

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE GUAPI

1995

333.914
I 125^{ig}
1995

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA



727

INFORME EJECUTIVO

ETAPA DE DISEÑO

CONTRATO No. 6294

PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA
DE GUAPI

AGOSTO DE 1995



SILVA CARREÑO & ASOCIADOS S.A.

PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE GUAPI RESUMEN GENERAL

1. INTRODUCCION

El Instituto Colombiano de Energía Eléctrica, ICEL, por medio del contrato No. 6294 de 19 de Diciembre de 1994 contrató con SILVA CARREÑO Y ASOCIADOS S.A., los estudios para la elaboración de los diseños de la Pequeña Central Hidroeléctrica de Guapi, en la zona Pacífica del departamento del Cauca.

En el año de 1994 el ICEL, a través de la misma firma, adelantó los estudios de Factibilidad en dos etapas. Durante la ejecución de dichos estudios, se identificaron tres alternativas de desarrollo: una sobre el río Napi, afluente del río Guapi y dos sobre las márgenes izquierda y derecha del río Brazo Seco, afluente del río Napi.

Como resultado de la evaluación realizada sobre estas alternativas, se sugirió seguir los estudios sobre los proyectos del río Brazo Seco, con prioridad sobre el de la margen derecha. Sin embargo, una vez iniciados los estudios de la segunda fase, la identificación de problemas topográficos y geotécnicos obligaron adelantar los prediseños sobre el desarrollo identificado sobre la margen izquierda del río.

El proceso de selección de alternativas, realizado durante las primeras etapas de los estudios, involucró además de los parámetros energéticos y económicos, todos los aspectos topográficos, geológicos, geotécnicos, sociológicos y ambientales, analizados fundamentalmente con base en información tomada directamente sobre el terreno, la cual fue complementada con datos de otros estudios y de otras entidades del estado.

Los diseños adelantados en la presente etapa de los trabajos tuvieron, según lo establecido contractualmente, una duración de siete meses y corresponden concretamente al desarrollo hidroeléctrico del río Brazo Seco, desviando y conduciendo las aguas sobre la margen izquierda del mismo.

El proyecto, de acuerdo con los estudios económicos y de demanda de energía realizados durante la etapa de Factibilidad, ha sido concebido para que su construcción se ejecute en dos etapas.

En la primera etapa se desviarán $6 \text{ m}^3/\text{s}$ y se construirán la presa derivadora, la bocatoma, el canal de conducción y el tanque de carga con las dimensiones previstas para cuando la central funcione con la instalación total, se construirá una primera línea de carga y se edificará la casa de máquinas con una instalación de 8.2 Mw. En la segunda etapa se ha previsto la construcción de la segunda tubería de carga y la ampliación de la casa de máquinas, adicionando la instalación de otros 8.2 Mw, con la derivación de otros $6.0 \text{ m}^3/\text{s}$.

HW

En el presente volumen del informe final se presenta un resumen de las principales características técnicas y económicas del proyecto desarrollado, así como algunas recomendaciones sobre las actividades que deben ser adelantadas antes de iniciar la construcción de las obras.

El informe final, además del presente resumen, está conformado por un Informe General y 11 anexos correspondientes a planos de licitación, Información Topográfica y Geodésica, Hidrología y Energía, Exploración del Subsuelo, Geología, Geotecnia, Impacto Ambiental, Costos y Presupuesto, Especificaciones y Memorias de Cálculo.

2. INFORMACION BASICA

2.1 Localización y Acceso

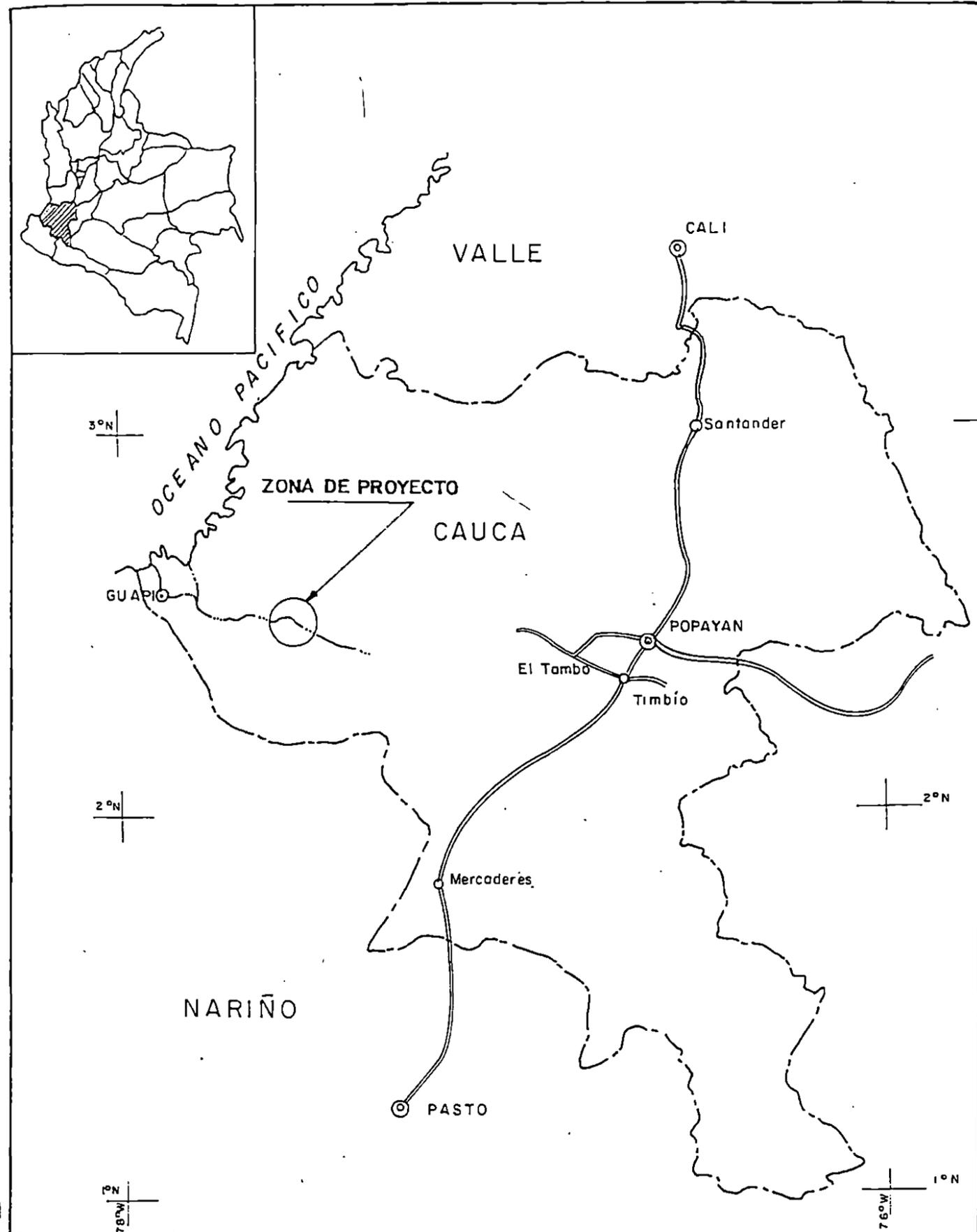
El proyecto hidroeléctrico del río Brazo Seco se encuentra localizado en la costa pacífica del Departamento del Cauca, en cercanía de los límites con el Departamento de Nariño, en jurisdicción del municipio de Guapi, a unos 35 Km en línea recta de su centro urbano. Geográficamente el área de proyecto está ubicada entre los 2° 20' y 2° 30' de latitud Norte y 77° 30' y 77° 40' de longitud Oeste tal como se puede apreciar en la **Figura 1**.

El desarrollo hidroeléctrico se localiza sobre la margen izquierda de la cuenca media-baja del río Brazo Seco, afluente del río Napi, tributario de la cuenca del río Guapi.

El acceso al sitio de proyecto se realiza por vía aérea desde Cali o por vía marítima desde Buenaventura hasta Guapi. Desde allí es necesario tomar una embarcación con motor fuera de borda hasta la inspección de policía de Calle Larga, San Agustín o Belén, dependiendo en nivel de las aguas del río Napi. Estas inspecciones están a distancias entre 30 y 35 Km al Este de Guapi; el viaje hasta cualquiera de estos puntos puede tener una duración entre 4 y 7 horas. Desde el sitio de Belén hasta el punto de derivación de las aguas, sobre el río Brazo Seco, se va por una trocha en selva, en una travesía de unos 8 Km en dirección Sur-Este, con una duración media de 3 horas.

2.2 Hidrología

El área de drenaje del río Brazo Seco hasta el sitio de captación es de aproximadamente 94 Km². La precipitación media multianual en la cuenca supera los 4.100 mm, siendo Mayo el mes más lluvioso con un promedio de 600 mm, mientras que, de acuerdo con los registros, Noviembre y Marzo son los meses más secos con precipitaciones del orden de 300 mm. Aunque la precipitación en el área es bastante alta durante todo el año, se puede decir que ésta es de tipo bimodal, con concentraciones máximas que se presentan de Mayo a Junio y de Septiembre a Octubre. En las **Figuras 2 y 3** se muestran las principales características



INSTITUTO COLOMBIANO DE
ENERGÍA ELÉCTRICA

DISEÑO PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE GUAPI
LOCALIZACION DEL PROYECTO

ESCALA 1:1' 500.000

FECHA

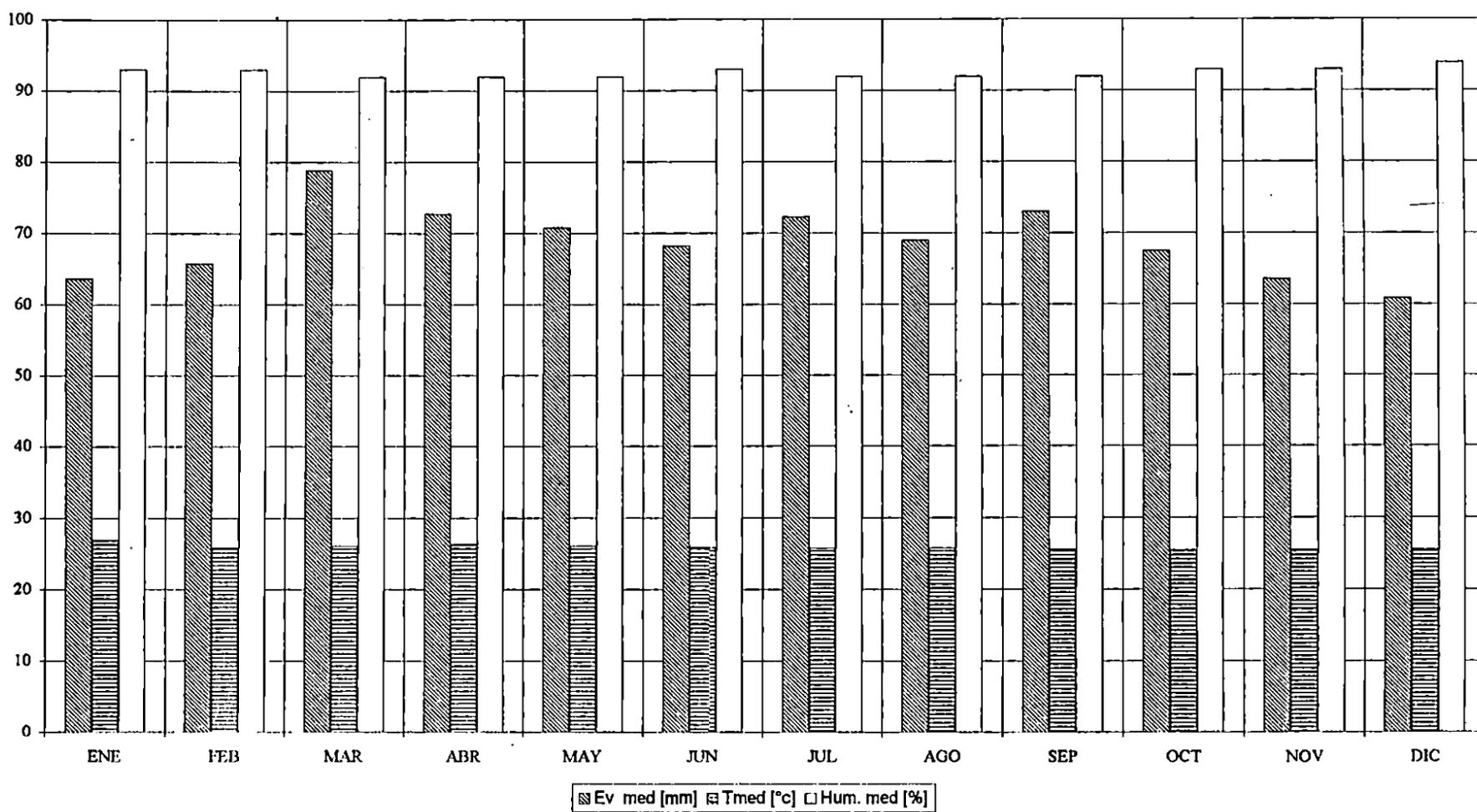
AGOSTO DE 1.995



SILVA CARREÑO & ASOCIADOS



Silva Carreño y Asociados
Proyecto P.C.H. Guapi
Figura 2
Valores Climatológicos Medios



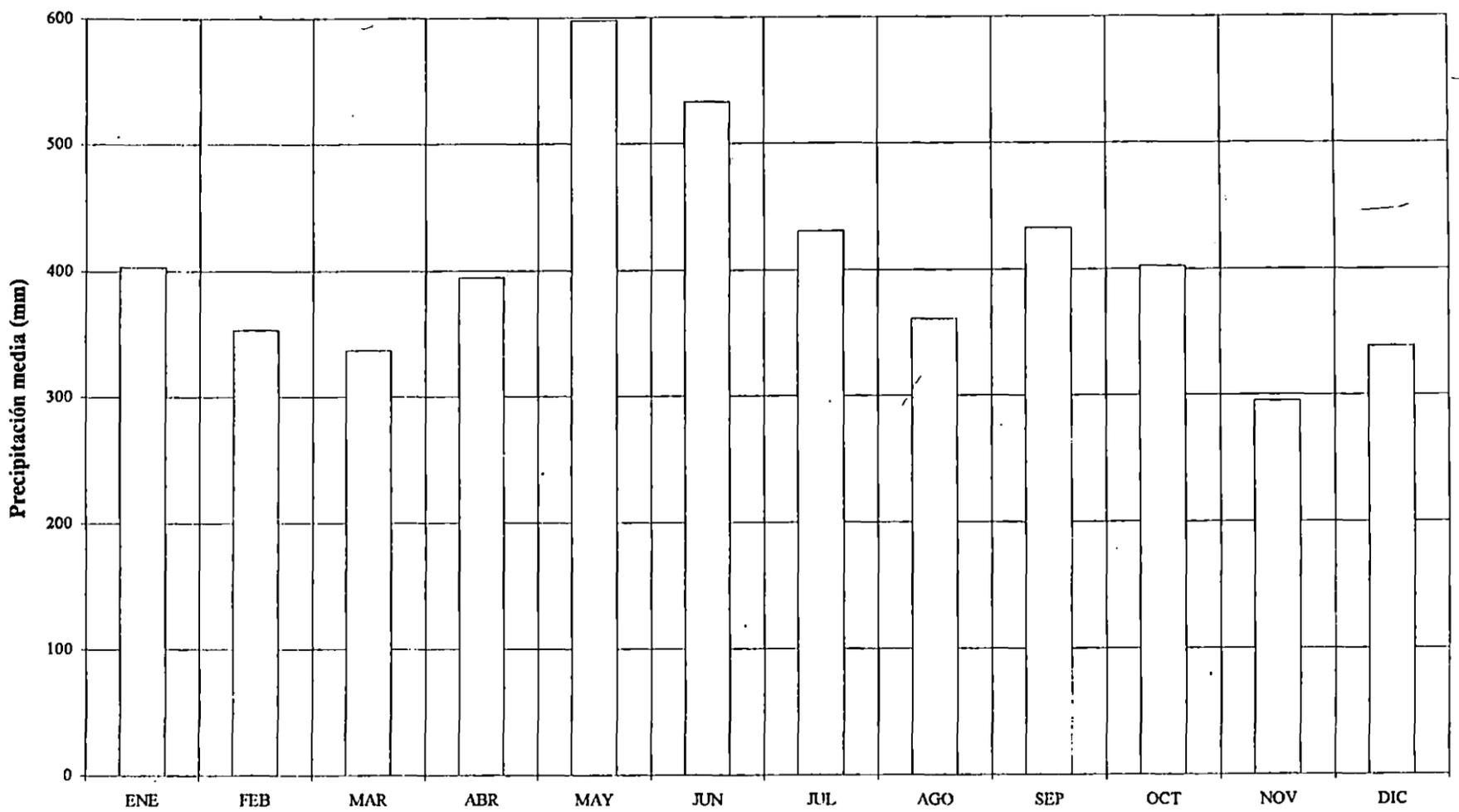


Silva Carreño y Asociados

Figura 3

Proyecto P.C.H. Guapi

Precipitaciones Medias Mensuales - Estación Bonanza



climatológicas de la zona, tales como precipitación, temperatura, evaporación y humedad relativa.

El caudal medio para el río Brazo Seco en el sitio de toma, de acuerdo con las series de caudales obtenidas en la presente etapa de los estudios es de $24.7 \text{ m}^3/\text{s}$; este valor se ha estimado con base en la complementación y extensión de los registros de la estación limnigráfica de Sangaral, localizada sobre el río Napi. La serie de caudales medios diarios utilizada para la simulación de generación de energía se obtuvo igualmente mediante el transporte de la serie extendida para dicha estación. A partir de esta serie se calculó la curva de duración de caudales para el sitio de proyecto la cual se muestra en la **Figura 4**.

El caudal máximo de diseño para la presa se calculó en $808.7 \text{ m}^3/\text{s}$, correspondiente a un periodo de retorno de 1000 años y el de la desviación durante la construcción, con 50 años de periodo de retorno, se estimó en $593.2 \text{ m}^3/\text{s}$. En la **Figura 5** se presentan los hidrogramas calculados para el sitio de toma para diferentes periodos de retorno.

2.3. Potencia y Energía.

La simulación de generación de energía se realizó mediante un modelo matemático para proyectos a filo de agua, el cual, de acuerdo con las características del desarrollo, se operó finalmente con las siguientes características:

Altura Bruta de Generación	:	184.5 m
Número de Tuberías de Carga	:	2 (1 Para la 1ª etapa)
Longitud de la Tubería de Carga	:	1623 m
Diámetro de las Tuberías	:	1.20 m
Velocidad Máxima en las Tuberías	:	5.3 m/s
Caudal Máximo de Generación	:	$12.0 \text{ m}^3/\text{s}$ ($6 \text{ m}^3/\text{s}$ 1ª etapa)
Caudal Base del Río	:	$2.0 \text{ m}^3/\text{s}$

Con base en las anteriores características, los resultados obtenidos de la simulación fueron los siguientes:

Potencia Instalada	:	16.0 Mw
Potencia Confiable (95%)	:	14.3 Mw
Energía Media Proyecto	:	133.15 Mw-hr/año
Energía Confiable Proyecto	:	126.0 Mw-hr/año
Factor de Planta	:	0.90

2.4. Geología, Geotecnia y Sismología.

La zona del proyecto se ubica en el flanco occidental del sinclinorio entre la zona de fallas del sistema Atrato que separa la Cordillera Occidental de la llanura del pacífico y la falla

 **Silva Carreño y Asociados**
Pequeña Central Hidroeléctrica de Guapi
Curva de duración de caudales medios diarios
Serie 1 - Sitio de Captación

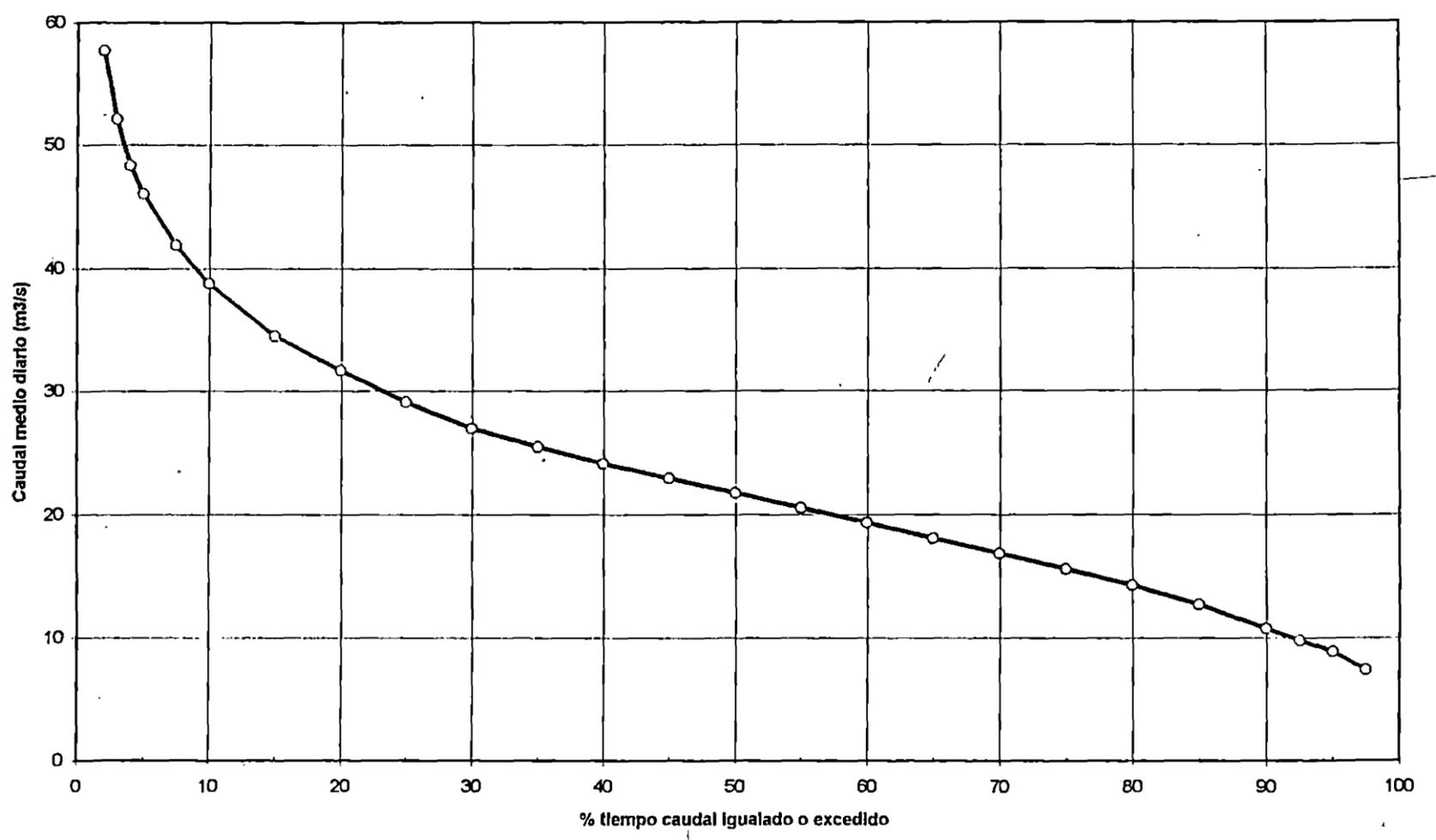


Figura 4



Pequeña Central Hidroeléctrica de Guapi
Hidrogramas de Creciente
para Diferentes Períodos de Retorno - Método S. C. S.

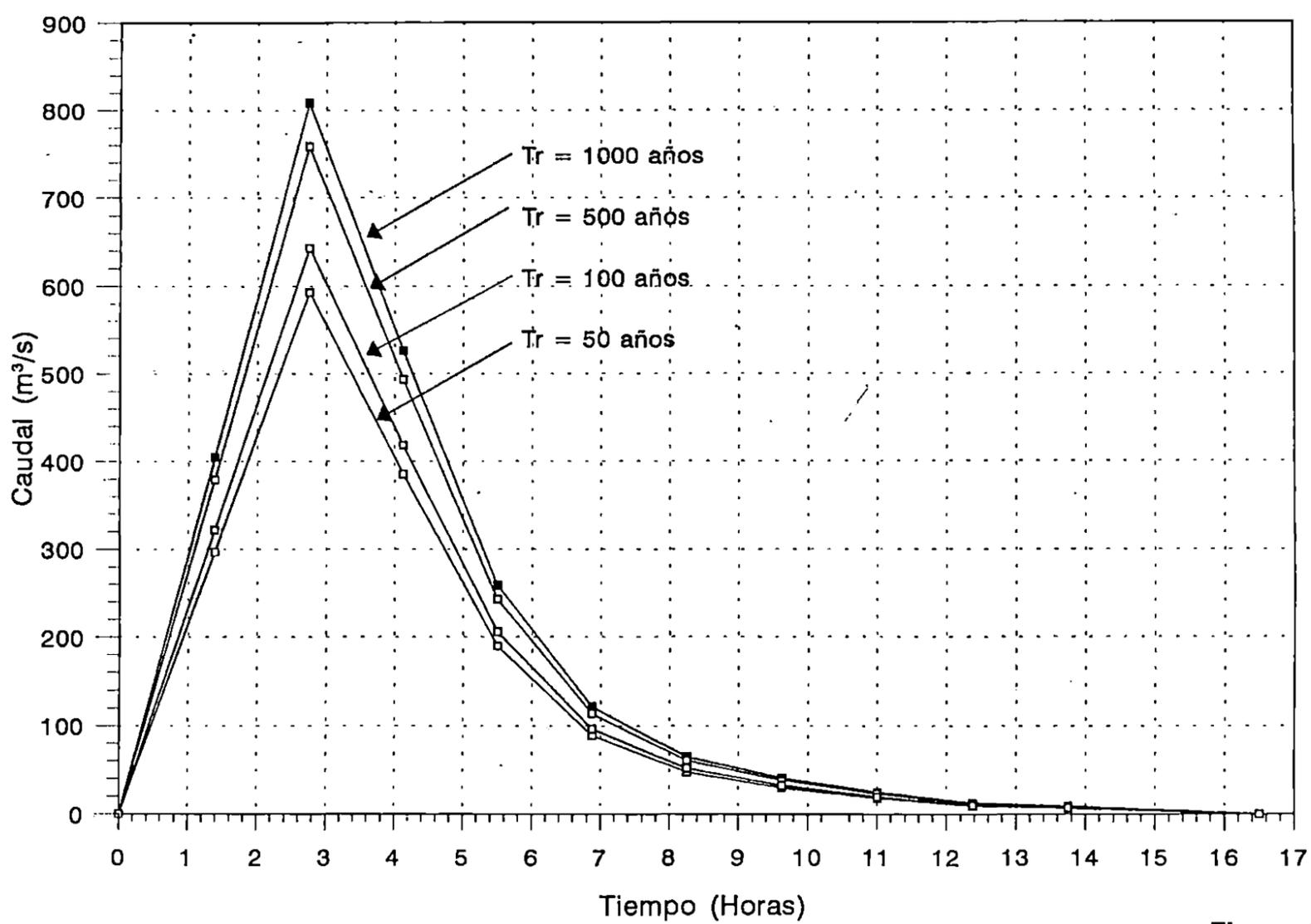


Figura 5

Utria-Bahía Solano paralela a la línea de la costa, el desarrollo geológico del Cauca se puede resumir así: durante el Cretácico predomina en el occidente del país un vulcanismo submarino con grandes derrames de lavas básicas y emplazamientos de cuerpos ultramáficos.

A fines de dicho período empieza una intensa deformación tectónica que produce pliegues y fallamientos y durante el Terciario se depositan en la parte occidental gran cantidad de sedimentos (conglomerados, areniscas, lodolitas, arcillolitas y algunas calizas), y continúa el derrame de lavas almohadilladas y basaltos al oeste de la zona de subducción formada por la falla de Utria-Bahía Solano.

A fines del Terciario durante la Orogenia Andina se produce un intenso fallamiento y plegamiento que culmina con el levantamiento de la Cordillera Occidental y continua la actividad ígnea con la eyección de lavas, tobas, piroclastos y cenizas que cubren gran parte del occidente del país. Se forman grandes flujos con el aporte de material volcánico los que se extienden hasta la llanura del pacífico, notándose la presencia de bloques y fragmentos de material ígneo.

En el área del proyecto aparece una secuencia de rocas sedimentarias de origen marino y edad terciaria. Se trata de conglomerados y una alternancia de limolitas y arcillolitas grises con areniscas gris-amarillentas de grano fino. A esta secuencia se le ha denominado "Terciario Superior de la Costa Pacífica", y cubre la casi totalidad de la llanura del Pacífico, como se muestra en los Planos 201 y 202. del Anexo A2.

Sobre esta unidad se ha depositado un flujo formado por bloques y cantos de roca volcánica, cuarzodiorita y tonalita el cual cubre extensas zonas del piedemonte hacia el noreste.

Existen depósitos recientes formados por niveles de aluvión y terraza aluvial en los cauces y márgenes de los ríos Brazo Seco y Napi.

La parte alta del piedemonte al oriente del río Brazo Seco, está constituida por una serie de sedimentos que presentan un bajo grado metamorfismo. Se trata de filitas y pizarras de color gris oscuro matabilizadas y meta-areniscas. Las pizarras y filitas están formadas por moscovita, cuarzo, clorita, plagioclasa, biotita y material carbonaceo y meteorizan a color gris oliva.

Los metasedimentos presentan foliación paralela a la estratificación original, han sido plegados y forman pliegues isoclinales. Se presentan también "stocks" o cuerpos menores de cuarzodiorita y tonalita localizados al oeste de la Cordillera Occidental.

Desde el punto de vista sísmico, la zona de Guapi no parece ser muy activa; el área de influencia de 200 km de radio, la zona oriental comprendida entre las fallas de Cauca-Patía y Romeral parece registrar la más alta actividad. Las observaciones de campo permiten asociar la baja actividad sísmica al carácter pasivo de la Falla Atrato, mientras que el sistema Cauca-

Patía ya posee evidencias de actividad reciente coincidiendo con la alta frecuencia de sismos a lo largo de su alineamiento.

La casi ausencia de epicentros someros en un radio menor a 50 Km del sitio de proyecto la hacen una zona de riesgo sísmico potencialmente bajo, pero a nivel regional se encuentra dentro de la zona de más alto riesgo.

2.5. Demanda Energética del Area de proyecto

Con base en los datos de la encuesta, los datos estadísticos de la Electrificadora del Cauca y los del Censo DANE 1993 sobre el número y composición sectorial de los usuarios servidos y del número de viviendas tanto de la cabecera municipal como del total del municipio de Guapi se pueden establecer las siguientes estimaciones.

- Carga conectada de usuarios productivos servidos 447.4 kW
- Carga conectada de usuarios residenciales servidos 2789.6 kW
- Total carga conectada de usuarios servidos 3237.0 kW
- Carga potencial de usuarios residenciales no servidos en la cabecera municipal 400.5
- Carga potencial de usuarios residenciales no servidos en zonas rurales encuestadas fuera de la cabecera municipal 1461.0 kW
- Total de carga potencial de usuarios adicionales en zonas de inmediata influencia del proyecto 1861.7 kW
- Gran total de carga conectada servida mas carga potencial en áreas no servidas 5098.7 kW

La estimación de la demanda en toda el área de influencia del proyecto incluidos los municipios Guapi, Timbiquí e Iscuandé, hasta el año 2020 se resume en la siguiente tabla.

Estimación de la demanda energética en el área de influencia del proyecto para el período 2000-2020. Incluye los municipios de Guapi, Timbiquí e Iscuandé.

ESCENARIO DE DEMANDA	AÑOS		
	2000	2010	2020
DEMANDA ALTA			
Esperada de Potencia (kW)	7261	18977	30911
Esperada de Energía (Mwh)	19082	63020	129730
DEMANDA BAJA			
Esperada de Potencia (kW)	7218	11758	19152
Esperada de Energía (Mwh)	18970	30900	67109

En la **Figura 6** se presentan las proyecciones de demanda de Potencia (Kw) y Energías (Mw-H) para escenarios de crecimiento alto y bajo, con cobertura de los municipios de Guapi, Timbiquí e Iscuandé, que eventualmente podrían ser conectados a la central.

3. ASPECTOS AMBIENTALES Y SOCIOECONOMICOS

El área de influencia directa del proyecto presenta en la actualidad un alto grado de intervención antropogénica. Utilizando como indicadores, la cobertura vegetal actual y las características del suelo, pudieron ser establecidos tres sectores diferentes: áreas con vegetación ruderal, áreas con vegetación secundaria y/o intervenida en proceso de sucesión y áreas con vegetación natural de selva. En general puede decirse que la cobertura vegetal, en el área del desarrollo, es un mosaico de parches de selva intervenida con vegetación secundaria y cultivos.

Las poblaciones de animales terrestres se encuentran bastante disminuidas, como resultado de la intensa acción antropogénica en busca de proteína animal. Los ambientes acuáticos son extremadamente pobres en nutrientes lo cual es un limitante fuerte para el crecimiento de fitoplancton y para la producción primaria (fotosíntesis). Como consecuencia el zooplancton, macroinvertebrados acuáticos e ictiofauna son muy escasos.

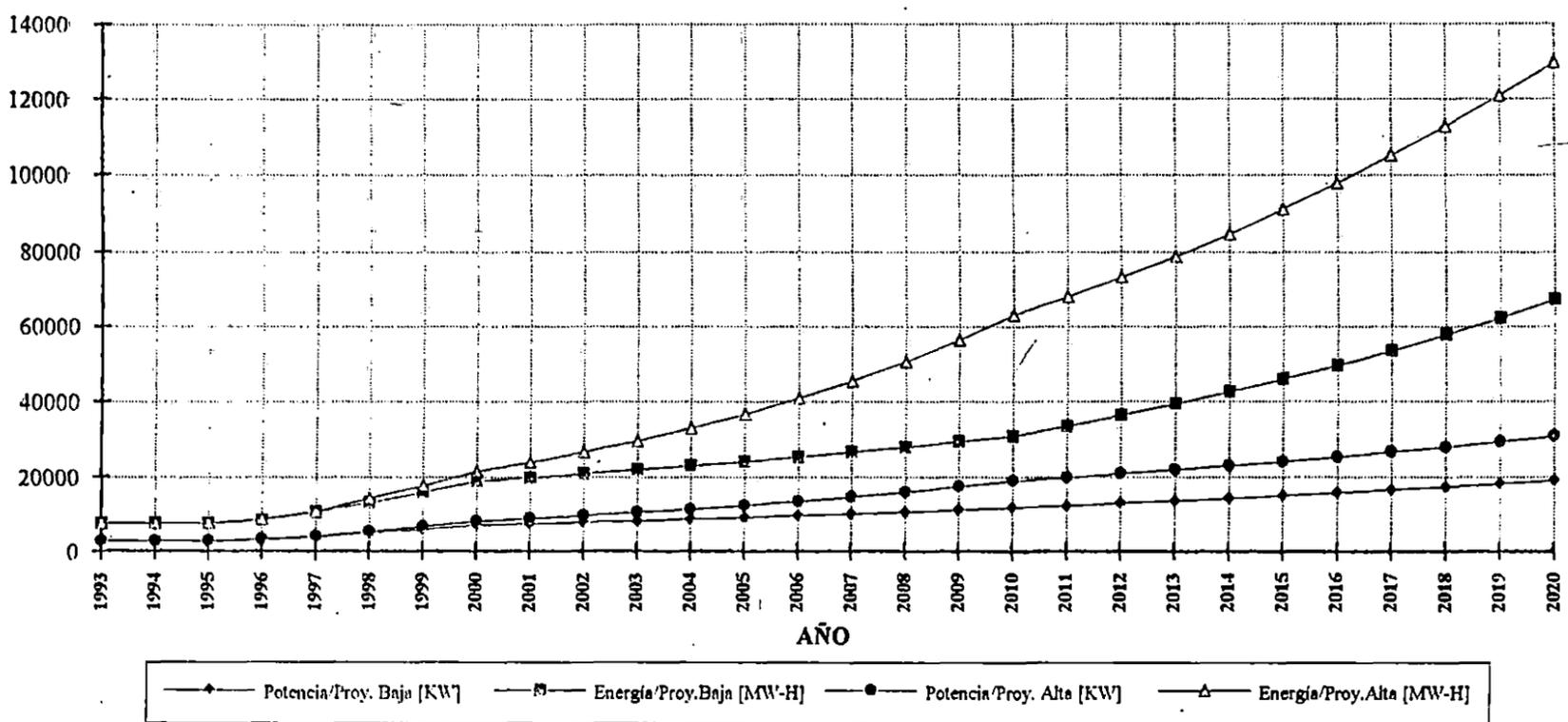
El área de influencia del proyecto forma parte de un medio natural con una gran diversidad biológica pero con una población humana que presenta los más bajos índices de salud y vida. Podría decirse, que la presencia de la selva húmeda tropical y su aislamiento geográfico, han mantenido el área al margen de los polos de desarrollo nacionales y lejos del alcance de los beneficios y servicios del mismo.

De todos los municipios del Departamento del Cauca el que tiene mayor tasa de crecimiento en la actualidad es el municipio de Guapi; los demás están en un proceso estacionario o de decrecimiento. La vivienda rural y urbana, los centros de salud, los centros educativos, las entidades de acopio de productos de la pesca, adolecen de servicios públicos. La electricidad es uno de los servicios que tiene mayor demanda dentro de la población; esto se evidencia con el paro cívico reciente cuya solicitud más importante era el servicio eléctrico. **Es muy importante destacar que la zona de influencia del proyecto no se encuentra dentro de áreas de reserva o concesión forestal, reservas indígenas o parques naturales.**

Como en cualquier proyecto que implique la construcción de obras civiles o la implantación de elementos infraestructurales, para la P.C.H. de Guapi, se pudieron identificar en forma preliminar impactos negativos y positivos que se resumen en la **Figura 7** y de los cuales, a continuación se presentan algunos de los más importantes.

- Si bien el área de influencia del proyecto presenta un alto grado de transformación antrópica, las obras incluyen utilización de madera para construcción de campamentos, apertura de trochas en zonas que aún conservan una cobertura vegetal protectora y es

ESTIMACION DE LAS DEMANDAS REGIONALES POTENCIA [kW] Y ENERGIA [MW-H]



LEYENDA DE LA MATRIZ DE IMPACTOS

Escala espacial del efecto

	Local	Regional	Extraregional
Alto			
Medio			
Bajo			

Intensidad del Impacto

Tipo de Impacto

Positivo	
Negativo	
No definido	

Duración del impacto

Temporal	
Permanente	

inevitable la construcción del corredor para la línea de transmisión y la posible vía de acceso. El impacto directo de estas obras es dejar al descubierto algunas ventanas y corredores donde localmente se aceleran los procesos de meteorización de las rocas y el lavado intenso de los suelos, pues se pierde la protección de la cobertura estratificada de la vegetación, que actúa como barrera contra el impacto de la intensa precipitación pluvial.

- Se prevén unos impactos muy positivos para la población como la oferta de empleo en todas las etapas del proyecto, aunque sea en forma temporal, para una población que no tiene otras posibilidades de trabajo.
- La electricidad es un servicio público que permitirá especialmente en la cabecera municipal (con una alta tasa de crecimiento poblacional) obtener mayores beneficios del recurso natural más abundante del municipio, la pesca del estuario del río; este producto podrá ser acopiado y conservado en mejores condiciones en Guapi, antes de ir hacia mercados del interior. Actividades económicas como el turismo (en pleno crecimiento), la artesanía y la orfebrería también serán beneficiadas.
- Es evidente que aún no se han creado modelos apropiados para la construcción de obras civiles en las condiciones ambientales de las selvas pluviales, pero no se le puede pedir a una población acosada por enfermedades, desnutrición, educación deficiente y vivienda precaria como es la de la cuenca del río Guapi y en general de la región del Pacífico, renunciar a los beneficios del desarrollo. Por tanto debe ser la oportunidad para desarrollar tecnologías apropiadas en la construcción de este tipo de obras, que permita el **desarrollo sostenible** de la región.
- Resulta muy importante anotar que siendo el suministro de energía eléctrica una de las necesidades más sentidas de la región, por medio de la cual se puede facilitar el acceso a los demás servicios públicos la P.C.H. Guapi se convierte en una excelente oportunidad de contribuir con el desarrollo de una región que como la pacífica nunca ha recibido los beneficios de la Nación. Adicionalmente desde el punto de vista energético, al satisfacer la demanda potencial de la zona bien sea por medio de la línea de interconexión, por el aumento de la capacidad de la planta de generación diesel existente o por la construcción de la Pequeña Central Hidroeléctrica, es previsible un aumento en el número de aserríos que intensificará la tasa de deforestación actual de las cuencas del río Guapi y sus tributarios. Sin embargo, con respecto al medio ambiente es evidente que la P.C.H. de Guapi resulta la alternativa más "limpia" para poder efectuar el suministro de energía eléctrica que necesita el Municipio.

4. DESCRIPCION DEL PROYECTO

A continuación se describe el esquema de desarrollo sobre el cual se adelantaron los trabajos de diseño en la presente etapa de los estudios. Las características principales de las obras propuestas se muestran en las **Figuras 8 a 25**.

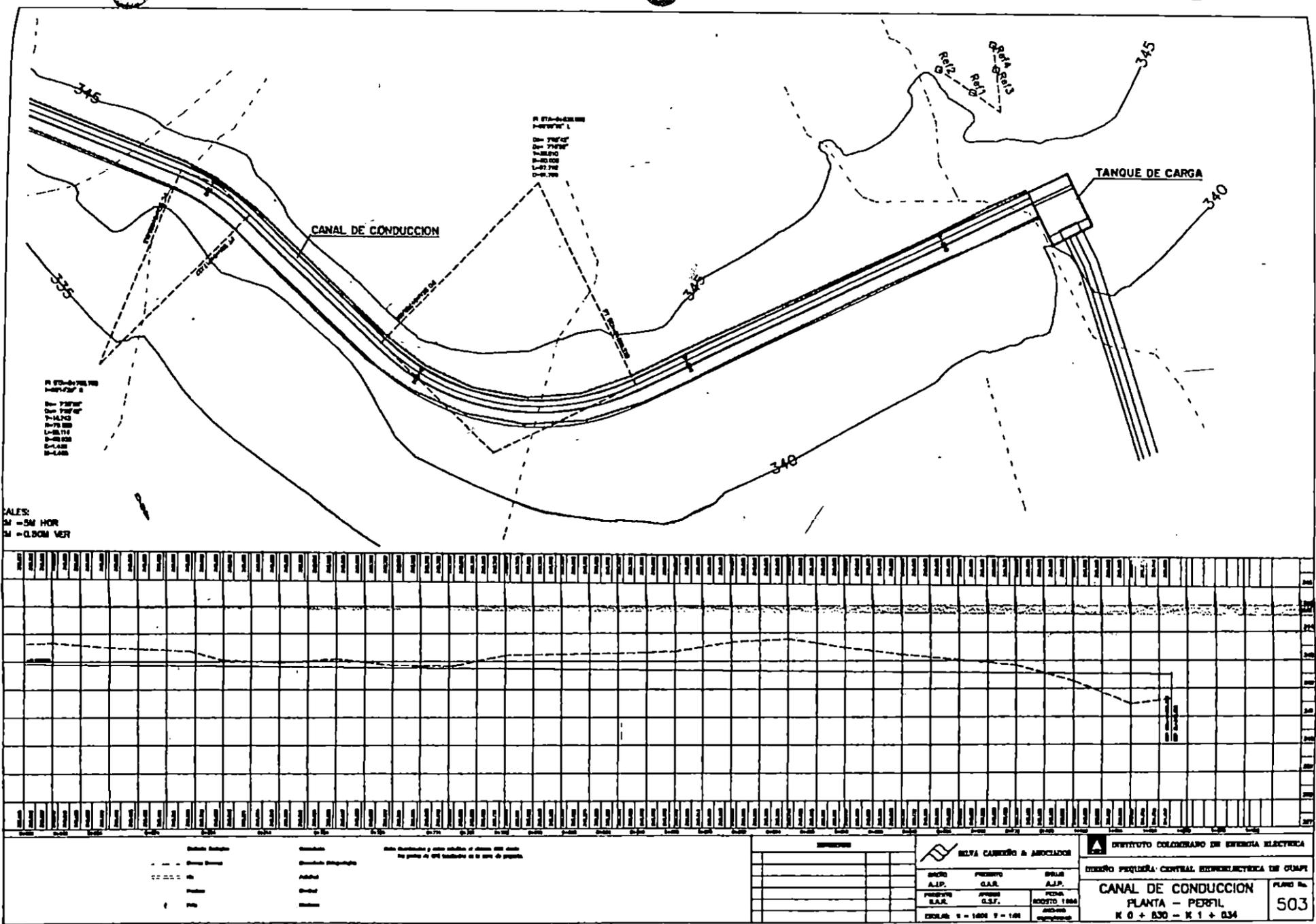


FIGURA 10

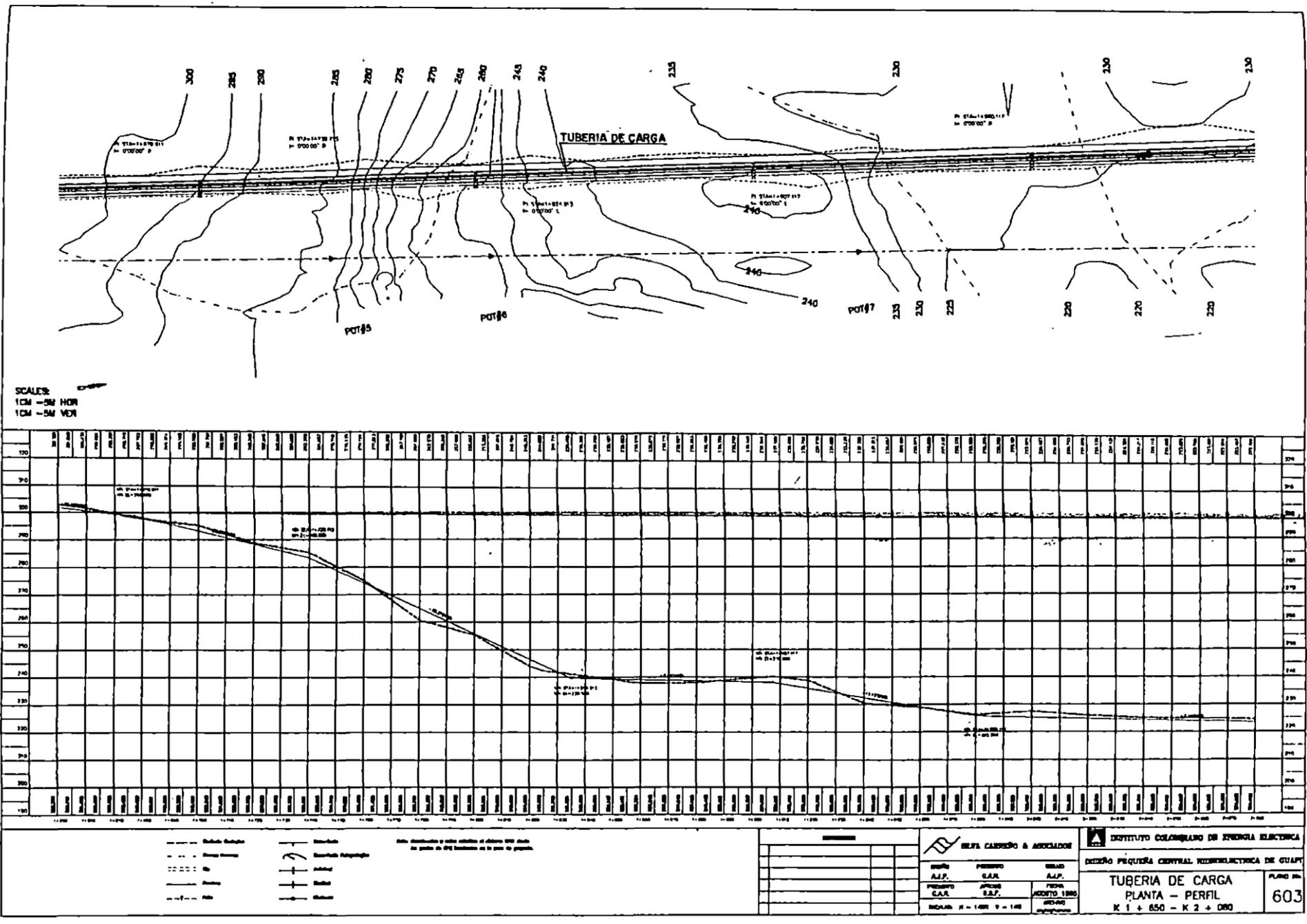
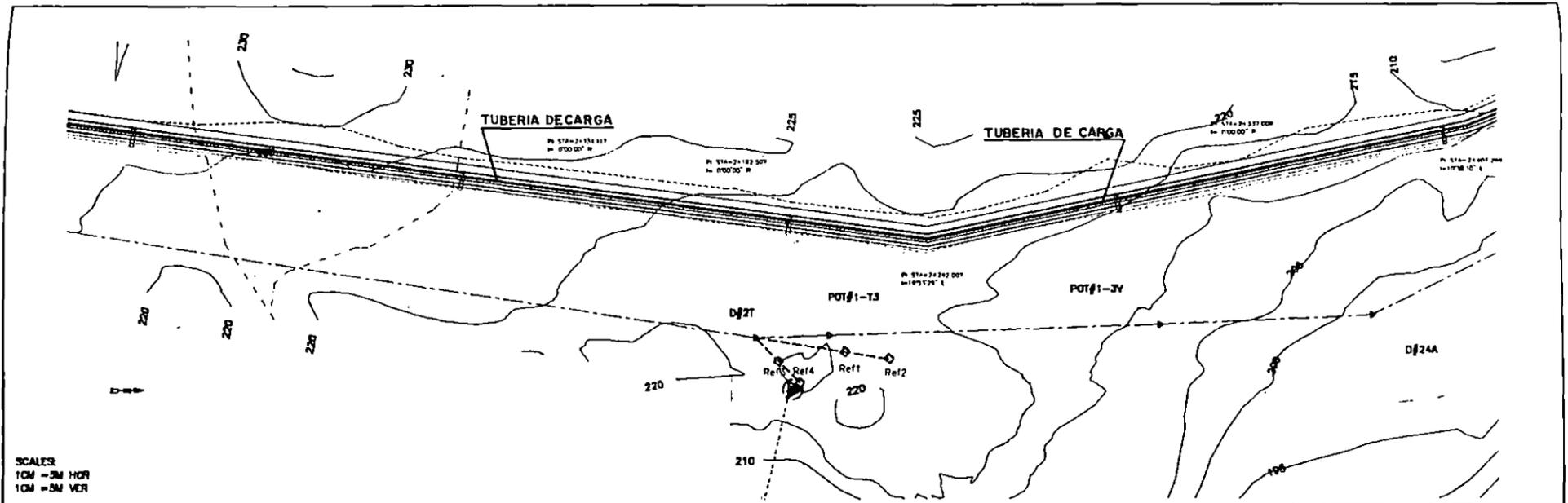
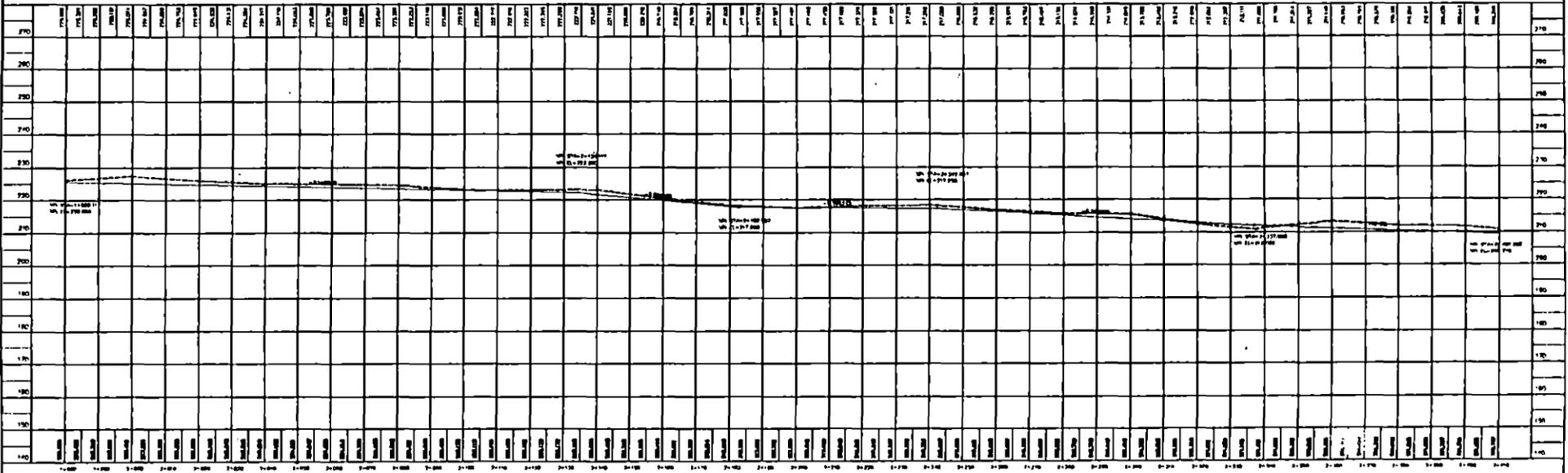


FIGURA 13



SCALES
 1CM = 2M HOR
 1CM = 5M VER



<p>--- Señales de Advertencia</p> <p>--- Señales de Advertencia</p> <p>--- Señales de Advertencia</p> <p>--- Señales de Advertencia</p>		<p>--- Señales de Advertencia</p> <p>--- Señales de Advertencia</p> <p>--- Señales de Advertencia</p> <p>--- Señales de Advertencia</p>		<p>Nota: Dimensiones y datos referidos al sistema NAD 83.</p> <p>Los puntos de GPS suministrados en la parte de proyecto.</p>		<p>INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELÉCTRICA</p> <p>COMISIÓN PERMANENTE CENTRAL DE ENERGIA ELÉCTRICA DE GUAYÁ</p>		<p>BRUNO CARRUÑO & ASOCIADOS</p> <p>INGENIERO A.J.P. PARRA</p> <p>INGENIERO C.A.R. GONZÁLEZ</p> <p>INGENIERO C.A.R. GONZÁLEZ</p> <p>INGENIERO C.A.R. GONZÁLEZ</p>		<p>TUBERIA DE CARGA</p> <p>PLANTA - PERFIL</p> <p>K 1 + 980 - K 2 + 410</p>		<p>PLANO No. 604</p>	
---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	----------------------	--

FIGURA 14

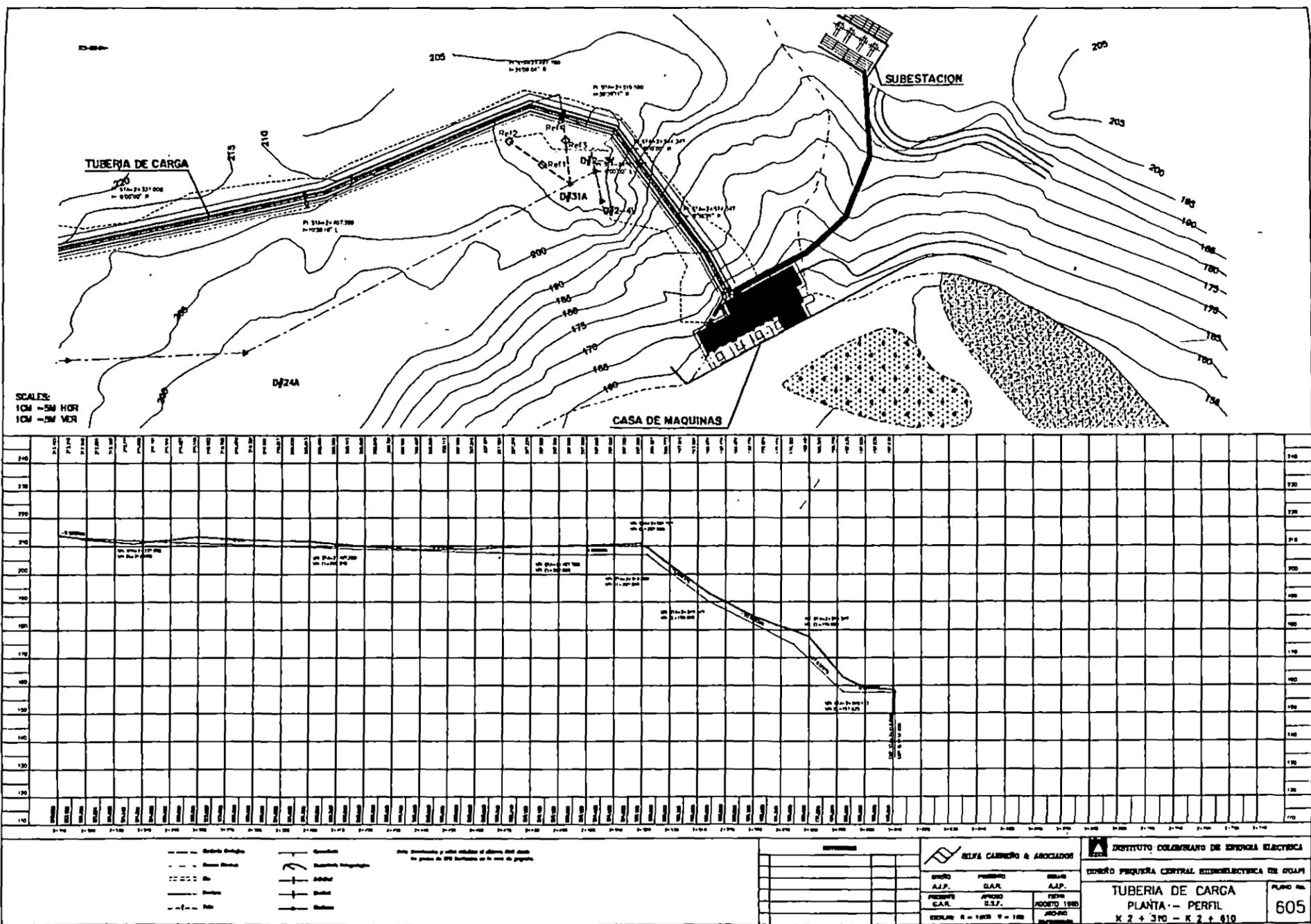


FIGURA 15

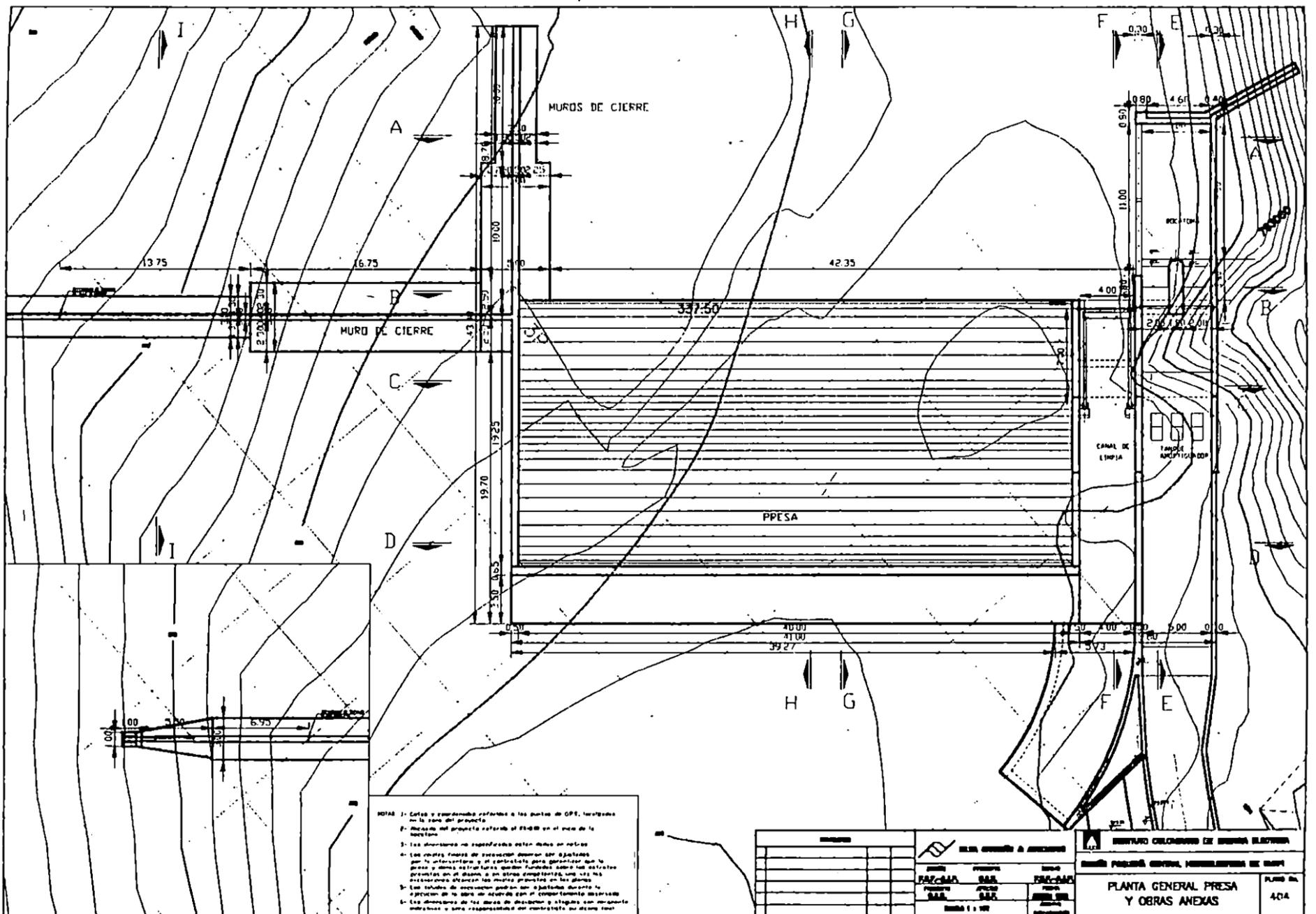
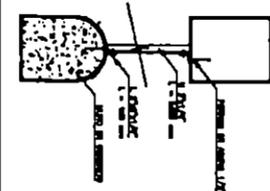


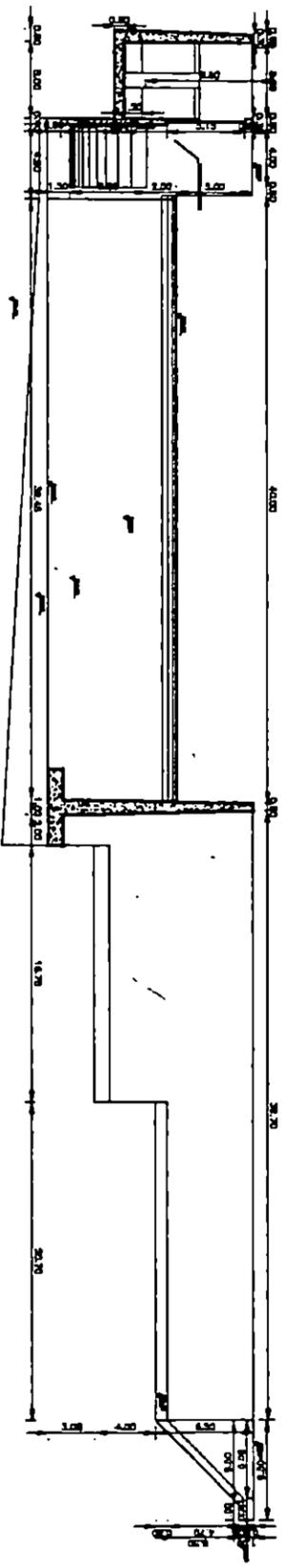
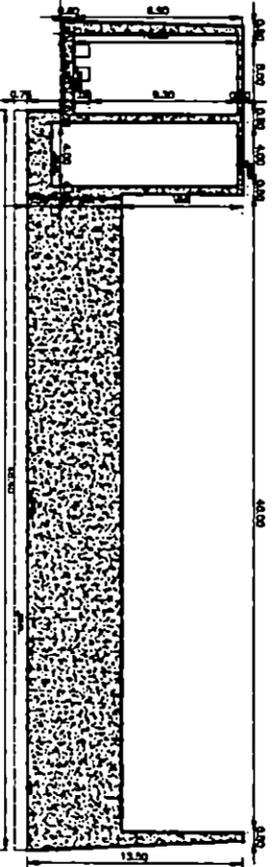
FIGURA 16

FIGURA 17

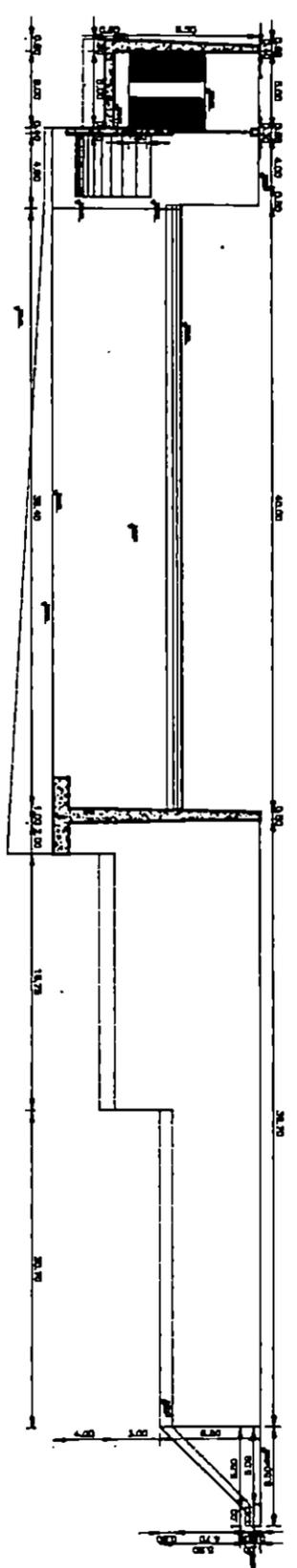
1. PLANOS DE OBRA 2. PLANOS DE EJECUCION 3. PLANOS DE DETALLE 4. PLANOS DE SECCIONES 5. PLANOS DE ALZOS Y VISTAS 6. PLANOS DE CORTES 7. PLANOS DE ISOMETRICAS 8. PLANOS DE OTRAS VISTAS		PLANOS DE OBRA PLANOS DE EJECUCION PLANOS DE DETALLE PLANOS DE SECCIONES PLANOS DE ALZOS Y VISTAS PLANOS DE CORTES PLANOS DE ISOMETRICAS PLANOS DE OTRAS VISTAS
PLANOS DE OBRA PLANOS DE EJECUCION PLANOS DE DETALLE PLANOS DE SECCIONES PLANOS DE ALZOS Y VISTAS PLANOS DE CORTES PLANOS DE ISOMETRICAS PLANOS DE OTRAS VISTAS	PLANOS DE OBRA PLANOS DE EJECUCION PLANOS DE DETALLE PLANOS DE SECCIONES PLANOS DE ALZOS Y VISTAS PLANOS DE CORTES PLANOS DE ISOMETRICAS PLANOS DE OTRAS VISTAS	PLANOS DE OBRA PLANOS DE EJECUCION PLANOS DE DETALLE PLANOS DE SECCIONES PLANOS DE ALZOS Y VISTAS PLANOS DE CORTES PLANOS DE ISOMETRICAS PLANOS DE OTRAS VISTAS



CORNER B B

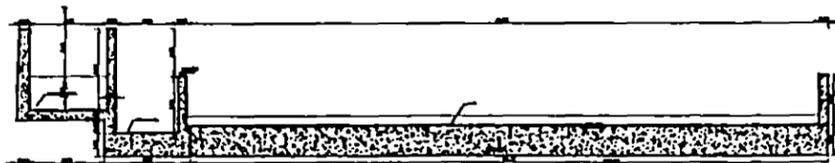


CORNER A A

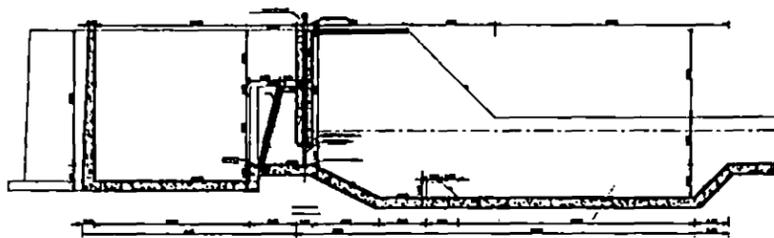


NOTAS:
 1. SECCIONES DE OBRA
 2. SECCIONES DE EJECUCION
 3. SECCIONES DE DETALLE
 4. SECCIONES DE ALZOS Y VISTAS
 5. SECCIONES DE CORTES
 6. SECCIONES DE ISOMETRICAS
 7. SECCIONES DE OTRAS VISTAS

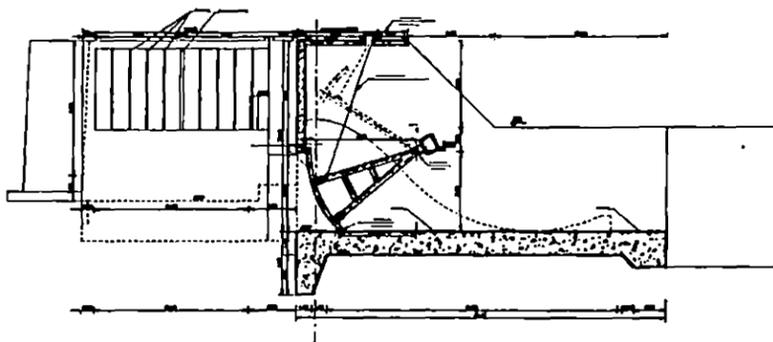
COMPUTER A.C. - INC. - CO.
 404



CORTE D-D



CORTE E-E



CORTE F-F

- 1.- Verificar y detallar el estado de la planta de obra, incluyendo el estado de los trabajos.
- 2.- Verificar el estado de los trabajos de obra en el momento de la visita.
- 3.- Las observaciones se detallarán en el informe de obra.
- 4.- Los planos de obra se presentarán al cliente con el informe de obra y se detallarán en el informe de obra.
- 5.- Los planos de obra se detallarán en el informe de obra.
- 6.- Los planos de obra se detallarán en el informe de obra.
- 7.- Los planos de obra se detallarán en el informe de obra.
- 8.- Los planos de obra se detallarán en el informe de obra.
- 9.- Los planos de obra se detallarán en el informe de obra.
- 10.- Los planos de obra se detallarán en el informe de obra.

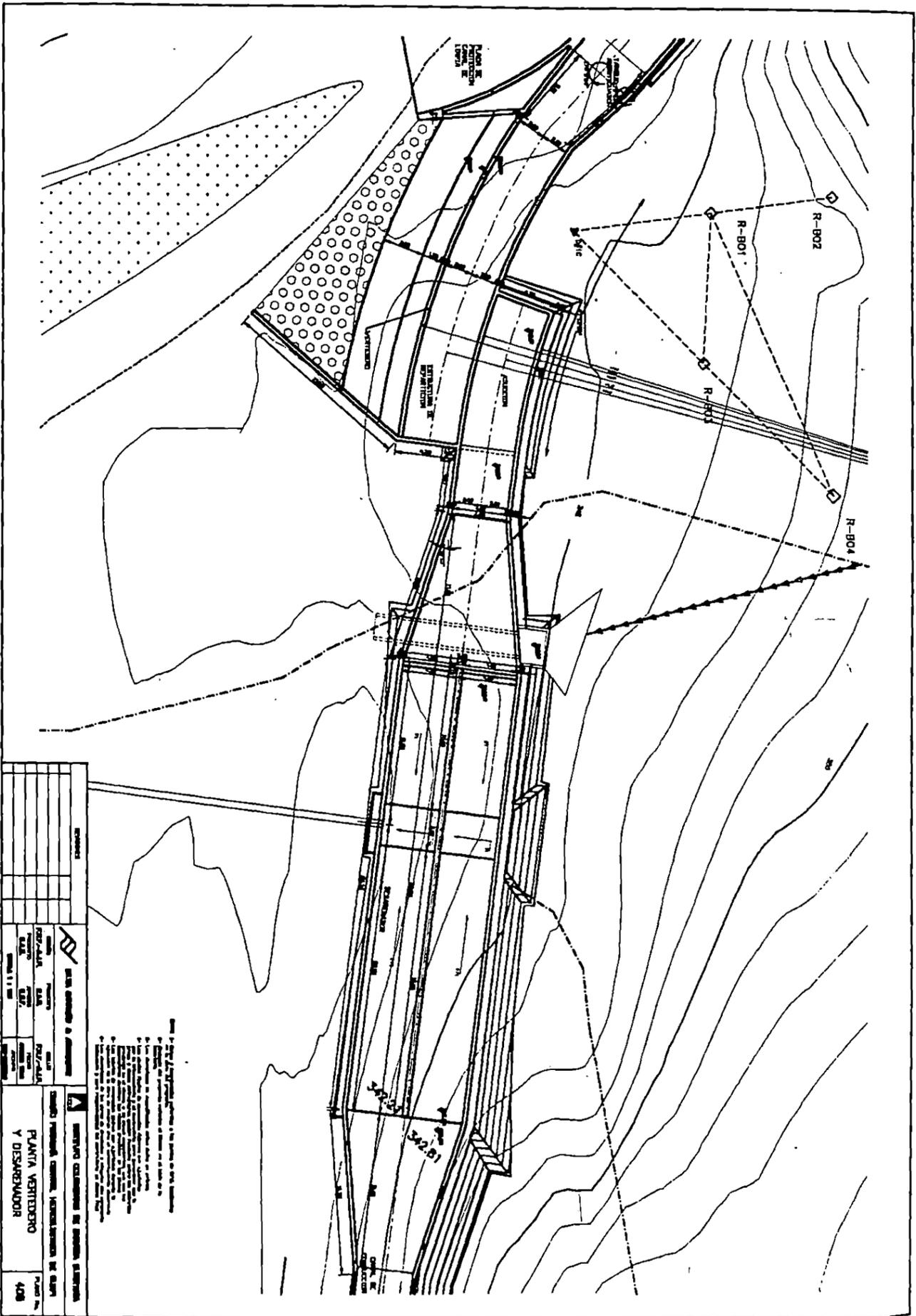
SEÑALES			SEÑALES DE OBRA		SEÑALES DE OBRA	
SEÑAL	DESCRIPCIÓN	SEÑAL	DESCRIPCIÓN	SEÑAL	DESCRIPCIÓN	

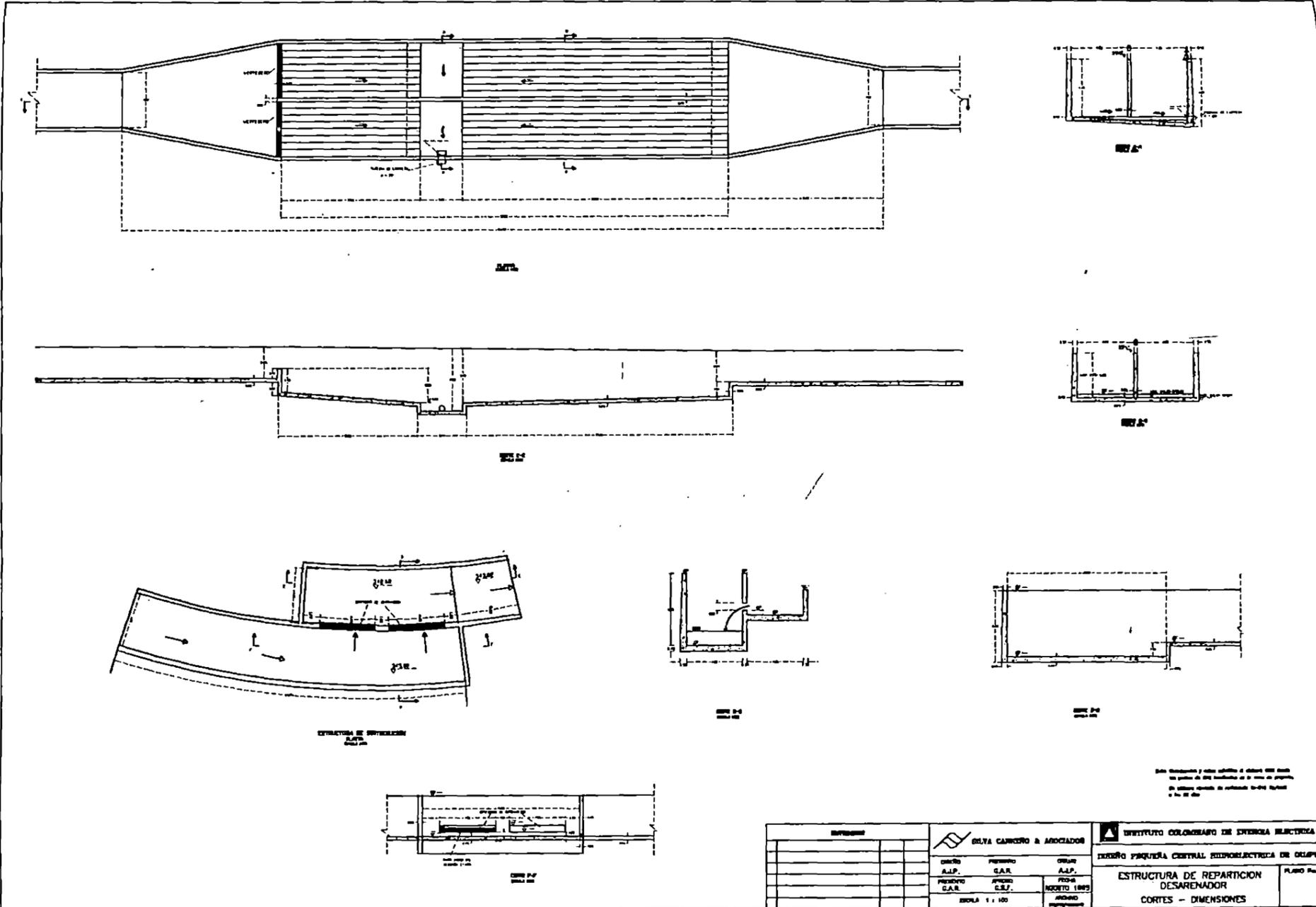
SEÑAL DE OBRA		SEÑAL DE OBRA	
SEÑAL	DESCRIPCIÓN	SEÑAL	DESCRIPCIÓN

SEÑALES DE OBRA	
SEÑAL	DESCRIPCIÓN

CORTES D-D - E-E - F-F 400

FIGURA 19

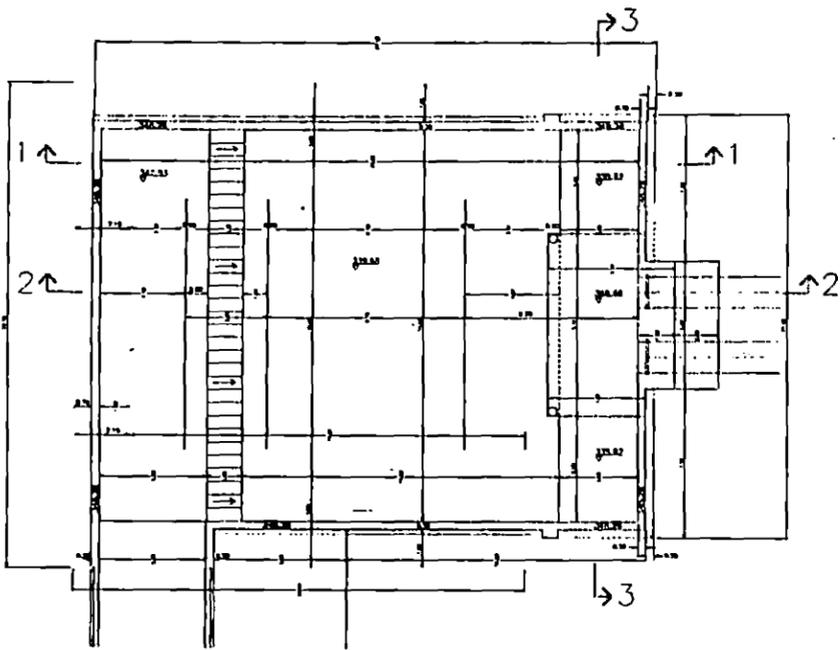




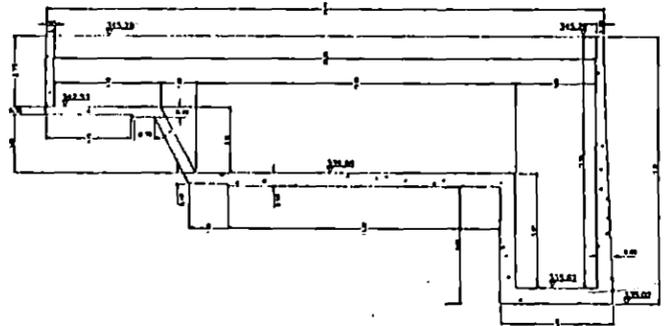
Este documento y sus planos o cortes son propiedad de la Institución de su origen. No deben ser utilizados ni copiados sin el consentimiento escrito de la I.C.E.

INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELÉCTRICA CENTRO INVESTIGACIONES CENTRAL HIDROELECTRICA DE OCAÑA		ESTRUCTURA DE REPARTICION DESARENADOR CORTES - DIMENSIONES	PLANO No.
DISEÑO A.L.P.	PROYECTO C.A.R.	DISEÑO A.L.P.	FECHA NOVIEMBRE 1963
PROYECTO C.A.R.	ARCHIVO C.E.J.	ARCHIVO PROYECTOS	ESCALA 1 : 100

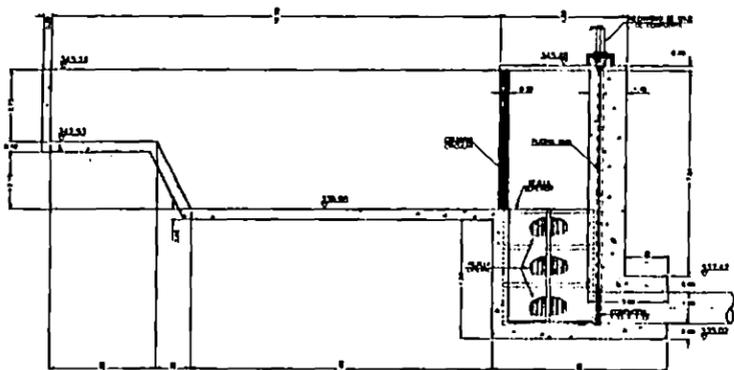
FIGURA 20



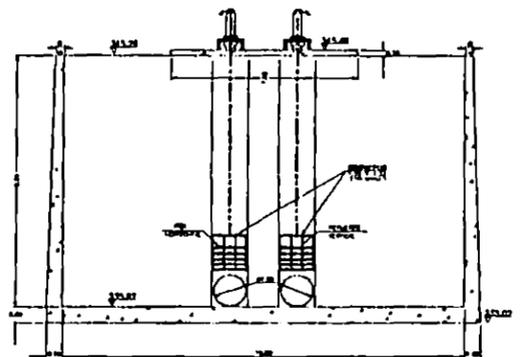
PLANTA
ESCALA 1:100



CORTE 1-1
ESCALA 1:100



CORTE 2-2
ESCALA 1:100



CORTE 3-3
ESCALA 1:100

SEVA CARRERO & ASSOCIADOS		INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA	
INGENIERO	ARQUITECTO	DISEÑO PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE CUAP	
INGENIERO	ARQUITECTO	TANQUE DE CARGA	
INGENIERO	ARQUITECTO	PLANTA, CORTES Y DIMENSIONES	
FIGURA 1	1/100	BOGOTA	PLANO NO. 508

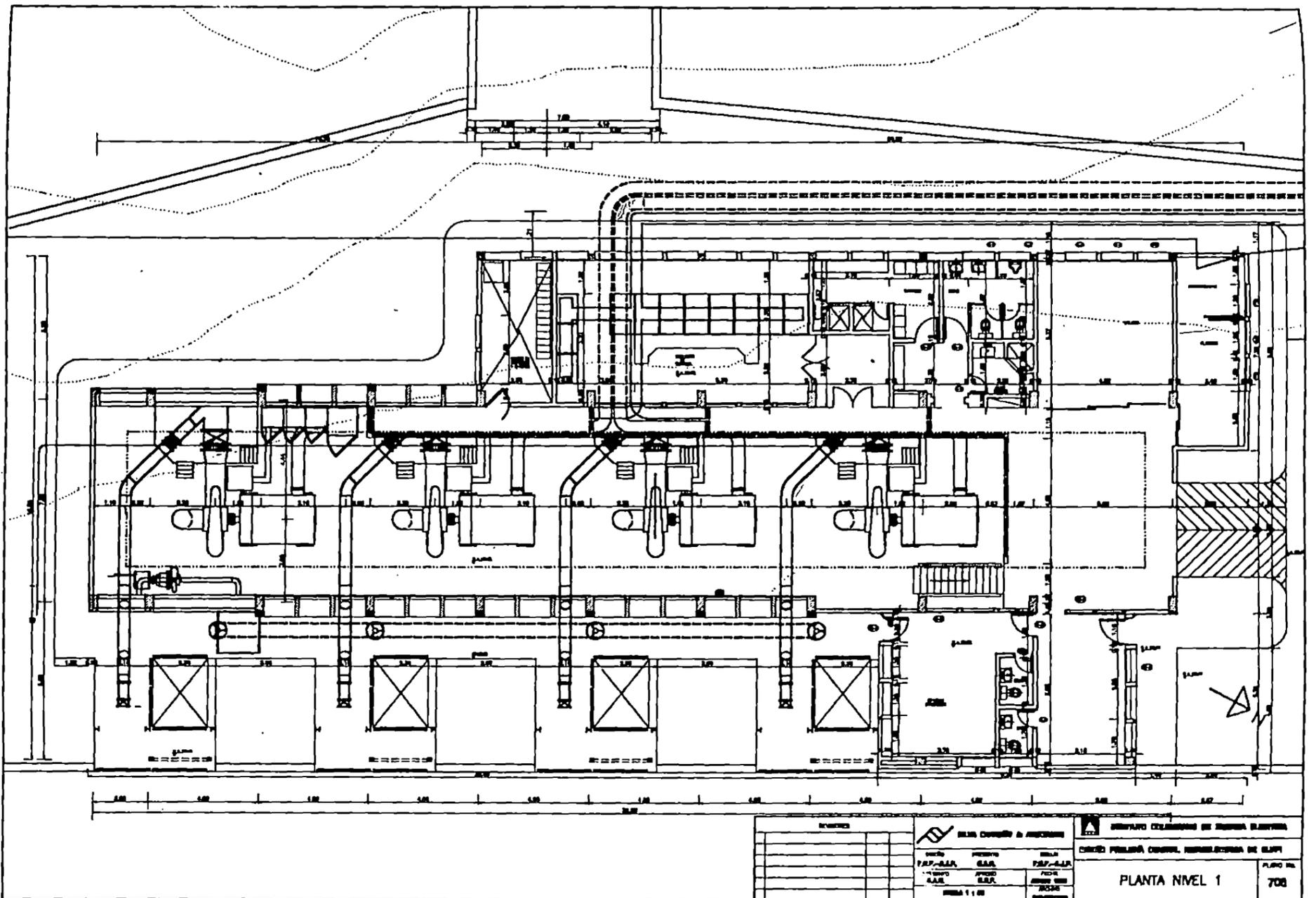
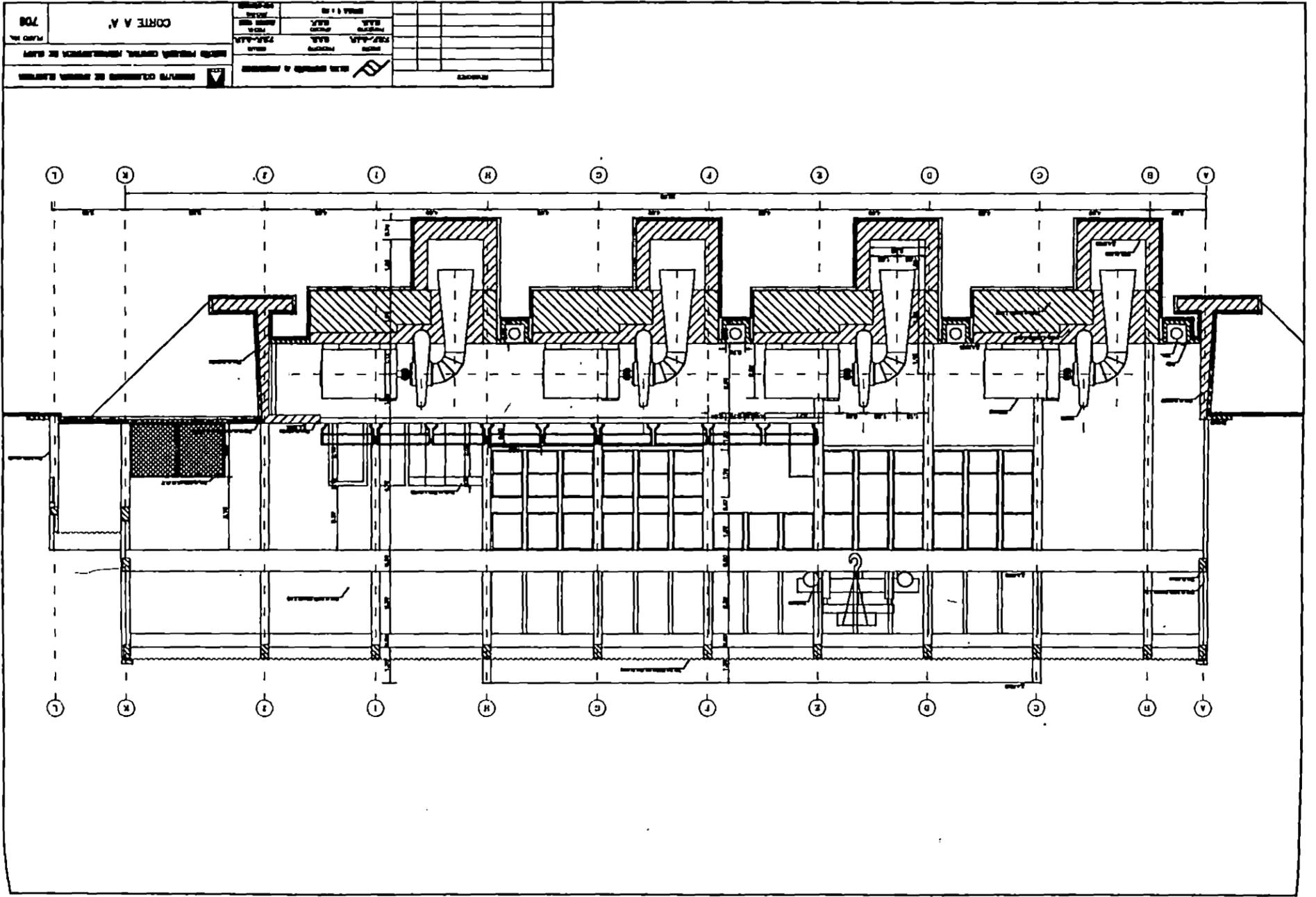
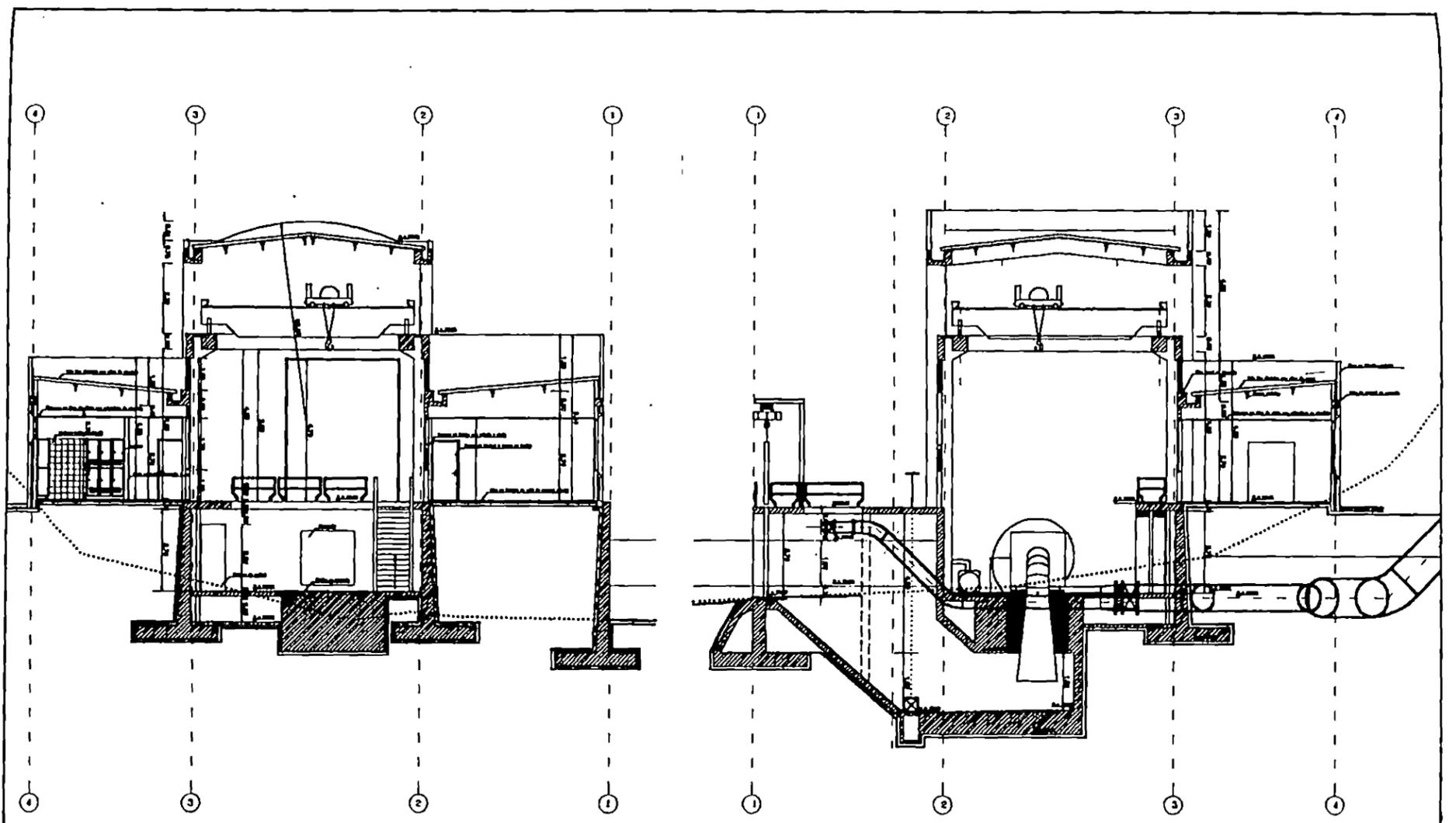


FIGURA 23





CORTE TRANSVERSAL E E''

CORTE TRANSVERSAL D D''

		ALFA ROMEO & ASSOCIATI		PROTEZIONE CILINDRICA DI BARRA ELASTICA	
MODELLO P87-ALFA	VERSIONE S.A.S.	MODELLO P87-ALFA	VERSIONE S.A.S.	CENTRO PROLUNG. CENTRAL. MECCANICA DI GRUPPO	
DATA S.A.S.	DATA S.A.S.	DATA S.A.S.	DATA S.A.S.	CORTE E E' / D D'	F. 711

FIGURA 25

• **Obras de derivación y captación:**

Para la captación y derivación de la aguas se diseñó una estructura compuesta por una presa vertedero, un canal de evacuación de sedimentos retenidos en la presa y una estructura de toma. Se ha previsto construir una presa vertedero para mantener un nivel mínimo adecuado que permita captar los caudales de diseño durante las épocas de niveles mínimos del río y simultáneamente manejar los caudales máximos extraordinarios estimados para un período de retorno de 1000 años.

Dado lo estrecho del cauce principal, los muy altos caudales que debe evacuar en periodos de creciente (hasta 808 m³/s), se decidió seleccionar como obra de derivación una presa mixta, compuesta por una zona de vertedero libre, construida en concreto simple; un canal de evacuación de sedimentos de 4.0 m de ancho controlado mediante una compuerta radial y un dique de grava con un tímpano interior de concreto de 39 m de longitud, que completa el cierre de la presa contra el estribó derecho. Se adoptó como solución para esta estructura un vertedero libre, de 40 m de longitud, sin compuertas para eliminar los riesgos de inadecuadas operaciones, dada la ubicación del proyecto, la baja capacitación del personal de la región y las súbitas crecientes que presenta el río Brazo Seco. El vertedero es del tipo de cresta ancha, con perfil OGEE en una longitud similar al ancho del lecho mayor del cauce actual y con dissipador de energía tipo salto de sky.

La corona de la presa está ubicada en la cota de 348.5 m., su altura máxima es de 8.50 m y la longitud total es de 83 m. Si durante la construcción de la presa las crecientes del río sobrepasan las ataguías previstas, por el tipo de material con que ésta se construirá, se espera que los daños no sean considerables.

En el lado izquierdo de la presa vertedero y aledaño a la bocatoma, se previó un canal de evacuación de sedimentos, controlado por una compuerta radial de 5.0 m de altura accionada mediante cables, con el fin de abrirlas periódicamente y evacuar los sedimentos acumulados cerca a la rejilla de toma. El ancho del canal de evacuación es de 4.0 m y esta confinado por 2 muros laterales.

La bocatoma será una estructura que forma parte del conjunto de la presa derivadora, del tipo bocatoma lateral, la cual esta compuesta por un vertedero lateral con reja vertical que impide el ingreso de cuerpos flotantes y una cámara de aducción.

La cámara de aducción está conectada a un tanque de amortiguación del flujo mediante dos orificios sumergidos de 1.2 m. de altura, los cuales disponen de rejillas de entrada y dos compuertas rectangulares de 2.0 m de ancho. El tanque de amortiguación tiene una longitud de 21.2 m y una profundidad de 2.1 m con respecto al fondo de la cámara de aducción y de la estructura de repartición de caudales, el cual se encuentra a la cota 345.0 m.

La bocatoma ha sido diseñada para captar un máximo de 6.0 m³/s en la primera etapa de construcción de la central y de 12 m³/s para la segunda, en condiciones de aguas mínimas; sin embargo, para evitar la necesidad de un operador permanente se han previsto aguas abajo del tanque amortiguador y antes del desarenador una estructura de repartición de caudales compuesta por un vertedero lateral de 25.0 m de longitud que vierte los excesos al río y un orificio sumergido (dos para la segunda etapa) de 0.5 m de alto por 4.0 m de largo que entrega(n) el caudal hacia el desarenador y la conducción del sistema. Esta estructura además de entregar caudales bastante próximos al caudal de diseño de la central, cumple las funciones de controlar los niveles y captaciones de la bocatoma y eliminar la máxima cantidad de excesos, inmediatamente han sido captados. Para evacuar los sedimentos que se acumulan en el tanque de amortiguación se ha previsto construir un orificio controlado por una compuerta rectangular de 12" que conecta esta cámara con el canal de limpieza.

- **Desarenador:**

Inmediatamente aguas abajo de la estructura de repartición se ha determinado la construcción de un desarenador de 2 cámaras paralelas con transiciones de entrada y salida de 11.0 m y un cuerpo de las cámaras de 32.0 m, diseñadas para remover partículas hasta de 0.5 mm, que equivalen a arenas medias. Las pendientes del fondo del tanque convergen en un punto bajo para concentrar allí los materiales removidos por el desarenador los cuales podrán ser evacuados a través de tuberías ubicadas en este punto y controlados mediante compuertas.

- **Conducción:**

Con el fin de producir la menor perturbación en las laderas debido a grandes excavaciones y taludes, se seleccionó como sección del canal de conducción, aquella que implica los menores anchos y minimiza movimientos de tierra, la sección seleccionada es rectangular de 4.0 m de base con una altura variable entre 2.25 hasta la mitad de la longitud y de 2.75 m desde allí hasta el tanque de carga. La longitud total del canal de conducción es de 903 m con una pendiente del 0.1%. Dada la dificultad de construir por etapas esta estructura de conducción y el tanque de carga, éstas han sido diseñadas para ser construidas desde el principio con la capacidad total que tendrá al final de la vida útil del proyecto, es decir, 12 m³/s.

- **Tanque de carga:**

Para disponer de un volumen suficiente de agua a la entrada de la tubería de presión, de forma tal que ésta pueda absorber los requerimientos variables de agua durante el proceso de operación de las válvulas y de los reguladores de las turbinas (arranque o incremento instantáneo del caudal turbinado) dados los diferentes tiempos de respuesta que tienen la tubería de presión y el canal de conducción a los transientes generados por variaciones súbitas de las demandas de agua de las tuberías, se ha diseñado al final del

canal de conducción un tanque de carga de 20.0 m de largo por 15.0 m en tres niveles de profundidad, el cual tendrá un volumen útil de 926 m³ en el normal de operación para la primera etapa del desarrollo y de 1190 m³ al nivel normal de operación a la capacidad máxima del sistema. A la salida de las tuberías del tanque, se han previsto dos compuertas rectangulares 1.20 m por 1.20 m, operada mediante un accionamiento mecánico desde una plataforma, para controlar la entrada de agua a éstas.

- **Tubería de presión:**

El criterio con que se dimensionó la tubería de presión fue el de instalar en cada etapa de desarrollo una tubería para alimentar 2 turbinas. Los diámetros de las tuberías de presión fueron seleccionadas mediante un análisis económico, buscando el valor menor de la suma del costo de la tubería más el valor presente de la energía que se dejara de generar durante la vida útil de referencia del proyecto (25 años) por causa de las pérdidas hidráulicas y utilizando una tasa de actualización del 12 % (en pesos constantes).

Para cada una de las 2 tuberías de presión previstas se seleccionaron tubos de cilindro metálico soldado, de 1.20 m de diámetro con soportes espaciados en promedio 12 m, apoyados sobre bases en concreto y silletas metálicas, con una longitud total hasta el punto de bifurcación a la entrada de la casa de máquinas de 1592.7 m. El trazado de la tubería se definió de forma tal que se ajustara al máximo al perfil del terreno y minimizando el número de codos y deflexiones. En 19 puntos de cada tubería de carga se propuso la construcción de macizos de anclaje en concreto. El espesor de la tubería de las líneas de conducción se sectorizó en función de las cargas de presión, alcanzando un valor medio de 10 mm.

Dada la gran longitud de las tuberías y el alto costo asociado por este concepto, se decidió limitar el golpe de ariete en las tuberías, instalando descargadores sincrónicos en cada turbina, para así poder reducir el calibre de la lámina requerido en las tuberías. Los descargadores corresponden a válvulas de chorro hueco tipo HOWELL BUNGER de 0.25 m de diámetro.

- **Casa de máquinas:**

Para el diseño de la casa de máquinas se realizó inicialmente un análisis del número de unidades más conveniente para disponer de capacidad instalada suficiente, considerar suplencia, y además ajustar la disponibilidad (capacidad instalada) al crecimiento de la demanda. Se calculó la redención del valor presente neto de la central, escalonando el instalamiento, encontrándose que el número de unidades más adecuado es de 4 y que el instalamiento inicial debe ser de 2 unidades. Para esta condición se realizó el dimensionamiento general de cada grupo turbina-generador-descargador sincrónico, utilizando las guías básicas de dimensiones de turbinas del US Bureau of Reclamation, teniendo en consideración para cada caso, el caudal, la cabeza neta, la velocidad de rotación y las condiciones de regulación.

En la casa de máquinas fueron previstos 4 niveles básicos:

- Nivel de los tubos de aspiración y los canales de fuga.
- Nivel de turbinas y generadores en donde se ubican estos equipos, las válvulas de control de entrada, los descargadores sincrónicos y los equipos de regulación y de excitación.
- Nivel de servicio, donde se ubican los tableros de control, la zona de montaje, el almacén y los talleres, la zona de oficinas, los servicios y el aseo.
- Nivel del puente-grúa.

En las zonas de turbinas, generadores y canales de fuga se ha previsto construir un cárcamo monolítico en concreto reforzado, mientras que las zonas de servicios serán construidas mediante una estructura compuesta de pórticos en concreto, mampostería y vidrios.

Las características de cada grupo turbina generador son las siguientes:

Caída Neta	=	184.5 m
Caudal de diseño	=	3 m ³ /s
Capacidad instalada	=	4.000 Kw
Velocidad sincrónica	=	900 Rpm
Capacidad Generadora	=	5.000 Kva
Voltage Generación	=	4.160 voltios
Factor potencia	=	0.8

Así mismo se determinó en la casa de máquinas, la instalación un puente-grúa con una capacidad de izaje de 30 toneladas.

En la sala de control se han previsto 31 tableros los cuales serán utilizados para el control medida y protección de los generadores, para baterías y para los servicios auxiliares DC y AC.

Los canales de fuga descargarán directamente al río. Para reparaciones e inspecciones del tubo de aspiración y del canal de fuga se han colocado compuertas de control a la salida de cada canal de fuga. La casa de máquinas ha sido prevista para poder ser construida en 2 etapas sin necesidad de parar la central.

• **Subestación:**

Se previó para cada etapa de desarrollo de la subestación, 2 módulos completos para evacuar la energía generada por cada unidad. En principio se han seleccionado equipos de subestación para uso exterior compuestos de los siguientes elementos :

- Interruptores de potencia 34.5kv
- Transformadores de potencia, 6.9/34.5kv - (6 Mva)
- Seccionadores monopolares de 34.5kv de línea, de barra y de transformador montaje vertical.
- Transformadores de corriente 34.5kv
- Pararrayos de uso exterior

- **Líneas de transmisión:**

Para evacuar la energía hasta el municipio de Guapi y sus corregimientos se considera necesario construir una línea de transmisión de 34.5 kv, circuito sencillo, con posteria de madera entre la central y Guapi y al menos 3 líneas secundarias de circuito sencillo a 13.2 kv. Aunque en la presente etapa de los estudios no se adelantaron los trabajos correspondientes a la transmisión, se estima que la línea principal tendrá una longitud entre 45 y 50 Km.

- **Vías de acceso:**

En la presente estudio no se incluyeron los diseños de las vías de acceso al sitio de proyecto, sin embargo, se considera que para construir una Central Hidroeléctrica de 16.000 kw es indispensable construir una vía de acceso para permitir la movilización de los equipos de construcción, los materiales y equipos que serán instalados, y para transportar los materiales y equipos requeridos durante el periodo de operación. Se ha previsto construir un carretable de 5 mts de ancho de banca, y cuyo trazado sigue la divisoria de aguas que existe entre el río Napi y el río Guapi, con el fin de minimizar la construcción de obras de drenaje y conseguir potencialmente suelos más estables. La longitud preliminar, de acuerdo con los estudios de Factibilidad, se ha estimado en 34 km para acceder a la casa de máquinas del proyecto Brazo Seco, desde el río Guapi en la bifurcación del Brazo Limones hasta donde podrían entrar los equipos y materiales en embarcaciones. La longitud de las vías de penetración hasta la bocatoma con sus variantes a otros puntos de las obras se ha estimado en 6 Km.

En el **Cuadro No. 1** se presenta la ficha técnica del proyecto, correspondiente a los esquemas anteriormente descritos.

5. PRESUPUESTO.

Con el fin de establecer el presupuesto de la obra, a precios de Junio de 1995, se calcularon las cantidades de obra de cada una de las estructuras y componentes del proyecto, tomando como base los diseños realizados y los costos básicos en el sitio de proyecto de:

INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE GUAPI

ETAPA DE DISEÑO

FICHA TECNICA DEL PROYECTO

Cuadro No. 1

	CARACTERISTICA	UNIDADES	TOTAL	PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA
1	DATOS HIDROLOGICOS				
	Area de la cuenca	(Km ²)	94.12	94.12	
	Precipitación media anual	(mm)	4171.9	4171.9	
	Caudal medio	(m ³ /s)	24.74	24.74	
	Caudal máximo probable (Tr=1000 Años)	(m ³ /s)	808.7	808.7	
	Caudal derivado para generación	(m ³ /s)	12.0	6.0	6.0
2	DESVIACION				
	Tipo		Atagüía	Atagüía	
	Longitud	(m)	133 +139 m	133 +139 m	
	Caudal de diseño (Tr=50 Años)	(m ³ /s)	593.2	593.2	
	Tipo de atagüía		Enrocado Imperm.	Enrocado Imperm.	
	Talud		1.3H:1V	1.3H:1V	
	Altura de atagüía principal	(m)	5	5	
	Volumen de atagüía	(m ³)	9600	9600	
3	PRESA DERIVADORA				
3.1	PRESA				
	Tipo		Mixta Gravedad - Muro de Cierre		
	Nivel de corona	(m.s.n.m.)	348.5	348.5	
	Altura máxima	(m)	8.5 m	8.5 m	
	Longitud de la cresta (con muros de cierre)	(m)	75.0	75.0	
	Volumen de concreto (con muros de cierre)	(m ³)	4560	4560	
3.2	VERTEDERO				
	Tipo		OGEE	OGEE	
	Caudal de diseño (Tr=1000 Años)	(m ³ /s)	808.7	808.7	
	Longitud	(m)	40.0	40.0	
	Nivel de cresta	(m.s.n.m.)	348.5	348.5	
	Disipador de energia tipo		Salto ski	Salto ski	
	MURO DE CIERRE				
	Longitud	(m)	39.5	39.5	
	Nivel Superior	(m.s.n.m.)	353.5	353.5	
	COMPUERTA DE LIMPIA				
	Tipo		Radial	Radial	
	Sección (b X h)	(m)	4.0 X 5.0	4.0 X 5.0	

**INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE GUAPI**

ETAPA DE DISEÑO

FICHA TECNICA DEL PROYECTO

Cuadro No. 1

	CARACTERISTICA	UNIDADES	TOTAL	PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA
4	BOCATOMA				
	Tipo		Lateral	Lateral	
	Longitud	(m)	12.8	12.8	
	Caudal de diseño	(m ³ /s)	12	12	
	Número de compuertas		2	2	
	Compuerta tipo		Rectangular-Vagón	Rectangular-Vagón	
	Accionamiento tipo		Mecánico	Mecánico	
	Sección de cada Compuerta (b X h)	(m)	2.0 X 2.0	2.0 X 2.0	
	Canal de Aducción (Ancho)	(m)	5.0	5.0	
	Longitud Canal de Aducción	(m)	17.5	17.5	
5	DESARENADOR				
	Sección (b X h)	(m)	2 X (4.0 X 2.5)	2 X (4.0 X 2.5)	
	Longitud	(m)	32.0	32.0	
	Profundidad	(m)	2.5	2.5	
	Diámetro de partícula a remover	(mm)	0.5	0.5	
6	TANQUE DE CARGA				
	Dimensiones				
	Longitud	(m)	15.5	15.5	
	Ancho	(m)	20.0	20.0	
	Profundidad	(m)	Var. 3.5 - 9	Var. 3.5 - 9	
	Volumen máximo	(m ³)	1200	1200	
	Número de Compuertas		2	2	
	Compuerta Tipo		Rectangular	Rectangular	
	Sección de la Compuerta (b X h)	(m)	1.33 X 1.33	1.33 X 1.33	
	Accionamiento tipo		Mecánico	Mecánico	
7	CONDUCCIONES				
7.1	CANAL				
	Tipo		Box - Culvert	Box - Culvert	
	Sección	(m)	Rectangular	Rectangular	
	Altura	(m)	Var 2.25 a 2.75	Var 2.25 a 2.75	
	Base	(m)	4.0	4.0	
	Pendiente	(%)	0.1	0.1	
	Longitud	(m)	903.0	903.0	

INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE GUAPI

ETAPA DE DISEÑO

FICHA TECNICA DEL PROYECTO

Cuadro No. 1

	CARACTERISTICA	UNIDADES	TOTAL	PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA
7.2	TUBERIA DE PRESION				
	Tipo		Acero	Acero	Acero
	Longitud	(m)	2 X 1610	1610	1610
	Diámetro	(m)	2 X 1.2	1 X 1.2	1 X 1.2
	Espesor promedio	(mm)	10	10	10
	Número de Macizos de Anclaje		46	23	23
8	CASA DE MAQUINAS				
8.1	ASPECTOS GENERALES				
	Tipo		Superficial	Superficial	Superficial
	Nivel	(m.s.n.m.)	159	159	159
	Número de unidades		4	2	2
	Tipo de turbina		Francis eje Horiz.	Francis eje Horiz.	Francis eje Horiz.
	Velocidad Sincrónica	(R.P.M.)	900	900	900
	Caída bruta	(m)	186	186	186
	Caída neta mínima	(m)	160	160	160
	Caudal de diseño / Unidad	(m ³ /s)	3	3	3
	Potencia instalada Nominal	(kW)	4 X 4000	2 X 4000	2 X 4000
	Válvula Mariposa d = 850 mm		4	2	2
	Válvula Mariposa d = 400 mm		4	2	2
	Válvula Howel Bunger d = 12"		4	2	2
	Puente Grua	(Ton)	15	15	
8.2	GENERADORES				
	Tipo		Eje Horizontal	Eje Horizontal	Eje Horizontal
	Capacidad por Unidad	(Kva)	5000	5000	5000
	Voltaje de generación	(Kv)	13.2	13.2	13.2
	Frecuencia	Hz	60	60	60
	Factor de potencia		0.8	0.8	0.8
9	SUB-ESTACION				
9.1	TRANSFORMADORES				
	Tipo de transformadores		Trifásicos	Trifásicos	Trifásicos
	Número de transformadores		4	2	2
	Capacidad por unidad	(Mva)	6	6	6
	Voltaje (Primario - Secundario)	(Kv)	13.2 - 34.5	13.2 - 34.5	13.2 - 34.5
	Ventilación		Natural : Aire, Aceite	Natural : A, Ac.	Natural : A, Ac.
	Corriente Nominal (Alta Tensión)	A	220	220	220
	Cambiador de Tomas (Sin Carga)		± 2 X 2.5 %	± 2 X 2.5 %	± 2 X 2.5 %

**INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE GUAPI**

ETAPA DE DISEÑO

FICHA TECNICA DEL PROYECTO

Cuadro No. 1

	CARACTERISTICA	UNIDADES	TOTAL	PRIMERA ETAPA.	SEGUNDA ETAPA
9.2	PATIO DE CONEXIONES				
	Tipo		Terminal de Línea	Terminal de Línea	
	Estructura		Pórticos	Pórticos	
	Voltaje de Línea	(Kv)	34.5	34.5	
	Dimensiones del patio de conexiones	(m)	22 X 50	22 X 30	22 X 50
	Equipo de media Tensión		Tipo Intemperie	Tipo Intemperie	
	Barraje		Principal/Transferencia	Principal/Transferencia	Principal/Transferencia
	Interruptores Potencia		TC en bujes	TC en bujes	
10	OBRAS DE INFRAESTRUCTURA				
	Vías de acceso (Estimado)	(Km)	40.0	40.0	
	Líneas de transmisión tipo (Estimado)		Circuito Sencillo	Circuito Sencillo	
	Longitud Línea Central - Guapi (Est.)	(Km)	44.0	44.0	44.0
	Longitud Línea Guapi - Timbiquí (Est.)	(Km)	22.0	22.0	
	Longitud Línea Guapi - Iscuandé (Est.)	(Km)	11.0	11.0	
	Longitud Líneas Secundarias (Est.)	(Km)	18.5	18.5	
	Tensión Líneas Principales	(Kv)	34.5	34.5	
	Tensión Líneas Secundarias	(Kv)	13.2	13.2	13.2
11	PARAMETROS ENERGETICOS				
	Potencia instalada (C.I.)	(Mw)	16.0	8.0	8.0
	Potencia confiable (C.C.)	(Mw)	14.3	7.9	6.4
	Energía continua firme	(Gwh/año)	126.0	71.8	54.2
	Factor de planta (Central Completa)		0.90		
12	COSTOS				
	Costos Central (US\$)		\$27,280,296.47	\$19,625,329.83	\$7,543,203.14
	US \$ / Kw (Instalado)		\$1,705.02	\$2,453.17	\$942.90

- Materiales
- Salarios
- Maquinaria
- Rendimientos

Se realizaron análisis de precios unitarios para los ítemes incluidos en las grandes partidas de pago. Para los equipos se tuvieron en cuenta las tarifas de alquiler de equipos disponibles de ACIC para 1994 y se consideraron los valores de cada equipo en su lugar de origen y los respectivos costos de importación y/o transporte hasta el sitio de las obras; se calcularon los tiempos de operación para cada una de las actividades y se obtuvieron tablas de rendimiento de los diferentes equipos.

En lo referente a los materiales de construcción y combustibles, se tomó como base el precio en la ciudad de Cali o de Buenaventura, en algunos casos, y se incrementaron por transporte hasta el sitio de los trabajos. Para los agregados, teniendo en cuenta las fuentes de materiales disponibles en la zona de proyecto, se tuvieron en cuenta los costos de explotación y trituración.

Finalmente, para los costos de mano de obra, calificada y no calificada, se hizo un análisis sobre todos los factores que inciden directamente sobre ellas como son: prestaciones sociales, e incapacidades.

Dada la ubicación del proyecto, el transporte entre Cali o Buenaventura y Guapi tiene una gran incidencia en todos los precios, por lo cual, se adicionaron a los costos de materiales y combustibles, maquinaria y equipos \$15.000 por tonelada transportada entre Cali y Buenaventura, \$25.000 por tonelada transportada entre Buenaventura y la bifurcación del río Guapi y el Brazo Limones, donde se inicia la vía de penetración, y \$8.800 por tonelada transportada desde este sitio hasta el área de proyecto.

Los costos de equipos fueron estimados tomando como base cotizaciones realizadas durante la presente etapa de los estudios y durante la Factibilidad, precios de licitaciones recientes para centrales con equipos similares. Para los casos en que fue necesario actualizar los costos, se utilizaron las tablas de actualización de precios de equipos de generación hidroeléctrica en los Estados Unidos, reportados por el US Bureau of Reclamation, las variaciones de la tasa de cambio, así como algunas consultas a fabricantes. La tasa de cambio utilizada para la elaboración del presupuesto del proyecto fue de 976 pesos colombianos por dólar norteamericano y para cada equipo en particular se consideraron otros costos adicionales según el caso, como transportes adicionales, seguros, instalación y pruebas.

El precio unitario de construcción de las vías de acceso al sitio de las obras cuyos diseños no hacían parte de los presentes estudios, fueron tomados de los valores promedios actuales de vías construidos por Caminos Vecinales, considerando la construcción de un puente de 60 m

de luz en el cruce del río Napi. La longitud total de la vía se tomó del trazado preliminar realizado durante la Factibilidad en cartografía 1:25.000.

En el caso de la línea de transmisión que tampoco se diseñó en la presente etapa, se hizo un predimensionamiento de la misma para 34.5 kv y circuito sencillo (una línea para cada etapa de construcción del proyecto), considerando los elementos eléctricos y estructurales necesarios por Km de línea y con postería de madera. La longitud total de la línea se tomó del trazado preliminar realizado durante la Factibilidad en cartografía 1:25.000.

Los costos directos de materiales, mano de obra y equipo fueron incrementados un 25% por concepto de administración, utilidades e imprevistos del Contratista.

Una vez obtenido el presupuesto total de obras civiles y equipos y para tener en cuenta los imprevistos generales del proyecto (mayores cantidades en obra, incrementos de precios internacionales de equipos etc.).

- Imprevistos de obras civiles 8 %
- Imprevistos de equipos 5 %

Obtenido el valor total del proyecto incluyendo imprevistos, ingeniería y administración, se calculo el valor del impuesto a las ventas IVA que deberán pagar los contratistas. Dado que los materiales y equipos tienen incluido el valor del IVA, los Contratistas deberán pagar el 14% sobre los costos de mano de obra, alquiler de maquinaria y utilidades, costos que se estimaron en el 50% del costo total del proyecto.

El presupuesto general del proyecto se estableció considerando las dos etapas de construcción y se presenta en el Cuadro No. 2

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Introducción

En este capítulo se presentan las principales conclusiones y recomendaciones finales obtenidas de los estudios realizados durante la etapa de Diseño de la P.C.H. de Guapi, considerando el desarrollo sobre el margen izquierdo del río Brazo Seco, de acuerdo con las recomendaciones del estudio de Factibilidad. Particularmente se hace referencia a aspectos tales como la estabilidad geológica y geotécnica del proyecto, las fuentes de materiales, los resultados de los estudios de hidrología, potencia y energía y de impacto ambiental, haciendo énfasis en aquellos trabajos que por no ser parte de los presentes estudios, no fueron realizados y se consideran indispensables, antes de iniciar la construcción de las obras.



OBRA : PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE GUAPI
ETAPA: DISEÑO

PRIMERA ETAPA

CUADRO No. 2

ITEM No.	DESCRIPCION	UN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL	VALOR TOTAL ITEM
1.0	OBRAS PRELIMINARES					\$2,000,000,000
1.1	MOVILIZACION Y CONSTRUCCION DE INSTALACIONES TEMPORALES	GLOBAL	1.00	2,000,000,000.00	\$2,000,000,000	
2.0	CONTROL DE AGUAS SUPERFICIALES Y DESVIACION DEL RIO					\$175,216,282
2.1	CONSTRUCCION DE ATAGUIAS	GLOBAL	1.00	150,550,309.00	\$150,550,309	
2.2	REMOCION DE ATAGUIAS	M3	9,646.45	2,557.00	\$24,665,973	
3.0	MOVIMIENTOS DE TIERRA					\$267,003,683
3.1	DESMONTE Y LIMPIEZA	Ha	20.00	335,928.00	\$6,718,560	
3.2	DESCAPOTE	M3	6,000.00	2,085.00	\$12,510,000	
3.3	EXCAVACION DE CORTES					
3.3.1	EXCAVACION DE CORTES EN TIERRA	M3	8,841.81	1,364.00	\$12,060,229	
3.3.2	EXCAVACION DE CORTES EN CONGLOMERADO	M3	17,944.61	1,636.00	\$29,357,382	
3.3.3	EXCAVACION DE CORTES EN ROCA	M3	11,188.99	7,506.00	\$83,984,559	
3.4	EXCAVACION DE CANALES					
3.4.1	EXCAVACION CON MAQUINA EN TIERRA Y CONGLOMERADO	M3	6,681.00	8,894.00	\$59,420,814	
3.4.2	EXCAVACION CON MAQUINA EN ROCA	M3	1,600.00	8,607.00	\$13,771,200	
3.4.3	EXCAVACION A MANO PARA ESTRUCTURAS	M3	480.44	5,933.00	\$2,850,451	
3.5	RELLENOS					
3.5.1	TERRAPLENES CON MATERIAL DE EXCAVACION	M3	2,714.32	5,094.00	\$13,826,746	
3.5.2	TERRAPLENES CON MATERIAL SELECCIONADO	M3	699.00	7,266.00	\$5,078,934	
3.5.3	RELLENO ESTRUCTURAL	M3	3,041.00	7,266.00	\$22,095,906	
3.5.4	PEDRAPLENES	M3	352.00	13,922.00	\$4,900,544	
3.6	REMOCION DE DERRUMBES	M3	733.49	584.00	\$428,358	
SUB-TOTAL					\$2,442,219,964	



OBRA : PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE GUAPI
ETAPA: DISEÑO

PRIMERA ETAPA

CUADRO No. 2

ITEM No.	DESCRIPCION	UN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL	VALOR TOTAL ITEM
				VIENEN	\$2,442,219,964	
4.0	AFIRMADO					\$7,768,860
4	AFIRMADO	M3	660.00	11,771.00	\$7,768,860	
5.0	SOBREACARREO DE MATERIAL					\$391,934
5	SODREACCAREO	M3	660.00	593.84	\$391,934	
6	OBRAS DE DRENAJE					\$515,678,179
6.1	FILTROS					
6.1.1	FILTROS CON TUBERIA PERFORADA	ML	4,432.00	30,018.00	\$133,039,776	
6.1.2	FILTROS CON MATERIAL GRANULAR	M3	3,804.00	21,879.00	\$83,227,716	
6.1.3	FILTROS CON GEOTEXTIL	M3	200.00	39,719.00	\$7,943,800	
6.2	ALCANTARILLAS					
6.2.1	BOXCULVERTS DE 1.0 X 1.0 EN CONCRETO DE 210 KG/CM ²	ML	1,999.36	119,348.00	\$238,619,617	
6.2.2	TUBERIA DE CONCRETO SIMPLE	ML	53.00	34,770.00	\$1,842,810	
6.3	CUNETAS REVESTIDAS					
6.3.1	EN CONCRETO	ML	3,220.00	15,677.00	\$50,479,940	
6.3.2	EN MAMPOSTERIA	ML	93.00	5,640.00	\$524,520	
7.0	PROTECCIONES SUPERFICIALES					\$161,559,173
7.1	ENROCADO	M3	457.50	16,409.00	\$7,507,118	
SUB-TOTAL					\$2,973,566,055	



OBRA : PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE GUAPI
ETAPA: DISEÑO

PRIMERA ETAPA

CUADRO No. 2

ITEM No.	DESCRIPCION	UN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL	VALOR TOTAL ITEM
				VIENEN	\$2,973,566,055	
7.2	CONSTRUCCION DE GAVIONES	M3	1,875.00	73,241.00	\$137,326,875	
7.3	EMPADIZACION	M2	5,200.00	3,062.00	\$15,922,400	
7.4	GEOTEXTIL	M2	220.00	3,649.00	\$802,780	
8.0	OBRAS DE CONCRETO					\$111,188,845
8.1	CONCRETO POBRE DE PROTECCION DE FUNDACIONES	M3	286.30	66,993.00	\$19,180,096	
8.2	CONCRETO REFORZADO DE 140 Kg/cm2	M3		87,320.00		
8.3	CONCRETO REFORZADO 175 Kg/cm2	M3	32.16	90,689.00	\$2,916,558	
8.4	CONCRETO REFORZADO 210 Kg/cm2	M3	34,782.23	89,517.00	\$163,408	
8.5	CONCRETO REFORZADO 280 Kg/cm2	M3	294.16	123,536.00	\$36,339,350	
8.6	CONCRETO MASIVO 210 Kg/cm2	M3	6,936.18	163,408.00	\$132,067	
8.7	CONCRETO CICLOPEO					
8.7.1	PARA BASES	M3	38.49	89,600.00	\$3,448,704	
8.7.2	PARA ELEVACIONES	M3	70.08	134,211.00	\$9,405,507	
8.8	SELLOS DE IMPERMEABILIZACION					
8.8.1	SELLOS DE CLORURO DE POLIVINILO 0-22	ML	1,811.20	15,511.00	\$28,093,523	
8.8.2	SELLOS DE CLORURO DE POLIVINILO V-15	ML	873.00	13,184.00	\$11,509,632	

SUB-TOTAL

\$3,238,806,955



OBRA : PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE GUAPI
ETAPA: DISEÑO

PRIMERA ETAPA

CUADRO No. 2

ITEM No.	DESCRIPCION	UN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL	VALOR TOTAL ITEM
				VIENEN	\$3,238,806,955	
9	ACERO DE REFUERZO PARA EL CONCRETO					\$564,611,407
9.1	ACERO GRADO 60	KG	562,811.30	948.00	\$533,545,112	
9.2	ACERO GRADO 40	KG	36,852.07	843.00	\$31,066,295	
10.0	EQUIPOS MECANICOS					\$4,157,343,588
10.1	TURBINAS TIPO FRANCIS DE 4.2 MW CADA UNA, COMPLETAS CON SUS RESPECTIVOS REGULADORES DE VELOCIDAD, VALVULAS DE ALIVIO DE PRESION, SISTEMAS DE ANCLAJE Y ACCESORIOS, DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES Y PLANOS UN	UN	2.00	705,927,288.00	\$1,411,854,576	
10.2	VALVULAS DE ENTRADA Y DE LA TUBERIA DE DERIVACION					
10.2.1	VALVULA MARIPOSA DE 850 mm DE DIAMETRO COMPLETAS CON TODOS SUS ACCESORIOS DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES	UN	2.00	24,782,034.00	\$49,564,068	
10.2.2	VALVULAS MARIPOSA DE 400 mm DE DIAMETRO COMPLETOS CON TODOS SUS ACCESORIOS DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES	UN	4.00	5,285,862.00	\$21,143,448	
10.3	COMPUERTAS VERTICALES DESLIZANTES DE 2.5m DE ALTURA POR 2.05 m DE ANCHO CADA UNA, INCLUYENDO UN MONORRIEL PARA ACCIONAMIENTO DE LAS DOS COMPUERTAS, ELEMENTOS METALICOS EMBEBIDOS EN CONCRETO DE SEGUNDA ETAPA PARA LOS SELLOS Y DEMAS ACCESORIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES Y PLANOS	UN	2.00	8,193,600.00	\$16,387,200	
10.4	PUENTE DE 15 Ton. DE CAPACIDAD CON ACCIONAMIENTO ELECTRICO COMPLETO INCLUYENDO LOS RIELES PARA SU DESPLAZAMIENTO DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES Y PLANOS	UN	1.00	142,860,000.00	\$142,860,000	
10.5	COMPUERTAS TIPO RADIAL DE 4.0 m DE ANCHO POR 5.0m DE ALTURA, CON SU RESPECTIVO MECANISMO DE OPERACION, ELEMENTOS METALICOS EMBEBIDOS EN CONCRETO DE SEGUNDA ETAPA PARA LOS SELLOS Y DEMAS ACCESORIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES Y PLANOS	UN	1.00	138,295,500.00	\$138,295,500	

SUB-TOTAL

\$5,583,523,155



OBRA : PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE GUAPI
ETAPA: DISEÑO

PRIMERA ETAPA

CUADRO No. 2

ITEM No.	DESCRIPCION	UN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL	VALOR TOTAL ITEM
				VIENEN	\$5,583,523,155	
10.6	REJAS DEL TANQUE DE CARGA Y DE LA BOCATOMA					
10.6.1	REJA PARA EL TANQUE DE CARGA	UN	1.00	56,677,500.00	\$56,677,500	
10.6.2	REJA PARA LA BOCATOMA	UN	1.00	37,098,000.00	\$37,098,000	
10.7	COMPUERTAS DESLIZANTES PARA LA BOCATOMA, EL TANQUE DE CARGA Y EL DESARENADOR	UN	2.00	8,193,600.00	\$16,387,200	
10.7.1	COMPUERTA VERTICAL DESLIZANTE DE 1.2 X 2.0 M, CON MECANISMOS DE OPERACION ELECTRICO A CONTROL REMOTO	UN	2.00	4,609,350.00	\$9,218,700	
10.7.2	DOS COMPUERTAS VERTICALES DE DESLIZANTES DE 1.2 X 1.2 M CON MECANISMOS DE OPERACION ELECTRICO A CONTROL REMOTO	UN	1.00	3,582,750.00	\$3,582,750	
10.7.3	UNA COMPUERTA VERTICAL DESLIZANTE DE 0.6 X 0.6 M CON MECANISMO DE OPERACION MANUAL	UN	1.00	512,250.00	\$512,250	
10.8	TUBERIA DE CARGA					
10.8.1	TUBERIA DE CILINDRO DE ACERO CON DIAMETRO DE 1200 mm	ML	1,610.00	1,357,200.00	\$2,185,092,000	
10.8.2	TUBERIA DE CILINDRO DE ACERO CON DIAMETRO DE 850 mm	ML	17.40	680,400.00	\$11,838,960	
10.8.3	TUBERIA DE CILINDRO DE ACERO CON DIAMETRO DE 400 mm	ML	9.60	226,800.00	\$2,177,280	
10.8.4	TUBERIA DE CILINDRO DE ACERO CON DIAMETRO DE 300 mm	ML	4.00	172,800.00	\$691,200	
10.8.5	ACCESORIOS JUNTAS FLEXIBLES, CODOS, BIFURCACIONES, BRIDAS, ETC)	UN	18.00	2,997,942.00	\$53,962,956	
11.0	EQUIPOS ELECTRICOS					\$2,692,923,701
11.1	GENERADOR SINCRONICO SIN ESCOBILLAS	UN	2.00	566,868,000.00	\$1,133,736,000	
11.2	EQUIPO DE EXCITACION SIN ESCOBILLAS Y REGULACION DE TENSION	UN	2.00	168,780,000.00	\$337,560,000	
SUB-TOTAL					\$9,432,057,951	

OBRA : PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE GUAPI
ETAPA: DISEÑO

PRIMERA ETAPA

CUADRO No. 2

ITEM No.	DESCRIPCION	UN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL	VALOR TOTAL ITEM
				VIENEN	\$9,432,057,951	
11.3	EQUIPO DE PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO DEL GENERADOR	UN	2.00	29,255,200.00	\$58,510,400	
11.4	TABLEROS DE CONTROL Y EQUIPO DE PROTECCION	UN	1.00	\$56,974,000.00	\$56,974,000	
11.5	SUBESTACION 3.4.5 KV INTENSIFICADA					
11.5.1	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE	UN	9.00	2,731,089.00	\$24,579,801	
11.5.2	TRANSFORMADOR DE TENSION	UN	3.00	2,483,200.00	\$7,449,600	
11.5.3	PARRARAYOS DE OXIDO DE ZINC 30 KV, 10 KV	UN	15.00	4,345,600.00	\$65,184,000	
11.5.3.1	PARRARAYOS DE OXIDO DE ZINC 9 KV, 10 KV	UN	3.00	1,862,400.00	\$5,587,200	
11.5.4	TRANSFORMADOR DE POTENCIA Y PEDESTAL	UN	2.00	106,059,800.00	\$212,119,600	
11.5.5	INTERRUPTORES DE POTENCIA	UN	3.00	33,523,200.00	\$100,569,600	
11.5.6	SECCIONADORES DE POTENCIA	UN	1.00	61,449,500.00	\$61,449,500	
11.5.7	CABLE DE POTENCIA A 13.2 KV	UN	1.00	43,650,000.00	\$43,650,000	
11.6	SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE AC Y DC					
11.6.1	SISTEMA DE CORRIENTE CONTINUA	GL	1.00	71,974,000.00	\$71,974,000	
11.6.2	SISTEMA DE CORRIENTE ALTERNA	GL	1.00	13,580,000.00	\$13,580,000	
12.0	ESPECIFICACIONES ARQUITECTONICAS					\$139,813,884
12.1	LOCALIZACION Y REPLANTEO	M²	500.00	340.00	\$170,000	
12.2	CIMENTACION					
12.2.1	CONCRETO PARA ZAPATAS	M³	2.08	109,996.00	\$228,792	
12.2.2	CONCRETO PARA VIGAS DE AMARRE	M³	19.42	104,908.00	\$2,037,313	
12.3	ESTRUCTURA EN CONCRETO					
12.3.1	COLUMNAS EN CONCRETO	M3	43.71	128,548.00	\$5,618,833	
12.3.2	VIGAS DE AMARRE EN CONCRETO	M3	3.48	127,254.00	\$442,844	
12.3.3	PLACA DE ENTREPISO EN CONCRETO REFORZADO	M3		108,792.00		
12.3.4	PLACA DE ENTREPISO Y CUBIERTA EN CONCRETO MACIZA	M3	27.00	102,786.00	\$2,775,222	
12.3.5	VIGA CANAL EN CONCRETO	M3	74.10	161,601.00	\$11,974,634	
12.3.6	VIGA ABRETA DE CONCRETO (CUBIERTA Y CULATA)	M3	19.42	135,975.00	\$2,640,635	
12.4	DESAGUES Y DRENAJE					
12.4.1	TUBERIAS PVC					
12.4.1.1	TUBERIA PVCS 4"	ML	100.00	6,168.00	\$616,800	
12.4.1.2	TUBERIA PVCS 3"	ML	40.00	5,476.00	\$219,040	
12.4.1.3	BAJANTE PVCL 4"	ML	150.00	6,363.00	\$954,450	
12.4.1.4	BAJANTE PVCL 3"	ML	6.00	4,189.00	\$25,134	
12.4.2	CAJAS DE INSPECCION					
12.4.2.1	CAJAS DE INSPECCION DE 0.60 X 0.60 Un	UN	5.00	32,734.00	\$163,670	
12.4.2.2	CAJAS DE INSPECCION DE 0.80 X 0.80 Un	UN	2.00	54,714.00	\$109,428	

SUB-TOTAL

\$10,681,662,446

INSTITUTO COLOMBIANO
DE ENERGIA ELECTRICA

RELACION DE ITEMES, CANTIDADES DE OBRA Y VALOR TOTAL DE LA OBRA

 SILVA CARREÑO & ASOCIADOS S.A.

OBRA : PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE GUAPI
ETAPA: DISEÑO

PRIMERA ETAPA

CUADRO No. 2

ITEM No.	DESCRIPCION	UN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL	VALOR TOTAL ITEM
				VIENEN	\$10,731,781,106	
12.7.1	IMPERMEABILIZACION CON MORTERO INTEGRAL	M²	36.00	2,866.00	\$103,176	
12.8	PAÑETES Y ENCHAPES					
12.8.1	PAÑETES LISO SOBRE MURO Y BAJO PLACA 1:3	M²	310.10	2,550.00	\$790,755	
12.8.2	PAÑETES SOBRE MALLA CON VINA 1:3	M²	13.96	4,949.00	\$69,088	
12.8.3	ENCHAPES EN CERAMICA COLOR DE 0.20 X 0.20	M²	130.00	18,411.00	\$2,393,430	
12.8.3.1	FILOS DE ENCHAPES CON WIN METALICO COLOR	ML	40.00	881.00	\$35,240	
12.9	PISOS					
12.9.1	PLACA DE CONCRETO PARA PISOS	M²	322.00	6,251.00	\$2,012,822	
12.9.1.1	PLACA DE CONCRETO PARA PISO CON ENDURECEDOR	M²	294.00	6,288.00	\$1,848,672	
12.9.2	PISO EN BALDOSA DE REBAL. DE GRANITO DE 0.25 X 0.25	M²	217.17	15,387.00	\$3,341,595	
12.9.3	CENEFAS DE PISO EN GRAVILLA LAVADA	ML	20.00	1,982.00	\$39,640	
12.9.4	JUNTAS DE DILATACION EN GRAVILLA LAVADA	ML	6.00	10,937.00	\$65,622	
12.10	INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS					
12.10.1	PUNTO HIDRAULICO AGUA FRIA	Pto	16.00	13,020.00	\$208,320	
12.10.2	PUNTO SANITARIO DE 2" A 4"	Pto	4.00	49,683.00	\$198,732	
12.10.3	ACOMETIDA PVC D 3/4"	ML	30.00	3,718.00	\$111,540	

SUB-TOTAL

\$10,742,999,738

SILVA CARREÑO & ASOCIADOS S.A
Presupuesto Diseño

INSTITUTO COLOMBIANO
DE ENERGIA ELECTRICA

RELACION DE ITEMS, CANTIDADES DE OBRA Y VALOR TOTAL DE LA OBRA



SILVA CARREÑO & ASOCIADOS S.A.

OBRA : PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE GUAPI
ETAPA: DISEÑO

PRIMERA ETAPA

CUADRO No. 2

ITEM No.	DESCRIPCION	UN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL	VALOR TOTAL ITEM
				VIENEN	\$10,742,999,738	
12.10.4	ACOMETIDA PVC D 1"	ML	30.00	4,033.00	\$120,990	
12.10.5	ACOMETIDA PVC D 1 1/2"	ML	80.00	5,847.00	\$467,760	
12.10.6	REGISTRO D 1 1/2"	UN	1.00	18,843.00	\$18,843	
12.11	INSTALACIONES ELECTRICAS Y TELEFONICAS					
12.11.1	SALIDA ELECTRICA TOMA CORRIENTE MONOFASICA	Pto	17.00	17,408.00	\$296,956	
12.11.2	SALIDA ELECTRICA TOMACORRIENTE TRIFASICA	Pto	20.00	32,798.00	\$655,960	
12.11.3	SALIDA ELECTRICA LAMPARA FLUORESCENTE INCRUTAR	Pto	16.00	20,243.00	\$323,888	
12.11.4	SALIDA ANTENA DE COMUNICACIONES	Pto	1.00	8,420.00	\$8,420	
12.12	CARPINTERIA METALICA					
12.12.1	PUERTA EN LAMINA CON VIDRIO Y MARCO	M²				
12.12.2	PUERTA CON HOJA Y MARCO EN LAMINA	UN	11.00	135,000.00	\$1,485,000	
12.12.3	PUERTA CON GARAJE ENROLLABLE	M²	6.00	42,857.00	\$257,142	
12.12.4	PUERTA CON HOJA EN MADERA Y MARCO METALICO	M²	1.00	157,337.00	\$157,337	
12.12.5	VENTANA EN LAMINA					
12.12.5.1	VENTANA EN LAMINA PARA PERSIANA EN VIDRIO	M²	106.00	39,846.00	\$4,223,676	
12.12.5.2	VENTANA EN LAMINA PARA VIDRIO FIJO	ML	57.00	21,221.00	\$1,209,597	

SUB-TOTAL

\$10,752,225,307

SILVA CARREÑO & ASOCIADOS S.A.
Presupuesto Diseño



OBRA : PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE GUAPI
ETAPA: DISEÑO

PRIMERA ETAPA

CUADRO No. 2

ITEM No.	DESCRIPCION	UN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL	VALOR TOTAL ITEM
				VIENEN	\$10,752,225,307	
12.12.5.3	VENTANA EN LAMINA PARA PERSIANA	M²	12.00	39,846.00	\$478,152	
12.12.6	BARANDA EN TUBO GALVANIZADO 2" DOBLADO	ML	55.00	37,938.00	\$2,086,590	
12.12.7	DIVISION METALICA PARA BAÑO TIPO PAÑO	M²	7.00	46,084.00	\$322,588	
12.12.8	ESCALERA EN TUBO Y LAMINA ALFAJOR CON BARANDA	ML	9.00	116,486.00	\$1,048,374	
12.12.9	ESCALERA TIPO GATO EN TUBO Y LAMINA ALFAJORA	UN	26.00	22,621.00	\$588,146	\$588,146
12.12.10	TAPA DE CARCAMOS ELECTRICOS LAMINA ALFAJOR	M²	15.00	34,193.00	\$512,895	
12.12.11	PUERTA EN TUBO GALVANIZADO 2" Y MALLA 2" CAL. 10	M²	40.00	30,897.00	\$1,235,880	
12.13	CARPINTERIA EN MADERA					
12.13.1	MUEBLE DE COCINA	ML	1.00	75,853.00	\$75,853	\$75,853
12.13.2	MUEBLES EN MADERA	M²	1.02	162,131.00	\$165,374	
12.14	APARATOS SANITARIOS					
12.14.1	SANITARIO LINEA BLANCA	UN	4.00	79,971.00	\$319,884	
12.14.1.1	ORINAL LINEA BLANCA	ML	1.00	65,111.00	\$65,111	
12.14.2	LAVAMANOS LINEA BLANCA	UN	4.00	33,236.00	\$132,944	
12.14.3	DUCHIA UNA LLAVE	UN	3.00	12,391.00	\$37,173	
12.14.4	INCRUSTACIONES LINEA BLANCA	Jgo	4.00	19,870.00	\$79,480	
12.14.5	LAVAPLATOS ACERO INOXIDABLE 0.40 X 0.60	UN	1.00	45,008.00	\$45,008	

SUB-TOTAL

\$10,759,418,759

SILVA CARRERO & ASOCIADOS S.A
Presupuesto Diseño



OBRA : PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE GUAPI
ETAPA: DISEÑO

PRIMERA ETAPA

CUADRO No. 2

ITEM No.	DESCRIPCION	UN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL	VALOR TOTAL ITEM
				VIENEN	\$10,759,418,759	
12.14.6	LLAVE TERMINAL ROSCADA TIPO JARDIN	UN	6.00	10,195.00	\$61,170	
12.14.7	REJILLAS DE PISO CON SOSCO	UN	5.00	5,276.00	\$26,380	
12.15	PINTURA					
12.15.1	ESMALTE SOBRE LAMINAS PARA VENTANAS	M²	175.00	1,199.00	\$209,825	
12.15.2	ESMALTE SOBRE LAMINA PARA PUERTA CON MARCO	M²	23.00	3,062.00	\$70,426	
12.15.3	ESMALTE PARA ESCALERAS Y BARANDAS EN LAMINA Y TUPO	ML	105.00	4,132.00	\$433,860	
12.15.4	ESMALTE PARA CORREAS	ML	380.00	957.00	\$363,660	
12.15.5	LACA PARA MUEBLE	M²	38.00	7,304.00	\$277,552	
12.15.6	KARAPLAST BAJO PLACAS Y MUROS	M²	1,330.00	1,945.00	\$2,586,850	
12.15.7	PINTURA DE MARCACION AREA RESTRINGIDA	ML	100.00	1,981.00	\$198,100	
12.16	VIDRIOS Y ESPEJOS					
12.16.1	VIDRIOS					
12.16.1.1	VIDRIOS 5 mm	M²	163.00	18,386.00	\$2,996,918	
12.16.2	ESPEJO DE 3 mm CON MARCO EN MADERA	M²	5.10	18,750.00	\$95,625	
12.17	CERRADURAS					
12.17.1	CERRADURAS PARA PUERTA INTERIORES					
SUB-TOTAL					\$10,766,739,125	



OBRA : PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE GUAPI
ETAPA: DISEÑO

PRIMERA ETAPA

CUADRO No. 2

ITEM No.	DESCRIPCION	UN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL	VALOR TOTAL ITEM
				VIENEN	\$10,766,739,125	
12.17.1.1	CERRADURA DE PASADOR	UN	4.00	30,885.00	\$123,540	
12.17.1.2	CERRADURA TIPO ALCOBA DORADA	UN	12.00	15,207.00	\$182,484	
12.17.1.3	CERRADURA TIPO BAÑO DORADA	UN	4.00	16,464.00	\$65,856	
12.17.2	CERRADURA PARA PUERTAS EXTERIORES	UN	2.00	30,885.00	\$61,770	
12.17.2.1	CIERRA PUERTA DE BRAZO HIDRAULICO	UN	2.00	42,645.00	\$85,290	\$85,290
12.18	VARIOS					
12.18.1	AIRE ACONDICIONADO	UN	5.00	512,500.00	\$2,562,500	
12.18.2	SISTEMA CONTRA INCENDIO	Pto	4.00	210,000.00	\$840,000	
12.18.3	CERRAMIENTO EN MALLA Y TUBO GALVANIZADO D = 2"	ML	210.00	88,927.00	\$18,674,670	\$18,674,670
12.18.4	JARDINERIA	GLOBAL	1.00	314,301.00	\$314,301	
12.18.5	PLANTA DE TRATAMIENTO COMPACTA	UN	1.00	3,850,000.00	\$3,850,000	
	OTRAS OBRAS					\$5,536,303,900
	CONSTRUCCION VIA DE ACCESO	KM	40.00	112,578,385.00	\$4,503,135,400	
	CONSTRUCCION LINEA DE TRANSMISION	KM	62.50	16,530,696.00	\$1,033,168,500	

SUB-TOTAL PRIMERA ETAPA

\$16,329,803,436



OBRA : PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE GUAPI
ETAPA: DISEÑO

SEGUNDA ETAPA

CUADRO No. 2

ITEM No.	DESCRIPCION	UN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL	VALOR TOTAL ITEM
				VIENEN	\$16,329,803,436	
8.0	ODRAS DE CONCRETO					\$7,446,650
8.4	CONCRETO REFORZADO 210 Kg/cm2	UN	85.28	87,320.00	\$7,446,650	
10.0	EQUIPOS MECANICOS					\$3,752,766,120
10.1	TURBINAS TIPO FRANCIS DE 4.2 MW CADA UNA, COMPLETAS CON SUS RESPECTIVOS REGULADORES DE VELOCIDAD, VALVULAS DE ALIVIO DE PRESION, SISTEMAS DE ANCLAJE Y ACCESORIOS, DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES Y PLANOS Un	UN	2.00	705,927,288.00	\$1,411,854,576	
10.2	VALVULAS DE ENTRADA Y DE LA TUBERIA DE DERIVACION					
10.2.1	VALVULA MARIPOSA DE 850 mm DE DIAMETRO COMPLETAS CON TODOS SUS ACCESORIOS DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES	UN	2.00	24,782,034.00	\$49,564,068	
10.2.2	VALVULAS MARIPOSA DE 400 mm DE DIAMETRO COMPLETOS CON TODO SUS ACCESORIOS DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES	UN	4.00	5,285,862.00	\$21,143,448	
10.3	COMPUERTAS VERTICALES DESLIZANTES DE 2.5m. DE ALTURA POR 2.05 m DE ANCHO CADA UNA, INCLUYENDO UN MONORRIEL PARA ACCIONAMIENTO DE LAS DOS COMPUERTAS, ELEMENTOS METALICOS EMBEBIDOS EN CONCRETO DE SEGUNDA ETAPA PARA LOS SELLOS Y DEMAS ACCESORIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES Y PLANOS.	UN	2.00	8,193,600.00	\$16,387,200	
10.8	TUBERIA DE CARGA					
10.8.1	TUBERIA DE CILINDRO DE ACERO CON DIAMETRO DE 1200 mm	ML	1,610.00	1,357,200.00	\$2,185,092,000	
10.8.2	TUBERIA DE CILINDRO DE ACERO CON DIAMETRO DE 850 mm	ML	17.48	680,400.00	\$11,893,392	
10.8.3	TUBERIA DE CILINDRO DE ACERO CON DIAMETRO DE 400 mm	ML	9.60	226,800.00	\$2,177,280	
10.8.4	TUBERIA DE CILINDRO DE ACERO CON DIAMETRO DE 300 mm	ML	4.00	172,800.00	\$691,200	
10.8.5	ACCESORIOS JUNTAS FLEXIBLES, CODOS, DIFURCACIONES, BRIDAS, ETC)	UN	18.00	2,997,912.00	\$53,962,956	

SUB-TOTAL

\$20,090,016,205

INSTITUTO COLOMBIANO
DE ENERGIA ELECTRICA

RELACION DE ITEMES, CANTIDADES DE OBRA Y VALOR TOTAL DE LA OBRA



SILVA CARREÑO & ASOCIADOS S.A.

OBRA : PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA DE GUAPI
ETAPA: DISEÑO

CUADRO No. 2

RESUMEN PRIMERA Y SEGUNDA ETAPA

VALOR TOTAL

OBRA CIVIL PRIMERA Y SEGUNDA ETAPA	\$9,486,982,798
IMPREVISTOS (8%)	\$758,958,624
SUB - TOTAL OBRA CIVIL	\$10,245,941,420
EQUIPOS ELECTRO - MECANICOS PRIMERA Y SEGUNDA ETAPA	\$12,993,559,610
IMPREVISTOS (5%)	\$649,677,981
SUB - TOTAL EQUIPOS	\$13,643,237,591
I. V. A. SOBRE EL 50% DE LA OBRA CIVIL	\$717,215,899
L V. A. SOBRE EQUIPOS	\$1,910,053,263
TOTAL	\$28,516,448,173

SILVA CARREÑO & ASOCIADOS LTDA
Presupuesto Diseño

Se considera muy importante que antes de la apertura de la licitación de las obras de la P.C.H de Guapi, se realicen los estudios y trabajos complementarios que más adelante se mencionan, puesto que de ello depende obtener una confiabilidad durante la construcción y operación de la central, acorde con las inversiones previstas.

6.2 Estabilidad Geológica y Geotécnica

La estabilidad del proyecto debe tratarse separadamente desde dos puntos de vista: El regional y el del área del desarrollo.

6.2.1 Estabilidad Regional

Los análisis de estabilidad regional del área de influencia del proyecto se hicieron mediante visitas de campo y mediante análisis fotogeológico. Sin embargo, es importante anotar que, las condiciones previstas en el contrato y el hecho de no disponer de información aerofotográfica suficiente, no permitieron efectuar una revisión detallada de la parte alta de la cuenca del río Brazo Seco. De los estudios adelantados, las más importantes conclusiones y recomendaciones son las siguientes:

- **Conclusiones**

- a. Hasta donde la información disponible y las visitas detalladas de campo permitieron observar sobre el área de las obras, la zona es geológicamente estable.
- b. Existe un riesgo potencial de desestabilización y movimiento de masas en períodos de lluvias intensas con alguna actividad sísmica; sin embargo durante los estudios efectuados no se detectaron específicamente masas desestabilizadas.
- c. Existen otros riesgos puramente geológicos y menos probables, debidos a activación de fallas y a sismos. Sin embargo, aunque no debe ignorarse por completo, este es un tipo de riesgo al que están sometidos todos los proyectos civiles del país.

- **Recomendaciones**

- a. Considerando que durante la Etapa de Diseños no se adelantaron los estudios de estabilidad o riesgo geológico de la parte alta de la cuenca del río Brazo Seco, antes de la licitación de las obras éstos deben completarse, haciendo un levantamiento y un análisis detallados, incluyendo todos los afluentes del río, localizados aguas arriba de la zona de toma. Dicho trabajo se considera indispensable, puesto que un deslizamiento en masa, podría destruir todas las obras de derivación y toma, dejando muy pocas posibilidades de recuperación del desarrollo.

- b. Debe hacerse una evaluación detallada desde el punto de vista geológico y geotécnico de la ruta preseleccionada para la línea de transmisión y la vía de acceso al sitio de proyecto, la cual no hizo parte de los estudios contratados en la presente etapa del proyecto.

6.2.2. Estabilidad del área del desarrollo

Los estudios y análisis de estabilidad local se realizaron a partir de estudios aerofotográficos, de visitas y levantamientos detallados de la zona de proyecto y de exploración del suelo y subsuelo con sondeos físicos y geoelectrónicos y muestreo en los sondeos, apiques y trincheras. Las conclusiones y recomendaciones más importantes son las siguientes:

- **Conclusiones**

- a. Las áreas de bocatoma, canal de conducción y tanque de carga no presentan inconvenientes de estabilidad. Igualmente ocurre con el trazado general de la tubería de carga.
- b. En las zonas de muy altas pendientes, de estabilidad media, para la tubería de carga y la zona de casa de máquinas, se recomienda adelantar los movimientos de tierra con un cuidado especial, siguiendo las recomendaciones establecidas, con el fin de no propiciar desestabilizaciones del suelo.
- d. A pesar de que la región se identifica como de alto riesgo sísmico dentro del país, la zona de Guapi no parece ser muy activa y la casi ausencia de epicentros someros en un radio menor a 50 Km del sitio de proyecto. Sin embargo, para el diseño de todas las estructuras del proyecto, se han considerado aceleraciones correspondientes a sismos, de acuerdo con lo especificado en el Código Colombiano de Estructuras Sismoresistentes, para el área en la cual se encuentra localizada la central.

- **Recomendaciones**

- a. En las zonas de estabilidad media, de la tubería de carga y de la casa de máquinas, se recomienda no hacer sobreexcavaciones importantes para tratar de no desestabilizar el material circundante. Así mismo es muy importante el manejo de aguas superficiales durante y después de la construcción, las cuales, teniendo en cuenta la alta pluviosidad y las características del suelo son muy variables por la falta de cauces definidos en la mayoría de los sectores.

6.3 Fuentes de Materiales - Botaderos

Las conclusiones y recomendaciones respecto a las fuentes de materiales y localización de botaderos obtenidos de los estudios geológicos y geotécnicos son los siguientes:

- **Conclusiones**

- Existen buenas fuentes de materiales para agregados de concreto, localizadas en el sitio de presa y en el de casa de máquinas. De acuerdo con los requerimientos de gradación, será necesario triturar y mezclar el material que se encuentra con arenas y gravas para mejorar sus características.
- La extensión y espesores de estas fuentes de material, aseguran reservas suficientes para garantizar la construcción de todo el proyecto.
- La arena y grava existentes en el aluvión del Río Brazo Seco, constituyen mediante procesos normales de tamizado una buena fuente de agregados finos. Sin embargo, dados los grandes volúmenes de arena necesarios para la construcción de las obras, se prevé la necesidad de transportar una cantidad importante de ésta desde otras fuentes identificadas en la inspección de calle larga, cerca a la zona de cruce de la vía de acceso.
- Para el sitio de presa y bocatoma, se ha identificado como un buen sitio de botadero, la zona de aluvión existente sobre la margen izquierda.
- Para el área de conducción y tanque de carga se pueden utilizar como botaderos del material que no se utilice en los rellenos de la vía de construcción las zonas laterales, teniendo cuidado de no interrumpir o colmatar los drenajes naturales existentes. Adicionalmente, se ha definido otro sitio de gran capacidad en el K0+900, cerca al canal de conducción y otros a lo largo de la tubería de carga.
- Para alojar los escombros y sobrantes resultantes de la adecuación y construcción de la casa de máquinas y el patio de transformadores, se ha previsto además de utilizar gran parte de este material en rellenos, localizar los excedentes unos 200 m aguas abajo del sitio de casa de máquinas, en una zona aluvial baja existente.

- **Recomendaciones**

- Se recomienda no hacer explotaciones de material a lo largo de la conducción, canal y tubería, pues aunque los materiales pueden ser de buenas características para agregados, podría ocasionarse una desestabilización del terreno.

- a. Se recomienda que la explotación de las fuentes de material localizadas en la zona de presa se incide antes de la construcción de la ataguía y de las obras de desviación y los niveles de movimiento de materiales, al menos en una primera fase, sean consecuentes con los niveles de excavación y relleno previstos en las obras de desviación del río.

6.4 Hidrología - Potencia y Energía:

Las principales conclusiones y recomendaciones de dichos estudios son las siguientes:

- **Conclusiones**
 - a. La información hidrológica y cartográfica de la zona no es suficiente para determinar con precisión las características físicas de las cuencas de la estación de Sangaral sobre el río Napi, utilizada como base de los estudios ni del sitio de bocatoma en el río Brazo Seco.
 - b. Los registros existentes en la estación de caudales operada en Belén durante 18 meses por CEDELCA no son confiables de acuerdo con el análisis de rendimientos efectuado para la región.
 - c. La capacidad instalada de la central, derivando un caudal de 12 m³/s es de 16.0 y Mw y durante un porcentaje de tiempo superior al 95% la potencia de la central será 14.3 Mw. La energía media multianual es de 133.2 Gwh/año y durante más del 95% del tiempo será de 126.0 Gwh/año.
 - e. Teniendo en cuenta que toda la generación de caudales se realizó con base en la información disponible en cuencas vecinas, es importante anotar que la confiabilidad de los resultados obtenidos depende de los registros utilizados y de las características físicas de las cuencas correspondientes.
- **Recomendaciones:**
 - a. Es recomendable que antes de iniciar los procesos de licitación se contrate la restitución de la parte alta de la cuenca del río Napi, incluyendo la del río Brazo Seco, con el fin de disponer de información suficiente para determinar en forma confiable las características físicas del área de proyecto.
 - b. Es de una gran importancia que, con el fin de obtener una serie de caudales extensa y absolutamente confiable, se instale una estación limnigráfica cerca al sitio de toma, la cual debe ser calibrada a partir de campañas intensas de aforos en diferentes épocas del ciclo hidrológico y leída por lo menos durante un año completo. Esta información permitirá establecer una relación definitiva para el

transporte de la serie existente en la Estación Sangaral, la cual también se recomienda pedir al INAT su recalibración pues dispone de una gran cantidad de registros que no han podido ser utilizados durante los diseños.

No se recomienda instalar solamente una mira, debido a que en el sitio no hay habitantes permanentes, lo cual, impediría la obtención de series de registros continuos y confiables.

La anterior recomendación, aunque parece un poco drástica permitirá la revisión de los diseños hidráulicos de la central los cuales, teniendo en cuenta la magnitud de la inversión, podrían representar economías importantes sobretodo en las estructuras de control del flujo y en el dimensionamiento de los equipos de generación.

6.5 Impacto Ambiental

Los siguientes son las más importantes conclusiones, recomendaciones y evaluación de impactos, obtenidos de los estudios ecológicos y ambientales, desarrollados durante las etapas de Prefactibilidad y Factibilidad del proyecto:

• Conclusiones:

- a. La zona de proyecto no se encuentra localizada dentro de áreas de reserva o concesión forestal, reservas indígenas o parques naturales.
- b. El área de influencia directa del proyecto presenta un alto grado de intervención antropogénica. Puede decirse que la cobertura vegetal es un mosaico de parches de selva intervenida con vegetación secundaria y cultivos.
- c. Las poblaciones animales terrestres de la zona se encuentran bastante disminuidas y los ambientes acuáticos son extremadamente pobres en nutrientes.
- d. El área de influencia del proyecto forma parte de una medio natural con una gran diversidad biológica pero con una población humana que presenta los más bajos índices de salud y vida. Puede decirse que la presencia de la selva húmeda tropical y el aislamiento geográfico, han mantenido el área al margen del desarrollo y lejos del alcance de los beneficios del mismo.
- e. De todos los municipios del Departamento del Cauca el que tiene mayor tasa de crecimiento en la actualidad es el municipio de Guapi; los demás están en un proceso estacionario o de decrecimiento,. La vivienda rural y urbana, los centros de salud, los centros educativos, las entidades de acopio de productos de la pesca, adolecen de servicios públicos. La electricidad es uno de los servicios que tiene mayor demanda dentro de la población; esto se evidencia con el paro cívico reciente cuya solicitud más importante era el servicio eléctrico.

- **Evaluación Preliminar de Impactos:**

Como en cualquier proyecto que implique la construcción de obras civiles o la implantación de elementos infraestructurales, para la P.C.H. de Guapi, se pudieron identificar impactos negativos y positivos.

- a. El impacto directo de las obras es dejar al descubierto algunas ventanas y corredores donde localmente se aceleren los procesos de meteorización de las rocas y el lavado intenso de los suelos, pues se pierde la protección de la cobertura estratificada de la vegetación, que actúa como barrera contra el impacto de la intensa precipitación pluvial.
- b. Las expectativas de trabajo, producirán una atracción de población que va a ejercer una mayor presión a nivel local sobre los ya precarios recursos de la selva; esto hace prever un aumento en actividad extractiva, pesca, cacería utilización maderera y extracción de oro.
- c. La electricidad es un servicio público que permitirá especialmente en la cabecera municipal (con una alta tasa de crecimiento poblacional) obtener mayores beneficios del recurso natural más abundante del municipio, la pesca del estuario del río; este producto podrá ser acopiado y conservado en mejores condiciones en Guapi, antes de ir hacia mercados del interior. Actividades económicas como el turismo (en pleno crecimiento), la artesanía y la orfebrería también será beneficiadas.
- d. Desde el punto de vista energético, al satisfacer la demanda potencial de la zona bien sea por medio de la línea de interconexión, por el aumento de la capacidad de la planta de generación diesel existente o por la construcción de la Pequeña Central Hidroeléctrica, es previsible un aumento en el número de aserríos que intensificarán la tasa de deforestación actual de las cuencas del río Guapi y sus tributarios.

Sin embargo, desde el punto de vista del medio ambiente resulta evidente que la P.C.H. de Guapi resulta la alternativa más "limpia" para poder efectuar el suministro de energía eléctrica que necesita el Municipio.

- **Recomendaciones:**

- a. Se recomienda tener muy en cuenta durante la construcción y operación de la central, que se cumpla correctamente el plan de manejo ambiental definido durante la presente etapa de los estudios.

6.6 Satisfacción de la Demanda

Teniendo en cuenta los estimativos de demanda de energía efectuados durante la Factibilidad del proyecto y la capacidad instalada de la central, existe la posibilidad de suministrar energía además de Guapi, a los municipios de Timbiquí e Iscuandé.

Por esta razón, se hicieron proyecciones de demanda a nivel regional hasta el año 2020 considerando escenarios de demanda alta y baja en el municipio de Guapi. Los valores obtenidos con base en dichas proyecciones son los siguientes:

DEMANDA

MUNICIPIO	ENERGIA MW-h/AÑO
Guapi Alta	107.091
Guapi Baja	44.470
Timbiquí	17.317
Iscuandé	5.321
Regional Baja	129.730
Regional Alta	67.109

De acuerdo con los resultados de simulación de generación, la central produce una energía media multianual de 133.2 kwh y durante más del 95% del tiempo 126.0 kwh. Esto quiere decir que desde el punto de vista de la energía, ésta puede ser satisfecha por la P.C.H. Guapi, para los escenarios de demanda regional alta y baja.

Sin embargo, para el escenario de la demanda alta, en el año 2020 la potencia pico es de 24.45 Mw y para las proyecciones bajas de 12.69 Mw. Esto quiere decir que los 16.0 Mw instalados son suficientes para satisfacer los picos en el escenario bajo, pero en el demanda alta, a partir del año 2013 sería necesaria la entrada de una planta adicional para suministro en los picos, en Timbiquí o Iscuandé.

Sin embargo, se considera que la fecha de entrada de la segunda etapa de la central solamente podrá ser determinada una vez esté en funcionamiento la P.C.H. Guapi y se tengan registros históricos que permitan conocer con certeza los crecimientos en la demanda a nivel regional.

Pequeña central hidroeléctrica de Guapi e interconexión con los municipios de la Costa Pacífica de los Departamentos de Nariño y Cauca, Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas

333.79 I597p Ej. 1

CATALOGADO POR: HELP FILE LTDA

FECHA
PEDIDO

PRESTADO A

FECHA
DEVUELTO