANJ	TOTAL	MONEDA LOCAL	MONEDA EXTRANJERA	
				S/ (SUCRES)	US \$	US \$	US \$	S/ (SUCRES)	US \$	
123104	Malla de acero	m <sup>2</sup>	3.420	30	1,20	1,80	3	102.600	6.156	10.260
123105	Anclajes	u	1.370	1.350	54	126	180	1'849.500	172.620	246.600
123106	Hormigón levemente armado	m <sup>3</sup>	220	975	39	130	169	224.250	29.900	38.870
123107	Hormigón fuertemente armado	m <sup>3</sup>	250	975	39	252	291	243.750	63.000	72.750
123108	Rejas: L=7m H=16m	u	2				121.500	1'215.000	194.400	243.000
123109	Compuertas, piezas fijas y mecanismos de maniobra	u	2				970.000	9'700.000	1'552.000	1'940.000
1231010	Acabados	m	20				2.846	569.200	34.152	56.920
	SUBTOTAL							17'242.900	2'359.192	3'048.908
12311	Túnel: L=35m D=11m									
123110	Excavación en roca	m <sup>3</sup>	4.750	506,25	20,25	60,75	81	2'404.675	288.563	384.750
123111	Limpieza y preparación para la fundación	m <sup>2</sup>	1.460	65,25	2,61	0,29	2,9	95.275	423	4.234
123112	Tratamientos especiales para la fundación	u	160	1.042,5	41,70	97,30	139	166.600	15.568	22.240
123113	Anclajes	u	80	1.350	54	126	180	108.000	10.080	14.400
123114	Gunitado: e=5cm	m <sup>2</sup>	1.460	136,50	5,46	7,54	13	199.300	11.008	18.980
123115	Malla de acero	m <sup>2</sup>	1.460	30	1,20	1,80	3	43.800	2.628	4.380
123116	Hormigón masa	m <sup>3</sup>	220	975	39	54	93	214.500	11.880	20.460
123117	Hormigón levemente armado	m <sup>3</sup>	820	975	39	130	169	779.500	106.600	138.560
123118	Hormigón fuertemente armado	m <sup>3</sup>	5.940	975	39	252	291	5'791.500	1'496.880	1'728.540
	SUBTOTAL							9'823.350	1'943.630	2'326.564
12312	Pozo de servicio L=106m D=6m e=0,35m									
123120	Excavación en roca	m <sup>3</sup>	3.850	812,50	32,5	97,5	130	3'128.125	375.375	500.500
123121	Limpieza y preparación para la fundación	m <sup>2</sup>	2.200	65,25	2,61	0,29	2,4	150.075	667	6.670

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA.							HOJA: 10.16		CUADRO: 5.11.1		
DESCRIPCION :											
APROVECHAMIENTO: SALADO - ANTEPROYECTO FINAL DE FACTIBILIDAD											
COTA DE CORONAMIENTO: 1.390,00 m											
POTENCIA INSTALADA: 560 MW											
Nº DE GRUPOS: 4											
CENTRAL EXTERIOR											
2 TUNELES DE BAJA PRESIÓN											
Precios a Junio, 1977											
US\$ 1 = S/. 25,00											
CUENTA	DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO				SUBTOTALES		COSTO TOTAL	
				MONEDA	LOCAL	MONEDA	TOTAL	MONEDA	LOCAL		MONEDA
				S/ (SUCRES)	US \$	US \$	US \$	S/ (SUCRES)	US \$		US \$
123122	Tratamientos especiales para la fundación	u	260	1.042,5	41,70	97,30	139	271.050	25.298	36.140	
123123	Anclajes	u	260	1.350	54	126	180	351.000	32.760	46.800	
123124	Gunitado: e=5cm	m2	2.300	273	10,92	15,08	26	627.900	34.684	59.800	
123125	Malla de acero	m2	2.300	30	1,20	1,80	3	69.000	4.140	6.900	
123126	Hormigón levemente armado	m3	4.970	975	39	130	169	4'845.750	646.100	839.930	
123127	Hormigón fuertemente armado	m3	1.170	975	39	252	291	1'140.750	294.840	340.470	
123128	Compuertas, piezas fijas y mecanismos de maniobra L=2,4m H=3m h=125m	u	4				167.000	3'340.000	534.400	668.000	
123129	Blindaje: e=18mm	t	140				4.300	3'762.500	451.500	602.000	
	SUBTOTAL							17'686.150	2'399.764	3'107.210	
124	Obras de toma										
1240	Canal de aducción y bocatoma										
12400	Excavación en tierra	m3	54.000	12,50	0,50	0,75	1,25	675.000	40.500	67.500	
12401	Excavación en roca	m3	173.000	46,25	1,85	5,55	7,4	8'001.250	960.150	1'280.200	
12402	Limpieza y preparación para la fundación	m2	12.200	65,25	2,61	0,29	2,9	796.050	3.538	35.380	
12403	Anclajes	u	1.088	1.350	54	126	180	1'468.800	137.088	195.840	
12404	Gunitado e=10cm	m2	6.800	273	10,92	15,08	26	1'856.400	102.544	176.800	
12405	Malla de acero	m2	6.800	30	1,20	1,80	2	204.000	12.240	20.400	
12406	Hormigón masa	m3	3.500	975	39	54	93	3'412.500	189.000	325.500	
12407	Hormigón levemente armado	m3	5.600	975	39	130	169	5'460.000	728.000	946.400	
12408	Hormigón fuertemente armado	m3	5.000	975	39	252	291	4'875.000	1'260.000	1'455.000	
12409	Rejas: L=6,50 H=16	u	4				94.000	1'850.000	300.800	376.000	

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA.

HOJA 11.16

CUADRO: 5.11.1

## DESCRIPCION:

APROVECHAMIENTO: SALADO - ANTEPROYECTO FINAL DE FACTIBILIDAD

COTA DE CORONAMIENTO: 1.399,00 m

POTENCIA INSTALADA: 560 MW

Nº DE GRUPOS: 4

CENTRAL EXTERIOR

2 TUNELES DE BAJA PRESION

Precios a Junio, 1977

US\$ 1 = 25,30

CUENTA	DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO				SUBTOTALES			COSTO
				MONEDA	LOCAL	MONEDA	TOTAL	MONEDA	LOCAL	MONEDA	TOTAL
				S/ (SUCRES)	US \$	US \$	US \$	S/ (SUCRES)	US \$	US \$	US \$
12410	Compuertas, piezas fijas y equipo de maniobra L= 4,50 H= 9,50 h= 53	u	4				406.000	8'120.000		1'299.200	1'624.000
12411	Acabados	m	48				2.846	1'366.075		81.965	136.608
	SUBTOTAL							38'115.075		5'115.025	6'639.628
125	Obras de conducción										
1250	Túnel de baja presión L= 565 D= 9,50 N° =2										
12500	Excavación en roca	m <sup>3</sup>	111.000	468,75	18,75	56,25	75	52'031.250		6'243.750	8'325.000
12501	Limpieza y preparación para la fundación	m <sup>2</sup>	42.400	65,25	2,61	0,29	2,9	2'766.600		12.296	122.960
12502	Tratamientos especiales para la fundación	u	4.484	1.042,50	41,70	97,30	139	4'674.575		436.293	623.276
12503	Anclajes	u	2.242	1.350	54	126	180	3'026.700		282.492	403.560
12504	Gunitado e=5cm	m <sup>2</sup>	42.400	136,50	5,46	7,54	13	5'787.600		319.696	551.200
12505	mallla de acero	m <sup>2</sup>	42.400	30	1,20	1,80	3	1'272.000		76.320	127.200
12506	Hormigón masa	m <sup>3</sup>	5.000	975	39	54	93	4'875.000		270.000	465.000
12507	Hormigón levemente armado	m <sup>2</sup>	13.900	975	39	130	169	13'552.500		1'807.000	2'349.100
	SUBTOTAL							87'986.225		9'447.847	12'967.296
1251	Chimenea de equilibrio L= 56 D= 25 N° =2										
12510	Excavación en tierra	m <sup>3</sup>	11.600	12,50	0,50	0,75	1,25	145.000		8.700	14.500
12511	Excavación en roca	m <sup>3</sup>	59.400	281,25	11,25	33,75	45	16'706.250		2'004.750	2'673.000
12512	Limpieza y preparación para la fundación	m <sup>2</sup>	10.600	65,25	2,61	0,29	2,9	691.650		3.074	30.740
12513	Tratamientos especiales para la fundación	u	1.180	1.042,50	41,70	97,30	139	1'230.150		114.814	164.020
12514	Anclajes	u	1.180	1.350	54	126	180	1'593.000		148.680	212.400
12515	Gunitado e=10cm	m <sup>2</sup>	10.600	273	10,92	15,08	26	2'893.800		159.848	275.600
12516	Malla de acero	m <sup>2</sup>	10.600	30	1,20	1,80	3	318.000		19.080	31.800

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA.

HOJA 12.16

CUADRO 5.11.1

## DESCRIPCION:

APROVECHAMIENTO: SALADO - ANTEPROYECTO FINAL DE FACTIBILIDAD

COTA DE CORRIENTE: 1.390,00 m

POTENCIA INSTALADA: 500 MW

Nº DE GRUPOS: 4

CENTRAL EXTERIOR

2 TUNELES DE BAJA PRESION

Precios a Junio, 1977

US\$ 1 = 17.35.30

CUENTA	DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO				SUBTOTALES		COSTO TOTAL
				MONEDA LOCAL	MONEDA EXTRANJERA	TOTAL		MONEDA LOCAL	MONEDA EXTRANJERA	
				S/ (SUQUES)	US \$	US \$	US \$	S/ (SUQUES)	US \$	
12517	Hormigón fuertemente armado	m <sup>2</sup>	12.000	975	39	252	291	11'700.000	3'024.000	3'492.000
	SUBTOTAL							35'277.850	5'482.946	6'894.060
1252	Túnel o tubería de alta presión L= 86 D=5,50 Nº 4									
12520	Excavación en roca	m <sup>3</sup>	13.000	837,50	33,50	100,50	134	10'887.500	1'306.500	1'742.000
12521	Limpieza y preparación para la fundación	m <sup>2</sup>	7.400	65,25	2,61	0,29	2,9	482.850	2.146	21.460
12522	Tratamientos especiales para la fundación	u	792	1.042,50	41,70	97,30	139	825.650	77.062	110.088
12523	Anclajes	u	792	1.350	54	126	180	1'069.200	99.792	142.560
12524	Gunitado e=5cm	m <sup>2</sup>	7.400	136,50	5,46	7,54	13	1'010.100	55.796	96.200
12525	Malla de acero	m <sup>2</sup>	7.400	30	1,20	1,80	3	222.000	13.320	22.200
12526	Hormigón masa	m <sup>3</sup>	3.900	975	39	54	93	3'802.500	210.600	362.700
12527	Blindaje e= 15mm	t	776				4.300	20'855.000	2'502.600	3'336.800
	SUBTOTAL							39'154.800	4'267.816	5'834.008
1253	Túnel auxiliar para la construcción L= 120 D= 7x7									
12531	Excavación en roca	m <sup>3</sup>	5.500	575	23	69	92	3'162.500	379.500	506.000
12532	Limpieza y preparación para la fundación	m <sup>2</sup>	3.000	65,25	2,61	0,29	2,9	195.750	870	8.700
12533	Anclajes	u	147	1.350	54	126	180	198.450	18.522	26.460
12534	Gunitado e= 5cm	m <sup>2</sup>	2.200	136,5	5,46	7,54	13	300.300	16.588	28.600
12535	Hormigón masa	m <sup>3</sup>	1.100	975	39	54	93	1'072.500	59.400	102.300
	SUBTOTAL							4'929.500	474.880	672.060

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA.

HOJA 13.16

CUADRO 5.11.1

## DESCRIPCION:

APROVECHAMIENTO: SALADO - ANTEPROYECTO FINAL DE FACTIBILIDAD

COTA DE COMANDAMIENTO: 1.390.00 m

POTENCIA INSTALADA: 560 MW

Nº DE GRUPOS: 4

CENTRAL EXTERIOR

2 TUNELES DE BAJA PRESION

Precios a Junio, 1977

US\$ 1 = S/ 25.00

CUENTA	DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO				SUBTOTALES			COSTO TOTAL
				MONEDA LOCAL		MONEDA EXTRANJERA		MONEDA LOCAL		MONEDA EXTRANJERA	
				S/ (SUCRES)	US \$	US \$	US \$	S/ (SUCRES)	US \$	US \$	
126	Rectificación del río y movimientos de tierra										
1260	Aguas arriba para mejorar el emplazamiento de la atagufa auxiliar	m <sup>3</sup>	360.000	12,50	0,50	0,75	1,25	4'500.000		270.000	450.000
1261	En la zona de la subestación	m <sup>3</sup>	306.000	12,50	0,50	0,75	1,25	3'825.000		229.500	382.500
1262	En la descarga del cuenco de disipación del aliviadero	m <sup>3</sup>	320.000	12,50	0,50	0,75	1,25	4'000.000		240.000	400.000
1263	Movimiento de tierras en la zona de la planta de construcción	m <sup>3</sup>	1'680.000	12,50	0,50	0,75	1,25	21'000.000		1'260.000	2'100.000
1264	Excavación del canal de restitución	m <sup>3</sup>	872.000	12,50	0,50	0,75	1,25	10'900.000		654.000	1'090.000
	SUBTOTAL							44'225.000		2'653.500	4'422.500
	SUBTOTAL OBRA CIVIL							1.914'325.775		173'554.039	250'127.070
	IMPREVISTOS OBRA CIVIL	15%						272'448.875		24'521.106	35'419.061
	SUBTOTAL EQUIPOS							65'560.500		9'504.980	12'127.400
	IMPREVISTOS EQUIPOS	10%						6'556.050		950.498	1'212.740
	TOTAL CUENTA 12							2.258'891.200		208'530.623	298'886.271

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA.

HOJA 14.16

CUADRO 5.11.1

## DESCRIPCION:

APROVECHAMIENTO: SALADO - ANTEPROYECTO FINAL DE FACTIBILIDAD

COTA DE CORONAMIENTO: 1.390. P.M.

POTENCIA INSTALADA: 560 MW

N- DE GRUPOS: 4

CENTRAL EXTERIOR

2 TUNELES DE BAJA PRESION

Precios a Junio, 1977

US\$ 1 = 25.00

CUENTA	DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO				SUBTOTALES			COSTO
				MONEDA	LOCAL	MONEDA	TOTAL	MONEDA	LOCAL	MONEDA	TOTAL
				S/(SUCRES)	US \$	US \$	US \$	S/(SUCRES)	US \$	US \$	
13	TURBINAS Y GENERADORES										
130	Turbinas Francis										
1300	Turbinas: Pot. 142,9 MW; RPM: 138,5	u	4				2'800.000			11'200.000	11'200.000
1301	Transporte y montaje	u	4				868.000	52'080.000		1'388.800	3'472.000
131	Generadores										
1310	Generadores: Pot. 150,6 MVA RPM: 138,5	u	4				3'150.000			12'600.000	12'600.000
1311	Transporte y montaje	u	4				976.500	58'590.000		1'562.400	3'906.000
	SUBTOTAL 13							110'670.000		26'751.200	31'178.000
	IMPREVISTOS	10%						10'067.000		2'675.120	3'117.800
	TOTAL CUENTA 13							121'737.000		29'426.320	34'295.800
14	EQUIPO ELECTRICO ACCESORIO										
140	Equipo accesorio	KVA	622.400				7,45			4'636.880	4'636.880
141	Transporte y montaje	KVA	622.400				7,8	72'820.800		1'941.888	4'854.720
	SUBTOTAL 14							72'820.800		6'578.768	9'491.600
	IMPREVISTOS	10%						7'282.075		657.877	949.160
	TOTAL CUENTA 14							80'102.875		7'236.645	10'440.760
15	OTROS EQUIPOS DE LA CENTRAL										
150	Puente rodante	u	2				1'250.000	12'500.000		2'000.000	2'500.000
151	Equipos varios	Kw	560.000				3,9	10'920.000		1'747.200	2'184.000
	SUBTOTAL 15							23'420.000		3'747.200	4'684.000
	IMPREVISTOS	10%						2'342.000		374.720	468.400
	TOTAL CUENTA 15							25'762.000		4'121.920	5'152.400

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA							HOJA 15.16		CUADRO 5.11.1		
DESCRIPCION											
APROVECHAMIENTO: SALADO - ANTEPROYECTO FINAL DE FACTIBILIDAD											
COTA DE ELEVAMIENTO: 1.399,11 m											
POTENCIA INSTALADA: 60 MW											
N. DE GRUPOS: 4											
CENTRAL EXTERIOR											
2 TUNELES DE BAJA PRESSION											
Precios a Junio, 1977											
US\$ 1 = 25.00											
CUENTA	DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO				SUBTOTALES			COSTO TOTAL
				MONEDA	LOCAL	MONEDA	TOTAL	MONEDA	LOCAL	MONEDA	
				S/ (SUQUES)	US \$	US \$	US \$	S/ (SUQUES)	US \$	EXTRANJERA	
16	ACCESOS										
160	Camino nuevos	km	3				22.353	922.050	30.177	67.059	
161	Puentes	m	200				2.067	4'134.000	248.040	413.400	
	SUBTOTAL 16							5'056.050	278.217	480.459	
	IMPREVISTOS	15%						758.400	41.733	72.069	
TOTAL CUENTA 16								5'814.450	319.950	552.523	
17	SUBESTACION Y LINEA DE TRANSMISION										
170	Excavación en tierra	m³	50.000	12,50	0,50	0,75	1,25	625.000	37.500	62.500	
171	Hormigón masa	m³	12.000	975	39	54	93	11'700.000	648.000	1'116.000	
172	Hormigón levemente armado	m³	4.000	975	39	130	169	3'900.000	520.000	676.000	
173	Transformadores elevación	Global						7'500.000	7'000.000	7'300.000	
174	Subestación Salado	Global						10'125.000	4'005.000	4'410.000	
175	Subestación Quito	Global						5'625.000	2'225.000	2'450.000	
176	Líneas de transmisión	Global						227'050.000	12'038.000	21'120.000	
	SUBTOTAL OBRA CIVIL							16'225.000	1'205.500	1'854.500	
	IMPREVISTOS OBRA CIVIL	15%						2'433.750	180.825	278.175	
	SUBTOTAL EQUIPOS							250'300.000	25'268.000	35'280.000	
	IMPREVISTOS EQUIPOS	10%						25'030.000	2'526.800	3'528.000	
TOTAL CUENTA 17								293'988.750	29'181.125	40'940.675	
TOTAL CUENTAS 11 A 17								3.308'604.250	293'543.837	425'838.007	
TOTAL CUENTAS 10 A 17								3.434'763.075	304'375.056	441'765.579	



PROYECTO HIDROELECTRICO COCA

HOJA 16.16

CUADRO 5.11.1

## DESCRIPCION:

APROVECHAMIENTO: SALAMA - ANTEPROYECTO FINAL DE FACTIBILIDAD

COTA DE CORONAMIENTO: 1.300.00

POTENCIA INSTALADA: 260 MW

Nº DE GRUPOS: 4

CENTRAL EXTERIOR

2 TUNELES DE BAJA PRESION

Precios a Junio, 1977

US\$ 1 = 25.00

CUENTA	DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO				SUBTOTALES		COSTO TOTAL
				MONEDA LOCAL	MONEDA EXTRANJ	TOTAL		MONEDA LOCAL	MONEDA EXTRANJERA	
				S/(SUCRES)	US \$	US \$	US \$	S/(SUCRES)	US \$	
18	GASTOS INDIRECTOS Y GASTOS DE ADMINISTRACION									
180	Instalaciones y campamentos									
1800	Construcción (Cuentas 11 a 17)	5,5%						181'944.675	16'146.053	23'423.840
1801	Operación y Mantenimiento (Cuentas 11 a 17)	3,75%						124'053.200	11'008.672	15'970.800
181	Ingeniería y Administración General									
1810	Ingeniería (Cuentas 10 a 17)	4,8%						164'866.925	14'610.071	21'204.748
1811	Administración General (Cuentas 10 a 17)	8%						274'778.200	24'350.118	35'341.240
	SUBTOTAL 18							745'643.000	66'114.914	95'940.634
	IMPREVISTOS	10%						74'564.300	6'611.491	9'594.063
	TOTAL CUENTA 18							820'207.300	72'726.405	105'534.697
	TOTAL CUENTAS 10 A 18							4.254'970.375	377'101.461	547'300.276
19	INTERESES DURANTE LA CONSTRUCCION									
190	Tasa = 8% + 1%; t1= 4,5 años t2= 0,75 años									
1900	Costo de los intereses									79'470.599
1901	Costo total de la obra									626'770.875
191	Tasa = 10% + 1%; t1= 4,5 años t2= 0,75 años									
1910	Costo de los intereses									99'073.228
1911	Costo total de la obra									646'373.504
192	Tasa = 12% + 1%; t1= 4,5 años t2= 0,75 años									
1920	Costo de los intereses									119'461.131
1921	Costo total de la obra									605'761.407

## Capítulo 5

Las pequeñas diferencias existentes entre estos costos totales y los del Cuadro N° 4.6.1 se deben a una ligera reducción en el costo de la presa, determinado en base al análisis de precios unitarios, y a una disminución de los intereses que fueron calculados de acuerdo a las inversiones anuales y no conforme al Manual de Costos.

### 12. CARACTERISTICAS ECONOMICAS DEL APROVECHAMIENTO

#### 12.1 ANALISIS DE LA VALIDEZ DE LOS RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS DE OPTIMIZACION ECONOMICA DE LA FASE DE PREFACTIBILIDAD

En la elaboración del anteproyecto a nivel de Factibilidad, no hubo cambios de las características físicas fundamentales que alterasen los parámetros utilizados en el modelo matemático que fue empleado para la optimización y evaluación del proyecto en la fase de Prefactibilidad. Por lo tanto, la función de beneficios energéticos implícita en aquellos estudios continúa siendo válida.

Los costos totales de inversión, con intereses durante la construcción de 8% a.a. empleados en uno y otro estudios se muestran en el Cuadro N° 5.12.1. En valor medio, los costos obtenidos en el estudio de Factibilidad son 7,1% superiores a los considerados

CUADRO N° 5.12.1

COMPARACION DE COSTOS DEL APROVECHAMIENTO UTILIZADOS EN EL  
MODELO DE OPTIMIZACION Y OBTENIDOS EN FACTIBILIDAD

POTENCIA INSTALADA (MW)	COSTOS TOTALES (10 <sup>6</sup> US\$) (3)		DIFERENCIA (%)
	MODELO DE OPTIMIZACION (1)	FACTIBILIDAD (2)	
182	428,8	466,49	8,8
280	471,1	539,21	14,5
420	531,5	595,95	12,1
560	591,8	652,68	10,0
700	652,2	696,41	6,8
840	712,6	749,43	5,2
1.000	781,6	802,45	2,7

Diferencia media ponderada (%): 7,1

- (1) Nivel monetario de Junio de 1976
- (2) Nivel monetario de Junio de 1977
- (3) Incluyendo intereses durante la construcción de 8% a.a.

## Capítulo 5

en la fase de Prefactibilidad. Considerando que estos últimos fueron referidos a nivel monetario de Junio de 1976, en tanto que los costos del anteproyecto a nivel de Factibilidad se refieren a nivel monetario de Junio de 1977, puede deducirse que el aumento corresponde prácticamente al escalamiento de precios.

Existe sin embargo, como puede ser visualizado en la Lámina N° HS/IA-442-ES-006, una pequeña distorsión relativa debido a la hipótesis de linealidad que debió ser incorporada al Modelo de Optimización.

En base a lo anterior se estimó conveniente recalcular el beneficio neto en función de la potencia instalada, para analizar la influencia de dicha distorsión.

En el Cuadro N° 5.12.2 se presentan las características de producción del proyecto en función de la potencia instalada del mismo.

Con dichas producciones y los costos incluidos en el Cuadro N° 5.12.1 fue calculado el beneficio anual neto y la relación beneficio/costo para cada nivel de instalación.

Los resultados se presentan en el Cuadro N° 5.12.3 y en la Lámina N° HS/IA-442-ES-007 para las tasas de actualización de 8%, 10% y 12%.

CUADRO Nº 5.12.2

## CARACTERISTICAS DE PRODUCCION DEL PROYECTO

POTENCIAS EN MW			ENERGIA ANUAL EN GWh			FACTORES DE UTILIZACION	
POTENCIA INSTALADA	POTENCIA FIRME (1)	POTENCIA CONTINUA (2)	ENERGIA PRIMARIA (3)	ENERGIA MEDIA	ENERGIA SECUNDARIA	FACTOR DE PLANTA (4)	FACTOR DE INSTALACION (5)
182	128	128	1.595	1.595	-	100,0	70,3
280	197	182	2.051	2.253	202	91,8	65,0
420	295	182	2.332	2.718	386	73,8	43,3
560	393	182	2.367	2.832	465	57,7	32,5
700	492	182	2.367	2.849	482	46,4	26,0
840	590	182	2.367	2.858	491	38,8	21,7
1.000	702	182	2.367	2.867	500	32,7	18,2

(1) Potencia de punta garantizada por condiciones de disponibilidad de equipamiento y salto.

(2) Energía disponible el 100% del tiempo.

(3) Energía anual disponible con una seguridad hidrológica de 90%.

(4) Relación entre la potencia media y la potencia instalada.

(5) Relación entre la potencia continua y la potencia instalada.

CUADRO Nº 5.12.3

## CALCULO DE LOS INDICES ECONOMICOS DEL PROYECTO

TASA DE ACTUALIZ. (%)	POTENCIA INSTALADA (MW)	COSTO TOTAL (10 <sup>6</sup> US\$)	COSTO ANUALES (10 <sup>3</sup> US\$)				BENEFICIOS ANUALES (10 <sup>3</sup> US\$)				BENEFICIO ANUAL NETO (10 <sup>3</sup> US\$)	RELACION BENEFICIO/ COSTO
			COSTO DE CAPITAL	REPOSI- CIONES	GASTOS DE OPERACION	COSTOS ANUALES	POTENCIA FIRME	ENERGIA PRIMARIA	ENERGIA SECUNDARIA	BENEFIC. ANUALES		
8		(1)		(2)	(3)							
	182	466,49	38.132	1.218	3.265	42.615	5.082	55.666	-	60.748	18.133	1,426
	280	539,21	44.077	1.408	3.774	49.259	7.821	71.580	2.141	79.401	30.142	1,612
	420	595,95	48.715	1.557	4.172	54.444	11.712	81.387	4.092	97.191	42.747	1,735
	560	652,68	53.352	1.705	4.569	59.626	15.602	82.608	4.929	103.139	43.513	1,730
	700	696,41	56.927	1.819	4.875	63.621	19.532	82.608	5.109	107.249	43.628	1,686
	840	749,43	61.261	1.958	5.246	68.455	23.423	82.608	5.205	111.236	42.771	1,625
	1.000	802,45	65.595	2.096	5.617	73.308	27.869	82.608	5.300	115.777	42.469	1,579
10	182	485,67	49.984	996	3.400	54.380	5.363	58.776	-	64.139	9.759	1,179
	280	561,78	56.661	1.152	3.932	61.745	8.254	75.579	2.262	86.095	24.350	1,394
	420	621,71	62.705	1.275	4.352	68.332	12.361	85.934	4.323	102.618	34.286	1,502
	560	681,63	68.749	1.398	4.771	74.918	16.467	87.224	5.208	108.899	33.981	1,454
	700	728,39	73.465	1.494	5.099	80.053	20.615	87.224	5.398	113.237	33.179	1,414
	840	784,54	79.123	1.609	5.492	86.229	24.721	87.224	5.499	117.444	31.215	1,362
	1.000	840,71	84.793	1.724	5.885	92.402	29.414	87.224	5.600	122.238	29.836	1,323
12	182	505,84	60.912	800	3.541	65.253	5.645	61.886	-	67.531	2.278	1,035
	280	585,39	70.491	926	4.098	75.515	8.688	79.579	2.384	90.651	15.136	1,200
	420	648,54	78.095	1.025	4.540	83.660	13.010	90.482	4.555	108.047	24.387	1,292
	560	711,69	85.699	1.125	4.982	91.806	17.331	91.840	5.487	114.658	22.852	1,249
	700	761,52	91.700	1.204	5.331	98.235	21.697	91.840	5.688	119.225	20.990	1,214
	840	820,85	98.844	1.298	5.746	105.888	26.019	91.840	5.794	123.653	17.765	1,168
	1.000	880,20	105.991	1.392	6.161	113.544	30.958	91.840	5.900	128.698	15.154	1,133

(1) Se incluye 1% sobre la tasa de actualización por concepto de gastos financieros (comisiones, administración, etc.)

(2) Factores de reposición de 0,2612, 0,2051 y 0,1581% para tasas de 8%, 10% y 12%, respectivamente.

(3) 0,7% de la inversión total (1)

## Capítulo 5

Las potencias instaladas óptimas para cada una de las tasas de actualización indicadas son 591, 538 y 510 MW, respectivamente.

Queda comprobado, entonces, que la función de costos empleada en el modelo matemático de optimización en la etapa de Prefactibilidad no fue grandemente modificada por el mayor refinamiento del anteproyecto, que las conclusiones del modelo siguen perfectamente válidas y que, por lo tanto, no es necesario reprocesar el programa de optimización.

### 12.2 RENTABILIDAD ECONOMICA DEL PROYECTO

En base a los valores de beneficio determinados en el Cuadro N° 5.12.3 fue calculada la relación beneficio/costo y la tasa interna de retorno del aprovechamiento.

Para la primera relación fueron obtenidos los valores 1,73, 1,45 y 1,25 para tasas de 8%, 10% y 12% respectivamente, en tanto que para la rentabilidad interna del proyecto se obtuvo la tasa de 15,5%, conforme lo indicado en la Lámina N° HS/IA-442-ES-008.

Ambos valores ratifican las conclusiones de los estudios anteriores y demuestran cuán favorable es el aprovechamiento dentro de los recursos hidroeléctricos disponibles para satisfacer las demandas futuras del Sistema Nacional Interconectado.

PÚBLICO

DOCUMENTO DEL BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

**ECUADOR**

**PROYECTO HIDROELÉCTRICO COCA**

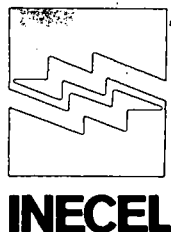
**(EC0004)**

**INFORME GENERAL DE FACTIBILIDAD DEL APROVECHAMIENTO SALADO**

**VOLUMEN II – LÁMINAS**

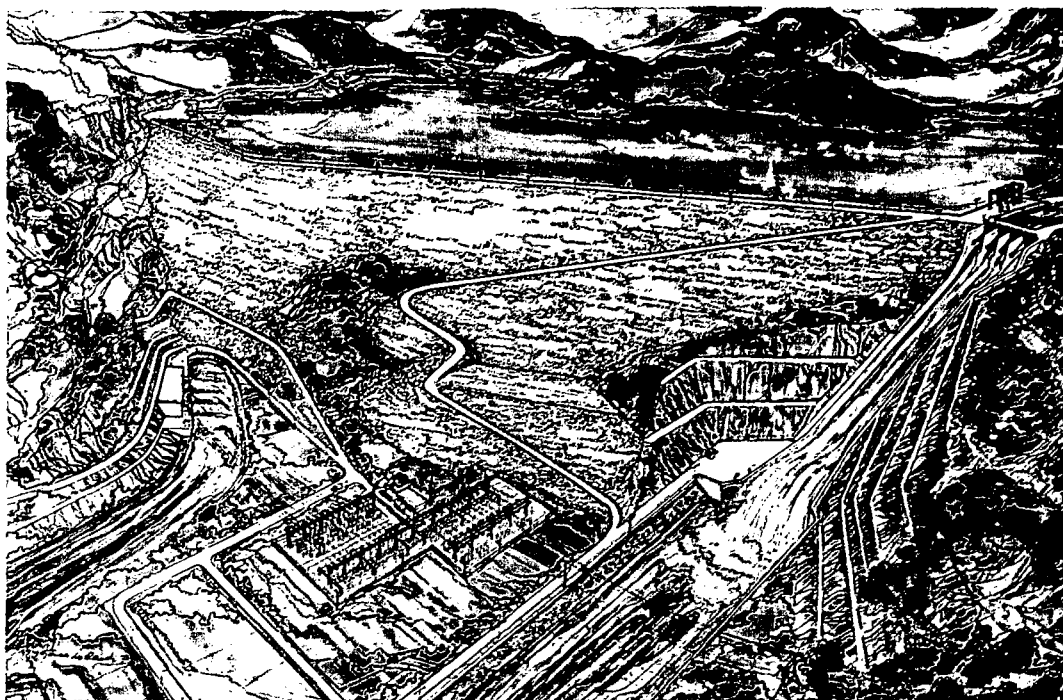
**NOVIEMBRE 1978**





REPUBLICA DEL ECUADOR  
MINISTERIO DE RECURSOS NATURALES Y ENERGETICOS  
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

# PROYECTO HIDROELECTRICO COCA



## INFORME FINAL DE FACTIBILIDAD

INFORME GENERAL

VOLUMEN II - LAMINAS

NOVIEMBRE - 1978

QUITO - ECUADOR

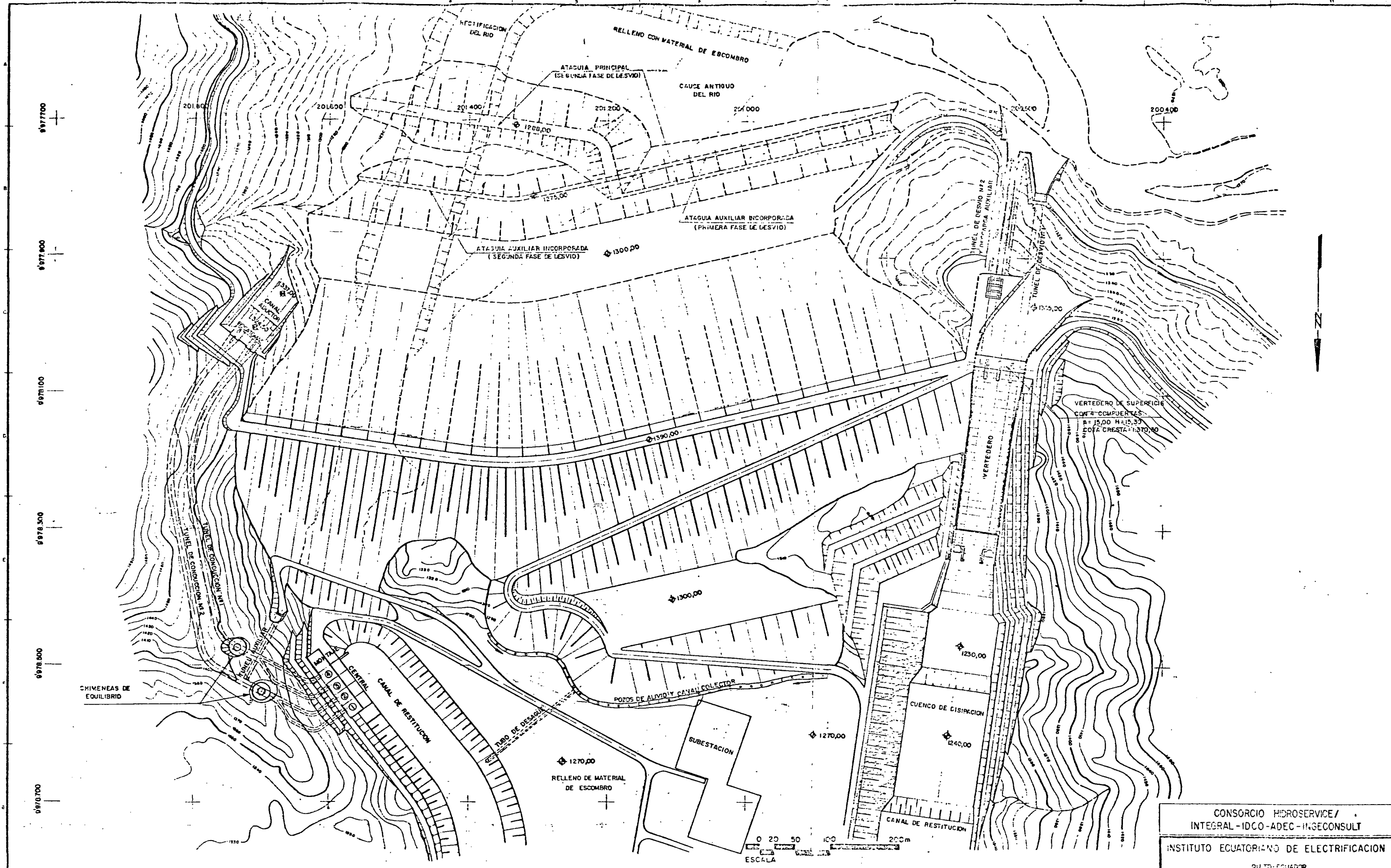
CONSORCIO

HIDROSERVICE ENGENHARIA DE PROJETOS LTDA.- BRASIL  
INTEGRAL . IDCO . ADEC . INGECONSULT . - ECUADOR

## CONSUMO PREVISTO DE CEMENTO ACERO Y ENCOFRADOS PARA INYECCIONES Y HORMIGONES

[illegible]

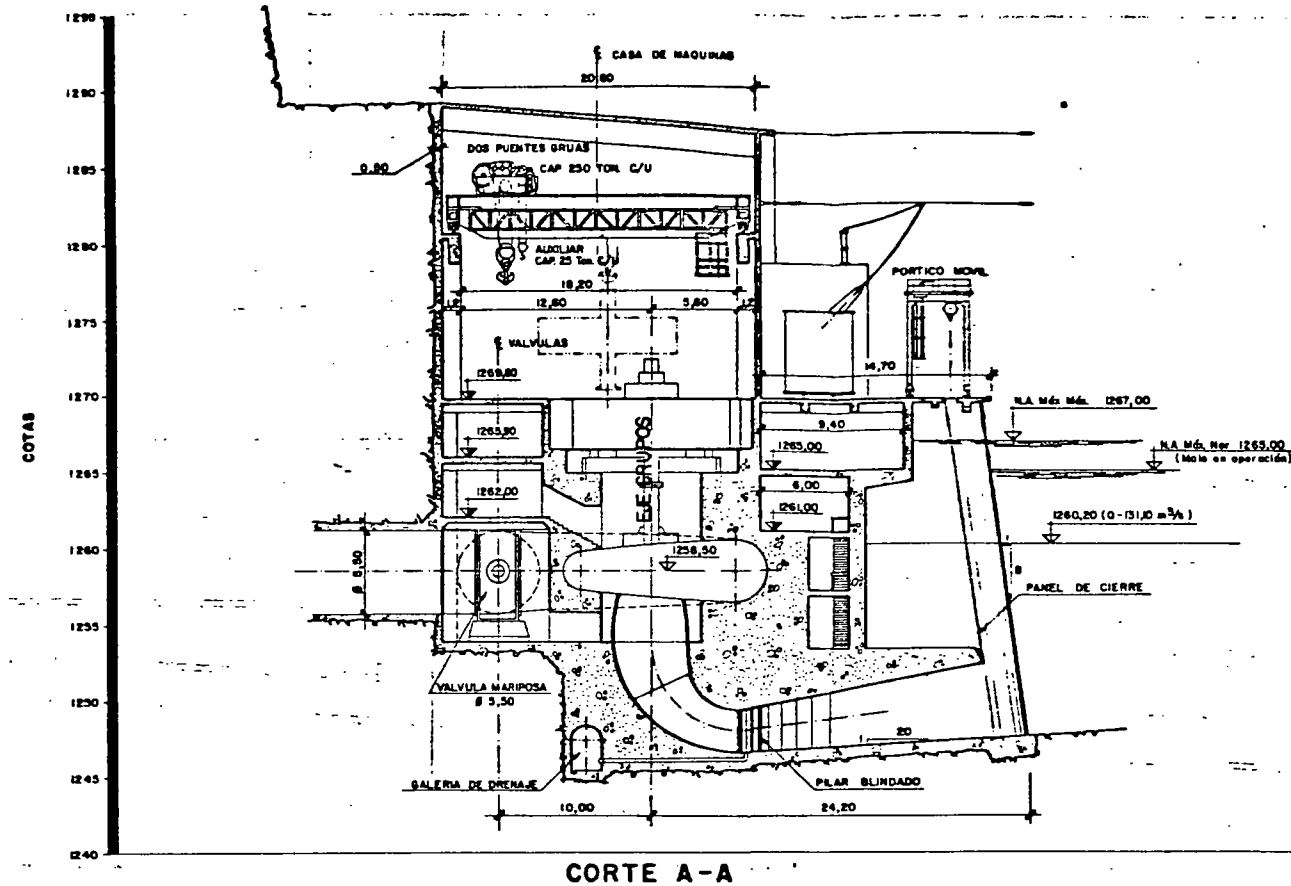




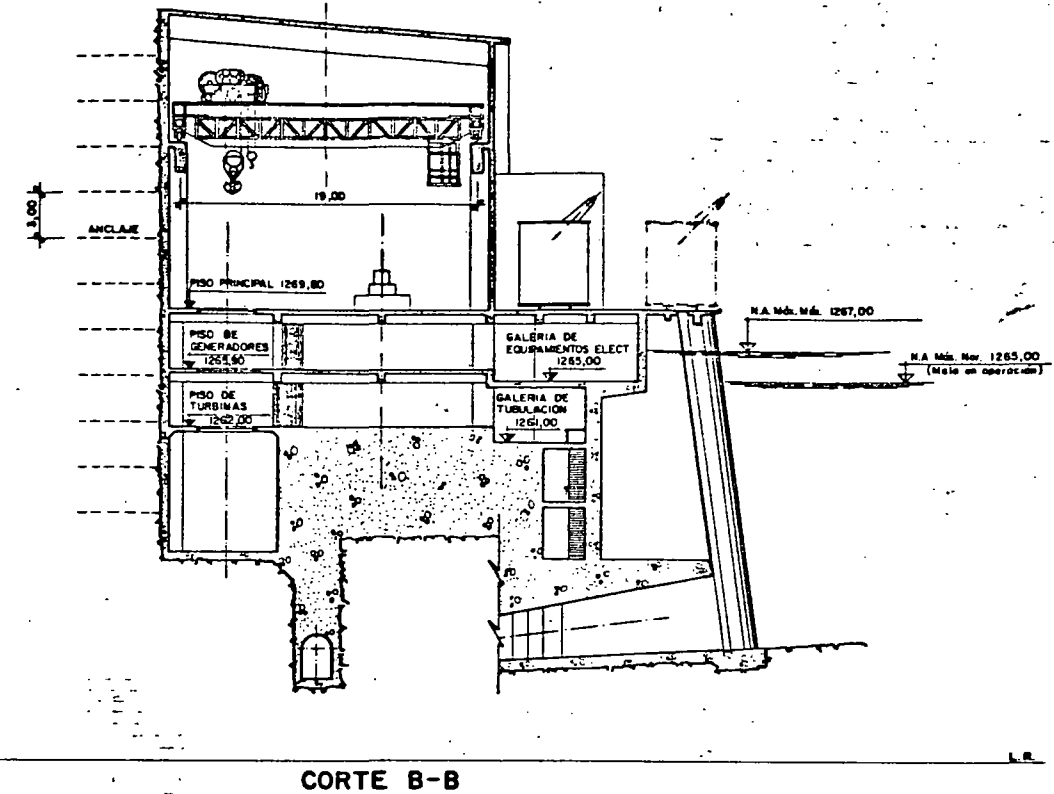
<b>CONSORCIO HIDROSERVICE / INTEGRAL-IDCO-ADEC-INGECONSULT</b> <b>INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION</b> QUITO-ECUADOR		<b>PROYECTO HIDROELECTRICO COCA</b> APROVECHAMIENTO SALADO - FACTIBILIDAD CENTRAL EXTERIOR CON DOS TUNELES DE CONDUCCION IMPLANTACION GENERAL DE LAS OBRAS	
RESPONSABLE POR EL DISEÑO INGENIERO CIVIL: OSCAR A. LUTHER		REVISADO INGENIERO CIVIL: OSCAR A. LUTHER	
APROBADO INGENIERO CIVIL: OSCAR A. LUTHER		APROBADO INGENIERO CIVIL: OSCAR A. LUTHER	
H5/IA-442-HA-154		H5/IA-442-HA-154	



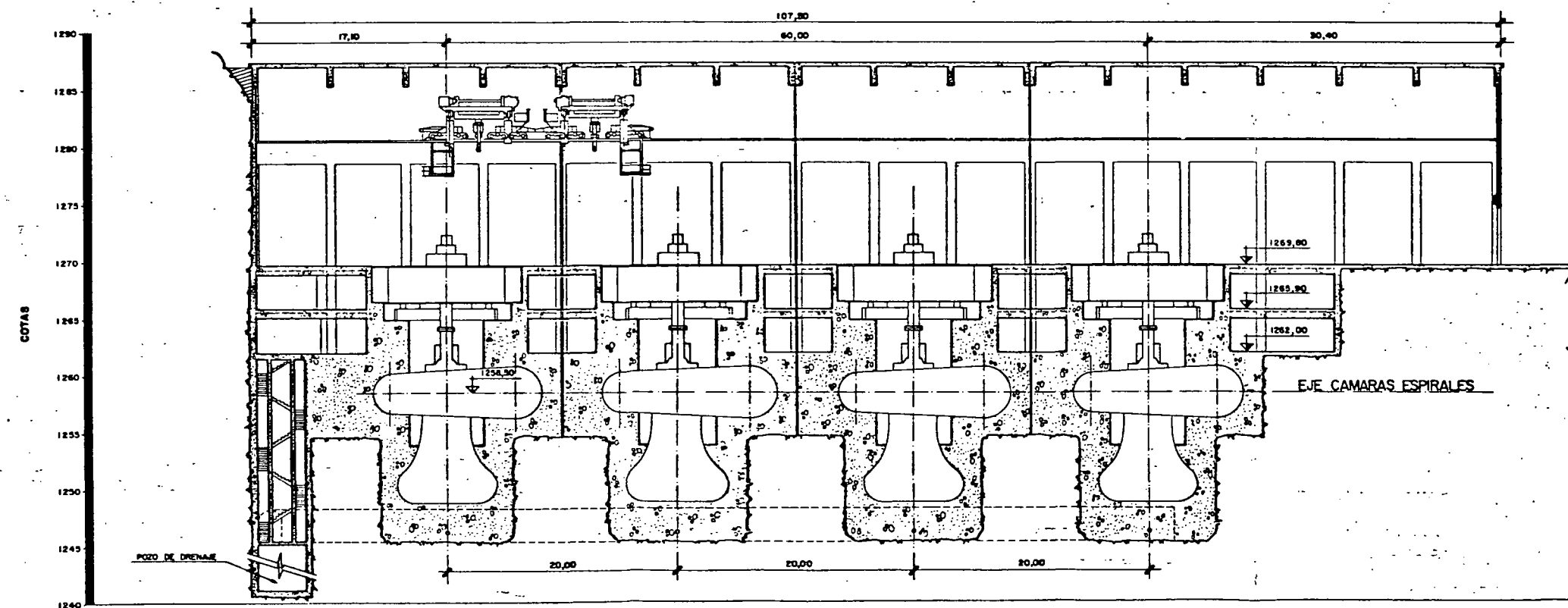




CORTE A-A



CORTE B-B



CORTE C-C

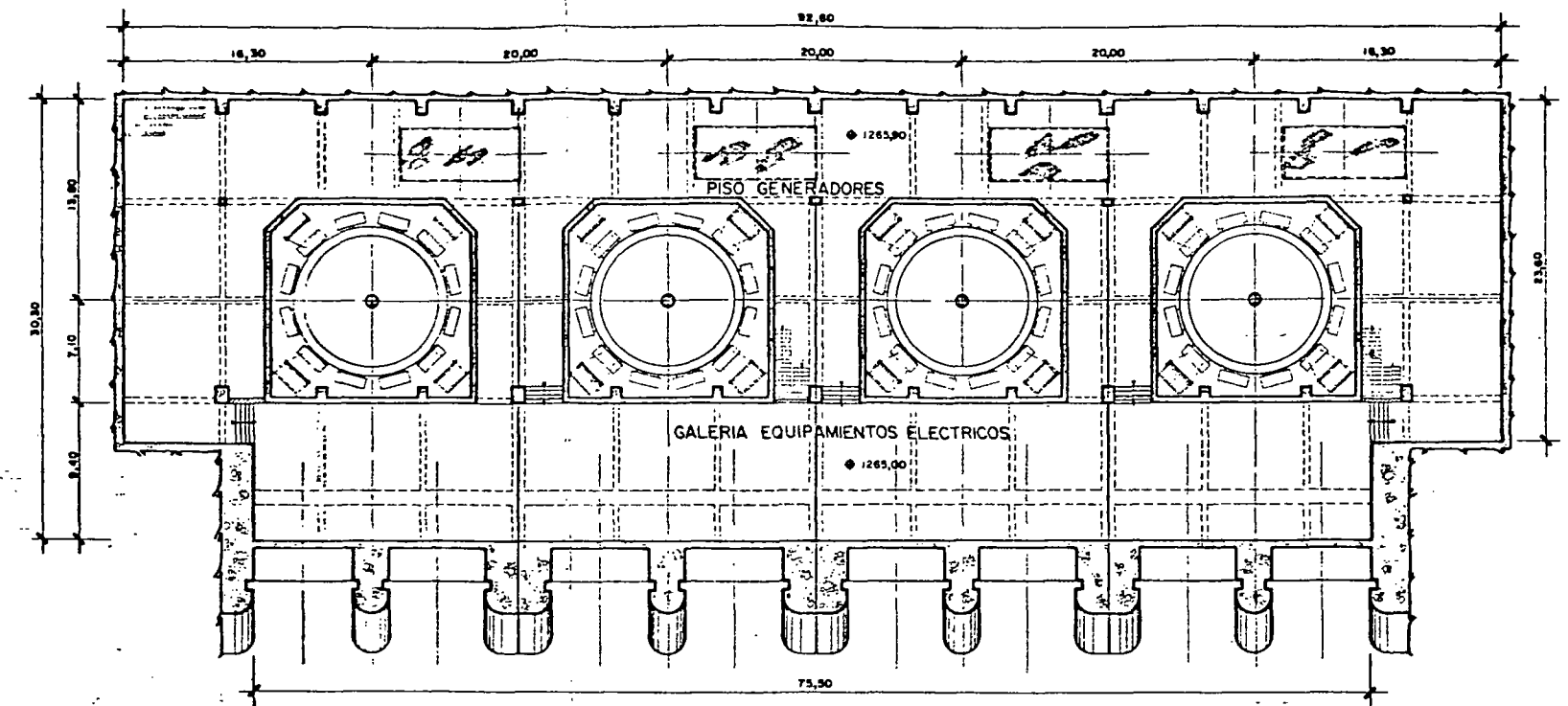


HIDROSERVICE				INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT				IMPLANTACION GENERAL DE LAS OBRAS				COTAS			
FECHA	DESB	JOSE C. A.	JOSE B. A.	FECHA	DESB	JOSE C. A.	JOSE B. A.	FECHA	DESB	JOSE C. A.	JOSE B. A.	FECHA	DESB	JOSE C. A.	JOSE B. A.
12-11-78	12-11-78	12-11-78	12-11-78	12-11-78	12-11-78	12-11-78	12-11-78	12-11-78	12-11-78	12-11-78	12-11-78	12-11-78	12-11-78	12-11-78	12-11-78
SAL - HA - 298				PLANOS DE REFERENCIA				FECHA				NUMERO			

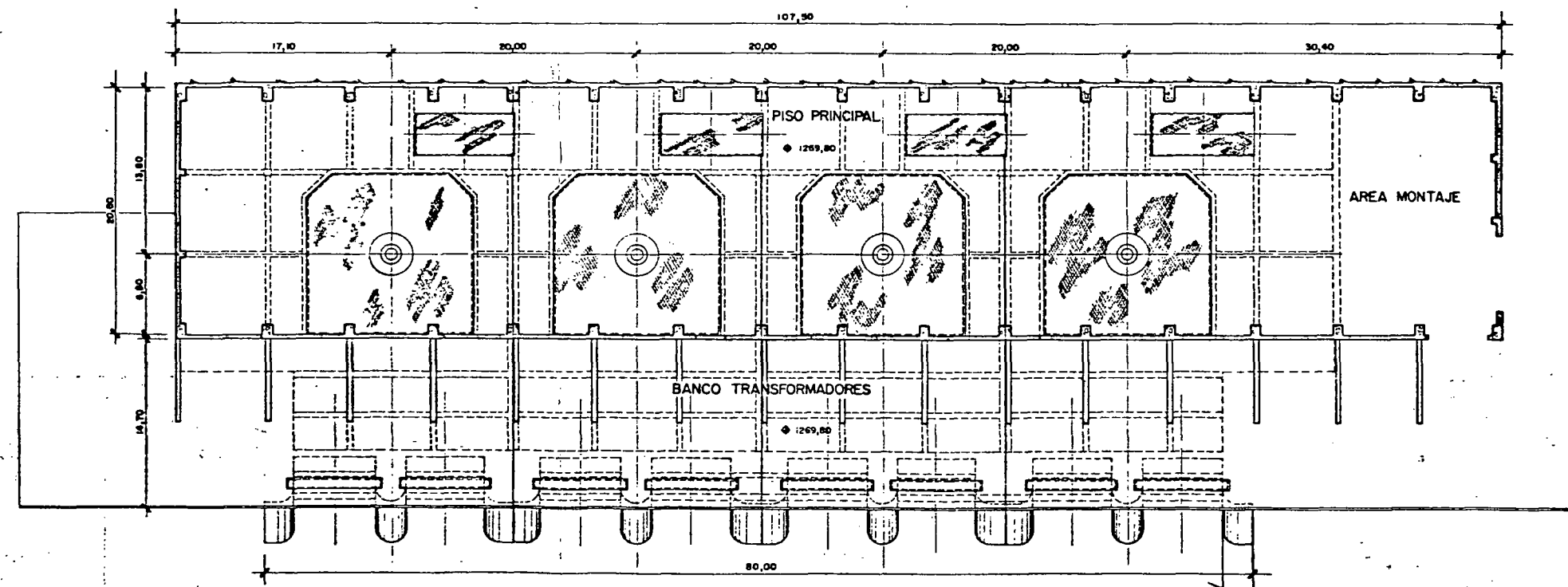
- 1.- DIMENSIONES Y COTAS EN METROS SALVO LO INDICADO  
2.- SE PREVEEN OBRAS DE PROTECCION Y ESTABILIZACION EN LA LADERA ROCOSA UBICADA INMEDIATAMENTE ATRAS Y ENCIMA DE LA CENTRAL, DE SER NECESARIO SE DISEÑARA ADICIONALMENTE UNA MALLA DE PROTECCION INCLINADA SOBRE EL TECHO DE LA CENTRAL.

N°	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUADRO	POR	VERIF.	APROBADO
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

CONSORCIO HIDROSERVICE/ INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA APROVECHAMIENTO SALADO - FACTIBILIDAD CENTRAL EXTERIOR - CORTES TIPICOS TRANSVERSALES Y LONGITUDINAL DE ESC. GRAFICA	
RESPONSABLE POR EL DISEÑO	RECOMENDADO
ING. CIVIL, LUIS A. GUERRA	APROBADO
N° HS/IA-442-HA-156	REF

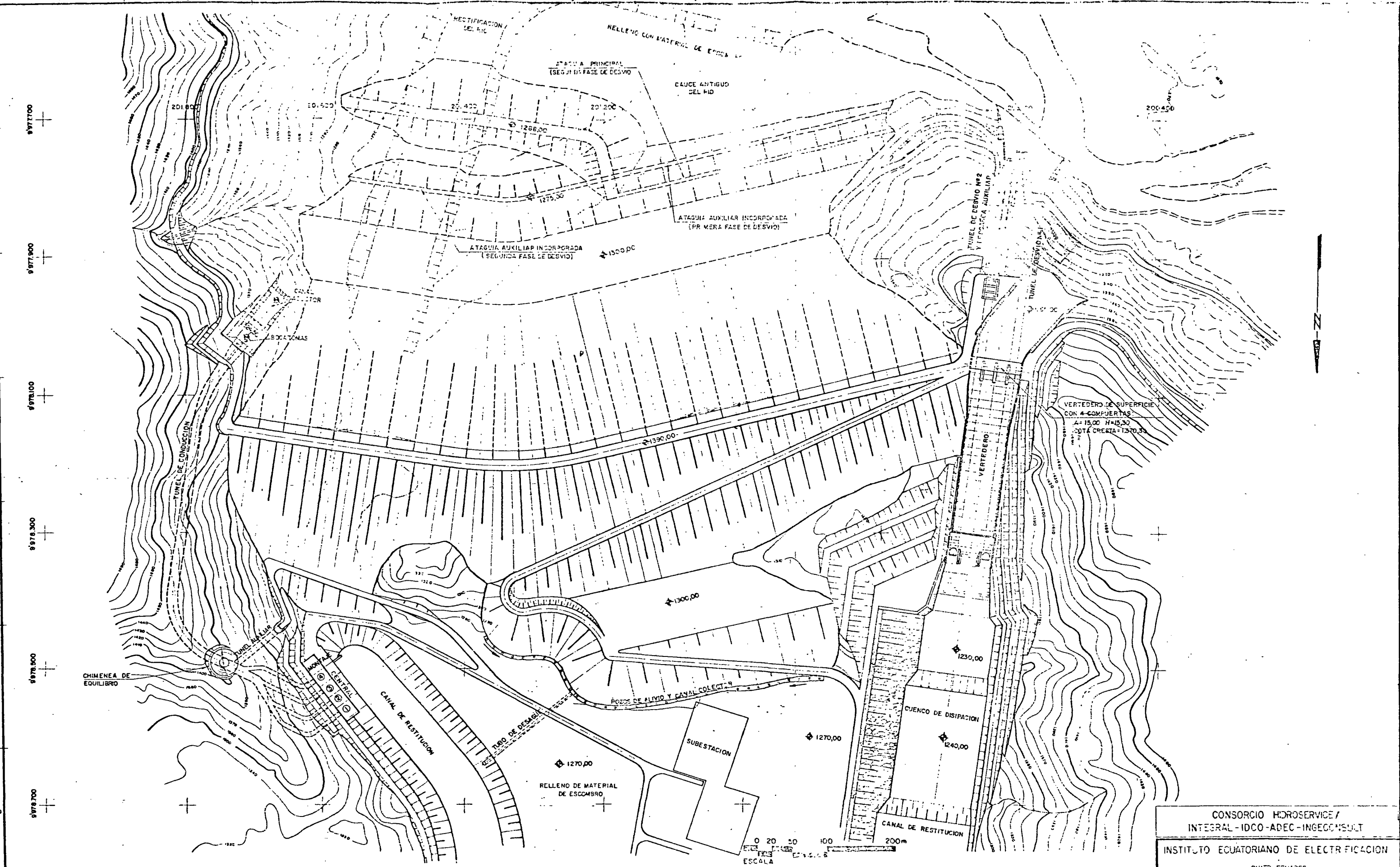


## PISO GENERADORES



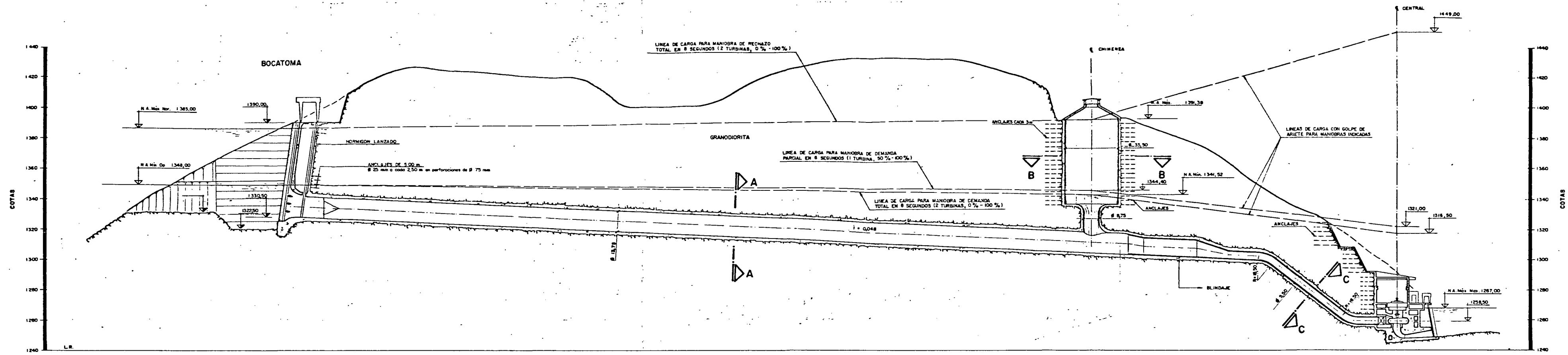
**PISO PRINCIPAL**

[illegible]

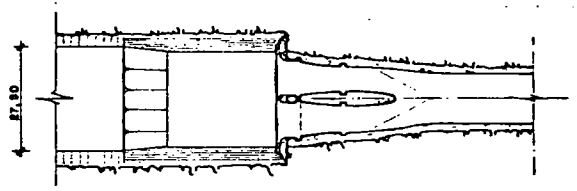


HIDROSERVICE				INTEGRAL-IDCO-ADEC-INGECONSULT				INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION			
SAL-HA-300				QUITO-ECUADOR				PROYECTO HIDROELECTRICO COCA			
APROVECHAMIENTO SALADO - FACTIBILIDAD				CENTRAL EXTERIOR CON UN TUNEL DE CONDUCCION				IMPLANTACION GENERAL DE LAS OBRAS			
Escala				NOTAS				RECOMENDADO			
1:1000				- DIMENSIONES Y COTAS EN METROS SALVO LO INDICADO				APROBADO			
CENTRAL - CORTES TÍPICOS				MAYO-78				HS/12-442-HA-158			
CENTRAL - PISOS - PLANTAS				MAYO-78							
CENTRAL - PLANTA - VISTA Y CORTES				MAYO-78							
DESANDA AUXILIAR - PLANTA Y CORTES				JULIO-78							
VERTEDERO - PLANTA Y CORTES				JULIO-78							
VERTEDERO Y CONDUCCION - CORTES TRANSVERSALES				AUGO-78							
CORTES - PISOS DE LA PRESA				SEPT-78							
PLANO DE REFERENCIA				FEB-78							

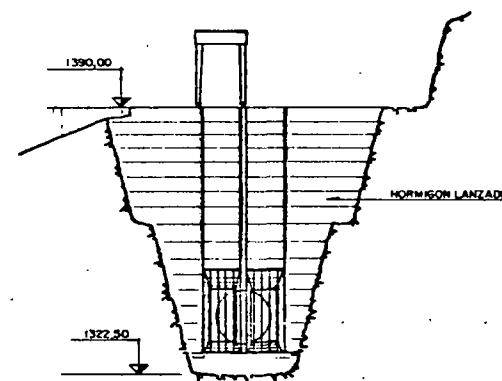




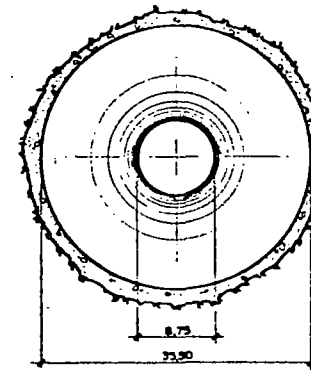
CONDUCCION.- CORTE LONGITUDINAL



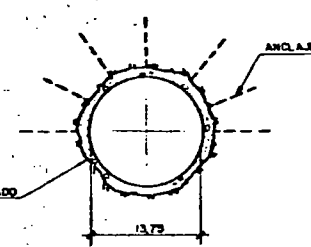
BOCATOMA.- CORTE HORIZONTAL



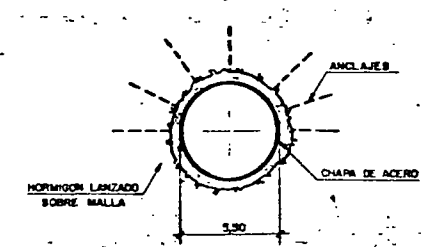
BOCATOMA.- VISTA FRONTAL



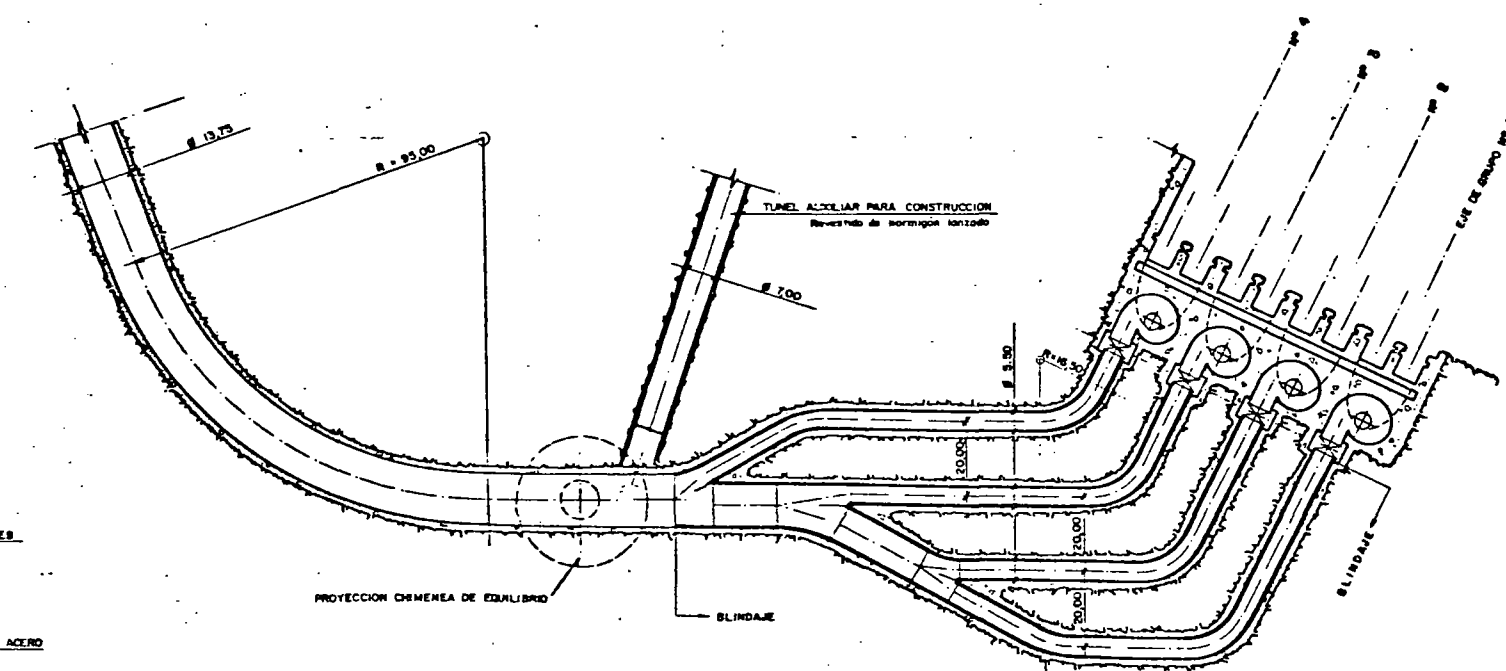
CORTE B-B



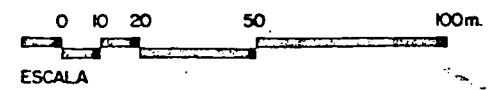
CORTE A-A



CORTE C-C



CONDUCCION.- CORTE HORIZONTAL



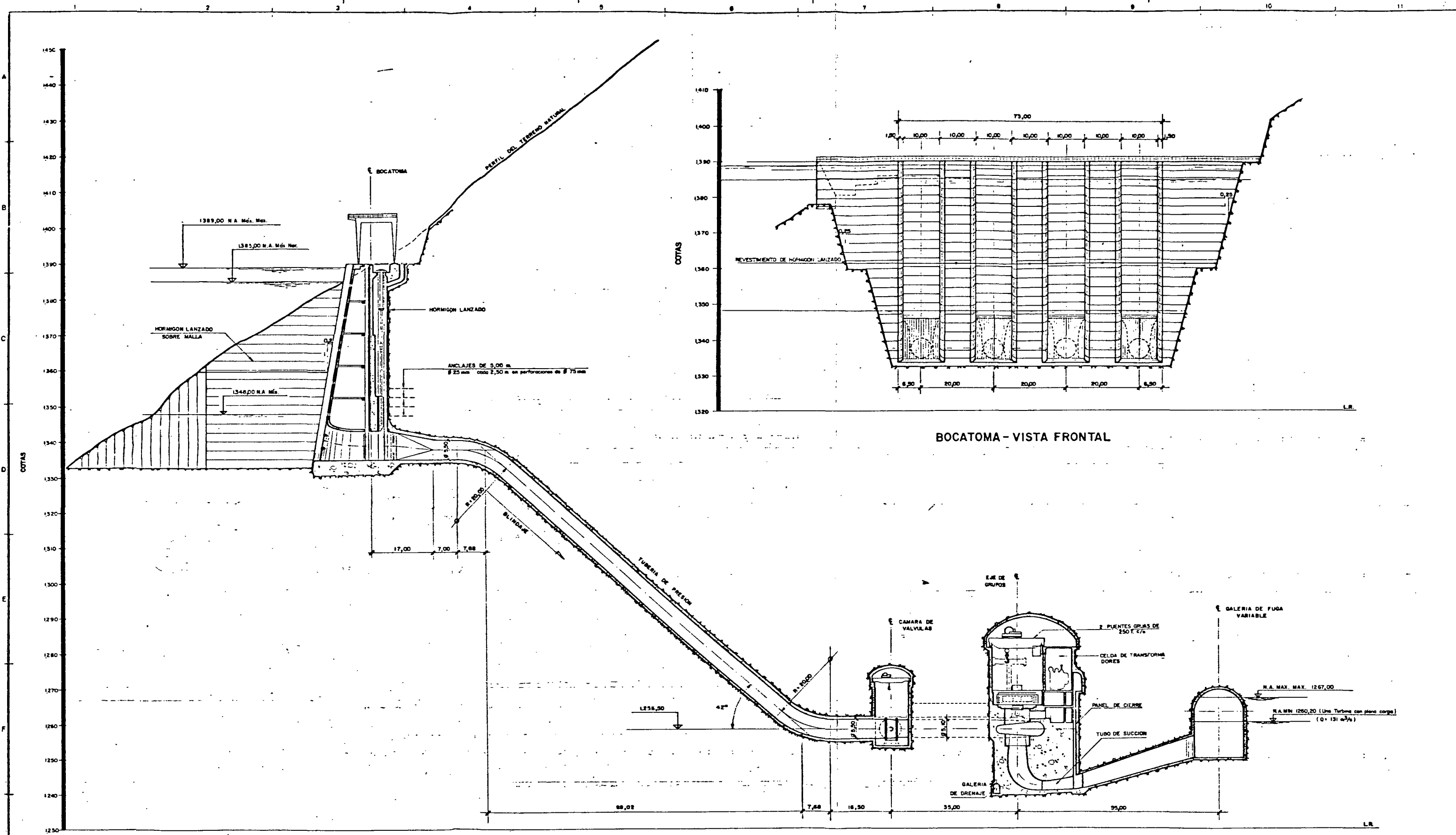
HIDROSERVICE				INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT				IMPLANTACION GENERAL DE LAS OBRAS				NOTAS:	
PROYECTO	FECHA	PROYECTISTA	REVISOR	FECHA	PROYECTISTA	REVISOR	VERIFICADOR	FECHA	PROYECTISTA	REVISOR	VERIFICADOR	MAYO-78	HS/IA-442-HA-08
FECHA	PROYECTISTA	REVISOR	VERIFICADOR	FECHA	PROYECTISTA	REVISOR	VERIFICADOR	FECHA	PROYECTISTA	REVISOR	VERIFICADOR	MAYO-78	HS/IA-442-HA-158
FECHA	PROYECTISTA	REVISOR	VERIFICADOR	FECHA	PROYECTISTA	REVISOR	VERIFICADOR	FECHA	PROYECTISTA	REVISOR	VERIFICADOR	MAYO-78	HS/IA-442-HA-07
FECHA	PROYECTISTA	REVISOR	VERIFICADOR	FECHA	PROYECTISTA	REVISOR	VERIFICADOR	FECHA	PROYECTISTA	REVISOR	VERIFICADOR		
FECHA	PROYECTISTA	REVISOR	VERIFICADOR	FECHA	PROYECTISTA	REVISOR	VERIFICADOR	FECHA	PROYECTISTA	REVISOR	VERIFICADOR		
FECHA	PROYECTISTA	REVISOR	VERIFICADOR	FECHA	PROYECTISTA	REVISOR	VERIFICADOR	FECHA	PROYECTISTA	REVISOR	VERIFICADOR		
FECHA	PROYECTISTA	REVISOR	VERIFICADOR	FECHA	PROYECTISTA	REVISOR	VERIFICADOR	FECHA	PROYECTISTA	REVISOR	VERIFICADOR		
FECHA	PROYECTISTA	REVISOR	VERIFICADOR	FECHA	PROYECTISTA	REVISOR	VERIFICADOR	FECHA	PROYECTISTA	REVISOR	VERIFICADOR		
FECHA	PROYECTISTA	REVISOR	VERIFICADOR	FECHA	PROYECTISTA	REVISOR	VERIFICADOR	FECHA	PROYECTISTA	REVISOR	VERIFICADOR		

L = DIMENSIONES Y COTAS EN METROS SALVO LO INDICADO

Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUADRO	FOR	VERIF.	APROBADO
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

CONSORCIO HIDROSERVICE/ INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA APROVECHAMIENTO SALADO.- FACTIBILIDAD CENTRAL EXTERIOR CON UN TUNEL DE CONDUCCION- CORTE LONGITUDINAL.- PLANTA, VISTA Y CORTES HOJA DE	
RESPONSABLE POR EL DISEÑO	RECOMENDADO
RESPONSABLE POR EL DISEÑO	APROBADO
Nº	REF
HS/IA-442-HA-159	





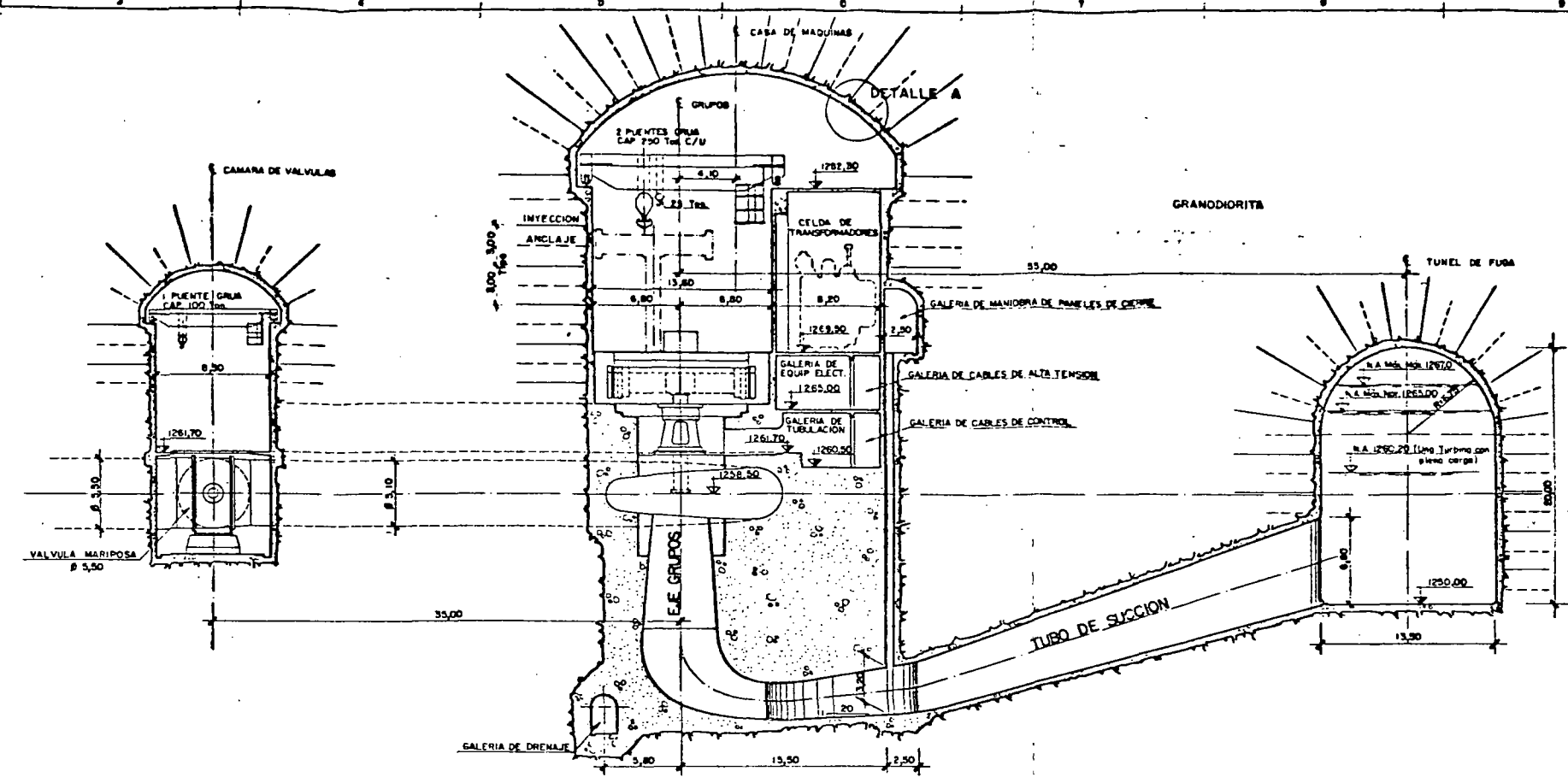
CORTE A-A

BOCATOMA - VISTA FRONTAL

HIDROSERVICE				INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT			IMPLANTACION GENERAL DE OBRAS			NOTAS:													PROYECTO HIDROELECTRICO COCA									
FECHA JUNIO 78 DISEÑO P. GOMEZ APROBADO [Firma]				FECHA JUNIO 78 DISEÑO P. GOMEZ APROBADO [Firma]			TUNELES DE RESTITUCION Y ACCESO JUNIO-78 HS/IA-442-HA-160 JUNIO-78 HS/IA-442-HA-162 CORTES TÍPICOS DE LA CENTRAL JUNIO-78 HS/IA-442-HA-163 PISOS PRINCIPAL Y DE GENERADORES JULIO-78 HS/IA-442-HA-164 PISO TURBINAS Y DESCARGA DE LA CENTRAL - PLANTAS JULIO-78 HS/IA-442-HA-165			1- DIMENSIONES Y COTAS EN METROS SALVO LO INDICADO													APROVECHAMIENTO SALADO - FACTIBILIDAD CENTRAL SUBTERRANEA - CORTE LONGITUDINAL DE LA CONDUCCION, VISTA FRONTAL DE LA BOCATOMA HOJA DE ESC. 50x70									
SAL - HA - 303				[Firma]			PLANOS DE REFERENCIA			FECHA NUMERO													RESPONSABLE POR EL DISEÑO [Firma] RECOMENDADO [Firma] APROBADO [Firma] ING. CIVIL LINDO A. GARCIA CASA PUEBLO # 124 - 375 3726 37 442									
N°				N°			N°			N°			N° FECHA NATURALEZA DE LA REVISION CUADRO POR VERIF. APROBADO										N° HS/IA-442-HA-161 REF									

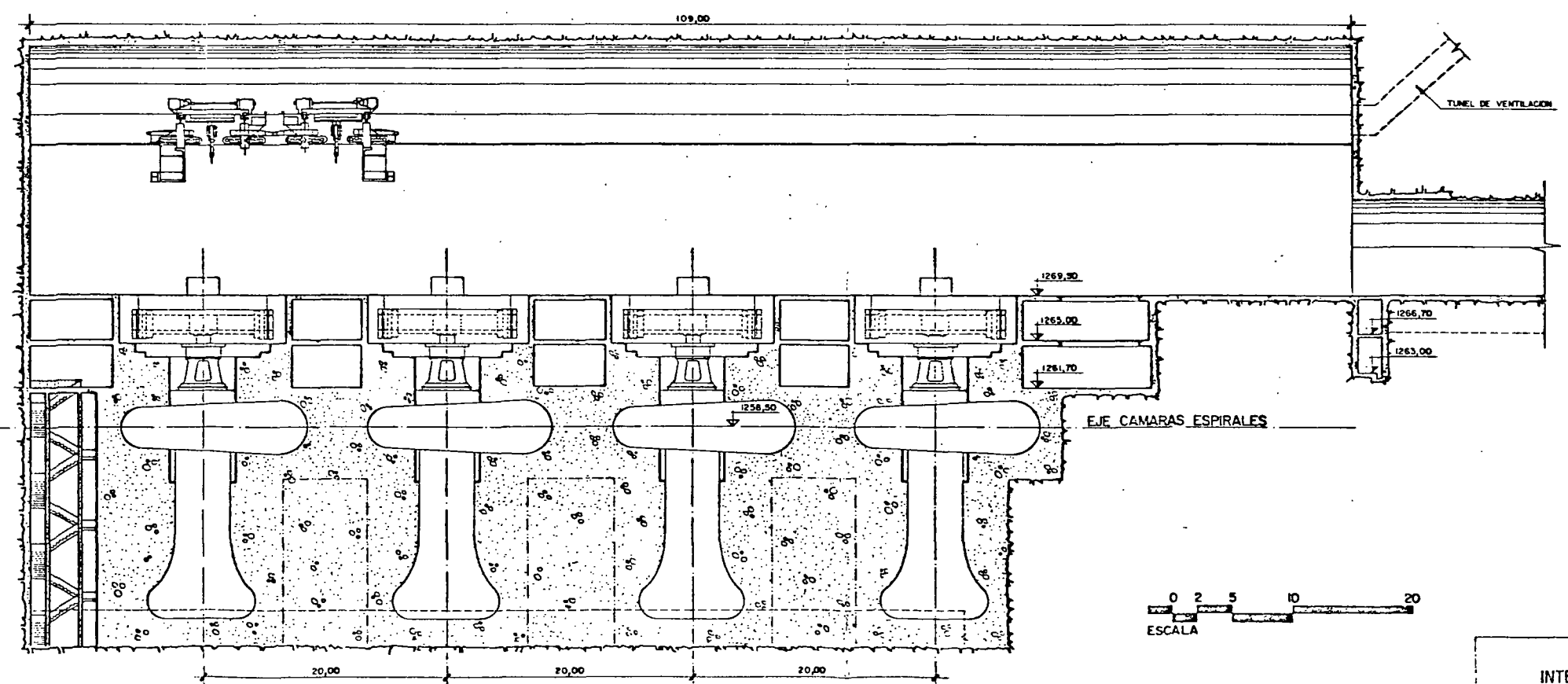


COTAS



CORTE TRANSVERSAL

COTAS



CORTE LONGITUDINAL

HIDROSERVICE				INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT				IMPANTACION GENERAL DE LAS OBRAS				NOTAS:				1 - DIMENSIONES Y COTAS EN METROS SALVO LO INDICADO				PROYECTO HIDROELECTRICO COCA APROVECHAMIENTO SALADO - FACTIBILIDAD CENTRAL SUBTERRANEA.- CORTES TÍPICOS TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL			
FECHA	DISEÑO	PROYECTO	AREA	FECHA	DISEÑO	PROYECTO	AREA	FECHA	DISEÑO	PROYECTO	AREA	FECHA	DISEÑO	PROYECTO	AREA	FECHA	DISEÑO	PROYECTO	AREA	FECHA	DISEÑO	PROYECTO	AREA
07-JUL-78	07-JUL-78	07-JUL-78	07-JUL-78	07-JUL-78	07-JUL-78	07-JUL-78	07-JUL-78	07-JUL-78	07-JUL-78	07-JUL-78	07-JUL-78	07-JUL-78	07-JUL-78	07-JUL-78	07-JUL-78	07-JUL-78	07-JUL-78	07-JUL-78	07-JUL-78	07-JUL-78	07-JUL-78	07-JUL-78	
CORTES LONGITUDINAL DE LA CONDUCCION				CORTES LONGITUDINAL DE LA CONDUCCION				CORTES LONGITUDINAL DE LA CONDUCCION				CORTES LONGITUDINAL DE LA CONDUCCION				CORTES LONGITUDINAL DE LA CONDUCCION				CORTES LONGITUDINAL DE LA CONDUCCION			
TUNELES DE RESTITUCION Y ACCESO				TUNELES DE RESTITUCION Y ACCESO				TUNELES DE RESTITUCION Y ACCESO				TUNELES DE RESTITUCION Y ACCESO				TUNELES DE RESTITUCION Y ACCESO				TUNELES DE RESTITUCION Y ACCESO			
PISOS PRINCIPAL Y DE GENERADORES - PLANTAS				PISOS PRINCIPAL Y DE GENERADORES - PLANTAS				PISOS PRINCIPAL Y DE GENERADORES - PLANTAS				PISOS PRINCIPAL Y DE GENERADORES - PLANTAS				PISOS PRINCIPAL Y DE GENERADORES - PLANTAS				PISOS PRINCIPAL Y DE GENERADORES - PLANTAS			
PISO DE TURBINAS Y DESCARGA DE LA CENTRAL - PLANTAS				PISO DE TURBINAS Y DESCARGA DE LA CENTRAL - PLANTAS				PISO DE TURBINAS Y DESCARGA DE LA CENTRAL - PLANTAS				PISO DE TURBINAS Y DESCARGA DE LA CENTRAL - PLANTAS				PISO DE TURBINAS Y DESCARGA DE LA CENTRAL - PLANTAS				PISO DE TURBINAS Y DESCARGA DE LA CENTRAL - PLANTAS			
RESPONSABLE POR EL DISEÑO				RESPONSABLE POR EL DISEÑO				RESPONSABLE POR EL DISEÑO				RESPONSABLE POR EL DISEÑO				RESPONSABLE POR EL DISEÑO				RESPONSABLE POR EL DISEÑO			
RECOMENDADO				RECOMENDADO				RECOMENDADO				RECOMENDADO				RECOMENDADO				RECOMENDADO			
APROBADO				APROBADO				APROBADO				APROBADO				APROBADO				APROBADO			
N°				N°				N°				N°				N°				N°			
FECHA				FECHA				FECHA				FECHA				FECHA				FECHA			
NATURALEZA DE LA REVISION				NATURALEZA DE LA REVISION				NATURALEZA DE LA REVISION				NATURALEZA DE LA REVISION				NATURALEZA DE LA REVISION				NATURALEZA DE LA REVISION			
CUADRO				CUADRO				CUADRO				CUADRO				CUADRO				CUADRO			
PDF				PDF				PDF				PDF				PDF				PDF			
VERIF				VERIF				VERIF				VERIF				VERIF				VERIF			
APROBADO				APROBADO				APROBADO				APROBADO				APROBADO				APROBADO			
N°				N°				N°				N°				N°				N°			
HS/1A-442-HA-163				HS/1A-442-HA-163				HS/1A-442-HA-163				HS/1A-442-HA-163				HS/1A-442-HA-163				HS/1A-442-HA-163			
REF				REF				REF				REF				REF				REF			

CONSORCIO HIDROSERVICE/  
INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA  
APROVECHAMIENTO SALADO - FACTIBILIDAD  
CENTRAL SUBTERRANEA - CORTES TÍPICOS  
TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL

HOJA DE

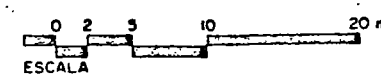
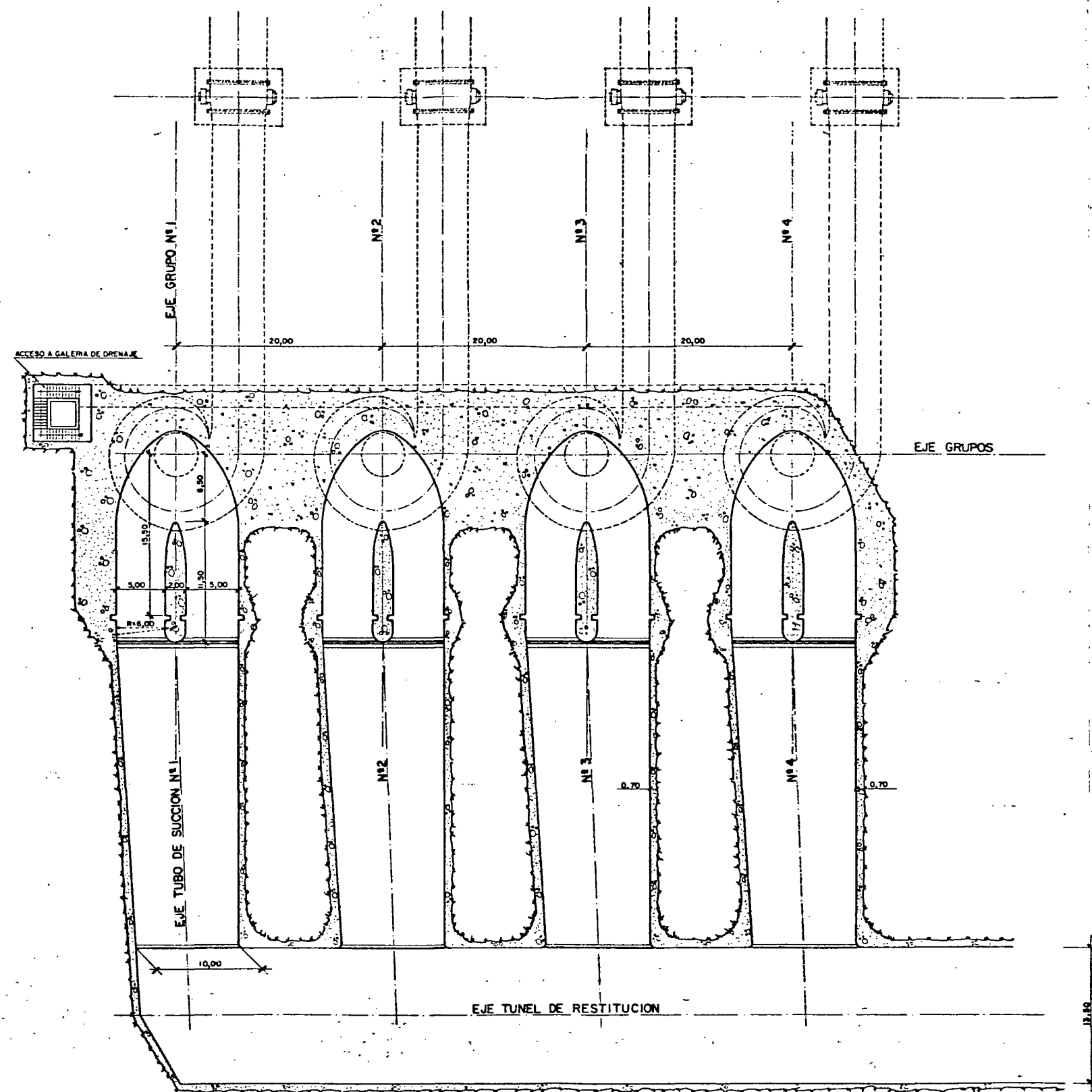
RESPONSABLE POR EL DISEÑO

RECOMENDADO

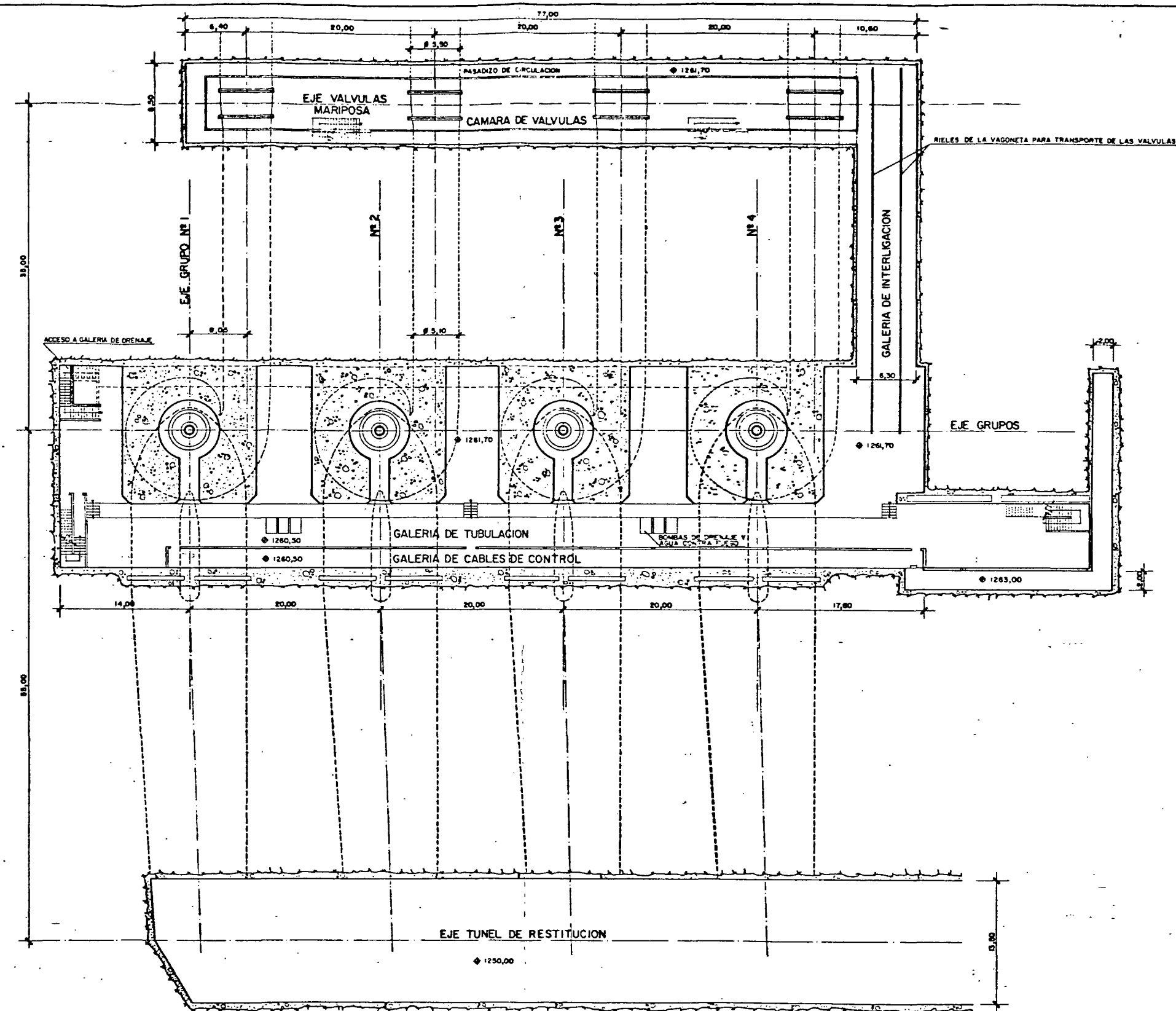
APROBADO

N° HS/1A-442-HA-163 REF





**TUBO DE SUCCION**



**PISO TURBINAS**

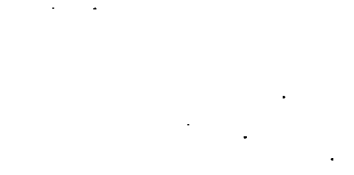
[illegible]

NOTAS:

1 - DIMENSIONES Y COTAS EN METROS SALVO LO INDICADO

*Journal of Management Education* 30(6)

100



7		
6		
5		
4		
3		
2		
1		
NO	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION

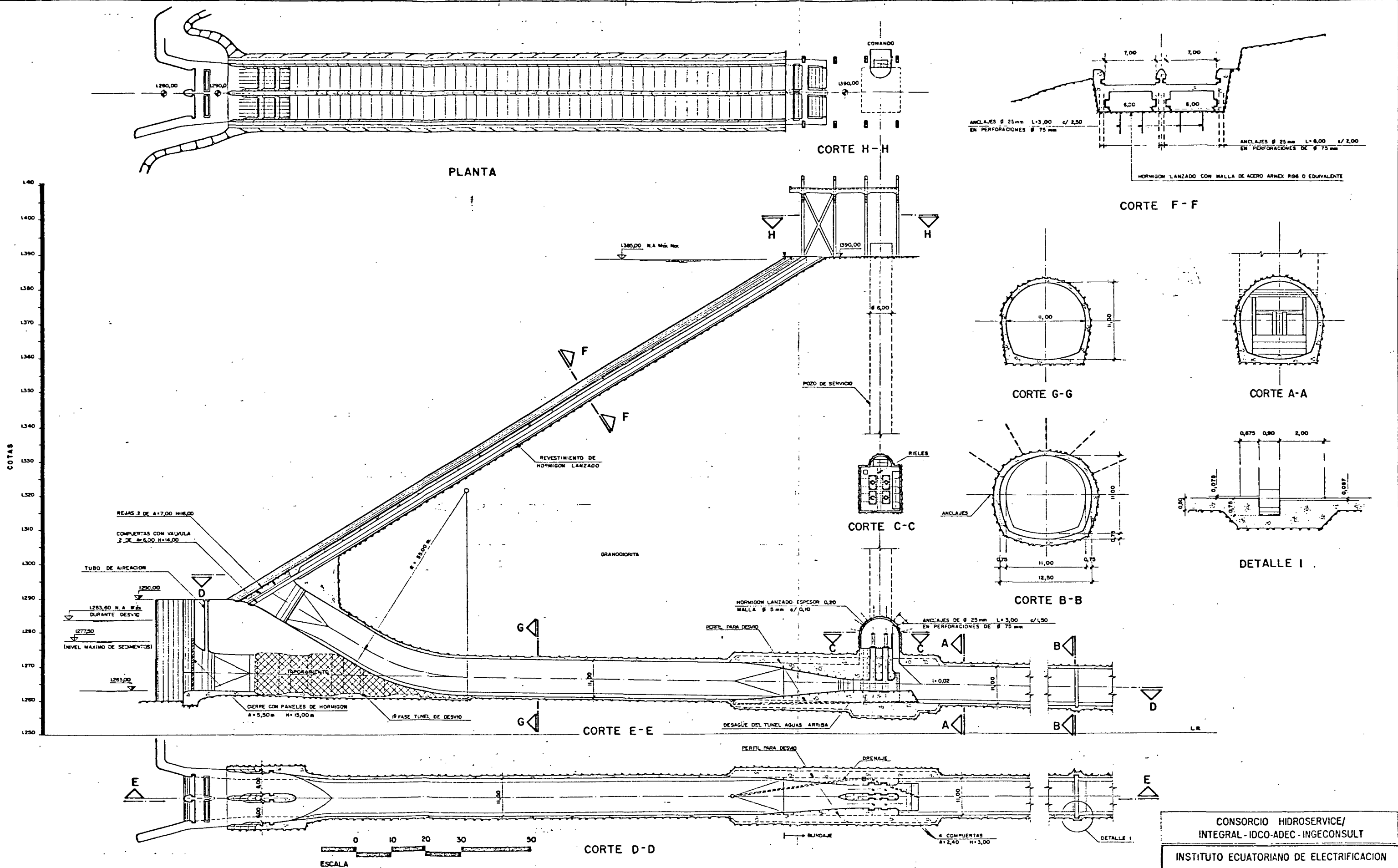
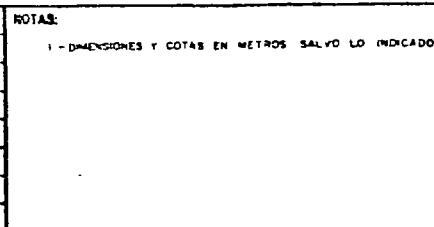
					PROY APROVEO CENTRAL DESCA MOJA
					RESPONSABLE POR
					1100 CIVIL LINDON CRM 2 8/10/00
CUADR	POR	VERV	APROBADO	NY	HS/A-4

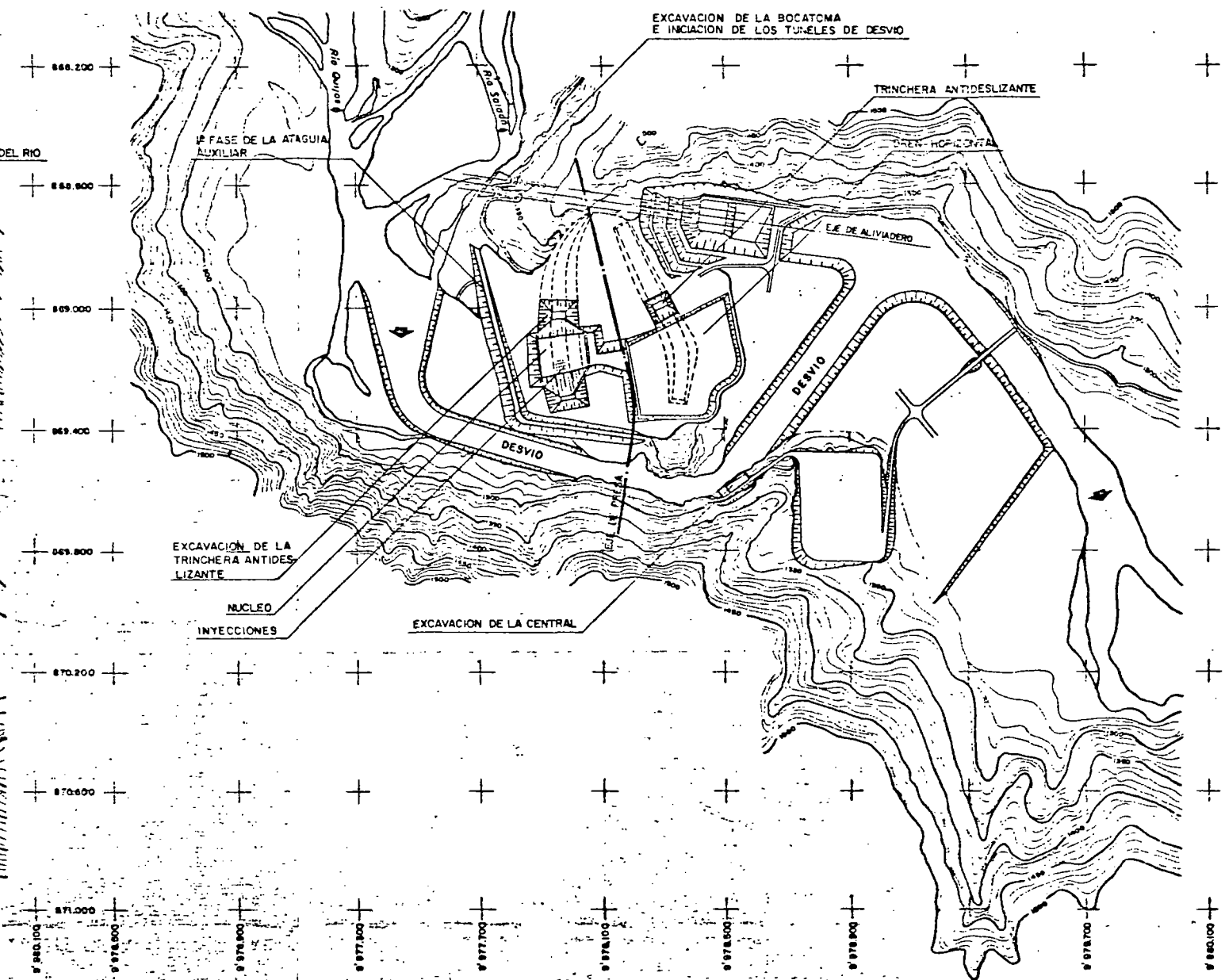
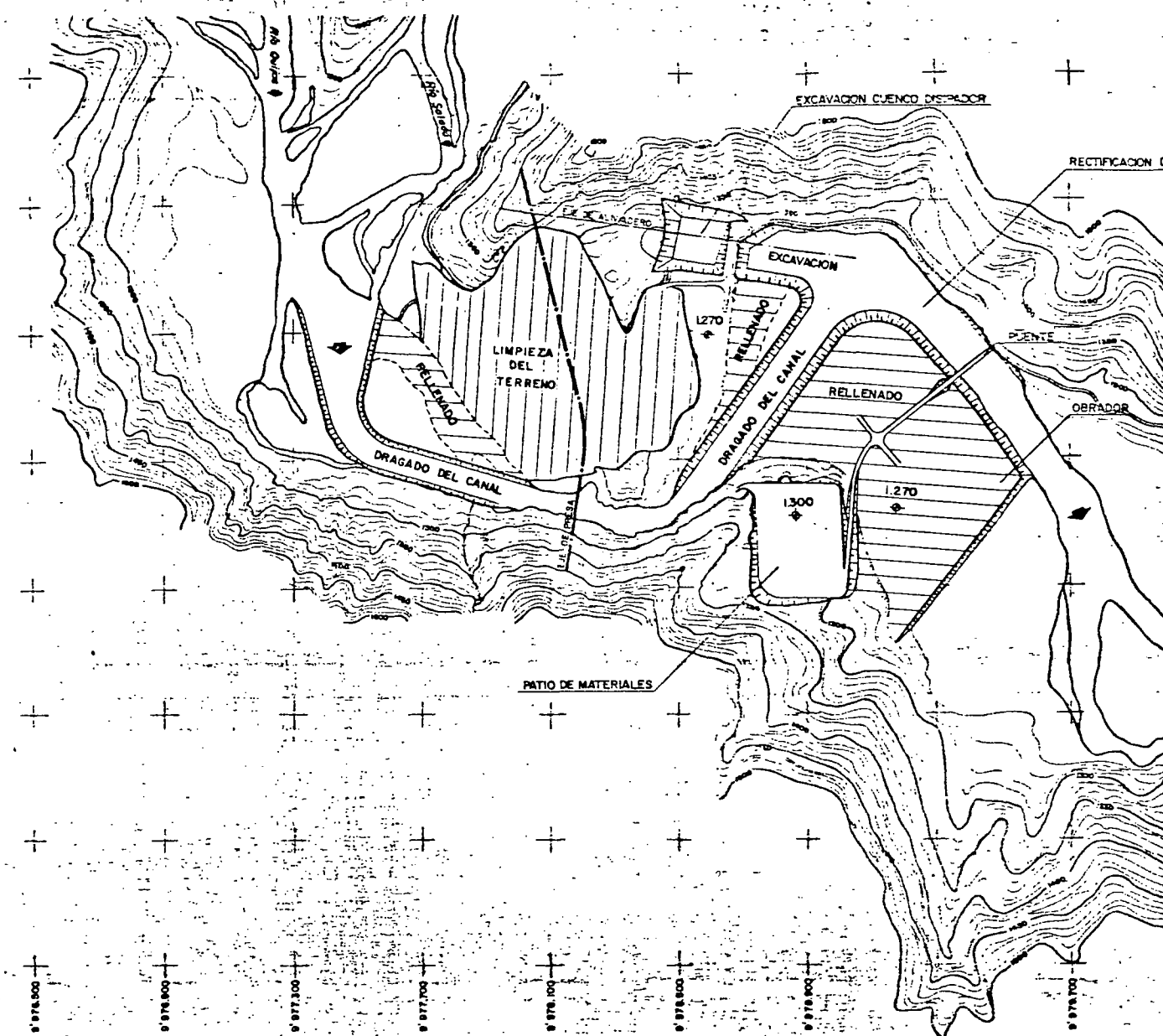
ECTO HIDROELECTRICO COCA CHAMIENTO SALADO.- FACTIBILIDAD SUBTERRANEA.- PISO DE TURBINAS Y CARGA DE LA CENTRAL.- PLANTAS ESC. GRAFICA	
EL CONSORCIO	RECOMENDADO
PREPARED BY: J. A. DUEÑEZ CHECKED BY: J. A. DUEÑEZ	APPROBADO
2 - HA-165	REF.









[illegible]



[illegible]

NOTAS.

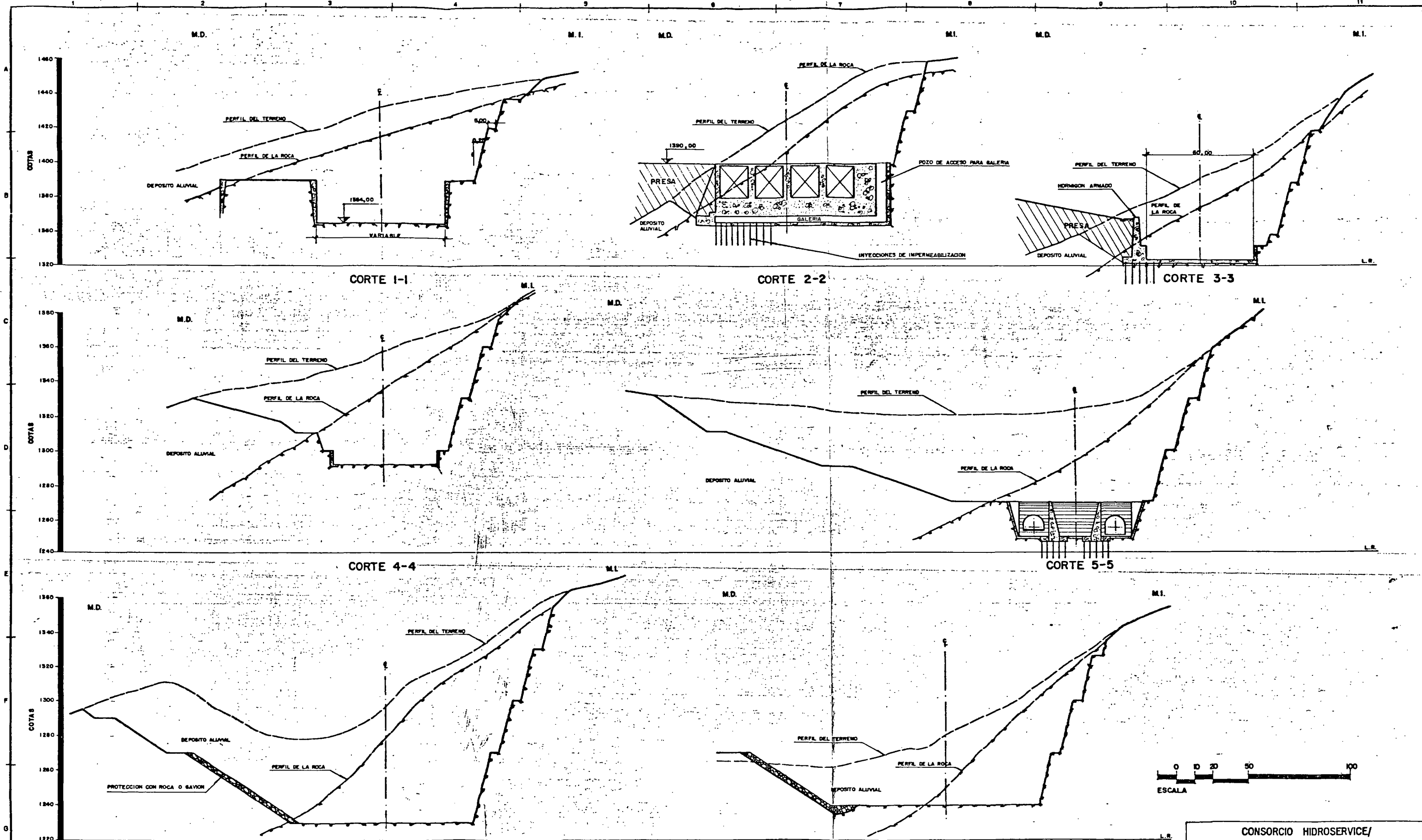
- DIMENSIONES Y COTAS EN METROS SALVO LO INDICADO

7							PROYECTO HIDROELECTRICO COCA APROVECHAMIENTO SALADO - FACTIBILIDAD ETAPAS DE CONSTRUCCION	
6							Hoja 3 de 3	
5							ESC. GRAFICA	
4							RESPONSABLE POR EL DISEÑO	
3							RECOMENDADO	
2							APROBADO	
1							APROBADO	
NO	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CIUDAD	POB	VERIF	APROBADO	BY HS/14-442-HA-171	REF.



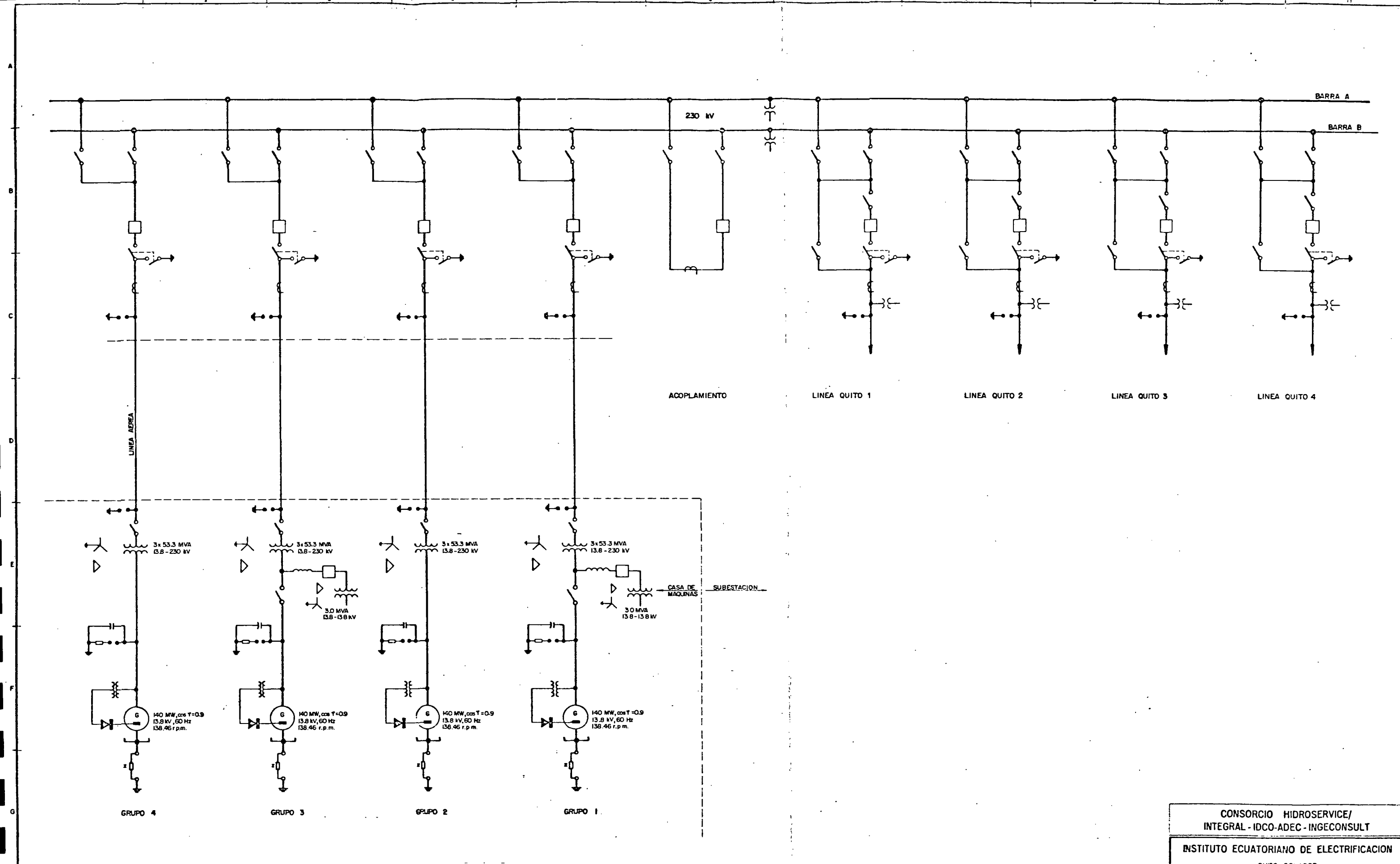






CORTE 6-6										CORTE 7-7										INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT									
																				INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION									
																				QUITO - ECUADOR									
																				PROYECTO HIDROELECTRICO COCA									
																				APROVECHAMIENTO SALADO - FACTIBILIDAD									
																				VERTEDERO Y DISPOSICION - CORTES TRANSVERSALES									
																				HOJA DE ESC. GRAFICA									
																				RECOMENDADO									
																				APROBADO									
																				N° HS/1A-442- HA-177 REF.									

HIDROSERVICE				INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT				VERTEDERO - PLANTA Y CORTES				JULIO-78 HSA-442-HA-173				NOTAS:				7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
--------------	--	--	--	--------------------------------------	--	--	--	-----------------------------	--	--	--	-------------------------	--	--	--	--------	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

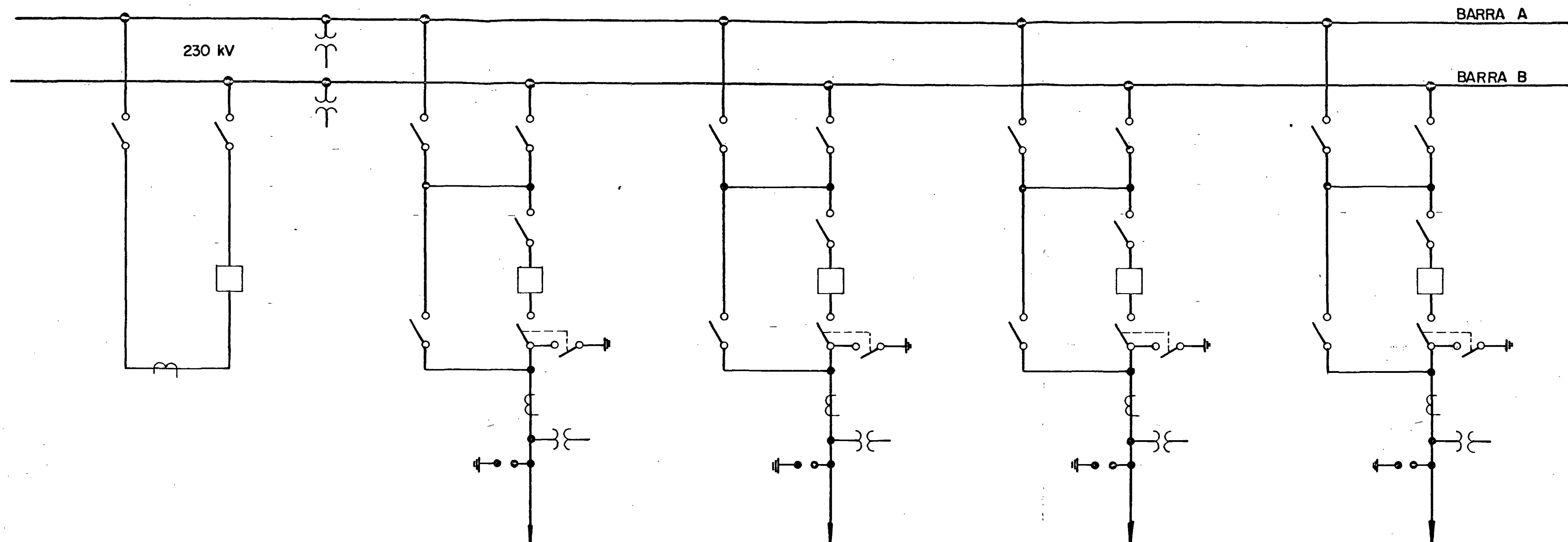


<b>CONSORCIO HIDROSERVICE/</b> <b>INTEGRAL-IDCO-ADEC-INGECONSULT</b>				<b>INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION</b> QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA APROVECHAMIENTO SALADO - FACTIBILIDAD CENTRAL Y SUBESTACION SALADO DIAGRAMA UNIFILAR				HOJA DE ESC.			
RESPONSABLE POR EL DISEÑO:				RECOMENDADO:			
APROBADO:				APROBADO:			
N° HS/IA-442-EA-007				PEF			

SAL - EA - 007		PLANOS DE REFERENCIA		FECHA		NUMERO	
7-JULIO-78		J. E. G. S. E.		M. PLACENCIA		X. J. Placencia	

NOTAS:		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
N°		FECHA		NATURALEZA DE LA REVISION		CUADR.		POR		VERIF.		APROBADO		N°		HS/IA-442-EA-007		PEF		N°		HS/IA-442-EA-007	



[illegible]

## ACOPLAMIENTO

LINEA SALADO 1

LINEA SALADO 2

LINEA SALADO 3

LINEA SALADO 4

<b>CONSORCIO-HIDROSERVICE /</b> <b>INTEGRAL- IDCO - ADEC - INGECONSULT</b>	
<b>INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION</b> QUITO - ECUADOR	
<b>PROYECTO HIDROELECTRICO COCA</b> APROVECHAMIENTO SALADO - FACTIBILIDAD SUBESTACION QUITO DIAGRAMA UNIFILAR	
HOJA DE	RECOMENDADO
ESCALA	APROBADO
08. Nº HS/IA-442-EA-008	REF

4						
3						
2						
1						
Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUADR.	POR	VERIF.	APR



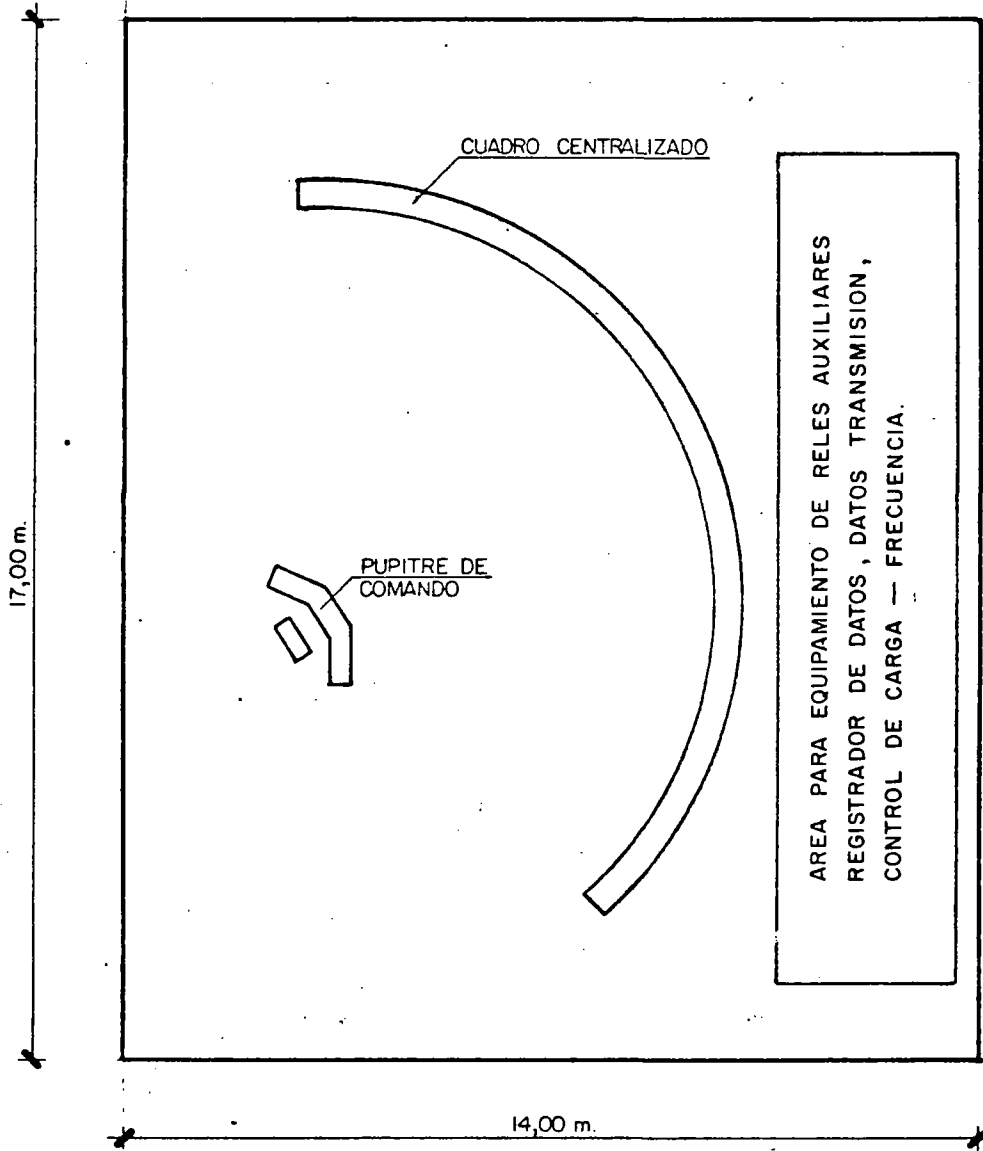






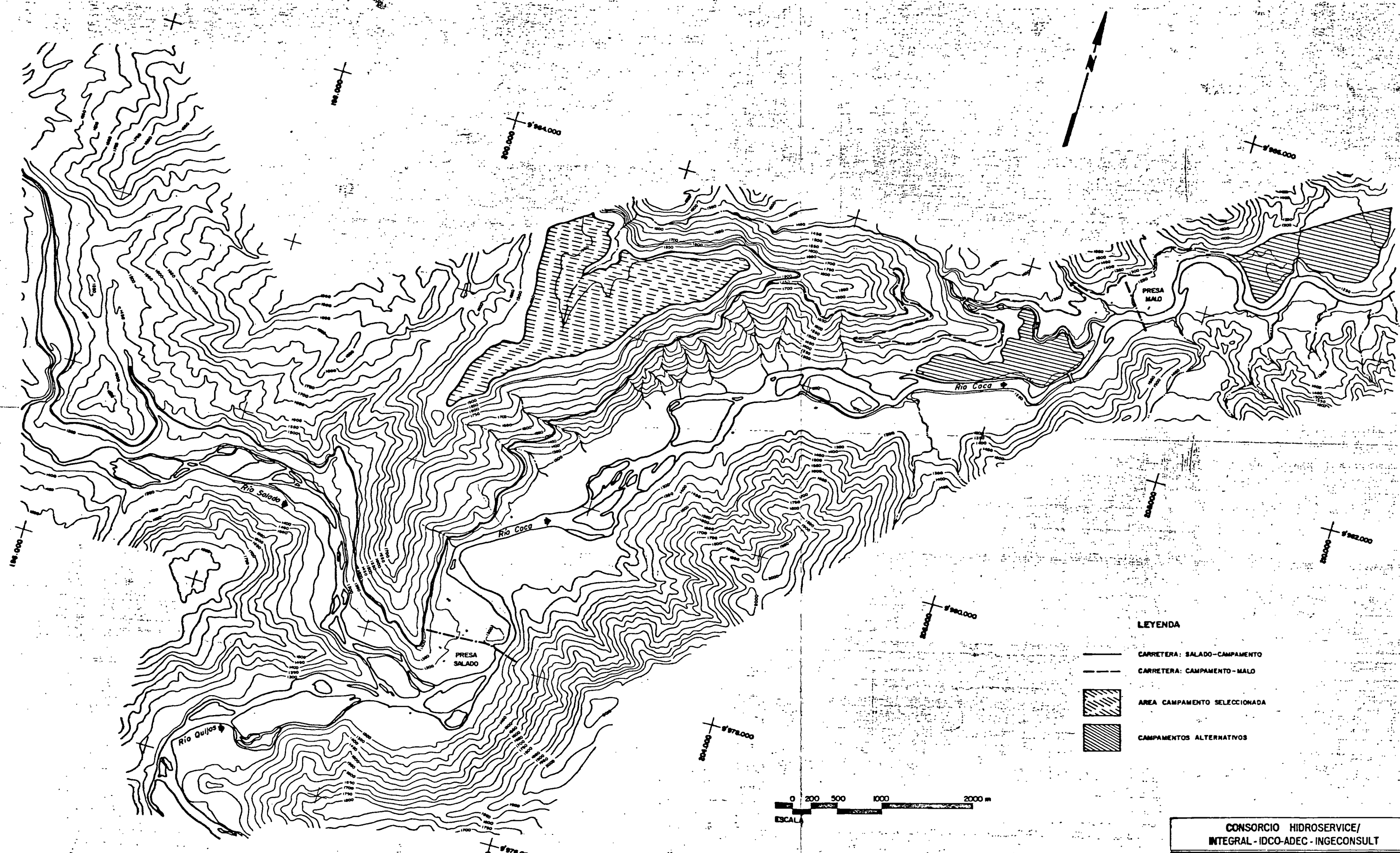
HIDROSERVICE						INTEGRAL - IDCO - ADEC - RIGECONSULT						NOTAS: - DIMENSIONES EN METROS SALVO LO INDICADO										PROYECTO HIDROELECTRICO COCA APROVECHAMIENTO SALADO - FACTIBILIDAD SUBESTACIONES SALADO Y QUITO CORTE TIPO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
FECHA	DISEÑO	VERIFICADO	AUTO V. E.	FECHA	DISEÑO	VERIFICADO	AUTO V. E.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														

HIDROSERVICE Nº SAL-FA-013				INTEGRAL-IDCO-ADEC-INGECONSULT			
U.A. PARQUE	ENC. GRUPO	JEFE U.A.	SUPERV. U.A.	FECHA	DIBUJO	VERIFICADO	
				U.A. RESP. TAREA	ENC. GRUPO	JEFE U.A.	SUPERV. U.A.
				JEFE PROYECTO	DIRECTOR U.A. PART.	DIREC. SUPERV. PROV.	
RESPONSABLE POR EL CONSORCIO				RESP. ADJUNTO PROYECTO			
ING. CIVIL LINCOLN A. QUEIROZ				J. EGAS E.			
CREA 2053/D 4º Reg-VISTO 32308-6º Reg.				FECHA			
				12-JULIO-78			
				VERIFICADO			
				FIRMAS			
				Jefe de Proyecto			



CONSORCIO HIDROSERVICE / INTEGRAL-IDCO-ADEC-INGECONSULT	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA APROVECHAMIENTO SALADO - FACTIBILIDAD CENTRAL SALADO - SALA DE COMANDO DISPOSICION GENERAL	
HOJA 1 DE 1	RECOMENDADO
ESCALA	APROBADO
REV. Nº FECHA NATURALEZA DE LA REVISION POR VERIF. APROB. 1978/11-042-FA-013	





- LEYENDA**
- CARRETERA: SALADO-CAMPAMENTO
  - - - CARRETERA: CAMPAMENTO-MALO
  - ▨ AREA CAMPAMENTO SELECCIONADA
  - ▩ CAMPAMENTOS ALTERNATIVOS



HIDROSERVICE				INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT			
PROYECTO	FECHA	ELABORADO POR	REVISADO POR	PROYECTO	FECHA	ELABORADO POR	REVISADO POR
SAL - CM - 001	05 - 07 - 78	C. P. Salazar					
PLANOS DE REFERENCIA				FECHA			
				NUMERO			

**NOTAS:**  
 CARTOGRAFIA DEL USM Escala 1:10000  
 COORDENADAS REFERIDAS A LA ZONA 18

R#	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUADR.	POR	VERIF.	APROBADO
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						

<b>CONSORCIO HIDROSERVICE/          INTEGRAL - IDCO-ADEC - INGECONSULT</b>	
<b>INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION</b> QUITO - ECUADOR	
<b>PROYECTO HIDROELECTRICO COCA</b> APROVECHAMIENTO SALADO ESTUDIO DE LOCALIZACION DE CAMPAMENTO	
HOJA DE ESC. GRAFICA	RESPONSABLE POR EL DISEÑO RECOMENDADO APROBADO
N° HS/IA - 442 - CM - 001	REF.





PROYECTO HIDROELECTRICO COCA  
ALTERNATIVA RECOMENDADA  
CROMOGRAFIA FISICO DE CONSTRUCCION C P M

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION  
QUITO - ECUADOR

CONSORCIO HIDROSERVICIO  
INTERAL - IDO - ADEO - INECONSULT

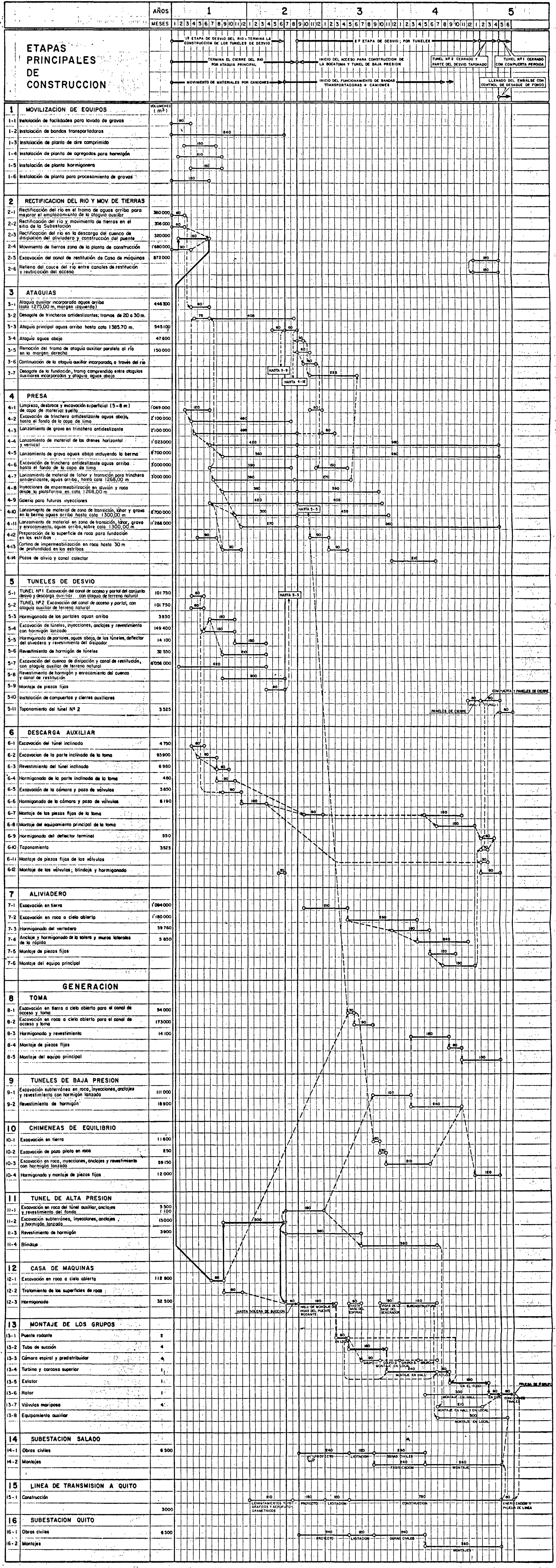
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA  
ALTERNATIVA RECOMENDADA  
CROMOGRAFIA FISICO DE CONSTRUCCION C P M

INSTRUMENTOS DE CONSTRUCCION

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA  
ALTERNATIVA RECOMENDADA  
CROMOGRAFIA FISICO DE CONSTRUCCION C P M

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA  
ALTERNATIVA RECOMENDADA  
CROMOGRAFIA FISICO DE CONSTRUCCION C P M

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA  
ALTERNATIVA RECOMENDADA  
CROMOGRAFIA FISICO DE CONSTRUCCION C P M



Lo-412/SF-EC  
27/02 Rpts.  
411/SF

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION - INECEL

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA

INFORME GENERAL DE FACTIBILIDAD DEL APROVECHAMIENTO SALADO

VOLUMEN II - LAMINAS

NOVIEMBRE DE 1978

QUITO - ECUADOR



# INFORME GENERAL DE FACTIBILIDAD DEL APROVECHAMIENTO SALADO

## VOLUMEN II - LAMINAS

### INDICE

<u>Nº</u>	<u>Título</u>
HS/IA-442-SR-042	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Cronograma de Inversiones
HM-005	Ubicación de las Estaciones Hidrometeorológicas de la Cuenca del Río Quijos-Coca
HM-025	Fluctuación de los Caudales Medios Mensuales en las Estaciones del Río Quijos en Baeza y D.J. Oyacachi, observados y calculados por la Correlación Múltiple Polinomial
HM-054	Características de Variación y Regulación de Caudales en el Sitio de Presa Salado
HM-071	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Hidrología del Sitio y Características del Embalse - Hoja 1 de 2
HM-072	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Hidrología del Sitio y Características del Embalse - Hoja 2 de 2
TB-049	Sitio Salado - Levantamiento Topográfico del Area Seleccionada para Implantación de Obras
GM-101	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Geología del Embalse
GM-111	Mapa Esquemático de Ubicación del Volcán Reventador y su Drenaje al Río Coca

# INFORME GENERAL DE FACTIBILIDAD DEL APROVECHAMIENTO SALADO

## INDICE - LAMINAS

<u>Nº</u>	<u>Título</u>
HS/IA-442-GM-118	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Mapa Geológico
GM-119	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Localización de los Sondeos, Trincheras y Pozos, con Indicación de los Cortes Geológicos
GM-120	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Corte Geológico A-A'
GM-121	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Corte Geológico B-B'
GM-122	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Corte Geológico C-C'
GM-123	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Cortes Geológicos E-E', F-F' y G-G'
GM-124	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Corte Geológico por el Eje de la Presa
GM-125	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Cortes Geológicos por Vertedero, Desvío y Conducción a la Central
GM-126	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Mapa de Contorno del Basamento Rocoso
GM-127	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Localización de las Líneas de Sísmica Refracción
GM-132	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Mapa de Contorno del Basamento Rocoso (Sísmica)
GM-136	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Lineaciones y Mapa de los Epicentros en el Area Estudiada

# INFORME GENERAL DE FACTIBILIDAD DEL APROVECHAMIENTO SALADO

## INDICE - LAMINAS

<u>Nº</u>	<u>Título</u>
HS/IA-442-GM-137	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Areas de Préstamo - Grava y Arena
GM-138	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Areas de Préstamo para Material de Núcleo - Lahar 1 y 2
GM-148	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Cortes Típicos de la Presa, Ataguías e Inyecciones
HA-140	Esquema Recomendado - Fase de Prefactibilidad
HA-154	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Central Exterior con Dos Túneles de Conducción - Implantación General de las Obras
HA-155	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Central Exterior con Dos Túneles de Conducción. Corte Longitudinal, Planta, Vistas y Cortes
HA-156	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Central Exterior. Cortes Típicos Transversales y Longitudinal
HA-157	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Central Exterior. Pisos - Plantas
HA-158	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Central Exterior con Un Túnel de Conducción - Implantación General de las Obras
HA-159	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Central Exterior con Un Túnel de Conducción - Corte Longitudinal, Plantas, Vistas y Cortes

# INFORME GENERAL DE FACTIBILIDAD DEL APROVECHAMIENTO SALADO

## INDICE - LAMINAS

<u>Nº</u>	<u>Título</u>
HS/IA-442-HA-160	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Central Subterránea - Implantación General de las Obras
HA-161	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Central Subterránea - Corte Longitudinal de la Conducción - Vista Frontal de la Bocatoma
HA-162	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Central Subterránea - Túneles de Restitución y Acceso - Cortes
HA-163	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Central Subterránea - Cortes Típicos Transversal y Longitudinal
HA-164	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Central Subterránea - Pisos Principal y de Generadores - Plantas
HA-165	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Central Subterránea - Pisos de Turbinas y Descarga de la Central - Plantas
HA-167	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Localización del Sitio y Perfil Desarrollado del Río
HA-168	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Descarga Auxiliar - Planta, Cortes y Detalles
HA-169	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Etapas de Construcción - Hoja 1 de 3
HA-170	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Etapas de Construcción - Hoja 2 de 3
HA-171	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Etapas de Construcción - Hoja 3 de 3

# INFORME GENERAL DE FACTIBILIDAD DEL APROVECHAMIENTO SALADO

## INDICE - LAMINAS

<u>Nº</u>	<u>Título</u>
HS/IA-442-HA-172	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Ejes de Presa Estudiados
HA-175	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Vertedero - Planta y Cortes
HA-177	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Vertedero y Disipación. Cortes Transversales
EA-007	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Central y Subestación Salado - Diagrama Unifilar
EA-008	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Subestación Quito - Diagrama Unifilar
EA-009	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Subestación Salado 230 KV - Planta General - Disposición de Equipos
EA-010	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Subestación Quito 230 KV - Planta General - Disposición de Equipos
EA-011	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Subestaciones Salado y Quito - Cortes Típicos
EA-012	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Central Exterior - Pisos Generadores y Principal. Disposición Equipos Eléctricos
EA-013	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Central Salado - Sala de Comando - Disposición General
EA-014	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Línea de Transmisión Salado-Quito - Ruta Preliminar



# INFORME GENERAL DE FACTIBILIDAD DEL APROVECHAMIENTO SALADO

## INDICE - LAMINAS

<u>Nº</u>	<u>Título</u>
HS/IA-442-CM-001	Aprovechamiento Salado - Estudio de Localización de Campamento
CM-003	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Alternativa Recomendada - Cronograma Físico de Construcción - Diagrama de Barras
CM-004	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Alternativa Recomendada - Cronograma Físico de Construcción - C.P.M.
ES-006	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Costos Utilizados en el Modelo de Optimización y Factibilidad
ES-007	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Beneficio Anual Neto del Proyecto
ES-008	Aprovechamiento Salado - Factibilidad - Tasa Interna de Retorno del Aprovechamiento - Potencia Instalada = 560 MW



HIDROSERVICE Nº SAL-ES-007

U.A. PARTIC	ENC. GRUPO	JEFE U.A.	SUPERV. U.A.

FECHA

DIBUJO

VERIFICADO

U.A. RESP. TAREA	ENC. GRUPO	JEFE U.A.	SUPERV. U.A.
JEFE PROYECTO	DIRECTOR U.A. PART.	DIREC. SUPERV. PROV.	

RESPONSABLE POR EL CONSORCIO

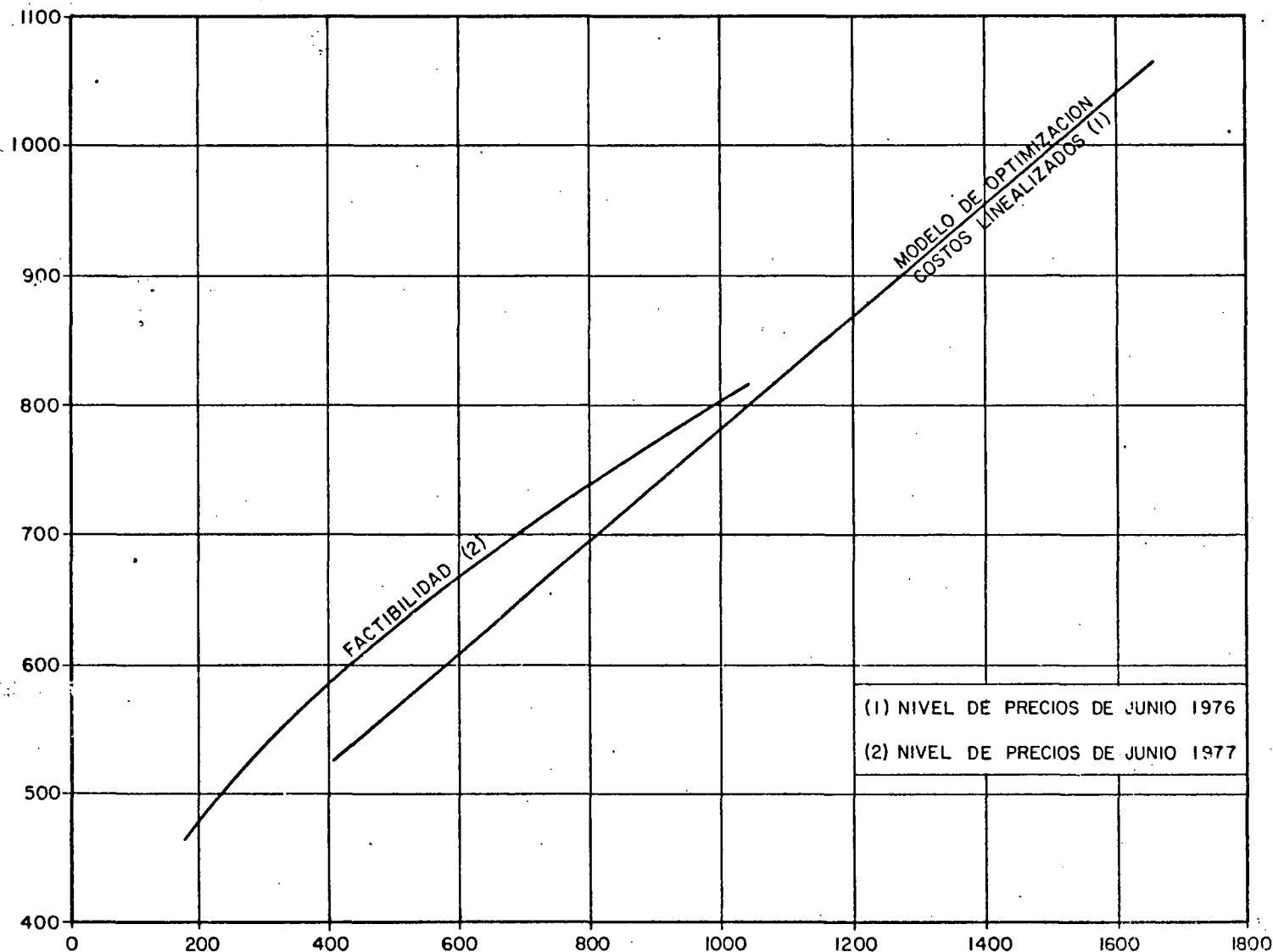
ING. CIVIL LINCOLN A. QUEIROZ  
CREA 2053/D 4º Reg.-VISTO 32306-6º Reg.

INTEGRAL-IDCO-ADEC-INTECONSULT

FECHA	DIBUJO	VERIFICADO
OCTUBRE-78	C. MONGE E.	
JEFE ADJUNTO PROYECTO	RESP. CONSORCIO NACIONAL	

NOTA: LOS COSTOS INCLUYEN INTERES DURANTE LA CONSTRUCCION DE 8 % a.a.

COSTO TOTAL, x 10<sup>6</sup> U.S. \$



(1) NIVEL DE PRECIOS DE JUNIO 1976

(2) NIVEL DE PRECIOS DE JUNIO 1977

POTENCIA INSTALADA, MW

REVIS	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	FOR	VERIF	APROB	NO IN/IA-42-ES-007
<p>CONSORCIO HIDROSERVICE / INTEGRAL-IDCO-ADEC-INTECONSULT</p> <p>INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR</p> <p>PROYECTO HIDROELECTRICO COCA APROVECHAMIENTO SALADO - FACTIBILIDAD COSTOS UTILIZADOS EN EL MODELO DE OPTIMIZACION Y FACTIBILIDAD</p> <p>HOJA 01</p> <p>RECOMENDADO</p> <p>APROBADO</p>						

HIDROSERVICE Nº SAL-ES-008

FECHA

DIBUJO

VERIFICADO

RESPONSABLE POR EL CONSORCIO

INTEGRAL-IDCO-ADEC-INGECONSULT

U.A. PARTIC. ENC. GRUPO JEFE U.A. SUPERV. U.A.

U.A. RESP. TAREA ENC. GRUPO JEFE U.A. SUPERV. U.A.

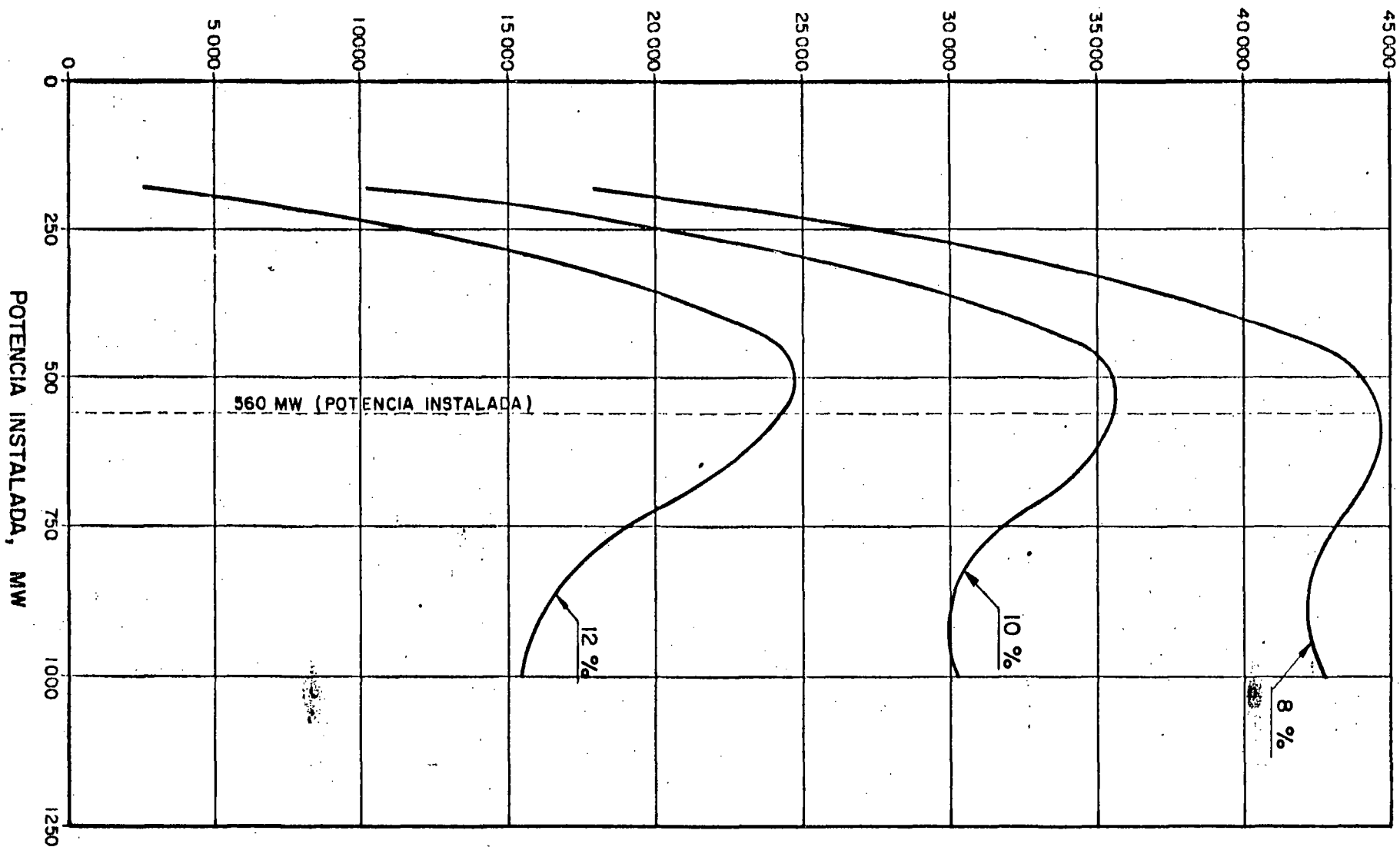
JEFE PROYECTO DIRECTOR U.A. PART. DIREC. SUPERV. PROV.

ING. CIVIL LINCOLN A. QUEIROZ  
CREA 80657/D 4<sup>º</sup> Reg - VISTO 52304-0<sup>º</sup> Reg.

FECHA DIBUJO VERIFICADO

OCTUBRE-78 C. MONGE E.

JEFE ADJUNTO PROYECTO NEBP. CONSORCIO NACIONAL

BENEFICIO ANUAL NETO,  $\times 10^3$  U.S. \$

POTENCIA INSTALADA, MW

CONSORCIO HIDROSERVICE /  
INTEGRAL-IDCO-ADEC-INGECONSULTINSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION  
QUITO - ECUADORPROYECTO HIDROELECTRICO COCA  
APOVECHAMIENTO SALADO - FACILIDAD  
BENEFICIO ANUAL NETO DEL PROYECTO

HOJA DE RECOMENDADO

ESCALA APROBADO

REVISI. FECHA

MATERIA DE LA REVISION

COR

VERIF

APROB

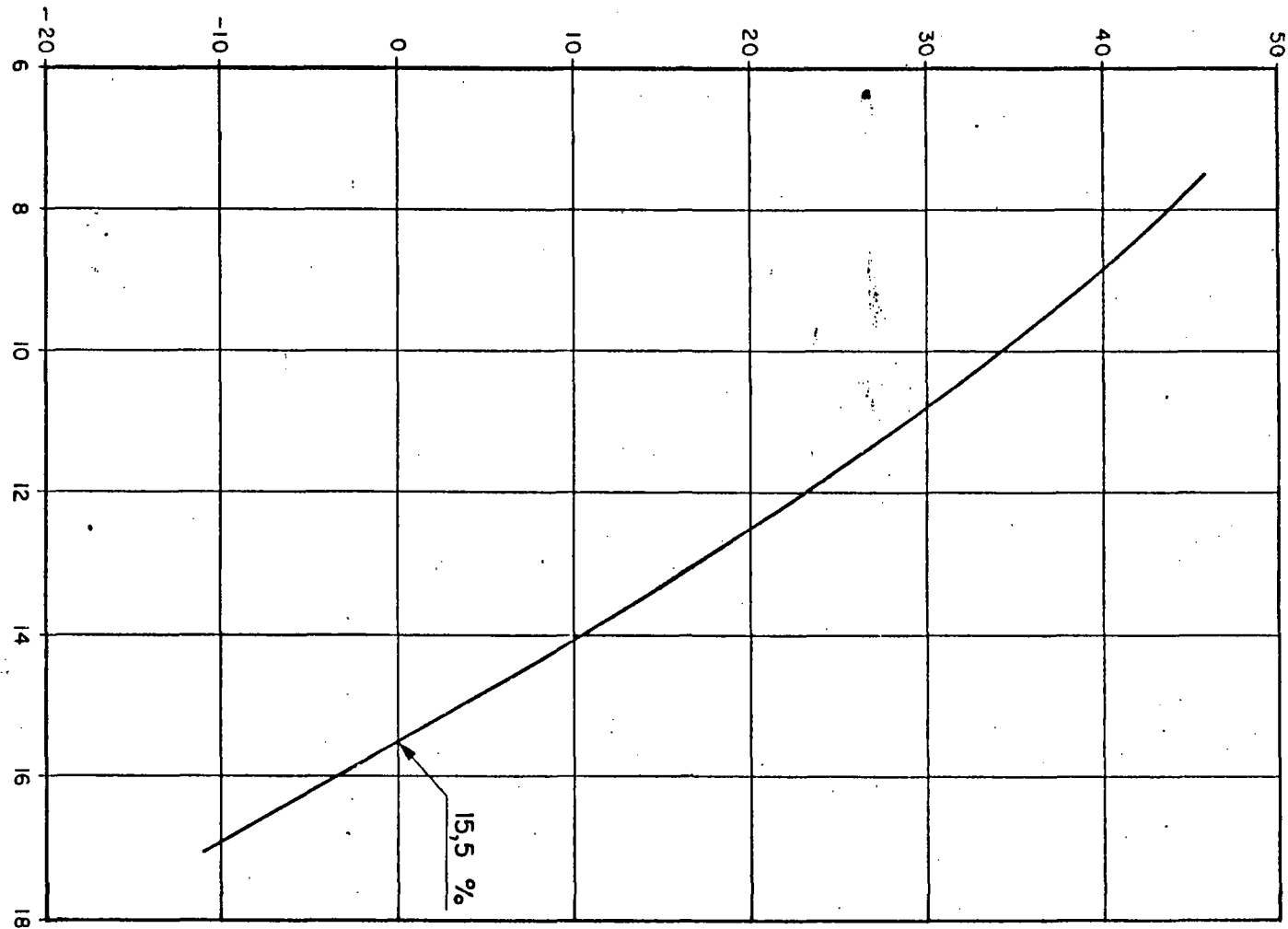
EN

Nº

P. 5/11-A-442-ES-0071957

HIDROSERVICE Nº SAL-ES-009				FECHA	DIBUJO	VERIFICADO	RESPONSABLE POR EL CONSORCIO		INTEGRAL-IDCO-ADEC-INSECONSULT		
U.A. PARTIC.	ENC. GRUPO	JEFE U.A.	SUPERV. U.A.	U.A. RESP TAREA	ENC. GRUPO	JEFE U.A.	SUPERV. U.A.	FIRMAS	FECHA	DIBUJO	VERIFICADO
									OCTUBRE-78	C. MONGE E.	
									JEFE ADJUNTO PROYECTO	RESP. CONSORCIO NACIONAL	
				JEFE PROYECTO	DIRECTOR U.A. PART.	DIREC. SUPERV. PROV.		ING. CIVIL LINCOLN A. QUEIROZ			
								CREA 2053/D 4º Reg.-VISTO 32306-6º Reg.			

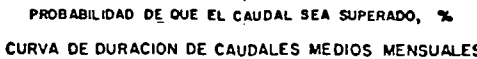
BENEFICIO ANUAL NETO,  $\times 10^3$  U.S. \$



TASA DE INTERESES, %

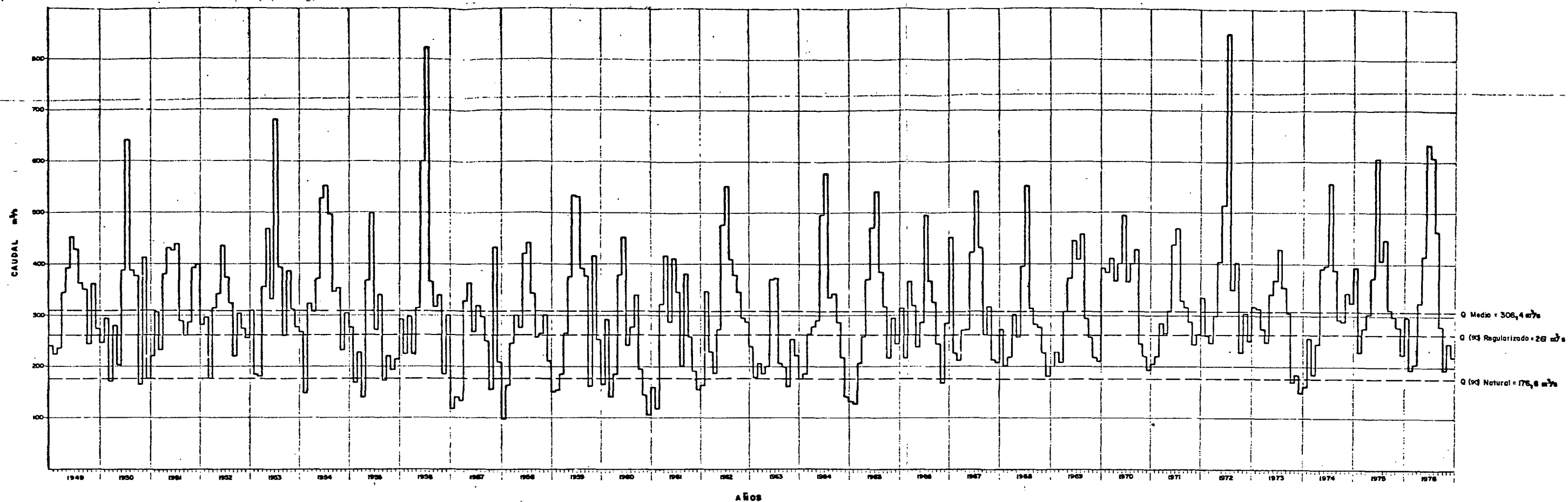
REVISIÓN	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISIÓN	POR	VERIFICADO	FECHA	VERIFICADO
<p>CONSORCIO HIDROSERVICE / INTEGRAL-IDCO-ADEC-INSECONSULT</p> <p>INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR</p> <p>PROYECTO HIDROELECTRICO COCA APROVECHAMIENTO SALADO - FACILIDAD TALA INTERNA DE RETORNO DEL APROVECHA MIENTO POTENCIA INSTALADA = 560 MW</p> <p>HOJA 1 DE 1</p> <p>ESCALA</p> <p>RECOMENDADO</p>						



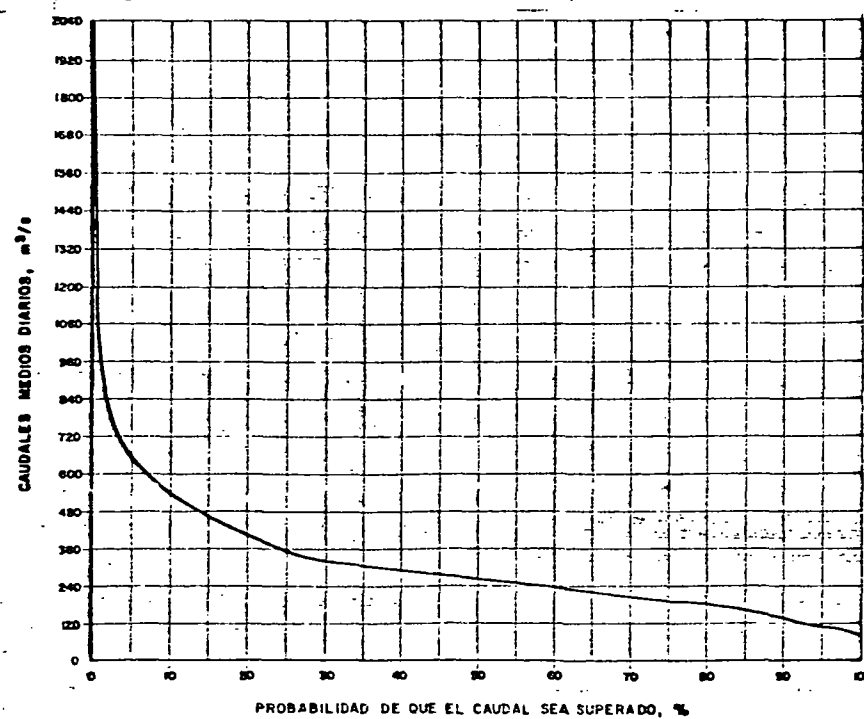
[illegible]



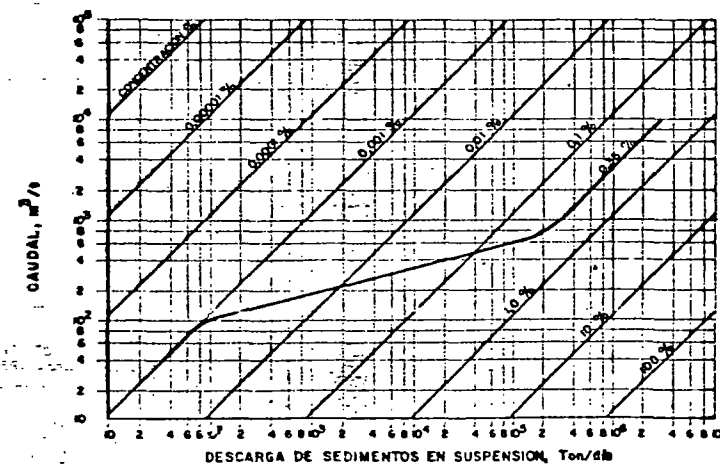




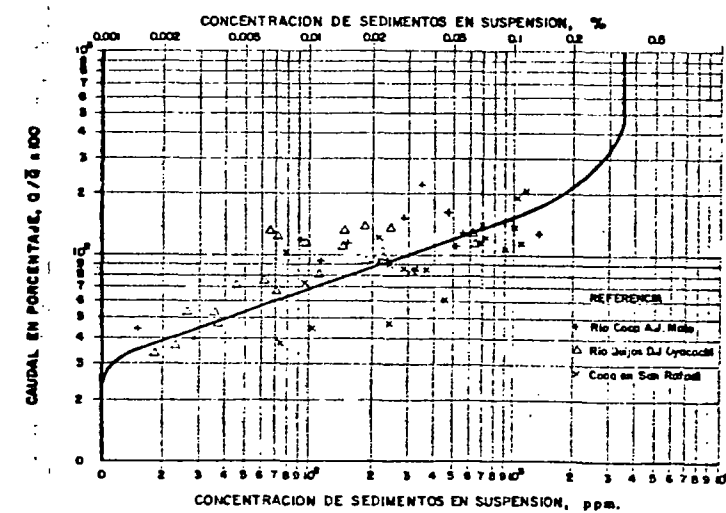
FLUCTUACION DE LOS CAUDALES MEDIOS MENSUALES EN EL SITIO DE PRESA SALADO, VALORES TRANSPUESTOS DESDE LA EST. FLUVIOMETRICA SAN RAFAEL



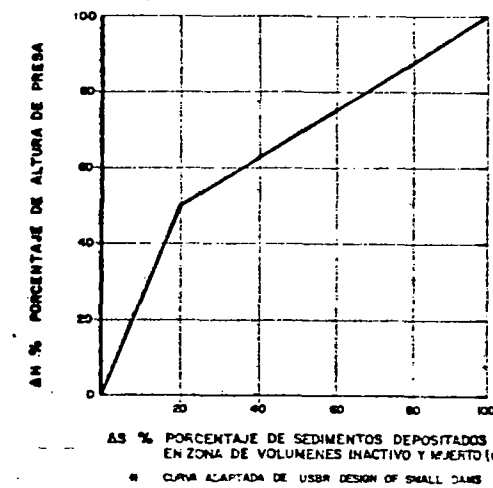
CURVA DE DURACION DE CAUDALES LIQUIDOS



### DESCARGA DE SEDIMENTOS EN FUNCION DEL CAUDAL LIQUIDO



### CONCENTRACION DE SEDIMENTOS EN FUNCION DEL CAUDAL MODULADO



## DISTRIBUCION DE SEDIMENTOS EN FUNCION DE LA ALTURA DE PRESA

HIDROSERVICE				INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT				
FECHA	DELEG	VERIFICADO	VERIFICADO	FECHA	DELEG	VERIFICADO		
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO								
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					
PLAN DE TRABAJO	ENC. G. G. G.	ENC. G. G. G.	SUPER. G. A.					

NOTAS:

1º CÍRCULO CAUDAL MEDIO MENSUAL CON 80% DE GARANTÍA

2º CÍRCULO REGULARIZADO NECESITA  $539,9 \pm 10^6 \text{ m}^3$  DE VOLUMEN ÚTIL

EN LA PRESA EXISTE ENTRE 1585,00 Y 1548,00 m s.n.m.

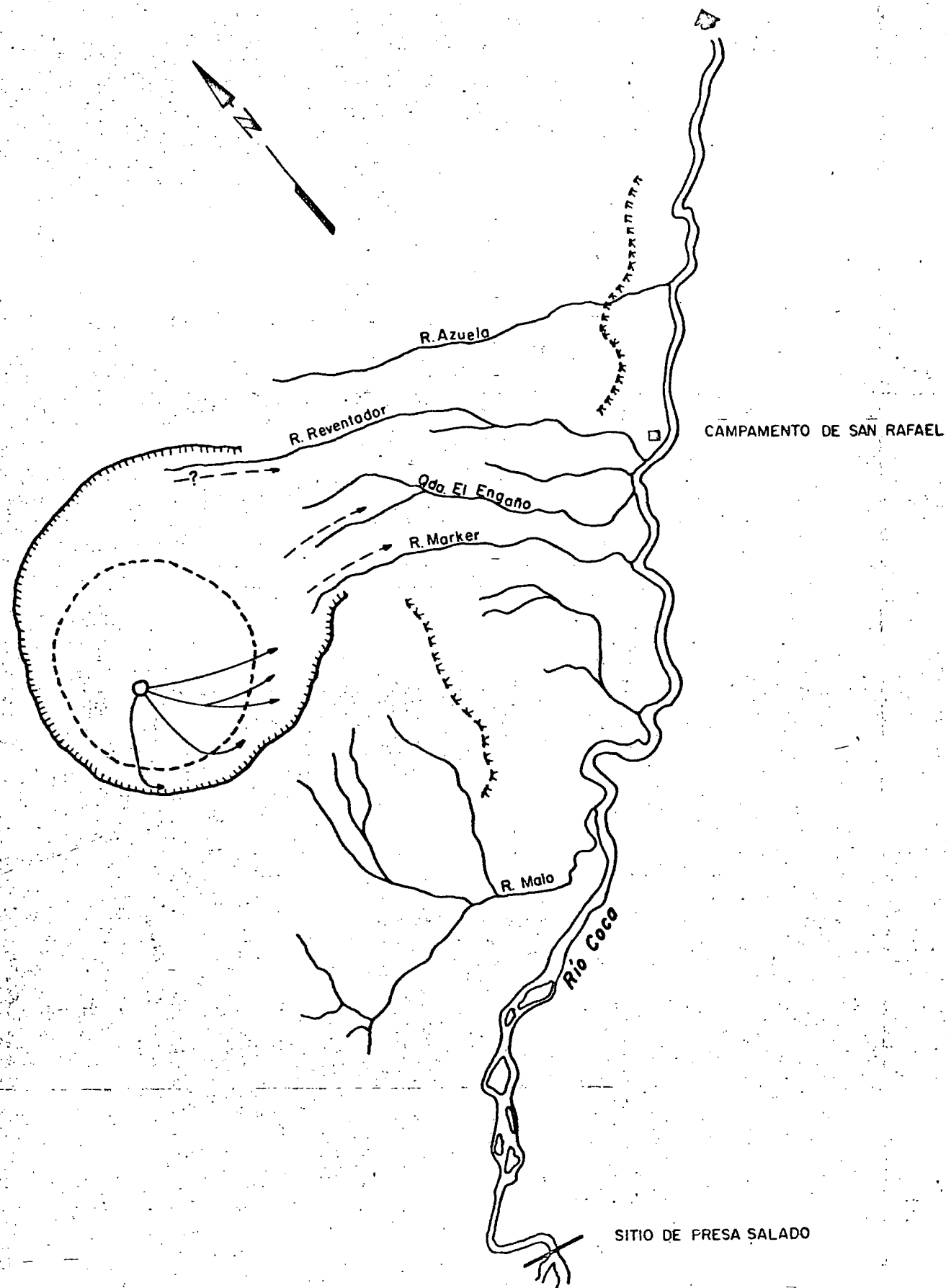
VER DCS HN-071; PÁG. 8

1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISIÓN	CUADRO	POR	VERIF. APROBADA


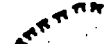


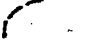
CONSORCIO HIDROELECTRICO COCA	
INTEGRAL - IDCO-ADEC - INGECONSULT	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA	
APROVECHAMIENTO SALADO.- FACTIBILIDAD	
HIDROLOGIA DEL SITIO Y CARACTERISTICAS DEL EMBALE	
HOJA 2 DE 2	ESC.
REVISADO POR EL COMISARIO	RECOMENDADO
HOY 27/04/1964 A OMBU	APROBADO
MS/IL-442-KM-072	NEE





[illegible]

## LEYENDA

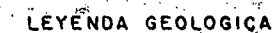
	ESCARPAS DE LA CALDERA DEL REVENTADOR
	ESCARPA FORMADA POR LAS ROCAS SEDIMENTARIAS Form. Hollín
	CONO VOLCANICO RECIENTE
	RUTA SEGUIDA POR LOS FLUJOS Y LAVAS RECIENTES
	POSIBLES RUTAS QUE TOMARAN LOS FLUJOS EN ERUPCIONES FUTURAS

<b>CONSORCIO-HIDROSERVICE /</b> <b>INTEGRAL- IDCO - ADEC - INGECONSULT</b>	
<b>INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION</b> <b>QUITO - ECUADOR</b>	
<b>PROYECTO HIDROELECTRICO COCA</b> <b>APROVECHAMIENTO SALADO - FACTIBILIDAD</b> <b>MAPA ESQUEMATICO DE UBICACION DEL VOLCAN</b> <b>REVENTADOR Y SU DRENAJE AL RIO COCA</b>	
<b>HOJA</b>	<b>DE</b>
<b>ESCALA</b>	<b>1 : 100 000</b>
<b>RECOMENDADO</b>	<b>APROBADO</b>
<b>Nº HS/AA-442-GM - III</b>	<b>REF</b>

			NOTAS:
PLANOS OZ REFERENCIA	FECHA	NUMERO	

4						
3						
2						
1						
NO	FECHA	NATURALEZA DE LA RESERVA	CUADRA	PCR	VERIF.	APROB.





- CONTACTO GEOLOGICO OBSERVADO

CONTACTO GEOLOGICO INFERIDO

— LINEAS DE CORTE GEOLOGICO

## SISTEMAS DE FRACTURACION



- CONSORCIO HIDROSERVICE/  
INTEGRAL - IDCO-ADEC - INGECONSULT

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA  
APROVECHAMIENTO SALADO - FACTIBILIDAD  
MAPA GEOLOGICO

HOJA	DE	ESC
RESPONSABLE POR EL CONSORCIO		RECOMENDADO

RECOMMENDATIONS

1946, CIVIL, LINCOLN A. DUEIRGE

REF.	
------	--

NOTAS

7					
6					
5					
4					
3					
2					
1					
N.º	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUADR.	POR	VERI

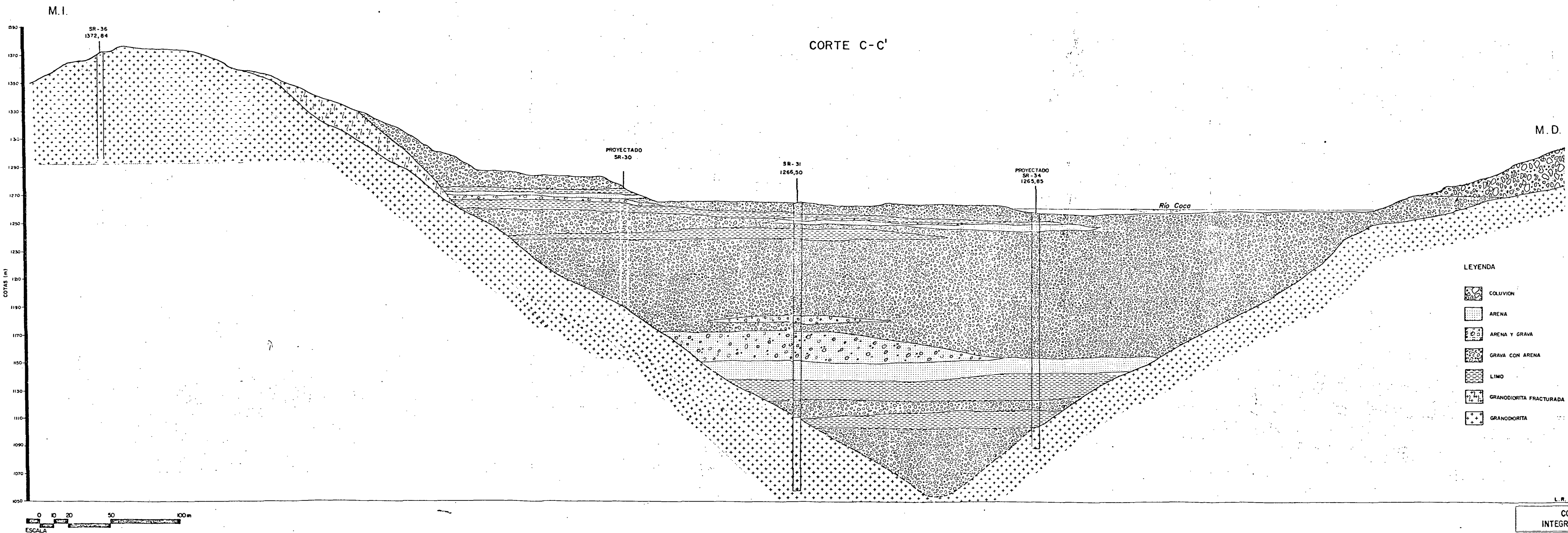
7						
6						
5						
4						
3						
2						
1						
104	FORMA	NALIZATEZA DE LA MOVION	CUADR	FOR	VERIF	APROBADO











HIDROSERVICE				INTEGRAL-IDCO-ADEC-INGECONSULT				SITIO SALADO - LOCALIZACION DE LOS SONDEOS, TRINCHERAS Y POZOS				3-AÑO-78	HS/IA-442-GM-119
FECHA	DISEÑO	REVISIÓN	APRUEBA	FECHA	DISEÑO	REVISIÓN	APRUEBA	FECHA	DISEÑO	REVISIÓN	APRUEBA	3-AÑO-78	HS/IA-442-GM-119
7-07-78	7-07-78	7-07-78	7-07-78	7-07-78	7-07-78	7-07-78	7-07-78	7-07-78	7-07-78	7-07-78	7-07-78	7-07-78	7-07-78
SAL-GM-079				SAL-GM-079				SAL-GM-079				PLANO DE REFERENCIA	
												FECHA	
												NUMERO	

7													
6													
5													
4													
3													
2													
1													
Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISIÓN	CUADR.	POR	VERIF.	APROBADO	Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISIÓN	CUADR.	POR	VERIF.	APROBADO

CONSORCIO HIDROSERVICE/  
INTEGRAL-IDCO-ADEC-INGECONSULT

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACIÓN  
QUITO-ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA  
APOVECHAMIENTO SALADO - FACTIBILIDAD  
CORTE GEOLOGICO C-C'

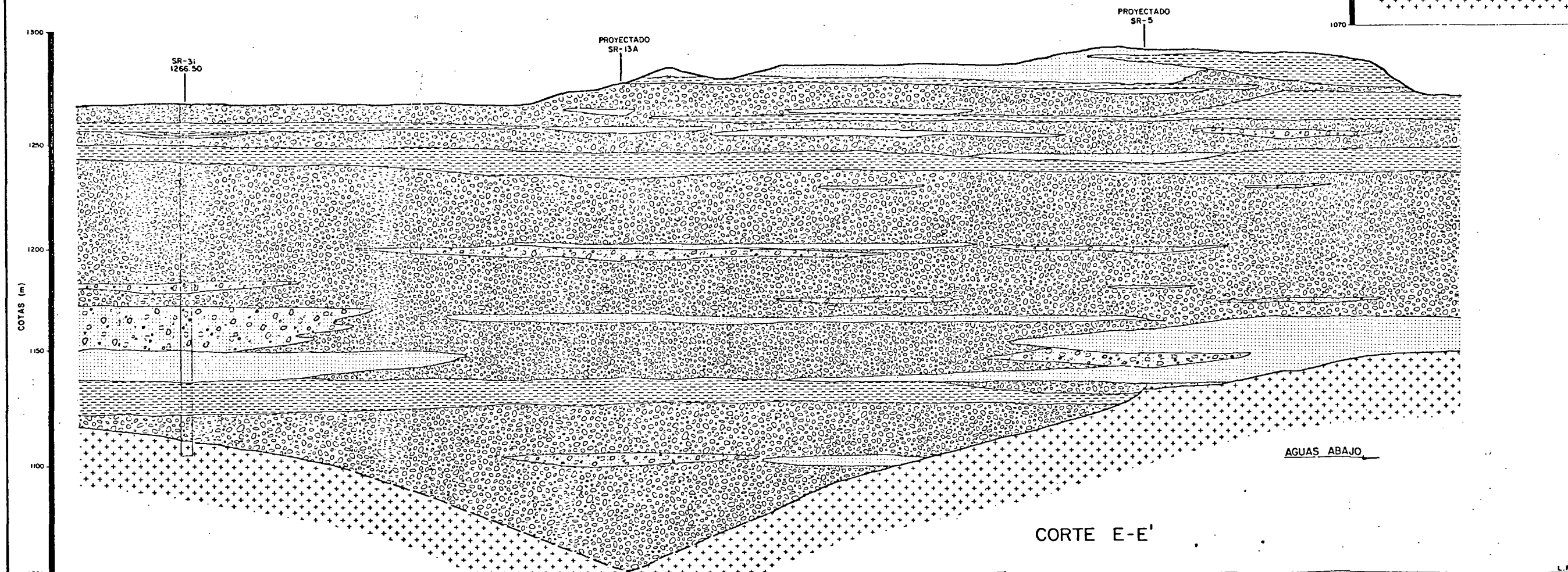
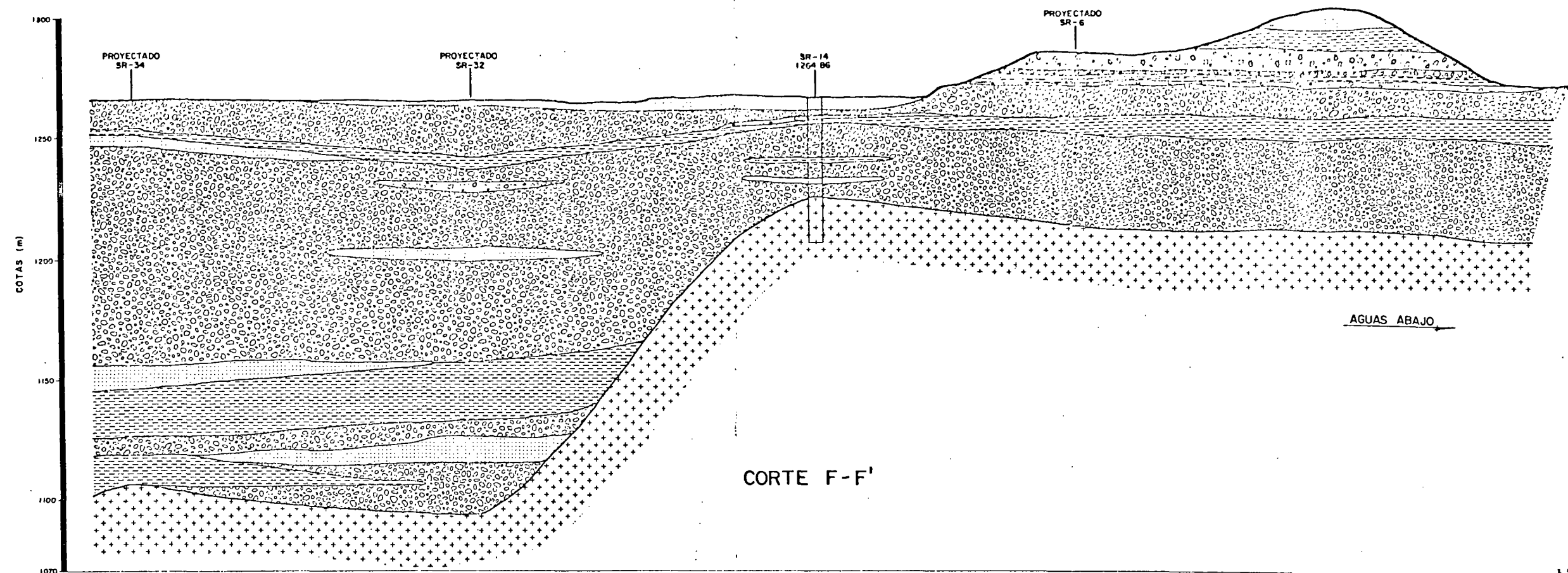
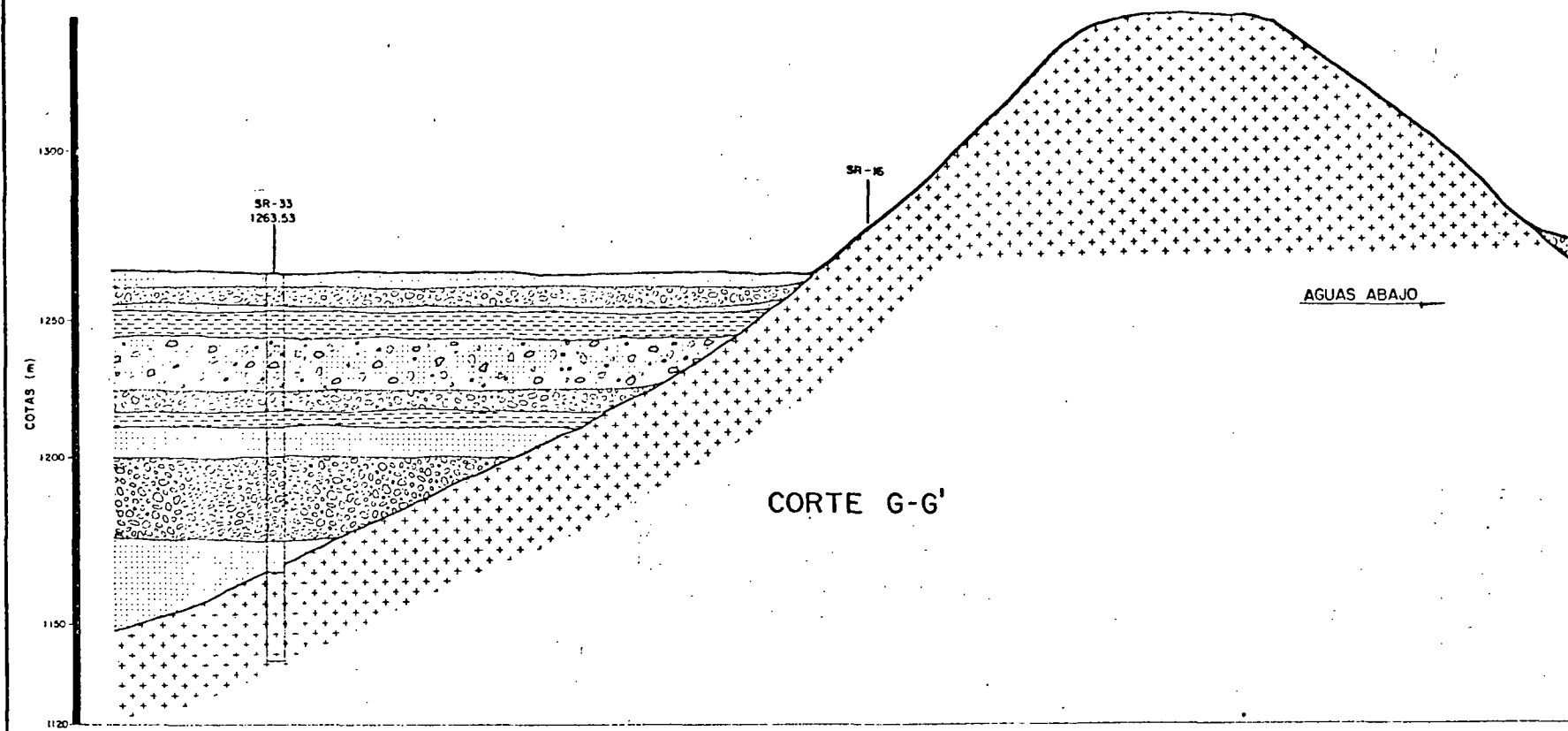
HOJA DE: ESC. GRAFICA

RESPONSABLE POR EL CONSORCIO: RECOMENDADO

INGENIERO CIVIL LINCOLN A. GARCIA  
OBRERO EN DISEÑO: EST. DE DISEÑO

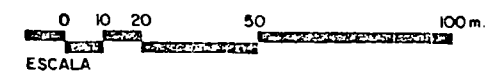
APROBADO: REF.

Nº HS/IA-442-GM-122



LEYENDA

- ARENA
- ARENA Y GRAVA
- GRAVA CON ARENA
- LIMO
- GRANODIORITA



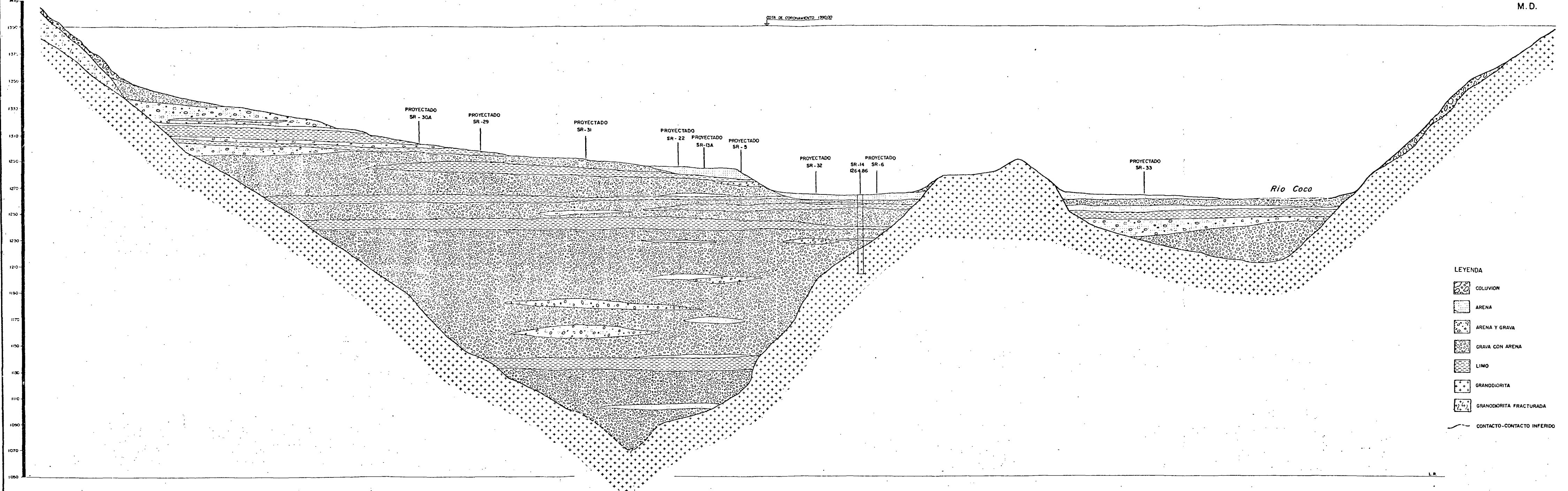
HIDROSERVICE				INTEGRAL-IDCO-ADEC-INGECONSULT				SITIO SALADO LOCALIZACION DE LOS SONDEOS TRINCHERAS Y POCOS				AÑO-78		H.S./A-442-GM-119	
FECHA	ELABORADO	VERIFICADO	APROBADO	FECHA	ELABORADO	VERIFICADO	APROBADO	FECHA	ELABORADO	VERIFICADO	APROBADO	JUNIO-78		JUNIO-78	
12-07-78				12-07-78											
SAL-GM-080								MAPA GEOLOGICO							

COTAS  
(m)

M.I.

M.D.

COTA DE CORONAMIENTO 1390.00



## LEYENDA

- COLUVION
- ARENA
- ARENA Y GRAVA
- GRAVA CON ARENA
- LIMO
- GRANODIORITA
- GRANODIORITA FRACTURADA
- CONTACTO-CONTACTO INFERIDO

## CORTE GEOLOGICO POR EL EJE DE LA PRESA

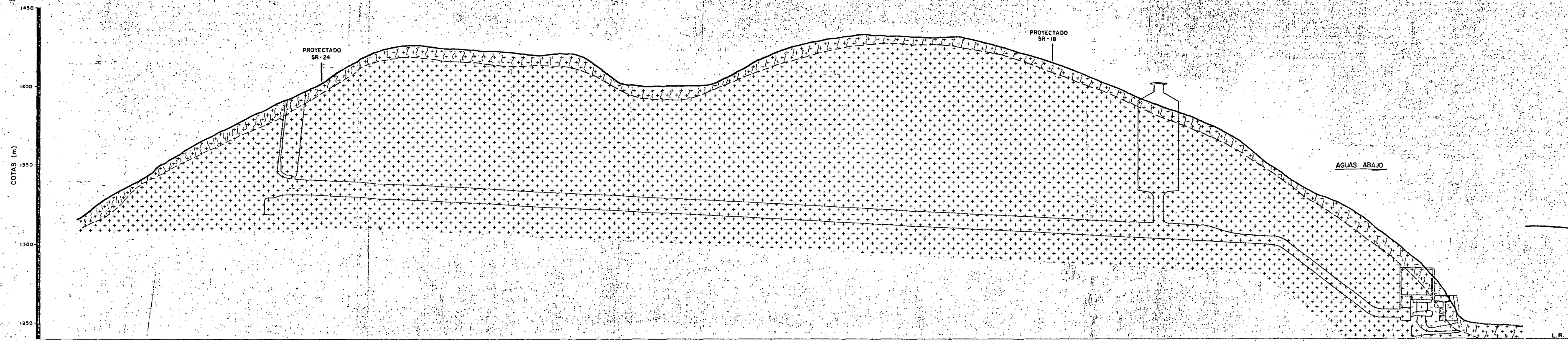
0 10 20 50 100 m  
ESCALA

HIDROSERVICE				INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT				SITIO SALADO - MAPA GEOLOGICO				HS/A-442-GM-118			
FECHA	TRABAJO	PROYECTO	APR. U. A.	FECHA	TRABAJO	PROYECTO	APR. U. A.	FECHA	TRABAJO	PROYECTO	APR. U. A.	FECHA	TRABAJO	PROYECTO	APR. U. A.
5-08-78	5-08-78	5-08-78	5-08-78	5-08-78	5-08-78	5-08-78	5-08-78	5-08-78	5-08-78	5-08-78	5-08-78	5-08-78	5-08-78	5-08-78	5-08-78
SAL-GM-081				SAL-GM-081				SAL-GM-081				SAL-GM-081			
PLANOS DE REFERENCIA				PLANOS DE REFERENCIA				PLANOS DE REFERENCIA				PLANOS DE REFERENCIA			
FECHA				FECHA				FECHA				FECHA			
NUMERO				NUMERO				NUMERO				NUMERO			

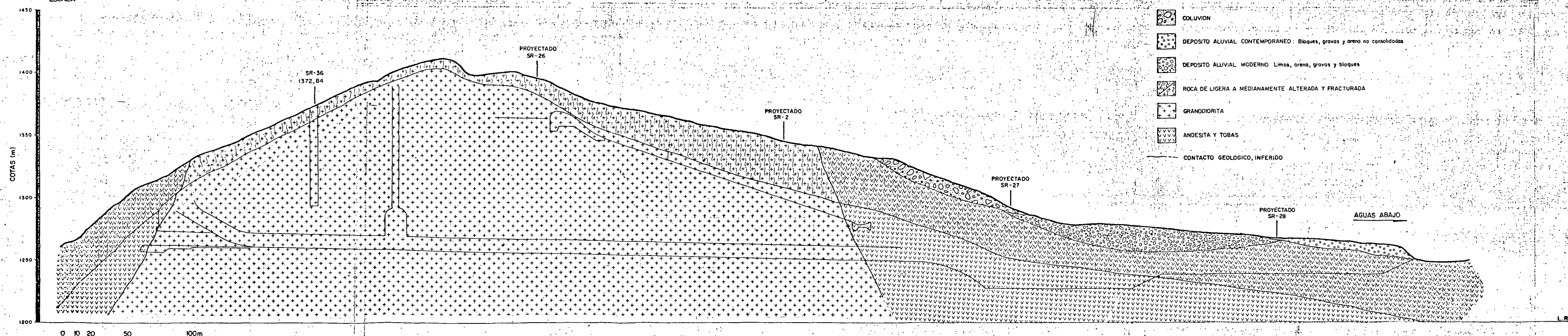
7															
6															
5															
4															
3															
2															
1															
Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUADRO	FOR	VERIF.	APROBADO									

CONSORCIO HIDROSERVICE/ INTEGRAL-IDCO-ADEC-INGECONSULT	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA	
APROVECHAMIENTO SALADO - FACTIBILIDAD	
CORTE GEOLOGICO POR EL EJE DE LA PRESA	
HOJA DE ESC. GRAFICA	
RESPONSABLE POR EL CONCEPTO	RECOMENDADO
MR. CIVIL LUIS ALVARO GARCIA	APROBADO
Nº HS/A-442-GM-124	REF.





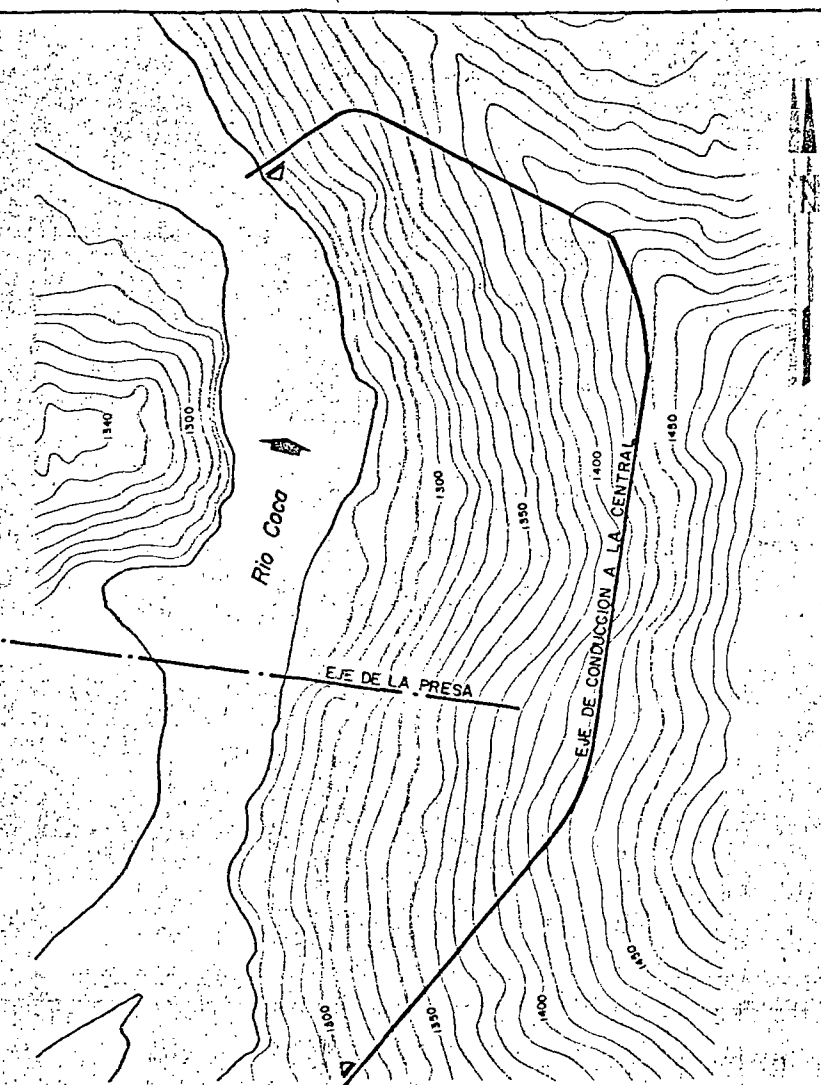
CORTE GEOLÓGICO POR LA CONDUCCION A LA CENTRAL



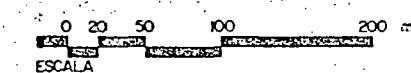
CORTE GEOLOGICO POR EL VERTEDERO Y DESVIO

LEYENDA

- COLUVION
- DEPOSITO ALUVIAL CONTEMPORANEO: Bloques, gravas y arena no consolidados
- DEPOSITO ALUVIAL MODERNO: Limos, arena, gravas y bloques
- ROCA DE LIGERA A MEDIANAMENTE ALTERADA Y FRACTURADA
- GRANODIORITA
- ANDESITA Y TOBAS
- CONTACTO GEOLOGICO, INFERIDO



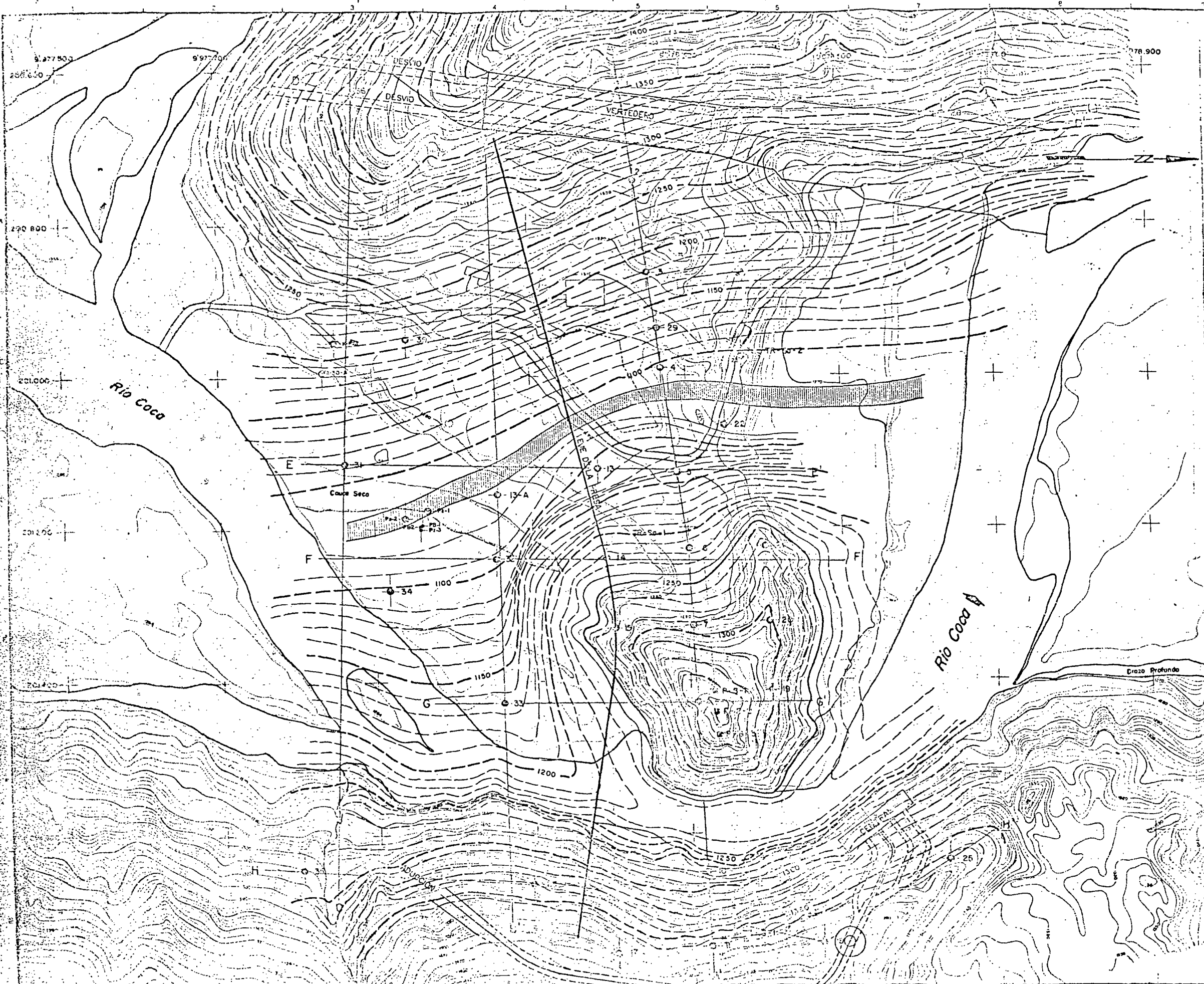
PLANTA



HIDROSERVICE				INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT				MAPA GEOLOGICO		NOTAS:	
FECHA	DISEÑO	VERIF. DISEÑO	APR. N. A.	FECHA	DISEÑO	VERIF. DISEÑO	APR. N. A.	ALVIO-75	HS/IA-442-GM-125	1.- EN LOS CORTES PRESENTADOS, EXISTE UNA CAPA DE SUELO RESIDUAL DE 1.0 A 5.0 m. DE ESPESOR	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	PLANOS DE REFERENCIA	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	FECHA	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NUMERO	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
SAL-GM-082											

1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUADR.	POR	VERIF.	APROBADO	Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUADR.	POR

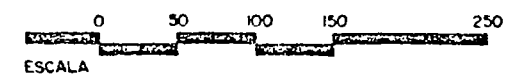
CONSORCIO HIDROSERVICE/ INTEGRAL - IDCO-ADEC - INGECONSULT	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA APROVECHAMIENTO SALADO - FACTIBILIDAD CORTES GEOLOGICOS POR EL VERTEDERO, DESVIO Y CONDUCCION A LA CENTRAL	
HOJA DE	ESC. GRAFICA: 1:50,000
RESPONSABLE POR EL DISEÑO	RECOMENDADO
APROBADO	APROBADO
Nº HS/IA-442-GM-125	REF



# LEYENDA

- CURVA DE NIVEL
- SONDEO EJECUTADO
- SONDEO ELIMINADO Y/O POSTERGADO
- A—A' CORTE GEOLOGICO
- ☐ POZO MANUAL
- TRINCHERA
- PB POZO DE BOMBEO
- PZ POZO DE OBSERVACION (PIEZOMETRO)
- - - CURVA DE CONTORNO Y BASAMENTO ROCOSO
- PALEOCAUCE

SONDEO N°	COTA (m.s.n.m.)	COORDENADAS	
		N	E
1	1367.52	9.978.227.16	200.627.73
2	1334.42	9.978.326.58	200.744.63
3	1322.22	9.978.253.22	200.865.78
4	1293.94	9.978.269.43	200.959.89
5	1290.47	9.978.287.49	201.127.52
6	1283.77	9.978.300.83	201.227.63
7	1293.31	9.978.304.94	201.329.77
8	1339.91	9.978.306.95	201.427.59
9	1285.64	9.978.313.69	201.540.54
10	1272.23	9.978.318.28	201.651.48
11	1368.29	9.978.327.34	201.750.57
13	1283.56	9.978.186.41	201.123.45
13A	1265.38	9.978.095.55	201.117.11
14	1264.06	9.978.192.27	201.229.37
15	1277.49	9.978.204.72	201.331.87
16	1281.55	9.978.232.96	201.440.69
17	1302.86	9.978.262.32	201.549.15
18	1303.26	9.978.468.01	201.745.19
19	1299.10	9.978.406.17	201.811.19
20	1304.23	9.978.404.49	201.911.19
21	1303.50	9.978.400.82	202.011.19
22	1291.66	9.978.349.59	201.946.77
23	1293.34	9.978.373.54	202.026.99
24	1340.29	9.978.093.82	201.646.39
25	1362.49	9.978.635.22	201.636.75
26	1378.99	9.978.049.50	200.607.74
27	1332.07	9.978.433.78	201.640.40
28	1302.55	9.978.640.76	201.661.71
29	1306.07	9.978.264.47	200.718.35
30	1266.52	9.977.944.00	200.949.56
30A	1268.17	9.977.836.18	200.993.99
31	1261.51	9.977.864.38	201.114.42
32	1260.20	9.978.052.89	201.240.03
33	1263.53	9.978.060.67	201.428.27
34	1265.85	9.977.919.74	201.281.85
35	1308.97	9.977.800.78	201.646.60
36	1372.84	9.977.881.60	201.833.03
PB-1	1266.16	9.977.961.20	201.197.84
PB-2	1266.29	9.977.958.69	201.190.57
PZ-1	1264.67	9.977.967.60	201.177.15
PZ-2	1266.37	9.977.938.47	201.106.63
PZ-3	1266.20	9.977.957.95	201.201.96
PZ-4	1264.26	9.977.852.03	200.954.58



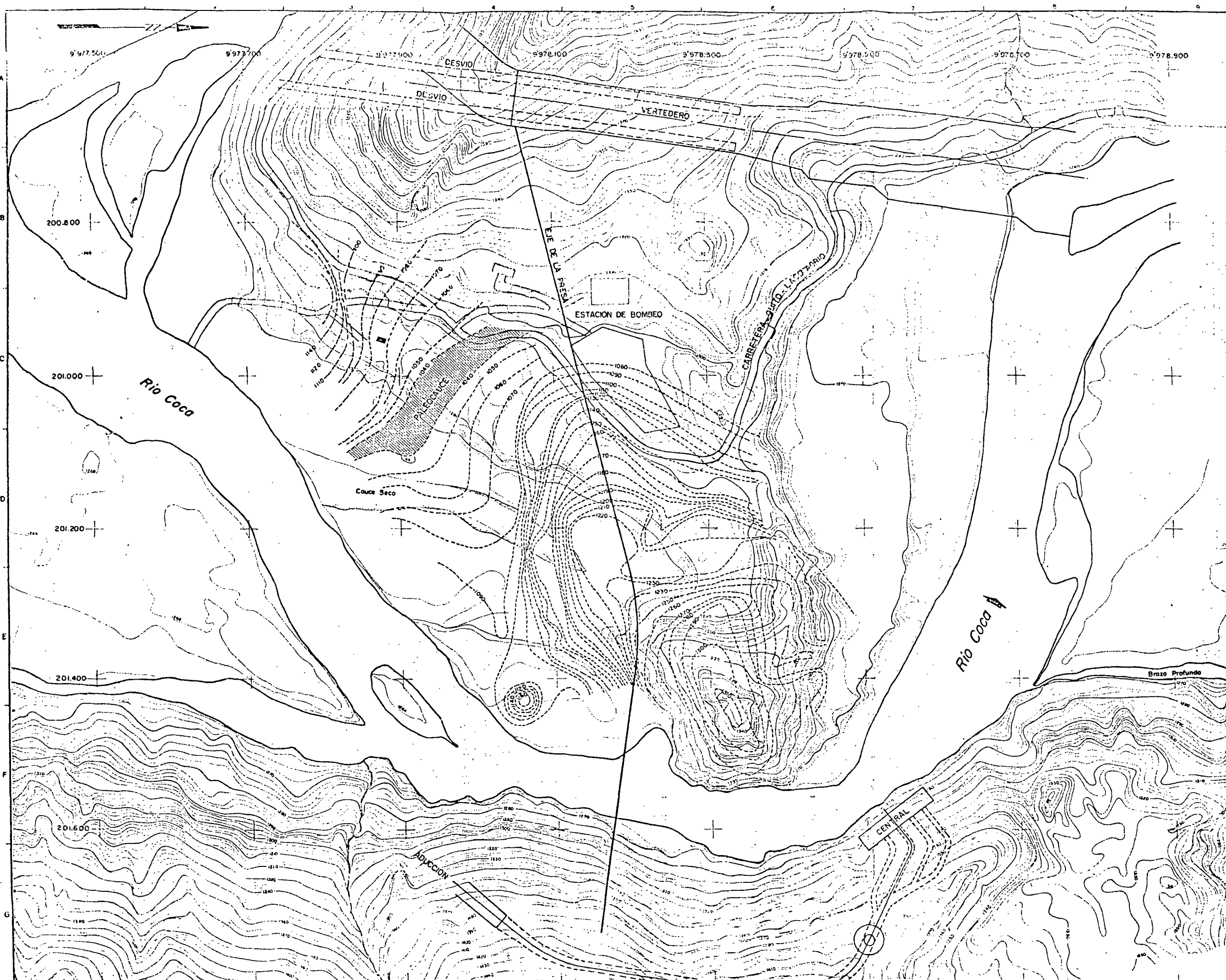
CONSORCIO HIDROSERVICE/  
 INTEGRAL-IDCO-ADEC-INGECONSULT  
 INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION  
 PROYECTO HIDROELECTRICO COCA  
 APROVECHAMIENTO SALADO-FACTIBILIDAD  
 MAPA DE CONTORNO DEL BASAMENTO ROCOSO

FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	ELABORADO	REVISADO	APROBADO
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	ELABORADO	REVISADO	APROBADO
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				



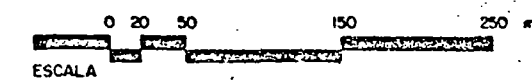




LEYENDA

----- CURVA DE CONTORNO DEL TOPE ROCOSO

1270 CURVA DE NIVEL



CONSORCIO HIDROSERVICE/  
INTEGRAL - IDCO-ADEC - INGECONSULT

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA  
APROVECHAMIENTO SALADO.- FACTIBILIDAD  
MAPA DE CONTOURNO DEL BASAMENTO ROCOSO (SISMICA)

RECOMENDADO

APROBADO

N° HS/A-442-GM-132

	RE
--	----

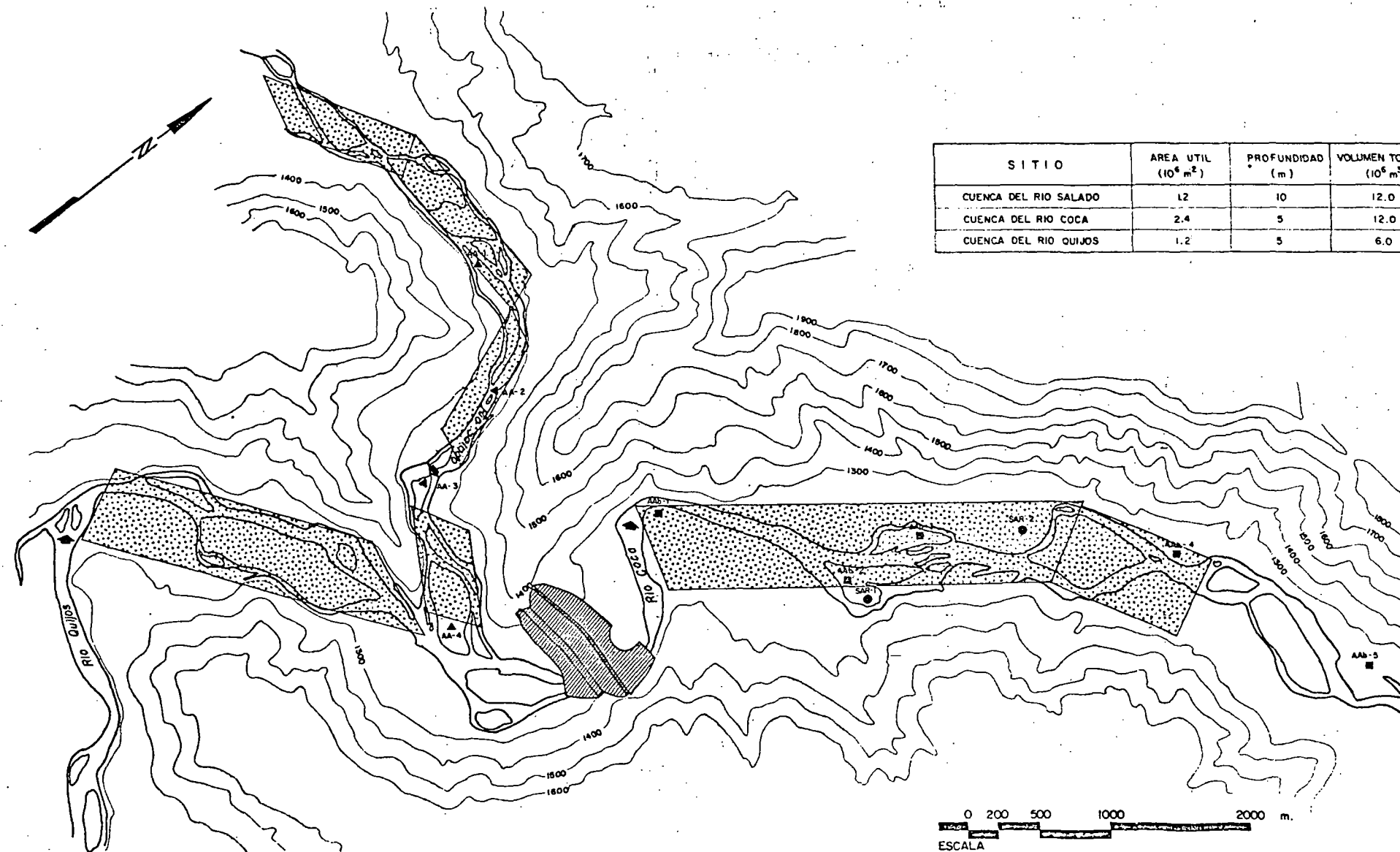
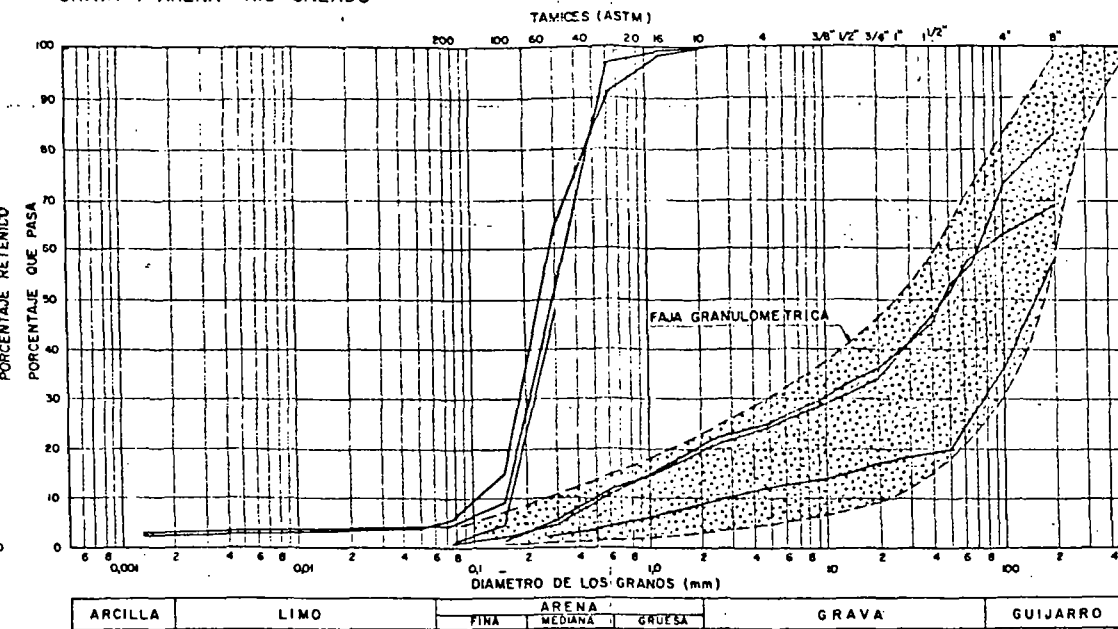
HIDROSERVICE				INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT									
B.D.N.A.	ST	LICENCIADO	JOSÉ M. A.	FEDERICO JUNIO - 70	BRUNO LARREA O.C.	VORP CARO	LINEAS SISMICAS 3-1 y 3-3		HS/IA.-44Z-GM-125				
A.H.	[Signature]	JOSÉ M. A.	SUPERVISOR	FOLIOS			LINEA SISMICA 3-2		HS/IA.-44Z-GM-130				
							LINEAS SISMICAS 3-4 y R-2		HS/IA.-44Z-GM-131				
Nº DE PLAN	-LTO-	DIRECTOR JOSÉ M. A. PARTIPEY		ENCARGADO SUPERV. PROJ.		JEFE MANEJO PROYECTO		RESP. COMERCIAL NACIONAL					
SAL - GM - 089						PLANOS DE REFERENCIAS						FECHA NUMERO	

									CORTO-ELECTRICA
7									PROYECTO HIDROELECTRICO COCA
6									APROVECHAMIENTO SALADO.- FACTIBILIDAD
5									MAPA DE CONTORNO DEL BASAMENTO ROCOSO (SISMICA)
4									HOJA DE ESC. GRAFICA
3									RESPONSABLE POR EL DISEÑO
2									RECOMENDADO
1									APROBADO
Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUADR.	POR	VERIF.	APROBACIÓ	Nº HS/A-442-GM-132	REF	





GRAVA Y ARENA - RIO SALADO

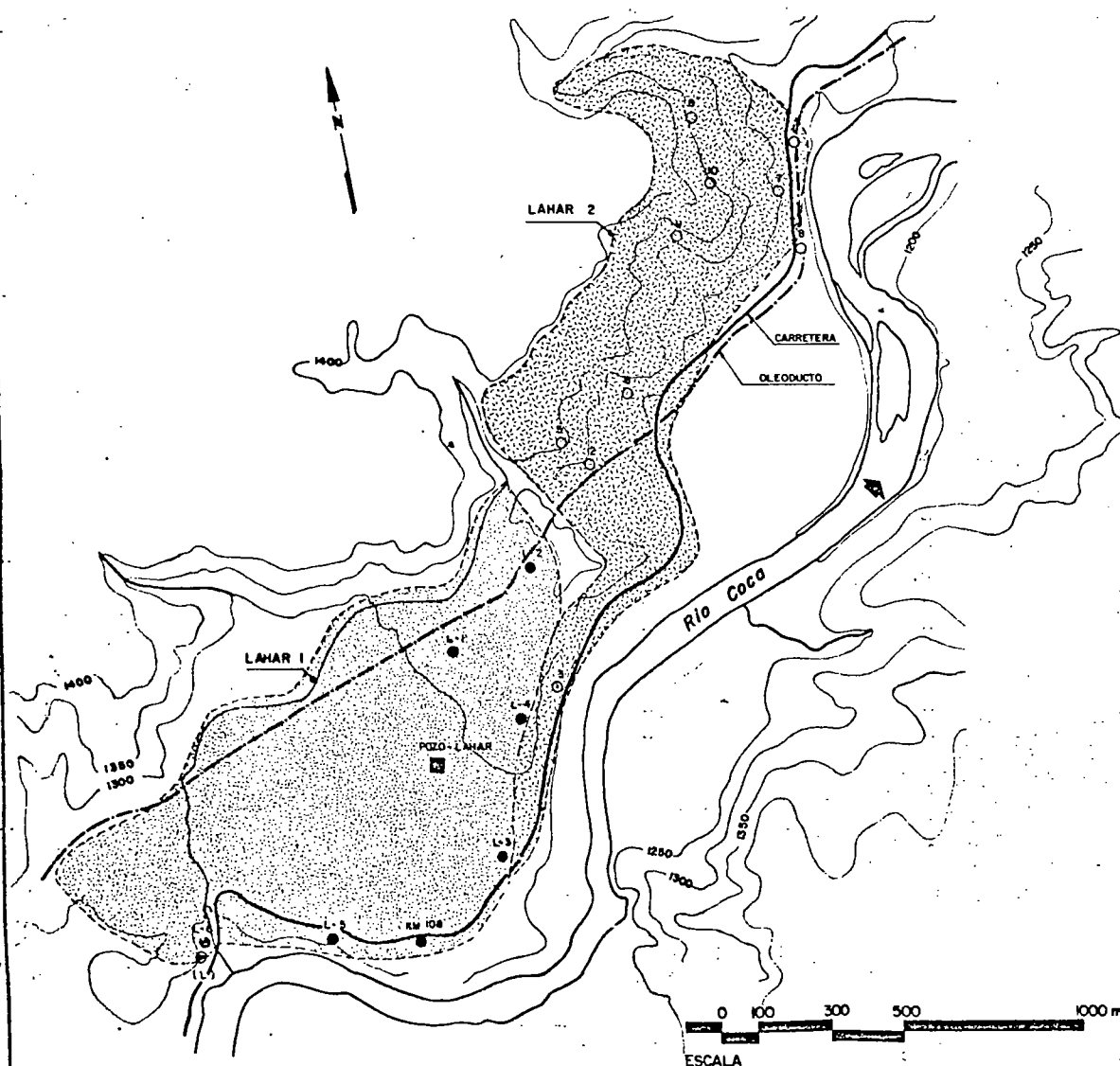
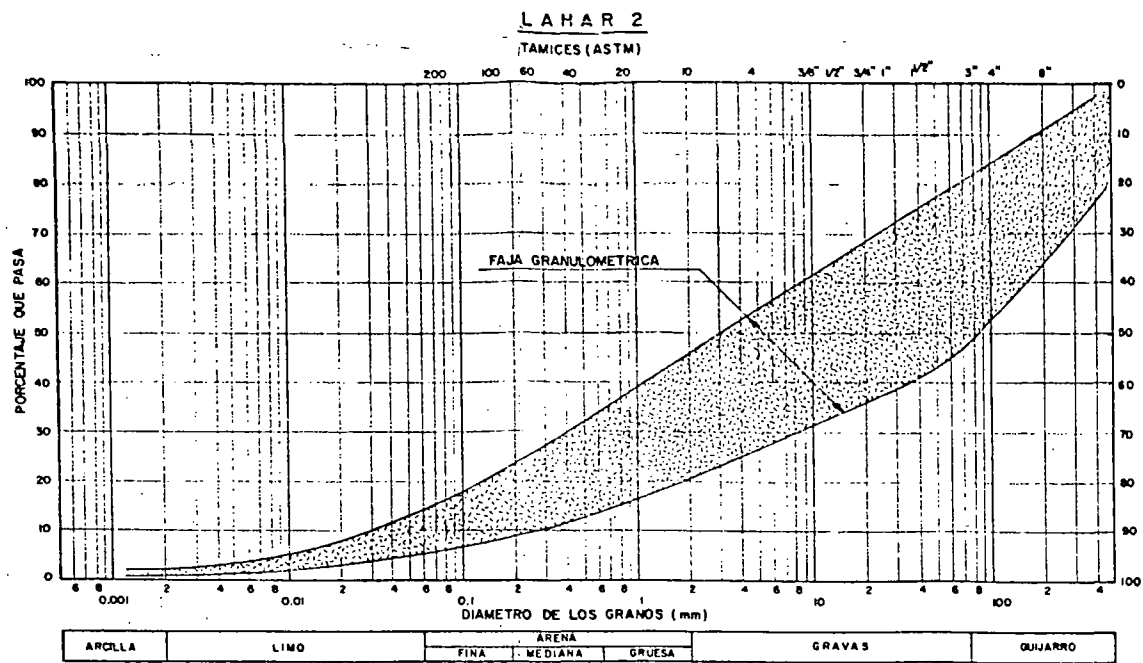


SITIO	AREA UTIL (10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup> )	PROFUNDIDAD (m)	VOLUMEN TOTAL (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
CUENCA DEL RIO SALADO	12	10	12.0
CUENCA DEL RIO COCA	2.4	5	12.0
CUENCA DEL RIO QUIJOS	1.2	5	6.0

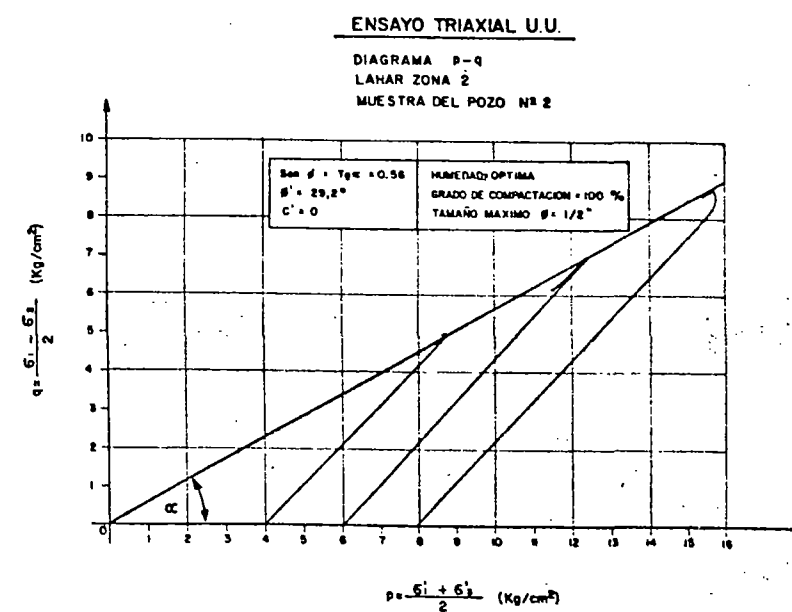
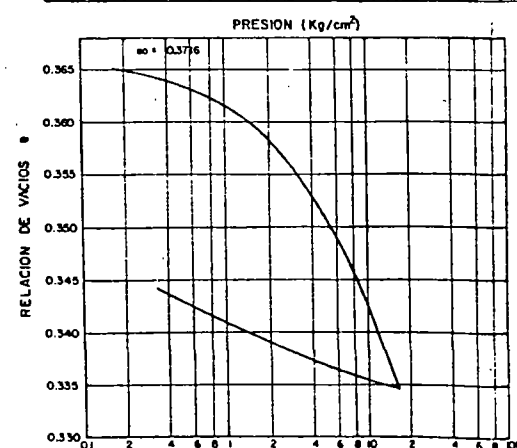
POZO Nº	CONTRACTO		LM DE CONSISTENCIA			GRAV. SPT DE LOS GRANOS	GRANULOMETRIA %								DESGASTE		PERMEABILIDAD cm/s
	DEN.S. FAMED MAXIM. g/cm3	FAMED OPTIM. %	LL %	LP %	IP %		ARENAS								AMARAS %	SULFUR %	
							ARROLL 0.002	LIMO 0.06	FINA 0.075	MEDEA 0.42	GRUESA 0.85	2	25	50			
ALUVIAL RIO COCA																	
AAD-1	2.095	9.10		NP		2.730	0	1	2	6	4	15	7	7	17.8	5.3	$3.7 \times 10^{-3}$
AAD-2	2.171	10.60		NP		2.778	0	0	1	1	6	3	7	2	17.1	5.4	$5.6 \times 10^{-3}$
AAD-3	1.998	8.25		NP		2.702	1	3	3	4	13	13	12	11	20.3	2.4	$2.9 \times 10^{-3}$
AAD-4	1.958	11.20		NP		2.670	1	3	5	10	6	19	22	15	23.5	4.7	$1.4 \times 10^{-3}$
AAD-5	2.070	8.10		NP		2.721	0	1	1	8	5	18	12	6	21.3	3.2	$9.7 \times 10^{-3}$
SUELTO COMPACTO																	
SAR-1				NP		2.778	0	1	6	53	39	1					0.969 0.651 1.04.10 <sup>-3</sup> 1.11.10 <sup>-3</sup>
SAR-2				NP		2.776	1	2	11	56	31						0.892 0.554 1.27.10 <sup>-3</sup> 1.20.10 <sup>-3</sup>
ALUVIAL RIO SALADO																	
AA-2				NP		2.781	0	1	2	8	10	18	13	8	20.0	7.05	$8.0 \times 10^{-3}$
AA-3				NP		2.784	0	1	2	9	7	21	12	8	18.5	5.98	$1.1 \times 10^{-3}$
AA-4	D.MAX. 1.837 D.MIN. 1.640			NP		2.790	0	1	1	3	4	9	10	10	19.8	2.79	$6.4 \times 10^{-3}$
SUELTO COMPACTO																	
AAR-1				NP		2.775	3	1	21	71	4	0					0.856 0.606 1.5.10 <sup>-3</sup> 1.2.10 <sup>-3</sup>
AAR-2				NP		2.793	2	2	30	57	9	0					0.888 0.559 1.9.10 <sup>-3</sup> 1.1.10 <sup>-3</sup>

[illegible]

7						<div>PROYECTO HIDROELECTRICO COCA</div> <div>APROVECHAMIENTO SALADO.- FACTIBILIDAD</div> <div>AREAS DE PRESTAMO-GRAVA Y ARENA</div> <div>HOJA DE ESC. GRAFICA</div> <div><div>RESPONSABLE POR EL DISEÑO</div><div>RECOMENDACION</div><div>ING. CIVIL, LICENCIADO Y QUE OBTU CHIA PRECIO: 20.000 - 10.000.000.000</div><div>APROBADO</div></div>		
6								
5								
4								
3								
2								
1								
N.º	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUADR.	POR	VERIF.		APROBADO	N.º HS/IA-442-GM-137



POZO Nº	MUESTRA Nº	ZONA PROF. m.	HUMED %	LIM. DE CONSISTENCIA			GRAV. ESPEC. DE LOS GRANOS	GRANULOMETRIA %							CONTRACCION		K cm/s	C' Ø kg cm	
				LL %	LP %	IP %		ARCILL	LIMO	FINA	ARENA	WEDIA	GRUES.	GRAVAS	MAXIMO OPTIM.	SECA MAXIM.			
								0.002	0.06	0.2	0.6	2	25	50	75	%	g/cm³		
LAHAR 1																			
L-1		ZONA-1			NP		2.832	1	3	5	14	17	30	7	5	15.4	1.765	1.79 x 10 <sup>-5</sup>	5
L-2		ZONA-1			NP		2.852	1	2	2	8	16	33	7	1	10.0	1.818	5.81 x 10 <sup>-5</sup>	5
L-3		ZONA-1			NP		2.819	1	3	6	15	11	19	5	4	14.3	1.707	1.07 x 10 <sup>-5</sup>	5
L-4					NP		2.785	1	2	2	5	11	28	12	7	7.2	2.118	4.15 x 10 <sup>-5</sup>	5
L-5		ZONA-1			NP		2.812	1	1	2	6	7	35	9	4	12.4	1.934	1.16 x 10 <sup>-5</sup>	5
L-6		ZONA-1			NP		2.809	1	1	2	5	6	40	13	5	13.5	1.900	6.05 x 10 <sup>-6</sup>	6
		(L-2)			NP		2.847	0.5	3.5	6	6	9	22	2	12	9.3	2.016		
MM-03					NP		2.814	1	1	5	9	13	27	4	10	13.7	1.616		
POZO LAHAR	1	ZONA-1 0.8-4.0			NP		2.818	0.1	0.5	1.4	3	7	33	5	6	13.00	1.789		
POZO LAHAR	2	ZONA-1 4.0-7.0			NP		2.822	1	3	2	6	9	32	6	9	10.00	1.978		
(L)	2	ZONA-1 0.00			NP		2.854	0.5	1.5	4	6	9	30	9	12	11.20	2.003	2.9 x 10 <sup>-5</sup>	5
LAHAR 2																			
1		ZONA-2			NP		2.869	0.5	4.5	4	5	6	23	4	7	8.20	2.130	6.05 x 10 <sup>-6</sup>	6
2		ZONA-2			NP		2.806	1.5	7.5	5	5	8	19	4	4	8.00	2.072	3.52 x 10 <sup>-7</sup>	0.5
3		ZONA-2			NP		2.796	1	6	8	8	9	20	2		8.70	2.085	3.23 x 10 <sup>-6</sup>	6
5		ZONA-2	10.44					1	6	6	6	7	15	2	6				
6		ZONA-2	0.67					1	6	6	6	7	13	4	10				
7		ZONA-2	8.47					2	10	8	12	15	30	1	2				
8		ZONA-2	12.07					1	6	5	6	6	17	6	10				
8		ZONA-2	7.55					1	4	5	7	8	20	2	10				
9		ZONA-2	8.16					1	4	7	8	9	26	2	6				
10		ZONA-2	9.09					1	12	9	9	13	18	3	6				

[illegible]

7						
6						
5						
4						
3						
2						
1						
Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUANTO	POR	VERO.	APROBADO

<p>CONSORCIO HIDROSERVICE/          INTEGRAL - IDCO-ADEC - INGECONSULT</p>	
<p>INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION</p>	
<p>QUITO - ECUADOR</p>	
<p>PROYECTO HIDROELECTRICO COCA</p>	
<p>APROVECHAMIENTO SALADO. - FACTIBILIDAD</p>	
<p>AREAS DE PRESTAMO LAHAR I Y 2</p>	
<p>HOJA DE</p>	<p>ESC. GRAFICA</p>
<p>RESPONSABLE POR EL DISEÑO</p>	<p>RECOMENDADO</p>
<p>_____          DR. C. A. TORRES A. GARCIA          DR. C. A. TORRES A. GARCIA</p>	<p>APROBADO</p>
<p>N.º HS/IA - 442 - GM-138</p>	<p>REP</p>