

REPUBLICA DOMINICANA
CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD
DIRECCION DE DESARROLLO HIDROELECTRICO

COMPLEJO HIDROELECTRICO
EL TORITO - LOS VEGANOS

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

TOMO- I TEXTO PRINCIPAL

JULIO 1984

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

INFORME

- Tomo I TEXTO PRINCIPAL
- Tomo II ANEXO
- A. Antecedentes Económicos Generales
 - B. Demanda y Suministro de Energía
 - C. Meteorología e Hidrología
- Tomo III ANEXO
- D. Geología
 - E. Materiales de Construcción
- Tomo IV ANEXO
- F. Alternativas
 - G. Diseño Preliminar
 - H. Programa para Ejecución
 - I. Evaluación del Proyecto



1224249 [1]

PROLOGO

El Gobierno del Japón, en respuesta a una solicitud del Gobierno de la República Dominicana, ha decidido realizar un estudio de factibilidad del Complejo Hidroeléctrico El Torito - Los Veganos y confió el estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). La JICA envió una misión para el estudio encabezada por el Ing. Hiroyasu Sonoda desde el junio 1982 hasta el agosto 1983.

La misión ha intercambiado opiniones con los oficiales concerniente del Gobierno de la República Dominicana y ha realizado un estudio del campo en la cuenca alta del río Yuna. Después de volver a Japón, la misión ha hecho un estudio más profundo y este informe ha estado preparado.

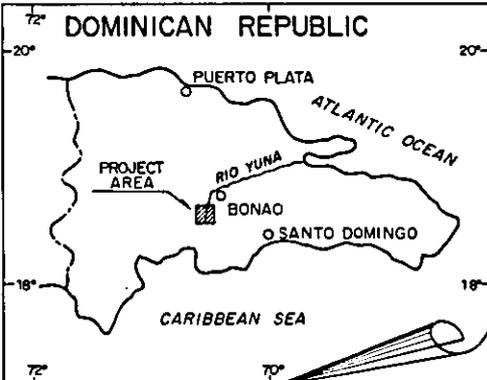
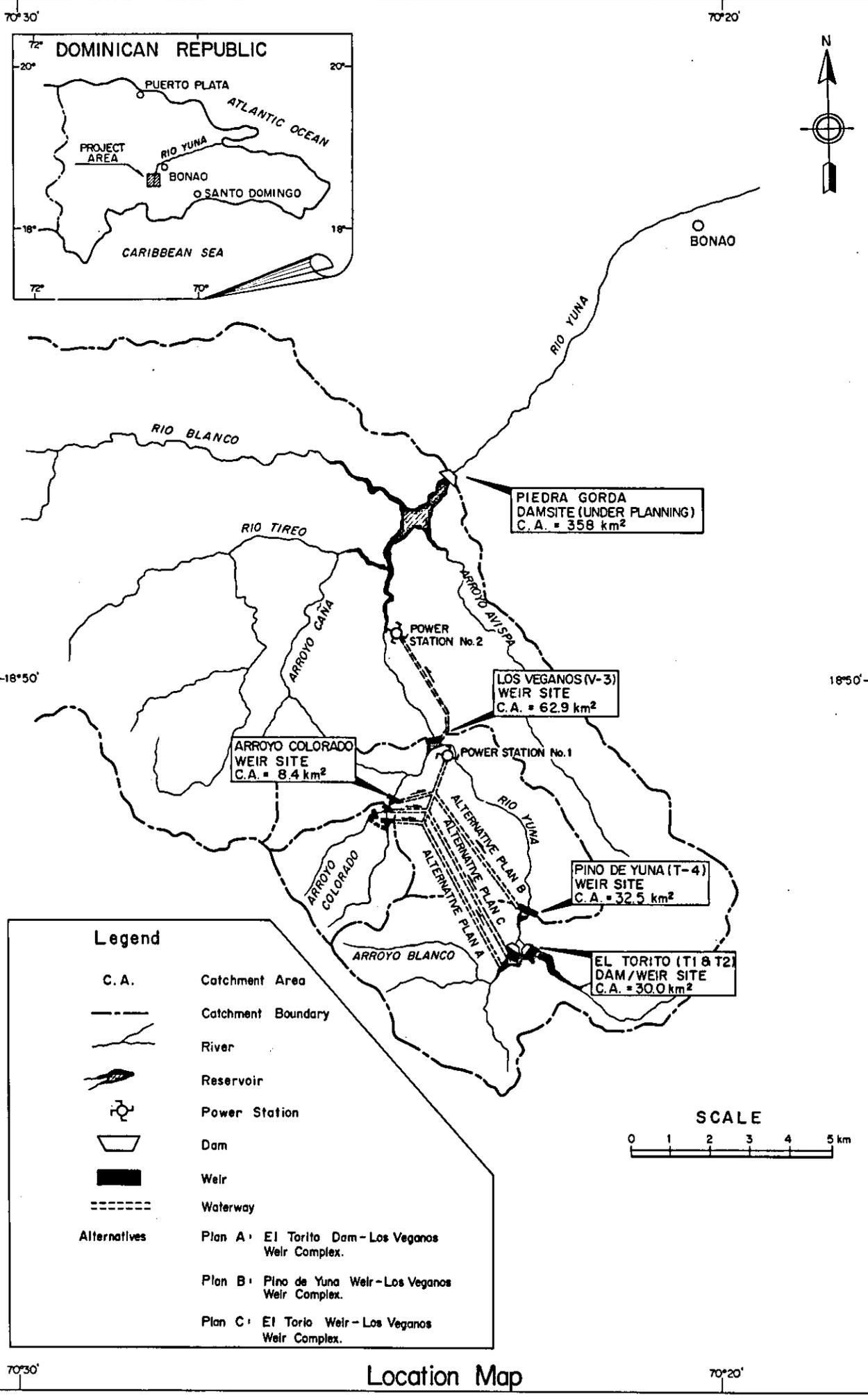
Espero que este informe sirve no solo para el desarrollo de energía eléctrica, sino también para el desarrollo económico de la República Dominicana.

Deseo expresar sinceramente mi agradecimiento a las personas de las autoridades correspondientes de la República Dominicana por la cooperación permanente proporcionada para el estudio y la preparación de este Informe Final.

Tokio, julio 1984



Keisuke Arita
Presidente
Agencia de Cooperación Internacional
del Japón



Legend	
C. A.	Catchment Area
	Catchment Boundary
	River
	Reservoir
	Power Station
	Dam
	Weir
	Waterway
Alternatives	
Plan A:	El Torito Dam - Los Veganos Weir Complex.
Plan B:	Pino de Yuna Weir - Los Veganos Weir Complex.
Plan C:	El Torito Weir - Los Veganos Weir Complex.



Location Map

SUMARIO

Antecedentes

01 El desarrollo de la economía Dominicana ha estado estancado en los años recientes. Aunque el producto interno bruto aumentó en una tasa promedio de 4.6% anual en 1975-79, la tasa de crecimiento disminuyó a 2.5% anual en 1980-82 la cual fue más baja que la tasa de crecimiento de la población. Una de las principales cargas gravadas sobre la economía nacional es la desfavorable balanza comercial la cual es causada apreciablemente por el incremento en la importación de petróleo y sus derivados. La República Dominicana depende enteramente del petróleo importado y el valor de esta importación representa el 59% del valor total exportado por el país en 1982. Bajo esta situación económica, el desarrollo de recursos nacionales para sustituir importaciones es de primera importancia para la economía nacional a un corto y largo plazo.

02 En el sector de energía, la dependencia del petróleo importado ha sido substancial. Aproximadamente el 89% de la energía eléctrica fue generada por plantas térmicas con combustible importado en 1982. CDE tuvo que pagar el 67% de sus ingresos totales en 1983 para comprar combustible para alimentar sus plantas térmicas. A pesar del hecho de que la República Dominicana está bien dotada de recursos hídricos, el desarrollo hidroeléctrico ha sido retrasado. La capacidad firme instalada de las hidroeléctricas es aproximadamente 88 MW ó 15% de la capacidad firme total instalada de 600 MW en el país. Aunque la CDE recientemente emplea sus esfuerzos hacia el desarrollo de la energía hidroeléctrica, los proyectos de desarrollo hidroeléctricos deben ser ejecutados en una forma más acelerada.

03 El consumo de energía creció firmemente en la década del 70 con una tasa de crecimiento anual de 10.8%. La energía enviada aumento a una tasa mayor, y ésta alcanzó alrededor de 3,122 GWh con la demanda máxima de 538 MW en 1983. Se proyecta que la demanda de energía alcanzará a 920-970 MW en 1987 y 1,460-1,720 MW en 1992. Por el otro lado, el plan de expansión de la energía está siendo ejecutado por la CDE con la estrategia principal de desarrollar energía de quema de carbón para cubrir la carga base, desarrollar la energía hidroeléctrica en su máxima extensión y que ellos gradualmente sustituyan la energía de vapor, gas y diesel. La situación de suministro de energía, sin embargo, se mantendrá crítica aún después de completar las instalaciones, actualmente en construcción, de dos plantas de 125 MW de quema de carbón para 1987, y consecuentemente es requerido ejecutar los proyectos hidroeléctricos lo más antes posible.

Area del Proyecto

04 El complejo hidroeléctrico El Torito-Los Veganos está ubicado en la parte más superior de la cuenca del río Yuna, donde la lluvia es relativamente abundante, con una precipitación promedio anual variando de 1,900 mm a más de 3,000 mm. El río tiene pendiente escarpada ó

aproximadamente 1/40 a lo largo del cauce principal del río Yuna aguas arriba de su confluencia con río Blanco. Los principales problemas técnicos para el desarrollo hidroeléctrico a lo largo del cauce principal del río Yuna son la relativamente limitada área de cuenca en los posibles sitios de tomas y las fallas geológicas extensamente desarrolladas en el área. Una de las fallas principales en línea tectónica en la República Dominicana, llamada la falla de Bonao, se extiende en la dirección nortesur a través del área de estudio.

05 Como el área de cuenca en los posibles sitios de tomas es limitada (aproximadamente 30 km² en la confluencia del cauce principal del Yuna y Arroyo Blanco y aproximadamente 63 km² en la confluencia con Arroyo Colorado), el caudal disponible en cada sitio de toma debe ser estimado con el mayor cuidado. Sin embargo, registros hidrológicos a largo plazo sólo son disponibles en Los Quemados, y los caudales en cada sitio de toma tienen que ser estimados por distribución proporcional de los caudales de Los Quemados en base de los caudales medidos en varios puntos. Es estimado que el caudal 90% confiable es alrededor de 0.62 m³/s en la confluencia del cauce principal del Yuna y Arroyo Blanco y 1.72 m³/s en la confluencia con Arroyo Colorado.

Alternativas

06 El agua disponible en el cauce principal del Yuna es planeada, en principio, a ser desarrollada en dos caídas. En el tramo aguas arriba, posibles sitios de alternativas presa/derivadora son encontrados cerca de El Torito. Los sitios de presa/derivadora en el tramo medio son identificados cerca de Los Veganos. El agua es aprovechada mediante la utilización de una caída bruta de 330-400 m disponible en el complejo combinado de El Torito - Los Veganos. Un total de 70 casos de estudios han sido ejecutados comparativamente en la combinación de alternativas de esquemas de presas y derivadoras, así como una combinación de derivación de agua de los afluentes a fin de aumentar el caudal disponible para generación de energía. Como un resultado, las tres alternativas han sido seleccionadas para un estudio detallado posterior. Estas son:

- a) Complejo de presa El Torito - derivadora Los Veganos,
- b) Complejo de derivadora El Torito - derivadora Los Veganos, y
- c) Complejo de derivadora Pino de Yuna - derivadora Los Veganos.

La construcción de una presa alta en Los Veganos es revelada no recomendable geotécnica y económicamente. En todo caso, las centrales eléctricas de El Torito y Los Veganos serán operadas para cubrir la carga pico de 6 horas al día como mínimo.

07 Para el plan de presa El Torito, se contempla la construcción de dos presas combinadas de relleno en los sitios T-1 y T-2. El agua almacenada en el embalse El Torito, con un nivel máximo de aguas fijado en la EL.755.0 m, es conducido a través de un túnel de conducción de 5.3 km de largo hasta la central eléctrica a ser ubicada en la margen izquierda del cauce principal del Yuna, inmediatamente aguas arriba de la

confluencia con Arroyo Colorado. Agua de la cuenca superior del afluente Arroyo Colorado es derivada al túnel de conducción del embalse El Torito. Mediante la utilización de un caudal firme estimado en $1.23 \text{ m}^3/\text{s}$ y un caudal máximo de $4.92 \text{ m}^3/\text{s}$, así como una caída efectiva de 250.3 m , la central eléctrica (Yuna No. 1) tendrá una capacidad instalada de 10.3 MW . La producción anual de energía primaria es estimada en 22.2 MW y la producción de energía secundaria en 15.8 GWh .

08 Como una alternativa a la presa El Torito, se planea la construcción de dos presas derivadoras en los sitios T-1 y T-2 en El Torito. El agua del cauce principal del Yuna es derivada por la presa derivadora T-1 (17 m de altura) a la cuenca del Arroyo Blanco donde se construye otra presa derivadora T-2 (22 m de altura) para tomar el agua estimada en $0.62 \text{ m}^3/\text{s}$ del caudal 90% confiable. Un túnel de conducción de 5.2 km de longitud es excavado para llegar a la central Yuna No. 1 a ser ubicada en el mismo lugar que se propone para el plan de presa El Torito. Se contempla también la derivadora del agua del Arroyo Colorado ($0.31 \text{ m}^3/\text{s}$). Mediante la utilización del caudal máximo de $3.72 \text{ m}^3/\text{s}$ y la caída efectiva de 229.2 m , el plan de derivadora El Torito tendrá una capacidad instalada de 7.2 MW , con la producción anual de energía primaria de 15.2 GWh y la energía secundaria de 16.9 GWh .

09 Como una alternativa a la derivadora El Torito, se contempla la construcción de una derivadora en Pino de Yuna (sitio T-4) ubicado unos 800 m aguas abajo de la confluencia con Arroyo Blanco. Mediante la construcción de una presa derivadora de hormigón de 21 m de altura y un túnel de conducción de 4.4 km de longitud, así como una toma y un túnel para derivar agua desde Arroyo Colorado, el caudal máximo de $4.04 \text{ m}^3/\text{s}$ es conducido a la central eléctrica a ser localizada en el mismo lugar que en los casos de las alternativas con presa o derivadoras en El Torito. Una caída efectiva de 184.3 m es disponible. Se planea que la capacidad instalada será 6.3 MW , y la producción de energía primaria y secundaria es estimada en 12.7 GWh y 13.7 GWh , respectivamente.

10 El plan de derivadora Los Veganos comprende la construcción de una presa derivadora de 32 m de altura en una garganta inmediatamente aguas abajo de la central Yuna No. 1 y la confluencia con Arroyo Colorado. El agua regulada para la operación de 6 horas pico es conducida a un túnel de conducción de 3.3 km de longitud a ser trazado en la margen derecha del río Yuna. La central eléctrica (Yuna No. 2) está ubicada en una terraza de depósito, con un nivel de agua de desfogue fijado en la EL. 350.0 m . Una caída efectiva de 134.0 m es disponible. En el caso de que el plan de derivadora Los Veganos es combinado con el plan de presa El Torito, es disponible un caudal máximo estimado de $7.84 \text{ m}^3/\text{s}$ y la central Yuna No. 2 tendrá una capacidad instalada de 8.8 MW , con la producción anual de energía de 41.7 GWh . En el caso alternativo de que el plan de Los Veganos es combinado con el plan de derivadora El Torito o Pino de Yuna, un caudal máximo de $6.88 \text{ m}^3/\text{s}$ es disponible y la central Yuna No. 2 es diseñada a tener la capacidad instalada de 7.7 MW y la producción anual de energía de 35.4 GWh .

Ejecución

11 Bajo el complejo de presa El Torito - derivadora Los Veganos, la capacidad total instalada será 19.1 MW y la producción anual de energía es estimada en 79.7 GWh. El plan alternativo de derivadora El Torito - derivadora Los Veganos tendrá una capacidad total instalada de 14.9 MW con una producción anual de energía de 67.5 GWh. Mientras el complejo derivadora Pino de Yuna - derivadora Los Veganos tendrá una capacidad total instalada de 14.0 MW con una producción anual de energía de 61.8 GWh. El período requerido para la construcción del plan de presa El Torito ó derivadora El Torito y el plan de derivadora Los Veganos es programado que será de 51 meses y 36 meses, respectivamente, desde la adjudicación de los contratos. En caso del plan de derivadora Pino de Yuna - derivadora Los Veganos, 49 meses para la central Yuna No. 1 y 36 meses para la central Yuna No. 2 serán requeridos para la construcción. Si los trabajos de construcción empiezan en Julio 1985, la central Yuna No. 2 es planeada para comenzar su operación comercial en Junio 1988 y la central Yuna No. 2 en Julio - Septiembre 1989.

12 El costo de construcción del complejo de presa El Torito - derivadora Los Veganos, incluyendo contingencias física y de precios, es estimado en alrededor de RD\$106.1 millones, los cuales comprenden una porción de RD\$59.9 millones en moneda extranjera y RD\$46.2 millones en moneda local. Por el otro lado, el complejo derivadora El Torito - derivadora Los Veganos costará RD\$57.1 millones, los cuales consisten de RD\$33.8 millones en moneda extranjera y RD\$23.3 millones en moneda local. Igualmente, el costo de construcción del complejo de derivadora Pino de Yuna - derivadora Los Veganos es estimado en RD\$51.5 millones (RD\$30.9 millones en moneda extranjera y RD\$20.6 millones en moneda local). En adición a estos costos de construcción, se requieren fondos para la ejecución de programas asociados para reasentamiento y control de la cuenca hidrográfica, los cuales serán alrededor de RD\$3.3 millones para el complejo presa El Torito - derivadora Los Veganos y RD\$2.2 millones para los complejos derivadora El Torito/Pino de Yuna - derivadora Los Veganos.

Evaluación

13 La factibilidad económica de cada complejo es evaluada en términos de la tasa interna de retorno económico (TIRES). El beneficio de la capacidad y el beneficio de la energía primaria son valorados asumiendo una alternativa de energía por turbina de gas, mientras que el beneficio de la energía secundaria es valorada en términos de energía de vapor y energía por quema de carbón. TIRES del complejo de presa El Torito - derivadora Los Veganos es calculada en 8.7%, mientras que TIRES del complejo de derivadora El Torito - derivadora Los Veganos es estimada en 12.9%. TIRES del complejo de derivadora Pino de Yuna - derivadora Los Veganos es estimada en 12.8%. (TIRES de cada componente del complejo es estimada en 5.2% para el esquema con presa en El Torito, 10.4% para el esquema con derivadora El Torito, 10.0% para el esquema con derivadora en Pino de Yuna y 15.6% para el esquema con derivadora en Los Veganos). El estudio comparativo reveló que el complejo de derivadora El Torito - derivadora Los Veganos es el complejo económicamente más beneficioso. El complejo de derivadora El Torito - derivadora Los Veganos es evaluado como

económicamente factible, en vista del costo de oportunidad del capital estimado en alrededor de 12% en la República Dominicana.

14 La viabilidad financiera del complejo es evaluada a través del análisis de la tasa interna de retorno financiero (TIRF) y capacidad de reembolso de préstamos. TIRF del complejo de presa El Torito - derivadora Los Veganos es calculada en 6.1%, mientras TIRF del complejo de derivadora El Torito - derivadora Los Veganos y de derivadora Pino de Yuna - derivadora Los Veganos es 10.1% y 10.1% respectivamente. (TIRF de cada componente es 2.7% para el esquema con presa en El Torito, 7.9% para el esquema con derivadora en El Torito, 7.5% para el esquema con derivadora Pino de Yuna y 13.0% para el esquema con derivadora en Los Veganos). A través del análisis de capacidad de reembolso se verificó que los préstamos a ser concedidos para la ejecución del complejo de derivadora El Torito - derivadora Los Veganos son reembolsables si ellos son concedidos en términos preferenciales. La viabilidad financiera y la capacidad de reembolso del complejo de presa El Torito - derivadora Los Veganos son marginales, y esto dificultaría a la CDE mantener una posición financiera sólida.

Conclusión y Recomendación

15 A través de la investigación y del estudio de factibilidad sobre el desarrollo hidroeléctrico a lo largo del cauce principal del Yuna, ha sido clarificado que la ejecución del complejo de presa El Torito - derivadora Los Veganos es económica y financieramente menos atractiva. Se ha clarificado también que el complejo de derivadora El Torito - derivadora Los Veganos es más beneficioso, económica y financieramente, que el complejo alternativo de derivadora Pino de Yuna - derivadora Los Veganos. El complejo seleccionado con el esquema de derivadora El Torito es técnicamente sólida, económicamente factible y financieramente viable. Es por esto que se recomienda tomar al complejo de derivadora El Torito (central Yuna No. 1) - derivadora Los Veganos (central Yuna No. 2) para implementación. En vista de la situación de demanda-suministro de energía a finales de la década del 80, se recomienda que la central Yuna No. 1 y central No. 2 sean realizadas lo más antes posible.

16 El complejo de derivadora El Torito - derivadora Los Veganos, si se realice, contribuirá, entre otros, al ahorrar las divisas a través de la sustitución en la energía térmica generada por el combustible importado. Se estima que el ahorro de divisas es de RD\$4.7 millones por año.

17 Para la ejecución de las centrales Yuna No. 1-No. 2, es sugerible proceder inmediatamente a la preparación de los documentos de licitación para la construcción, en paralelo con los arreglos de los fondos de construcción. Los trabajos preparatorios tales como la construcción de caminos de acceso deben ser realizados al mismo tiempo.

PRINCIPALES CARACTERISTICAS DEL PLAN RECOMENDADO

Plan de Derivadora El Torito (Central Yuna No. 1)

Area de Cuenca	38.4 km ²
Area directa	30.0 km ²
Derivación de arroyos	8.4 km ²
Caudal firme	0.93 m ³ /s
Caudal máximo	3.72 m ³ /s

Diversión (T-1):

Tipo	Gravedad sin compuertas
Altura	17.0 m
Longitud de corona	50.0 m
Volumen de hormigón	6,400 m ³

Derivadora (T-2):

Tipo	Gravedad con compuertas
Altura	22.0 m
Longitud de corona	86.0 m
Volumen de hormigón	8,700 m ³
Nivel máximo de Agua	EL. 726.0 m
Nivel mínimo de Agua	EL. 723.4 m

Conducción:

Túnel de conducción,	Diámetro	2.0 m
	Longitud	5.2 km
Chimenea de equilibrio,	Tipo	de orificio restringido
Tubería de presión,	Diámetro	2.0 - 1.0 m
	Longitud	615 m

Derivación de Arroyo Colorado

Presa derivadora,	Altura	7.5 m
	Longitud	67.0 m
Túnel de derivación,	Longitud	1.45 km

Central Yuna No. 1:

Nivel de Agua desfogue		EL. 490.8 m
Caída efectiva		229.2 m
Turbina,	Tipo	Francis de eje vertical
	Capacidad	7.2 MW
Generador,	Voltaje	8.0 MVA
	Factor de Energía	0.9
Producción de energía,	Primaria	15.2 GWh
	Secundaria	16.9 GWh
	Total	32.1 GWh
Línea de Transmisión,	Voltaje	69 kV
	Longitud	8.0 km

Plan de Derivadora Los Veganos (Central Yuna No. 2)

Area de Cuenca	62.9 km ²
Caudal firme	1.72 m ³ /s
Caudal máximo	6.88 m ³ /s

Derivadora (V-3):

Tipo	Gravedad con compuertas
Altura	32.0 m
Longitud de corona	68.0 m
Volumen	18,140 m ³
Nivel máximo de agua	EL. 493.0 m
Nivel mínimo de agua	EL. 488.5 m

Conducción:

Túnel de conducción,	Diámetro	2.0 m
	Longitud	3.3 km
Chimenea de equilibrio,	Tipo	de orificio restringido
Tubería de presión,	Diámetro	2.0 - 1.0 m
	Longitud	290 m

Central Yuna No. 2:

Nivel de agua desfogue		EL. 350.0 m
Caída efectiva		134.0 m
Turbina,	Tipo	Francis de eje vertical
	Capacidad	7.7 MW
Generador,	Voltaje	9.0 MVA
	Factor de Energía	0.9

Producción de energía,	Primaria	16.4 GWh
	Secundaria	19.0 GWh
	Total	35.4 GWh
Línea de Transmisión	Voltaje	69 kV
	Longitud	4.0 km

Complejo de El Torito - Los Veganos

Capacidad instalada total		14.9 MW
Producción de energía,	Primaria	31.6 GWh
	Secundaria	35.9 GWh
	Total	67.5 GWh

Período de Construcción:

Central Yuna No. 1	49 meses
Central Yuna No. 2	36 meses

Costo de construcción (financiero):

Moneda extranjera	RD\$33.8 millones
Moneda local	RD\$23.3 millones
Total	RD\$57.1 millones

Programas Asociados	RD\$2.2 millones
---------------------	------------------

Tasa Interna de Retorno Económica:

Yuna No. 1	10.4%
Yuna No. 2	15.6%
Total	12.9%

TEXTO PRINCIPAL

INDICE

	<u>Página</u>
I. INTRODUCCION	
1.1 Objetivo y Alcance del Estudio	1
1.2 Ejecución del Estudio	2
1.3 Informes	2
1.4 Agradecimiento	3
II. ANTECEDENTES DEL PROYECTO	
2.1 Antecedentes Económicos Generales	4
2.1.1 Población y Empleos	4
2.1.2 Producto Interno Bruto	5
2.1.3 Balanza de Pagos	6
2.2 Situación de la Demanda y Suministro de Energía	6
2.2.1 Tendencia de la Demanda	6
2.2.2 Situación Actual del Suministro de Energía ...	8
2.2.3 Programa de Expansión de la Energía	10
2.2.4 Papel del Complejo El Torito - Los Veganos ...	10
III. CONDICIONES FISICAS DEL AREA DE PROYECTO	
3.1 Fisiografía	12
3.2 Vegetación y Uso de Tierra	12
3.3 Meteorología	13
3.4 Hidrología	14
3.5 Geología	15
3.6 Materiales de Construcción	17
IV. ALTERNATIVAS	
4.1 Generalidades	19
4.1.1 Esquemas	19
4.1.2 Uso del Agua	20
4.2 Esquema El Torito	21
4.2.1 Alternativas de Presas	21
4.2.2 Alternativa de Derivadora	23
4.2.3 Derivación de Agua desde A. Colorado	24

	<u>Página</u>
4.3	Esquema Los Veganos 25
4.3.1	Plan de Presa 25
4.3.2	Alternativa de Derivadora 26
4.4	Complejo El Torito - Los Veganos 26

V. DISEÑO PRELIMINAR

5.1	Plan de Presa El Torito 28
5.1.1	Presa y Embalse 28
5.1.2	Conducción del Agua y Derivación desde Afluente 30
5.1.3	Central y Línea de Transmisión 31
5.1.4	Producción de Energía 31
5.2	Plan de Derivadora El Torito 32
5.2.1	Presa Derivadora 32
5.2.2	Conducción del Agua y Derivación desde Afluente 33
5.2.3	Central 33
5.2.4	Producción de Energía 34
5.3	Plan de Derivadora Pino de Yuna 34
5.3.1	Presa Derivadora 35
5.3.2	Conducción del Agua y Derivación desde Afluente 35
5.3.3	Central 36
5.3.4	Producción de Energía 36
5.4	Plan de Derivadora Los Veganos 36
5.4.1	Presa Derivadora 37
5.4.2	Condición de Agua 38
5.4.3	Central y Línea de Transmisión 38
5.4.4	Producción de Energía 39
5.5	Producción de Energía del Complejo El Torito - Los Veganos 39

VI.	PLAN Y PROGRAMA DE CONSTRUCCION	
6.1	Plan y Método de Construcción	41
6.1.1	Plan de Presa El Torito	41
6.1.2	Plan de Derivadora El Torito	43
6.1.3	Plan de Derivadora Pino de Yuna	45
6.1.4	Plan de Derivadora Los Veganos	46
6.2	Programa de Construcción	47
6.2.1	Etapas de Pre-Construcción	47
6.2.2	Complejo de Presa El Torito - Derivadora Los Veganos	47
6.2.3	Complejo de Derivadora El Torito - Derivadora Los Veganos	48
6.2.4	Complejo de Derivadora Pino de Yuna - Derivadora Los Veganos	49
6.3	Organización para Ejecución	49
VII.	MEDIO AMBIENTE Y PROGRAMAS ASOCIADOS	
7.1	Condiciones del Medio Ambiente	51
7.2	Impactos al Medio Ambiente	52
7.3	Programas Asociados	55
VIII.	ESTIMADO DEL COSTO DE CONSTRUCCION	
8.1	Base del Estimado de Costo	57
8.2	Costo Estimado	58
IX.	EVALUACION ECONOMICA	
9.1	Costo Económico	59
9.2	Beneficio Económico	60
9.3	Evaluación Económica	62
X.	EVALUACION FINANCIERA	
10.1	Tasa Interna de Retorno Financiero	67
10.2	Capacidad de Reembolso	67
10.3	Evaluación Financiera	68

XI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 69

Lista de Tablas

		<u>Página</u>
Tabla 1-01	MIEMBROS DEL EQUIPO DE ESTUDIO	71
Tabla 2-01	POBLACION TOTAL	72
Tabla 2-02	PRODUCTO INTERNO BRUTO POR SACTORES	73
Tabla 2-03	EXPORTACION E IMPORTACION	74
Tabla 2-04	TENDENCIA DE ENERGIA	75
Tabla 2-05	CONSUMO DE LA ENERGIA POR SECTORES	76
Tabla 2-06	PROYECCION (CASO 1 Y CASO 2).....	77
Tabla 2-07	GENERACION DE LA ENERGIA ELECTRICA	78
Tabla 3-01	CAUDAL SINTETICO EN LOS QUEMADOS	79
Tabla 3-02	PROPORCION DE CAUDALES	80
Tabla 3-03	ORDEN ESTRATIGRAFICO EN EL AREA DE PROYECTO	81
Tabla 8-01	ESTIMADO DEL COSTO FINANCIERO (PRESA EL TORITO - DERIVADORA LOS VEGANOS)	82
Tabla 8-02	ESTIMADO DEL COSTO FINANCIERO (DERIVADORA EL TORITO - DERIVADORA LOS VEGANOS)....	83
Tabla 8-03	ESTIMADO DEL COSTO FINANCIERO (DERIVADORA PINO DE YUNA - DERIVADORA LOS VEGANOS) .	84
Tabla 9-01	TASA INTERNA DE RETORNO ECONOMICO (PRESA EL TORITO - DERIVADORA LOS VEGANOS)	85
Tabla 9-02	TASA INTERNA DE RETORNO ECONOMICO (DERIVADORA EL TORITO - DERIVADORA LOS VEGANOS) ...	86
Tabla 9-03	TASA INTERNA DE RETORNO ECONOMICO (DERIVADORA PINO DE YUNA - DERIVADORA LOS VEGANOS)	87
Tabla 10-01	TASA INTERNA DE RETORNO FINANCIERO (1) (PRESA EL TORITO - DERIVADORA LOS VEGANOS)	88
Tabla 10-02	TASA INTERNA DE RETORNO FINANCIERO (2) (DERIVADORA EL TORITO - DERIVADORA LOS VEGANOS) .	89
Tabla 10-03	TASA INTERNA DE RETORNO FINANCIERO (2) (DERIVADORA PINO DE YUNA - DERIVADORA LOS VEGANOS) .	90
Tabla 10-04	ANALISIS DE CAPACIDAD DE REEMBOLSO (DERIVADORA EL TORITO - DERIVADORA LOS VEGANOS) ..	91
Tabla 10-05	ANALISIS DE CAPACIDAD DE REEMBOLSO (DERIVADORA EL TORITO - DERIVADORA LOS VEGANOS) ...	92

Lista de Figuras

- Fig.-01 Viviendas por Región
- Fig.-02 Tendencia de Energía en 1970 - 1982
- Fig.-03 Proyección de Demanda por CDE-SOFRELEC
- Fig.-04 Principales Líneas de Transmisión
- Fig.-05 Curva de Duración de Carga en 1980 y 1992, y Plan de Expansión para 1992
- Fig.-06 (1) Demanda Máxima y Capacidad de Generación (Caso 1)
- Fig.-06 (2) Demanda Máxima y Capacidad de Generación (Caso 2)
- Fig.-07 Perfil del Río Yuna
- Fig.-08 Mapa de Ubicación del Area de la Cuenca Alta del Río Yuna
- Fig.-09 Mapa de Ubicación del Area de Préstamo (El Torito)
- Fig.-10 Mapa de Ubicación del Area de Préstamo (Los Veganos)
- Fig.-11 Alternativas Seleccionadas
- Fig.-12 Diagrama Esquemático del Uso de Agua (Presa de Embalse)
- Fig.-13 Diagrama Esquemático del Uso de Agua (Presa Derivadora)
- Fig.-14 Curva de Masa en El Torito
- Fig.-15 Curva de Duración de Caudales en El Torito (T-1 y T-2)
- Fig.-16 Curva de Duración de Caudales en Pino de Yuna
- Fig.-17 Curva de Duración de Caudales en Los Veganos (V-3)
- Fig.-18 Programa de Construcción: Complejo Presa El Torito - Derivadora Los Veganos
- Fig.-19 Programa de Construcción: Complejo Derivadora El Torito - Derivadora Los Veganos
- Fig.-20 Programa de Construcción: Complejo Derivadora Pino de Yuna - Derivadora Los Veganos
- Fig.-21 Organización para Ejecución
- Fig.-22 Sensibilidad de T.I.R.E. (Presa El Torito - Derivadora Los Veganos)
- Fig.-23 Sensibilidad de T.I.R.E. (Derivadora El Torito - Derivadora Los Veganos)
- Fig.-24 Sensibilidad de T.I.R.F. (Presa El Torito - Derivadora Los Veganos)
- Fig.-25 Sensibilidad de T.I.R.F. (Derivadora El Torito - Derivadora Los Veganos)

Lista de Planos

DWG-01	Esquema de las Alternativas
DWG-02	Perfil de las Alternativas
DWG-03	Plan de las Presas T-1 y T-2
DWG-04	Perfil y Sección Típica de las Presas T-1 y T-2
DWG-05	Túnel de Derivación y Vertedero de las Presas T-1 y T-2
DWG-06	Conducción de Agua, Presas T-1 y T-2
DWG-07	Chimenea de Equilibrio y Tubería de Presión para las Presas T-1 y T-2
DWG-08	Derivadora Norte de Arroyo Colorado Presas T-1 y T-2
DWG-09	Derivadora Sur de Arroyo Colorado Presas T-1 y T-2
DWG-10	Central Yuna No. 1 para Esquema El Torito
DWG-11	Plan General de las Derivadoras El Torito
DWG-12	Plan y Sección de las Derivadoras T-1 y T-2
DWG-13	Conducción de Agua, Derivadora T-1 y T-2
DWG-14	Derivadora de Arroyo Colorado
DWG-15	Chimenea de Equilibrio y Tubería de Presión para las Derivadora T-1 y T-2
DWG-16	Plan de Derivadora T-4 en Pino de Yuna
DWG-17	Conducción de Agua, Derivadora T-4
DWG-18	Derivadora de Arroyo Colorado (Derivadora T-4)
DWG-19	Chimenea de Equilibrio y Tubería de Presión para la Derivadora T-4
DWG-20	Plan de Derivadora V-3
DWG-21	Conducción de Agua, Derivadora V-3
DWG-22	Chimenea de Equilibrio y Tubería de Presión para Derivadora V-3
DWG-23	Central Yuna No. 2 Esquema Los Veganos

ABREVIATURA

LONGITUD

mm = milímetro
cm = centímetro
m = metro
km = kilómetro

AREA

ha₂ = 10⁴ m² = hectárea
km² = kilómetro cuadrado

VOLUMEN

ℓ = litro
kℓ = kilolitro
m³ = metro cúbico
MCM = millón de metros cúbicos
bbl = barril

PESO

mg = miligramo
g = gramo
kg = kilogramo
t = tonelada métrica

TIEMPO

s = segundo
min = minuto
hr = hora

MONEDA

RD\$ = peso dominicano
US\$ = dolares de Estados Unidos

OTRAS

PIB = Producto Interno Bruto
CDE = Corporación Dominicana de Electricidad
DDH = Dirección de Desarrollo Hidroeléctrico
INDRHI = Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos
JICA = Agencia de Cooperación Internacional del Japón

ELECTRICIDAD

Hz = Hercio
KW = Kilovatio
MW = Megavatio
KWh = Kilovatio hora
MWh = Megavatio hora
GWh = Gigavatio hora
KVA = Kilovoltio amperio
MVA = Megavoltio amperio
P.F. = Log H₂O cm

OTRAS MEDIDAS

ppm = parte por millon por
% = porcentaje
°C = centigrado
kcal = kilocalorie
10³ = mil
10⁶ = millón
10⁹ = billón
EL. = elevación sobre el nivel del
mar

DERIVADAS

m³/s = metro cúbico por segundo
cm/s = centímetro por segundo
t/m² = tonelada métrica por metro
cuadrado
t/m³ = tonelada métrica por metro
cúbico
t/ha = tonelada métrica por hectárea

I. INTRODUCCION

1.1 Objetivo y Alcance del Estudio

Para el desarrollo económico y social de la República Dominicana, la utilización de los recursos del país ha sido y continuará siendo un objetivo de primera importancia. En el sector de energía eléctrica, el cual es una de las infraestructuras de significado vital, el gobierno Dominicano está haciendo sus mayores esfuerzos para utilizar los recursos hídricos nacionales en su máxima extensión y para mejorar la presente situación grandemente dependiente de la importación de combustibles para la generación de energía.

A solicitud del gobierno Dominicano, el gobierno Japonés decidió cooperar en el desarrollo de energía hidroeléctrica, mediante la extensión de cooperación técnica para el estudio de desarrollo hidroeléctrico en la cuenca alta del río Yuna. En Febrero de 1982, se llegó a un acuerdo entre la Corporación Dominicana de Electricidad (CDE) y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) para llevar a cabo un estudio de factibilidad sobre el complejo hidroeléctrico El Torito-Los Veganos el cual está ubicado en el cauce principal de la parte alta del río Yuna. El objetivo del estudio es el formular un plan de desarrollo óptimo y evaluar la factibilidad técnica, económica y financiera del complejo hidroeléctrico.

Más específicamente, el estudio contiene el alcance de los trabajos como se resume a continuación.

- 1) Revisar los estudios anteriores y antecedentes del proyecto
- 2) Investigar las condiciones topográficas, hidrometeorológicas, geológicas, geofísicas y geotécnicas en el campo
- 3) Formular y seleccionar un plan óptimo para el desarrollo del complejo hidroeléctrico El Torito-Los Veganos
- 4) Evaluar la factibilidad técnica, económica y financiera del complejo

En adición al estudio de factibilidad del complejo hidroeléctrico El Torito-Los Veganos, la CDE solicitó al equipo de estudio de JICA, una revisión de los estudios anteriores del esquema Piedra Gorda, ubicado inmediatamente aguas abajo del esquema Los Veganos y del esquema Pinalito, localizado en un afluente del río Yuna. Esta revisión y estudio preliminar han sido también realizadas en forma paralela al estudio de factibilidad del complejo El Torito-Los Veganos.

1.2 Ejecución del Estudio

Para realizar el estudio de factibilidad del complejo hidroeléctrico El Torito-Los Veganos, en la cuenca alta del río Yuna, JICA designó un equipo de estudio compuesto de expertos especializados en varios campos. Por el otro lado, la Dirección de Desarrollo Hidroeléctrico (DDH) de la CDE nombró contrapartes para realizar conjuntamente las investigaciones y estudios del complejo hidroeléctrico. Una lista de los miembros del equipo de estudio CDE-JICA se muestra en la Tabla 1-01.

Las investigaciones de campo del equipo CDE-JICA empezaron a fin de Junio de 1982. Después de trabajos iniciales y de levantamiento topográfico para el mapeo utilizando fotos aéreas, hasta Agosto de 1982, un mapa topográfico a escala de 1/5,000 fue preparado para cubrir el área de estudio. El levantamiento detallado en los sitios de estructuras fue reanudado en Noviembre de 1982 y duró hasta Marzo de 1983. Una parte de los ensayos geológicos y geotécnicos fue continuada en Mayo-Agosto de 1983. La mayor parte de los estudios detallados han sido realizados en Japón, pero los contrapartes de la CDE también tomaron parte en estos estudios enviando ingenieros a Japón, tres veces a costo de la CDE y dos a invitación de la JICA, lo que permitió el estudio conjunto por parte de los contrapartes de la CDE y el equipo de estudio de la JICA.

1.3 Informes

Durante el estudio, un Informe Inicial, Informe Interno e Informe de Progreso, así como papeles de trabajo, han sido preparados. El Informe Final, entregado aquí, presenta todos los resultados de las investigaciones y estudios realizados para el complejo hidroeléctrico El Torito-Los Veganos.

El Informe Final comprende el Texto Principal (Tomo-I) y Anexos (Tomo II al IV). La esencia de los estudios se describe en el Texto Principal en una forma resumida y la explicación detallada y los datos de soporte están compilados en los Anexos A al Anexo I.

Además, el resultado de la revisión y estudio preliminar del esquema Piedra Gorda y del esquema Pinalito en la cuenca alta del río Yuna se compilan separadamente en un Apéndice a este Informe Final.

1.4 Agradecimiento

Durante la ejecución de las investigaciones y estudios, el equipo de estudio, ambos equipo de la JICA y contrapartes de la CDE, recibieron una amable asistencia y cooperación de las personas que viven en y alrededor del área de estudio, así como de agencias e instituciones del gobierno Dominicano. El equipo toma esta oportunidad para expresar su sentimiento de gratitud a todo el personal e instituciones que tuvieron que ver con éste. Sin su ayuda y cooperación, el estudio no hubiera podido ser completado existosamente dentro del período de estudio inicialmente programado. La cooperación del Ministerio de Comercio Internacional e Industria y del Ministerio de Relaciones Exteriores del gobierno Japonés, así como a la Embajada Japonesa en la República Dominicana, es también grandemente agradecida. El equipo de estudio espera sinceramente que el esfuerzo conjunto y cooperación puesto en el estudio, contribuirá al desarrollo futuro de la energía hidroeléctrica y eventualmente al desarrollo socio-económico de la República Dominicana.

II. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

2.1 Antecedentes Económicos Generales

2.1.1 Población y Empleos

La República Dominicana tiene, dentro de su territorio de 48,442 km², una población de 5.75 millones a medido de 1983. La población está creciendo a una tasa anual de 2.9% y se predice que alcanzará 6.4 millones en 1985 y 7.6 millones en 1990, como se muestra en la Tabla 2-01. La urbanización sobresale en los años recientes. La población urbana aumentó del 40% del total de la población en 1970 al 52% en 1981. Se estima que la población urbana representará cerca del 59% en 1990. (Ver Anexo A.1.1)

Cerca del 45% de la población urbana del país está residiendo en Santo Domingo, Distrito Nacional. En otras provincias de la región Sureste, cerca del 11% del total de la población urbana está concentrada en las ciudades mayores tales como San Cristóbal, San Pedro de Macorís y la Romana. Otra concentración de la población se observa en la sub-región del Cibao Central, donde reside el 16% de la población urbana. Estas provincias y distritos donde se concentra la población urbana, están enlazados por las redes nacionales principales de transmisión de energía, como se muestra en la Fig.-01.

Del total de viviendas estimadas en alrededor de 1.1 millones en todo el país, las viviendas servidas con energía eléctrica están limitadas al 29.8%. Se hace notar, además, que aproximadamente el 75% de los consumidores de energía son residentes en las áreas urbanas. Aunque la electrificación rural ha sido promovida, en los años recientes, los programas de electrificación se han visto obstaculizados debido sustancialmente a la insuficiencia de la generación de energía, como se discute en el Capítulo 2-2.

La población económicamente activa (PEA) fue de alrededor del 30% de la población total. PEA en el sector agrícola ha ido disminuyendo rápidamente, y esta es principalmente absorbida en el sector de servicio.

El empleo en el sector manufacturero no ha demostrado un incremento notable.

La tasa de desempleo ha sido sustancialmente alta. De acuerdo al censo de 1970, cerca del 24% de la PEA estaba desempleada (23.9% en el área urbana y 24.1% en el área rural). Se hace notar también que la tasa de subempleo fue tan alta como 43% en el área urbana, de acuerdo a un muestreo en 1980. Deben hacerse esfuerzos en el futuro para activar la economía nacional y crear oportunidades de trabajo en cada sector en todo el país. (Ver Anexo A.1.2)

2.1.2 Producto Interno Bruto

El producto interno bruto (PIB) aumentó en una tasa promedio de 3.6% anual en 1976-78, pero la tasa de crecimiento bajó a 2.5% anual en 1980-82, la cual fue menor que la tasa de crecimiento de la población. El Banco Central predijo en Agosto de 1983 que el PIB crecería en 3.1% en 1983. (Ver Anexo A.2.1 y A.2.2)

El sector agrícola contribuyó con un 17-19% del PIB en los últimos 5 años como se muestra en la Tabla 2-02. La contribución del sector minero, la cual fue más de 5% a finales de la década de los 70, bajó a un 3.2% en 1982 debido principalmente a la suspensión de la fundición de ferroniquel en la Falconbridge. La suspensión de Falconbridge, temporal como lo así esperaba, se dijo que era debida principalmente a la situación desfavorable en el mercado mundial, pero ésta puede ser parcialmente atribuible al aumento de los costos de combustibles para la generación de energía de vapor.

El PIB en el sector manufacturero aumentó a una tasa menor que la esperada, ó 3.5% anual en promedio en 1978-82. Este estancamiento puede haber sido causado por múltiples situaciones económicas nacionales e internacionales. Sin embargo, un hecho es que muchas industrias están sufriendo de un suministro inestable y aumento de los costos de la energía eléctrica. Muchas fábricas tuvieron que instalar sus propios generadores para enfrentar los frecuentes apagones. Es un requisito fundamental para la aceleración del desarrollo industrial, el asegurar un suministro estable de energía eléctrica a precios razonables.

2.1.3 Balanza de Pagos

El balance comercial de la República Dominicana permanece desfavorable en los años recientes, debido principalmente al rápido aumento de las importaciones. En 1982, el balance comercial mostró un déficit de RD\$ 480 millones como se muestra en la Tabla 2-03. Aunque el gobierno ha tomado medidas para restringir las importaciones, la desfavorable balanza comercial no mejorará sustancialmente en 1983.

La importación de petróleo y sus derivados ha sido una de las principales razones en el aumento del valor de las importaciones y agravante de la balanza comercial, porque la República Dominicana depende enteramente del petróleo importado. En 1982, el valor de la importación de petróleo y sus derivados fue de RD\$ 450 millones, lo que equivale al 36% de la importación total ó 59% de la exportación total del país. En este contexto, también, el desarrollo de los recursos nacionales para sustituir la importación de energía fósil es de primera importancia para la economía nacional en un corto y largo plazo. (Ver Anexo A.2.3 y A.2.4)

2.2 Situación de la Demanda y Suministro de Energía

2.2.1 Tendencia de la Demanda

La tendencia pasada y futura de la demanda de energía eléctrica es revisada a la luz del Plan de Expansión del Sistema Eléctrico de la CDE en 1979-92 preparado por CDE-SOFRELEC y por la incorporación de información actualizada hasta fin de 1982.

El consumo de la energía eléctrica creció constantemente en los 70, como se muestra en la Tabla 2-04 y en la Fig. 02. La energía vendida por la CDE aumentó de 684 GWh en 1970 a 1,914 GWh en 1980, a una tasa promedio de crecimiento anual de 10.8%. Aunque la tasa de crecimiento bajo ligeramente a 8.9% en 1981, la demanda potencial permanece considerablemente alta. La energía vendida cayó a 1,980 GWh en 1982 debido a un aumento extraordinario en pérdida de energía en transmisión y distribución.

El consumo de energía por sectores demostró pocos cambios históricos desde 1970. El sector residencial consumió 38-39% del total de la energía vendida, mientras el sector comercial consumió 12-13%. La energía vendida en el sector industrial fue de 35-38% de la energía vendida por la CDE. La tasa de crecimiento del consumo en los respectivos sectores fue de 8.8%, 6.9% y 7.1% anual en promedio en 1977-81. (Ver Tabla 2-05)

El total de la energía enviada a la línea, incluyendo la energía comprada de las plantas hidroeléctricas pertenecientes al estado y la energía de vapor de la Falconbridge, aumentó a una tasa promedio de 11.7% anual en los años 70 y alcanzó 2,849 GWh en 1982. La máxima demanda, por el otro lado, aumentó de 180 MW en 1970 a 462 MW en 1980, a una tasa de crecimiento promedio de 9.9% anual. Esta alcanzó 504 MW en 1982. El factor de carga promedio fue cerca de 65% en 1978-82. (Ver Anexo B.2.1)

Bajo el Plan de Expansión del Sistema Eléctrico de la CDE, SOFRELEC predijo que la energía vendida alcanzaría cerca de 3,238 GWh en 1985 y 7,614 GWh en 1992, a una tasa de crecimiento promedio de 12.4% en 1979-92. Este también proyectó que la pérdida de energía disminuiría a 20% en 1983 y 16% en 1992, con el resultado de que la energía enviada alcanzaría 3,983 GWh en 1985 y 9,060 GWh en 1992. Un factor de carga de 62.5-62.7% fue aplicado, y se estimó que la máxima demanda eventualmente alcanzaría 728 MW en 1985 y 1,661 MW en 1992. (Ver Anexo B.3.1)

A pesar del hecho de que las actividades económicas en los años recientes estuvieron más paralizadas que lo esperado por el Plan de Expansión y hubo variaciones notables en los parámetros macroeconómicos, la proyección de la energía vendida bajo el Plan de Expansión demostró valores bastante buenos en 1979-81 si ellos se comparan con los registros actuales. Una variación sobresaliente entre los registros actuales y los de la predicción bajo el Plan de Expansión es en el factor de pérdida. El factor de pérdida fue de 25.2% en 1981. Aunque el factor de pérdida de 33.6% en 1982 fue extraordinario, este no bajará de ninguna forma a 20% en 1983 como predijo SOFRELEC, en vista del retraso en el mejoramiento de los sistemas de distribución. Otro punto de variación notable es el factor de carga. El factor de carga se predijo que sería de cerca de 62.6% a través del período del Plan de Expansión, pero sería más realista el considerar que el

factor de carga se mantendrá en una tasa mayor.

Mediante la incorporación de las dos variaciones sobresalientes como se notó anteriormente, casos de estudio han sido hechos para evaluar su sensibilidad en la proyección de la demanda máxima. En estos casos de estudio, el factor de pérdida de energía se asume que es gradualmente mejorado, a un ritmo más lento o que bajará a 22.5% en 1992. Mientras, el factor de carga es asumido cerca a 65%, el cual fue cercano al factor promedio en 1978-82.

El Caso de Estudio-1, aplicó la energía vendida que predijo el Plan de Expansión. Con el factor modificado de pérdida de energía y de carga, la máxima demanda es estimada que alcanzará 770 MW en 1985 y 1,725 MW en 1992. Por el otro lado, el Caso de Estudio-2 es hecho en base a la proyección de la energía vendida por medio de la evolución de la regresión en 1970-81. La energía vendida es estimada en 3,200 GWh en 1985 y 6,450 GWh en 1992, y la máxima demanda se predice que será 760 MW en 1985 y 1,460 MW en 1992. La demanda máxima estimada es mayor bajo el Caso de Estudio-1 y menor bajo el Caso de Estudio-2 que la predicción por el Plan de Expansión, como se muestra en la Tabla 2-06 y Fig.-03. (Ver Anexo B.3.2)

2.2.2 Situación Actual del Suministro de Energía

La energía eléctrica es alimentada por las hidroeléctricas pertenecientes a la CDE, plantas de vapor, gas y diesel y mediante compra de las plantas hidroeléctricas pertenecientes al estado y la planta de vapor de la Falconbridge. La capacidad instalada total de estas plantas, incluyendo las hidroeléctricas pertenecientes al estado y Falconbridge, es de 907 MW. La capacidad de generación firme, sin embargo, es mucho menor o aproximadamente 600 MW en total, como se muestra en la Tabla 2-07. Del total de la capacidad firme para generación, cerca del 85% o 512 MW es energía térmica y la energía hidroeléctrica representa solo el 15%.

En términos de energía enviada, la energía hidroeléctrica contribuyó con 10.9% (311.6 GWh) en 1982 y 18.4% (512 GWh) en 1981. Las plantas de turbinas de gas y diesel generaron menos del 10% de la energía enviada. La energía restante (79% en 1982 y 72% en 1981) fue alimentada por plantas

de vapor. Las plantas de vapor están ubicadas en Haina (256 MW de capacidad firme), Santo Domingo (38 MW) y Puerto Plata (34 MW). La estación de Haina, teniendo 5 unidades de vapor, es la principal fuente de energía, y ésta contribuyó con cerca de la mitad de la energía enviada por la CDE. En caso de que una unidad de la estación de Haina sea sacada fuera por reparación o poco combustible, lo cual ha sido bastante frecuente, la situación de suministro de energía enfrenta una condición crítica. Esta suministro inestable de energía causa serios problemas en el sector industrial, así como en los sectores residencial y comercial. (Ver Anexo B.2.2)

La gran dependencia en energía térmica ha agravado la situación financiera de la CDE. CDE tuvo que pagar cerca de RD\$136 millones en 1981 y RD\$127 millones en 1982 para comprar combustibles para la generación de energía térmica. Esta cantidad es equivalente a 67% y 62% del costo total de operación, ó 58% y 50% del ingreso total de operación de la CDE, respectivamente. Este pago en moneda extranjera es equivalente, en otro sentido, al 11.4% y 16.5% de los ingresos totales por exportación de la República Dominicana en 1981 y 1982. (Ver Anexo B.6.3)

El desarrollo de la energía hidroeléctrica ha sido retrasado. Las hidroeléctricas pertenecientes a la CDE en el presente están limitadas a plantas pequeñas, como Las Damas (7.5 MW) y Constanza (0.25 MW). Las plantas hidroeléctricas más grandes, incluyendo Tavera-Bao (80 MW), Valdesia (54 MW), Sabana Yegua (13 MW), Rincón (10.1 MW) y Sabaneta (7.5 MW) son plantas pertenecientes al estado, desarrolladas como proyectos de uso múltiple. En los años recientes, la CDE está haciendo sus mayores esfuerzos para desarrollar la energía hidroeléctrica mediante el estudio, diseño e implementación de varios proyectos hidroeléctricos.

La energía es enviada a los mayores centros de consumo a través de una red de líneas de transmisión de 138 KV y 69 KV. La red principal de líneas de 138 KV enlaza la estación Puerto Plata, la estación Tavera-Bao, Santiago (sub-estación Canabacoa), estación Valdesia y Santo Domingo (sub-estación Palamara). Esta es extendida hasta San Pedro de Macorís. Por el otro lado, la red de 69 KV se extiende por cerca de 2,000 km en total. La mejoría en el sistema de distribución de energía ha sido planeado y estudiado en las ciudades más grandes. La primera etapa de mejoramiento en Santo Domingo está en el presente en la etapa de diseño.

2.2.3 Programa de Expansión de la Energía

El Plan de Expansión propuesto por CDE-SOFRELEC tiene estrategias básicas para 1) desarrollar plantas termoeléctricas de quema de carbón para cubrir la mayor parte de la carga base, 2) minimizar el uso de plantas de vapor, y 3) desarrollar la energía hidroeléctrica en su máxima extensión, como se ilustra en la Fig.-05. Para el desarrollo de energía por quema de carbón, el Plan concibe la instalación de 4 unidades de plantas de 115 MW en Itabo para 1987 y 3 unidades adicionales de 115 MW para 1992. Como los depósitos de carbón en la República Dominicana son limitados, ellas dependerán principalmente de carbón importado. Al comienzo de 1983, la primera unidad estaba bajo construcción y el contrato para la segunda unidad ha sido adjudicado. Están programadas para completarse en 1984 y 1987, respectivamente.

Todos los proyectos hidroeléctricos identificados en 1979 son inventariados e incorporados en el Plan de Expansión. Se espera que la energía hidroeléctrica a ser desarrollada para 1992 alcanzara una capacidad media de 620 MW o cerca de 510 MW en los años secos. Varios esquemas hidroeléctricos están programados a implementarse para 1989, con una capacidad firme de cerca de 197 MW. La implementación de otros esquemas hidroeléctricos no ha sido programada todavía, y se consideran bastantes panorámicos en este momento.

Si la situación energética en 1987 es chequeada bajo el programa de implementación planeado a este momento, la capacidad total de generación firme alcanzará alrededor de 860 MW, la cual consiste de 199 MW de hidro, 559 MW de quema de carbón y de vapor y 102 MW de plantas de gas. Mientras, la demanda máxima en 1987 es estimada que alcanzará un rango de 967 MW (Caso de Estudio-1) a 916 MW (Caso-2). Esto implica que la instalación adicional de plantas de energía deberán ser implementadas, a menos que la tercera unidad de la planta de quema de carbón de Itabo sea acelerada para iniciar su operación en 1987. (Ver Fig.-06)

2.2.4 Papel del Complejo El Torito-Los Veganos

Como ha sido visto en los párrafos anteriores, la CDE tiene que acelerar el desarrollo hidroeléctrico para cubrir la demanda creciente,

así como mejorar la situación financiera de ella y la economía nacional como un todo.

De acuerdo con la política básica de desarrollar energía de quema de carbón para cubrir la carga base, el complejo hidroeléctrico El Torito-Los Veganos debe ser desarrollado para cubrir, en principio, la carga pico. En vista de la curva de carga diaria, así como a la curva de duración de carga diaria y anual, el complejo es diseñado para garantizar una operación mínima de 6 horas diarias. También es recomendable planificar la operación del complejo para utilizar el caudal disponible del río en su máxima extensión.

En vista del hecho de que el suministro de energía en 1987 se predice que será crítico como se revisó anteriormente, y que el programa de expansión de hidroelectricidad después de 1988 es todavía panorámico, es deseable que el complejo El Torito-Los Veganos sea realizado, mientras no esté factible económicamente, y completado en el tiempo más temprano posible.

III. CONDICIONES FISICAS DEL AREA DE PROYECTO

3.1 Fisiografía

El área de estudio está ubicada en la parte más alta de la cuenca del río Yuna, el cual drena un área total de aproximadamente 5,498 km². El cauce principal del río Yuna nace en la Cordillera Central y corre rápidamente hasta que entra en el valle de Bonao. El área de la cuenca del cauce principal del río Yuna en la confluencia con el río Blanco es aproximadamente 157 km². El complejo hidroeléctrico El Torito-Los Veganos es planeado para ser desarrollado a lo largo de este cauce principal del río Yuna.

La cordillera en la cuenca hidrográfica sur muestra una curva hiperbólica abierta, dividiendo la provincia de La Vega al norte y la provincia de Peravia al sur. La pendiente de la montaña oscila de 30° a 40° en la parte oeste del área de estudio, donde la Formación Duarte y la Formación Tireo son geológicamente dominantes. En la parte este donde la roca ígnea plutónica predomina, la montaña muestra unas pendientes de apariencia suave.

El río Yuna fue intensamente dividido durante el movimiento de levantamiento en el período Cuaternario, el cual fue acompañado por una intermitente duración estable de la tierra. El cauce principal del río Yuna confluye con afluentes tales como Arroyo Blanco, Arroyo Colorado, Arroyo Tireo y Arroyo Avispa. Terrazas esporádicas de depósitos son desarrolladas a lo largo del curso del río. La elevación del fondo del río del cauce principal en la confluencia con Arroyo Blanco es 691 m sobre el nivel medio del mar y 293 m sobre el nivel medio del mar en la confluencia con el río Blanco. La pendiente promedio del río es de alrededor 1/40 en esta sección. (Ver Fig. -07)

3.2 Vegetación y Uso de Tierra

En la cuenca alta del río Yuna, de topografía montañosa, el cultivo temporal trasladado por los campesinos ha cambiado sustancialmente la vegetación y el uso de la tierra. En la parte suroeste, ó en la subcuenca de Arroyo Blanco y Arroyo Colorado, la tierra es desforestada extensivamente. La tierra desforestada es cubierta principalmente con pasto. En la parte

central, a lo largo del cauce principal del río Yuna, el uso de la tierra muestra más variedad. La foresta es conservada a lo largo del curso del río y ésta es usada principalmente para el cultivo de café. Terrazas de río estrechas son utilizadas para cultivar cocechas. La parte sureste de la cuenca alta del río Yuna está menos deprovista de vegetación, y la foresta está bastante conservada junto con cultivo de café.

En la cuenca alta aguas arriba de la confluencia del cauce principal y Arroyo Colorado (incluyendo la cuenca alta de Arroyo Avispa), lo cubierto por la foresta representa alrededor del 48%. Aunque el área cultivada con café no se precisa correctamente por interpretación de fotos aéreas, ésta es de alrededor de 14%. La tierra de hierba y pasto, incluyendo la tierra de cultivo temporal, representa cerca del 35% de la cuenca alta del río Yuna. Esta vegetación y uso de la tierra en la cuenca tiene un efecto substancial en la conservación del agua, erosión, producción de sedimento, etc.

3.3 Meteorología

El área de estudio tiene básicamente un clima tropical. Los predominantes vientos alisios del NE, tomando humedad en el Océano Atlántico, traen lluvia cuando chocan con la cordillera. La temporada húmeda usualmente dura de Abril a Noviembre o Diciembre, pero es interrumpida por meses relativamente secos en Junio-Julio. Huracanes usualmente atacan en Agosto-October.

La estación meteorológica, ubicada más cerca del área de estudio con un período de registro de más de 10 años, es la estación de Juma Bonao, en el valle de Bonao. En Juma Bonao, la temperatura promedio anual es alrededor de 24°C, con poca fluctuación estacional. La temperatura promedio mínima y máxima oscila entre 19°C y 32°C. La humedad relativa también demuestra poca variación estacional, y esta oscila de 84% en Marzo y Junio a 88% en Diciembre. La evaporación promedio anual es de aproximadamente 4 mm/día en Juma Bonao.

Los registros de lluvia están disponibles en las estaciones pluviométricas en y alrededor del área de estudio. Sin embargo, el período de

registro es limitado a 3-4 años, excepto para los registros en Rancho Arriba (1,275 mm como promedio de 36 años), Constanza (1,020 mm en 52 años), Los Quemados (1,940 mm en 17 años) y Juma Bonao (1,840 mm en 13 años). Entre estas estaciones, la estación Los Quemados, ubicada aproximadamente 3.7 km aguas abajo de la confluencia del cauce principal y río Blanco, presenta los registros de precipitación más representativos. Los registros de lluvia diaria disponible en Los Quemados serán utilizados para estimar la precipitación probable en el análisis del caudal de crecidas.

La precipitación máxima probable se estimó en 412 mm/día, y la precipitación probable se estimó en 270 mm/día para un período de retorno de 50 años y 337 mm/día para un período de retorno de 200 años.

3.4 Hidrología

Hay un número limitado de estaciones hidrológicas en la cuenca alta del río Yuna. Aunque se instalaron dos limnógrafos en el curso de este estudio, la única estación que tiene más de 10 años de registro es la estación Los Quemados, la cual tiene un área de cuenca de 369 km². En los Quemados un registro de caudales de 1962-79 (18 años) están disponibles.

En un sitio inmediatamente aguas arriba de la estación Los Quemados, agua ha sido tomada para uso de riego en el valle de Bonao. Añadiendo esta toma de agua, caudales sintéticos es calculado en una base diaria. El caudal sintético promedio mensual es estimado en 19.25 m³/s, como se muestra en la Tabla 3-01. Este oscila de 13.96 m³/s en Marzo y 29.19 m³/s en Diciembre. (Ver Anexo C.4.1)

Caudales en cada afluente y en cada sitio propuesto para el desarrollo del complejo El Torito-Los Veganos, son estimados en base a mediciones esporádicas de caudales en 11 sitios y su relación con los caudales registrados en Los Quemados. Basado en esta relación de caudales, el caudal diario en cada sitio de obra es calculado. Por ejemplo, el caudal en el cauce principal del río Yuna y en Arroyo Blanco es estimado respectivamente en aproximadamente 0.04 del caudal registrado en Los Quemados. En la confluencia con Arroyo Colorado, 0.22 del caudal de Los Quemados es estimado como disponible. (Ver Tabla 3-2 y Anexo C.4.2) El caudal confiable de 90%

es estimado en $0.31 \text{ m}^3/\text{s}$ en el sitio de presa/derivadora en el cauce principal en El Torito, $0.31 \text{ m}^3/\text{s}$ en el sitio de presa/derivadora en Arroyo Blanco, y $1.72 \text{ m}^3/\text{s}$ en la confluencia con Arroyo Colorado.

El modelo de escorrentia de crecidas es desarrollado de acuerdo con el método de la función de almacenamiento, y éste es revisado comparando los hidrogramas calculados y observados en el tiempo de registros seleccionados de tormenta, disponibles en Los Quemados, Los Veganos y Pino de Yuna. La crecida probable para un período de retorno de 200 años es calculada en aproximadamente $460 \text{ m}^3/\text{s}$ El Torito, $490 \text{ m}^3/\text{s}$ en Pino de Yuna, $920 \text{ m}^3/\text{s}$ en la confluencia con Arroyo Colorado y $2,700 \text{ m}^3/\text{s}$ en Piedra Gorda ubicado aproximadamente 2 km aguas arriba de Los Quemados. (Ver Anexo C.5.2)

La producción de sedimentos en la cuenca hidrográfica es substancialmente grande, debido a la vegetación y uso de la tierra como se explicó en el Capítulo 3.2. A través de interpretación de fotos aéreas, uso de tierra y métodos de análisis empírico, se estimó que la producción específica de sedimentos en el área aguas arriba de la confluencia con Arroyo Colorado es alrededor de $2,000 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{año}$. La calidad del agua es aceptable y no presentará ningún problema específico en el desarrollo hidroeléctrico.

3.5 Geología

La geología en el área de estudio es dividida en la Formación Duarte, Formación Tireo, roca Ignea Plutónica, depósitos en terrazas, derrumbes y lecho del río, en orden ascendente. La secuencia estratigráfica es mostrada en la Tabla 3-03 y el mapa geológico es ilustrado en la Fig.-08. (Ver Anexo D.2)

La Formación Duarte está compuesta de tres tipos de rocas; a) gneis, b) anfibolita, diorita foliada y peridotita, y c) esquisto verde. El gneis muestra el más alto grado de metamorfismo de la Formación Duarte y aflora en la vecindad de Pino de Yuna y del sitio de presa T-1 en el cauce principal del Yuna. El gneis tiene una textura extremadamente foliada, y está en contacto de falla con el esquisto verde. Por el otro lado, la anfibolita asociada con diorita foliada subordinada y peridotita está distribuida

en la parte más superior de la cuenca del río Yuna y en la vecindad de El Torito. La roca es cortada por varias fallas en dirección norte a sur. Además, el esquisto verde es distribuido a través del área de estudio desde El Torito a Piedra Gorda, teniendo una esquisosticidad con dirección de NO a SE en el área aguas arriba y N a S en el área aguas abajo.

La roca ignea plutónica, o diorita de cuarzo, es generalmente de grano grueso holocristalina y leucocrática. La roca está distribuida en la parte este del área de estudio donde la cuenca hidrográfica forma pendientes suaves. Esta es ampliamente descompuesta en arcilla roja en un área junto al poblado de Los Pejes, y la arcilla roja residual es apropiada para área de préstamo de materiales impermeables para terraplén.

La Formación Tireo aflora en la parte aguas abajo del área de estudio, extendiéndose desde Los Veganos a Piedra Gorda. Está compuesta mayormente de rocas piroclásticas y volcánicas tales como toba, brecha tobácea, toba lapili y dacita, suplementada con sedimentos bien estratificado de caliza, pizarra, conglomerado, pedernal y arenisca. La Formación Tireo se infiere que es empujada por la más vieja Formación Duarte, a lo largo de la falla de Bonao, la cual es trazable desde Piedra Gorda a Los Veganos. Muchas facciones son reconocibles, y la mayoría de ellas son explicables como el resultado de la falla. Una cantidad de deslizamientos de tierra son también distinguibles a través del área de la Formación Tireo. Luego, la distribución de la roca cerca de Los Veganos se caracteriza por la alternación de la caliza y las rocas verdes piroclásticas.

Los depósitos de terraza están mayormente distribuidos a lo largo del cauce principal del Yuna y es hecho de una mezcla suelta no cementada de arena, limo y grava, y es utilizado como material de agrogado.

La geología del área de estudio está caracterizada por el desarrollo extensivo de fallas. La falla de Bonao, la cual es una de las principales fallas en línea tectónica en la República Dominicana, se extiende en la dirección norte-sur a través del área de estudio. Se infiere que la falla bisela el río Yuna en Piedra Gorda y se extiende a la margen derecha. Luego, esta cruza Arroyo Avispa, y posiblemente se extiende hasta Los Veganos, bordeando la Formación Duarte y la Formación Tireo. La zona fracturada

de la falla de Bonao, alcanza cerca de 12 m de espesor en Piedra Gorda, pero ésta gradualmente se estrecha hasta alcanzar alrededor de 5 m de espesor cerca de Los Veganos. Otra falla grande corre en paralelo con el cauce principal del Yuna en su parte aguas arriba. La falla buza casi verticalmente, y es acompañada por una zona fracturada de aproximadamente 30 m de ancho como máximo.

3.6 Materiales de Construcción

La disponibilidad de materiales de construcción tales como materiales impermeables, roca, filtros y agregados para concreto, es investigada cualitativa y cuantitativamente en y alrededor de los sitios de estructuras principales.

Las áreas de préstamo de material impermeable en y alrededor de El Torito se identificaron que están ubicadas alrededor de la divisoria de las cuencas del cauce principal del Yuna y Arroyo Blanco y alrededor del poblado de Los Pejes. Se estimó que la cantidad disponible de material impermeable sería de alrededor de 1.5 millones m^3 en estas áreas de préstamo. Las propiedades de los suelos en el área de préstamo alrededor de Los Pejes se encontraron apropiadas para núcleo central. En caso de los materiales impermeables obtenibles alrededor de la divisoria, es deseable mejorar sus propiedades de suelos mezclandolos con materiales arenosos que yacen en la parte inferior de la capa de suelo arcilloso. (Ver Fig.-09 y Anexo E.2.1)

Los materiales impermeables en y alrededor de Los Veganos son limitados en disponibilidad. Sin embargo, en el área de préstamo al pie de la pendiente de la montaña, cerca del poblado de Los Veganos y en la cima de la montaña que se extiende en el estribo derecho, cerca de 700,000 m^3 de materiales impermeables son disponibles para uso como materiales del núcleo de una construcción de presa de enrocamiento. (Ver Fig.-10 y Anexo E.3.1)

La roca está disponible en el área de El Torito en una cantera localizada en la margen derecha de Arroyo Blanco, localizada a alrededor de 1.6 km aguas arriba de la confluencia con el cauce principal del Yuna. La roca, identificada como anfíbolita de la Formación Duarte, tiene suficiente durabilidad, dureza y consistencia al golpeo con el martillo como

material para la construcción de una presa del tipo de enrocamiento, y se estimaron que su volumen excede 1 millón de m^3 . La roca también es obtenible en el área de Los Veganos en una cantera localizada en la margen izquierda del río Yuna inmediatamente aguas arriba de la confluencia con Arroyo Colorado. La roca es estimada que es más de 1 millón de m^3 en volumen, y es apropiada para ser usada como material de enrocamiento y rip rap. (Ver Anexo E.2.3 y E.3.3)

Arena y grava para filtros y agregados de concreto son obtenibles del lecho del río. En la vecindad de El Torito, las áreas de préstamo son identificadas en un sitio inmediatamente aguas abajo de la confluencia con Arroyo Blanco y a lo largo de Arroyo Blanco 0.5 km y 2 km aguas arriba de su confluencia con el cauce principal del Yuna. La cantidad disponible de arena y grava en estas áreas de préstamo es estimada en alrededor de $190,000 m^3$. Esta será suficiente para uso como material de filtro de una presa de enrocamiento, o para uso como agregados de hormigón de una presa derivadora de gravedad. Sin embargo, estos no serán suficientes para la construcción de una presa de hormigón tipo gravedad de gran escala. En y alrededor del área de Los Veganos, arena y grava tienen que ser obtenidas en varias áreas de préstamo identificadas a lo largo del cauce principal del Yuna. Un total de unos $90,000 m^3$ de filtros y agregados de concreto son estimados que hay disponibles. La arena y grava disponible en las áreas de préstamo de El Torito y Los Veganos son cualitativamente adecuadas para uso como filtros y agregados de hormigón. (Ver Anexo E.2.2 y E.3.2)

IV. ALTERNATIVAS

4.1 Generalidades

4.1.1 Esquemas

El cauce principal del río Yuna baja rápidamente hasta su confluencia con el río Blanco. Hay disponible una caída de aproximadamente 400 m en la sección entre la confluencia con Arroyo Blanco (EL. 691 m) y la confluencia con río Blanco (EL. 293 m). Para utilizar el agua disponible en la cuenca alta del río Yuna, se concibieron varias alternativas de desarrollo.

Básicamente, el agua del cauce principal del Yuna es utilizada en dos caídas, tomando en consideración las condiciones topográficas y los sistemas de afluentes. En la parte superior, sitio de presa de embalse, así como una alternativa de presa derivadora se encontraron cerca de El Torito. En la parte intermedia, cerca de la confluencia con Arroyo Colorado, los sitios para alternativas con presa ó presa derivadora son identificados cerca de Los Veganos. El esquema a ser desarrollado en la parte superior es denominado esquema El Torito, y el esquema en la parte intermedia es llamado esquema Los Veganos. El estudio previo por CDE-ENEL, también propuso la construcción de una presa de embalse en el cauce principal del Yuna cerca de El Torito y otra presa cerca de Los Veganos.

En vista del hecho de que el agua disponible en el cauce principal en cada sitio de toma, es bastante limitada, se deben estudiar la derivación de agua de los afluentes cercanos. Esta derivación de agua tiene también influencia en el trazado del túnel de conducción para cada esquema. Luego, la selección de las alternativas es afectada grandemente por las condiciones geológicas en los sitios de estructuras, particularmente por fallas extensamente trazables en la cuenca alta del río Yuna.

Un bosquejo de cada alternativa, así como una selección de las alternativas concebidas, es explicado en una forma resumida en los Capítulos 4.2 a 4.4. Un diagrama esquemático de las alternativas representativas es ilustrado en la Fig.-11.

4.1.2 Uso del Agua

En la evaluación de las alternativas, la operación de embalse o almacenamiento, para la generación de energía con presa ó presa derivadora, se define de acuerdo a las reglas de operación brevemente explicadas a continuación. (Ver Anexo F.1.2)

En caso de la generación de energía con presa, el caudal firme es determinado a través del análisis de la curva de masa basada en el caudal promedio diario estimado y la capacidad de almacenamiento. El caudal en el segundo año más seco es adoptado en el cálculo del caudal firme.

La toma de agua para generación de energía es hecha en forma tal, que el caudal firme es utilizado para operación en horas pico cuando el nivel de agua en el embalse está entre el nivel máximo y mínimo de agua y que el caudal afluente es usado en su máxima extensión para operación en horas pico y fuera de pico cuando el nivel de agua en el embalse está en el nivel máximo. En caso de que el nivel del agua esté en el nivel mínimo, el agua de toma es el caudal afluente y no se obtiene la capacidad de generación instalada. (Ver Fig.-12)

En caso de generación de energía con presa derivadora, el caudal firme es calculado como el caudal 90% confiable. La toma para la generación es, en principio, el caudal afluente diario y el nivel de agua de almacenamiento en la derivadora es mantenido diariamente en un nivel de suministro lleno. Cuando el afluente diario es más que la descarga pico de la planta, ésta es operada a toda capacidad, manteniendo el nivel de suministro lleno en el almacenamiento. En tiempo de sequía, cuando el caudal es menor que el caudal firme, la planta es operada a una capacidad menor, pero manteniendo la operación para las horas pico. (Ver Fig.-13)

4.2 Esquema El Torito

4.2.1 Alternativas de Presas

En y alrededor de El Torito en la parte alta del río Yuna, un sitio de presa es identificado en el cauce principal en un sitio aproximadamente 500 m aguas arriba de la confluencia con Arroyo Blanco (llamado sitio de presa T-1).

El sitio de presa T-1 presenta una garganta en forma de V, con pendiente de 35° en el estribo izquierdo y 40° en el estribo derecho. Ambos estribos, así como las riberas, están ocupadas por anfibolita foliada y microcristalina, con rumbo E-NE a O-SO y buza 30° S en la tendencia general del plano de foliación. Juntas son desarrolladas, pero se infiere que están herméticas en la roca intacta. Derumbes y recubrimiento son de cerca de 5 m en profundidad en el estribo izquierdo y son menos profundos en el estribo derecho. Juzgando de las condiciones topográficas y geológicas, parece posible construir ambas presas, de hormigón tipo gravedad y de enrocamiento en el sitio de presa T-1.

El sitio de presa T-1 domina un área de cuenca de 15.7 km². El agua disponible en el sitio de presa T-1 es estimada en una proporción de 0.04 del caudal registrado en Los Quemados. Para aumentar el agua a ser almacenada en el embalse T-1, es contemplada la derivación de agua desde Arroyo Blanco. El agua de Arroyo Blanco es tomada mediante la construcción de una derivadora en un sitio aproximadamente 1.2 km aguas arriba de su confluencia con el cauce principal del Yuna (Una área de cuenca de aproximadamente 13.0 km² en el sitio de derivadora).

El plan de la presa T-1 envuelve las siguientes estructuras principales:

- a) Presa T-1 (Presa de gravedad o relleno)
- b) Una presa derivadora con compuertas (aproximadamente 8 m de altura) y una toma en Arroyo Blanco, junto con un camino de acceso al sitio de derivadora.

- c) Un túnel (de una longitud aproximadamente de 1.4 km) desde la derivadora al embalse T-1. (El túnel cruza una zona fracturada por la falla con un ancho de cerca de 70 m)
- d) Un dique en el sitio T-3. (La construcción de una presa de relleno pequeña es posible en el sitio T-3, pero debe prestarse atención a la zona descompuesta, tan profunda como 25 m desde la superficie del terreno en ambos estribos.)
- e) Un acueducto ó un túnel revestido de acero (cerca de 171 m de longitud) y una estructura soportante para cruzar sobre Arroyo Blanco.
- f) Un túnel de conducción de 5.7 km en la margen izquierda del río Yuna.

Una alternativa es concebida para construir otra presa en Arroyo Blanco, en un sitio aproximadamente 400 m aguas arriba de la confluencia con el cauce principal del Yuna (llamada sitio de presa T-2), para almacenar agua de Arroyo Blanco en combinación con el embalse T-1. Los embalses T-1 y T-2 son combinados mediante la excavación de un canal abierto en el sitio T-3.

En el sitio de presa T-2, la condición topográfica permite la construcción de una presa de relleno. Una preocupación primaria en el sitio de presa es la extensión y efecto en la roca de cimentación (anfíbolita foliada y microcristalina), afectada por la falla, la cual se extiende en el estribo izquierdo. En base a la exploración sísmica y a los testigos de sondeos en el sitio de presa T-2, la falla se infiere que tiene un ancho aproximado de 20 m, y la falla no tiene ningún efecto serio en la roca alrededor del sitio de presa. Esto reveló que la construcción de una presa de relleno es posible dentro de una altura limitada de presa de 50-60 m. Se nota, sin embargo, que la roca alrededor del sitio están más profundamente descompuestas e intemperizadas si se comparan con el sitio de presa T-1. La roca base deberá ser excavada aproximadamente 17 m como máximo. Un cuidado debe ser prestado al tratamiento de cortina de inyecciones para detener el agua en el eje de presa.

Las presas combinadas T-1 y T-2, dominan un área de cuenca de 30 km² (15.7 km² en el sitio T-1 y 14.3 km² en el sitio T-2). El agua disponible del área cuenca combinada, se estima en una proporción de 0.08 (0.04 en T-1 y 0.04 en T-2) del caudal registrado en Los Quemados. La capacidad de almacenamiento es estimada en 6.1 millones de m³ en el nivel máximo de agua con EL. 755 m y 8.4 millones de m³ en la EL. 760 m. La alternativa para construir las presas T-1 y T-2 envuelve las siguientes estructuras principales:

- a) Presa T-1 (Presa de gravedad o relleno)
- b) Presa T-2 (Presa de relleno)
- c) Un túnel de conducción de 5.3 km de longitud (430 m más corto que en el plan de la presa T-1 sola) en la margen izquierda del río Yuna.

Las dos alternativas, presa T-1 sola o presas T-1 y T-2 combinadas, son comparadas económicamente bajo la condición de que ambas alternativas tienen la misma capacidad efectiva de almacenamiento. Consecuentemente, se encontró que la alternativa para construir las presas T-1 y T-2 combinadas, es económicamente más recomendable. La escala del embalse a ser construido por las presas T-1 y T-2 es finalmente decidido a través de hacer un estudio de optimización. (Ver Anexo F.)

4.2.2 Alternativa de Derivadora

Una alternativa es concebida para construir derivadoras, en lugares de las presas T-1 y T-2, en el área de El Torito, teniendo un almacenamiento capaz de regular el caudal diario para generación de energía pico por un mínimo de 6 horas diarias. El agua derivada por la presa derivadora T-1 es conducida al almasenaje de la presa derivadora T-2 en Arroyo Blanco a través del canal abierto a ser excavado en el sitio de T-3. La estructura de toma es instalada en la presa derivadora T-2, y el agua derivada es conducida al túnel de conducción de 5.2 km de longitud. El caudal 90% confiable es estimado en 0.31 m³/s en el sitio T-1 y 0.31 m³/s en el sitio T-2. Una caída efectiva de 229.2 m es obtenida para la generación de energía eléctrica.

La otra alternativa es concebida para construir una presa derivadora en un sitio cerca de Pino de Yuna (llamado sitio T-4), aproximadamente 800 m aguas abajo de la confluencia con Arroyo Blanco. En el sitio T-4, el lecho del río es cerca de 15 m de ancho y los estribos se inclinan 40° en la margen derecha y 30°-35° en la margen izquierda. El sitio está compuesto geológicamente de gneis, mostrando una marcable foliación buzando al estribo derecho. El estribo izquierdo tiene una zona descompuesta de cerca de 6 m de espesor. Una falla de cerca de 20 m en ancho se infiere que corre en la parte superior del estribo izquierdo. Sin embargo, las condiciones geológicas permiten construir una derivadora de concreto con una altura máxima de 20-25 m.

El área de cuenca en el sitio T-4 es aproximadamente 32.5 km². El caudal 90% confiable en este sitio es estimado en 0.70 m³/s. Un túnel de conducción de 4.4 km de longitud (unos 800 m más corto que la alternativa de derivadora T-1 y T-2) es trazado en la margen izquierda, y una caída de 184.3 m (unos 45 m menos alta que la alternativa de derivadora T-1 y T-2) es obtenible en caso de que la casa de máquina sea localizada cerca del sitio de presa V-1 en Los Veganos.

Las dos alternativas de derivadora han sido evaluado preliminarmente desde el punto de vista económico. Sin embargo, la evaluación preliminar resultó en la diferencia muy marginal en la tasa de beneficio/costo, y se ha decidido a seleccionar la más beneficiosa a través de la comparación detallada mediante preparación de diseño y costo estimado de ambas alternativas.

4.2.3 Derivación de Agua desde A. Colorado

Arroyo Colorado es un afluente mayor, teniendo un área de cuenca de aproximadamente 15.3 km² en la confluencia con el cauce principal del Yuna. La cuenca de Arroyo Colorado tiene comparativamente un mayor caudal específico y pendiente Pino del río. Consecuentemente, un plan es concebido para derivar el agua disponible en la cuenca alta de Arroyo Colorado al túnel de conducción, ya sea desde las presas combinadas T-1 y T-2 o desde la toma derivadora en el sitio T-1 y T-2 ó alternativamente T-4.

Para este fin, dos presas derivadoras son construidas en la bifurcación de los pequeños afluentes de Arroyo Colorado, para tomar el agua alrededor de la EL. 775 m. En estos sitios de derivadoras, el área de cuenca es aproximadamente 8.1 km^2 , y el caudal 90% confiable es estimado en $0.31 \text{ m}^3/\text{s}$. El agua es derivada a través de un túnel de cerca de 1.6 km de longitud, a ser excavada en rocas de la Formación Tiroo, tales como dacita, andosita, pedernal y caliza, hasta su unión con el túnel de conducción de El Torito. En el caso del plan derivadora T-1 y T-2 ó alternativamente T-4, una sola presa derivadora es construida en Arroyo Colorado. La longitud del túnel de derivación es 1.45 km en el caso del plan derivadora T-1 y T-2, y 1.3 km en el caso del plan derivadora T-4.

La derivación del agua aumentará substancialmente el caudal disponible para generación de energía. Uno de los mayores inconvenientes, sin embargo, es la construcción de un camino de acceso a los sitios de derivación. A través del estudio económico comparativo entre con o sin la derivación de agua desde Arroyo Colorado, se recomienda la utilización del agua de Arroyo Colorado aunque el costo de construcción total sea obligado a aumentar.

4.3 Esquema Los Veganos

4.3.1 Plan de Presa

En la parte media del cauce principal del Yuna cerca de Los Veganos, un sitio de presa es identificado a ser ubicado aproximadamente 400 m aguas arriba de la confluencia con Arroyo Colorado (llamado sitio de presa V-1). El sitio tiene una garganta en forma de V, con pendiente de 30° en el estribo izquierdo y 40° en el estribo derecho. La presa es capaz de embalsar alrededor de 6.4 millones de m^3 de agua con una altura de presa de 72 m.

El agua almacenada por la presa V-1 es soltada a través de un túnel de conducción a ser trazado en la margen izquierda ó como alternativa, en la margen derecha del río Yuna. En caso de que el túnel de conducción sea trazado en la margen izquierda, derivación del agua de Arroyo Caña (área de cuenca de aproximadamente 7.7 km^2 en el sitio de derivadora) es técnicamente posible. Sin embargo, el estudio comparativo con ó sin el agua derivada desde Arroyo Caña indica que esta derivación de agua no es económicamente beneficiosa. Esto es principalmente porque el túnel de conducción en la margen derecha es aproximadamente 1.6 km más corto que el trazado en la margen izquierda. También se planificó la derivación del agua disponible en Arroyo Avispa y en la cuenca inferior de Arroyo Colorado. Arroyo Avispa tiene un área de cuenca de aproximadamente 9.3 km^2 en el sitio de derivación y Arroyo Colorado, aguas abajo de las derivadoras a ser construidas para el esquema El Torito, tiene un área aproximada de 6.4 km^2 . El caudal 90% confiable en estos sitios de derivadoras es estimado en $0.26 \text{ m}^3/\text{s}$ y $0.24 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente.

La condición geológica del sitio de presa V-1 ha sido investigado intensamente. El sitio consiste de roca verde en el estribo derecho y caliza bien estratificada (parcialmente fangosa o tobácea) en el estribo izquierdo. Ambos están en contacto de falla con una delgada zona fracturada. Un fenómeno notable es encontrado en el estribo izquierdo. El nivel freático de la caliza está localizado a un nivel más bajo que el nivel del río, con la indicación de que la filtración del agua freática es posible que ocurra a través de una zona de alta permeabilidad, como una cueva y fisuras abiertas en la masa de la caliza. Más tarde, el ensayo de presión de agua verificó que una parte de la zona radosa entre el suelo superior y el nivel de agua freática, posee alta permeabilidad, y el agua puede filtrarse extensamente desde el embalse. Finalmente, se concluyó que el sitio de presa V-1 es geotécnica y económicamente no recomendable para la construcción de una presa grande.

Aguas arriba y aguas abajo del sitio de presa V-1, no es obtenible otro sitio para la construcción de una presa grande de embalse, desde el punto de vista de condiciones topográficas y geotécnicas.

4.3.2 Alternativa de Derivadora

El sitio de la alternativa de derivadora se identificó su ubicación en un sitio inmediatamente aguas abajo de la confluencia con Arroyo Colorado (llamado sitio V-3). El sitio forma una garganta estrecha. El acantilado en ambos estribo está compuesto de marga bien estratificada (roca calcárea arcillosa) y toba verde calcárea. La roca es bastante durable para la construcción de una derivadora de gravedad con altura de 20-30 m.

El área de cuenca en el sitio de derivadora V-3 es de aproximadamente 63 km². El caudal 90% confiable en el sitio es estimado en 1.72 m³/s. Para la regulación diaria del caudal, una derivadora con compuerta, de 32 m de altura debe ser diseñada. Un túnel de conducción de 3.3 km de longitud es trazado en la margen derecha del río Yuna. Una caída bruta de 140.8 m está disponible para llegar a una casa de máquina a ser ubicada en la vieja terraza de depósito del río, cerca de Boca de Tireo.

4.4 Complejo El Torito-Los Veganos

A través del estudio comparativo como se describe en esta sección, las alternativas son seleccionadas para estudio más detallado de la forma siguiente:

<u>El Torito</u>	<u>Los Veganos</u>
Presas (T-1 y T-2)	+ Derivadora (V-3)
Derivadoras (T-1 y T-2)	+ Derivadora (V-3)
Derivadora (T-4)	+ Derivadora (V-3)

Estas alternativas se ilustran en DWG-01 y DWG-02.

Estudios detallados técnicos y económicos son hechos en las alternativas seleccionadas. Además, la escala óptima de las presas combinadas en El Torito debe ser discutida luego en el Capítulo subsiguiente.

V. DISEÑO PRELIMINAR

5.1 Plan de Presa El Torito

A través del estudio comparativo de las alternativas, como se explicó en el capítulo anterior, el plan de construir las presas combinadas en los sitios de presa T-1 y T-2 en El Torito, es seleccionado como una alternativa para estudio detallado posterior y diseño preliminar. Bajo esta alternativa, un embalse es construido para almacenar agua del cauce principal del Yuna (15.7 km^2) y Arroyo Blanco (14.3 km^2), y el agua es conducida a través de un túnel de conducción de 5.3 km de largo, trazado en la margen izquierda del río Yuna, hasta alcanzar la central Yuna No. 1, a ser localizada cerca de Los Veganos. Un bosquejo del diseño preliminar de las principales estructuras contempladas bajo el plan de presa El Torito es descrita aquí en una forma resumida.

A través del análisis de la curva de masa, el caudal firme en el plan de presa de embalse en El Torito es estimado para cada alternativa de capacidad de embalse. Al nivel máximo de agua de EL. 750.0 m, 755.0 m y 760.0 m, el caudal firme es $1.05 \text{ m}^3/\text{s}$, $1.23 \text{ m}^3/\text{s}$ y $1.36 \text{ m}^3/\text{s}$ respectivamente. (Ver Fig.-14)

5.1.1 Presa y Embalse

La escala del embalse de El Torito es determinada a través de un estudio de optimización. La limitación geotécnica en el sitio de presa T-2 es también tomado en consideración. A través del estudio económico comparativo, el nivel máximo de agua en la EL. 755 m es evaluado como es más ventajoso. Bajo esta escala de embalse óptimo, la capacidad de almacenamiento efectiva es determinada en 4.6 millones m^3 y el caudal firme para generación de energía es estimado en $1.23 \text{ m}^3/\text{s}$. Luego, la capacidad instalada óptima es determinada a través del estudio comparativo en diferente operación de horas pico. Como resultado, la operación de 6 horas con una capacidad instalada de 10.3 MW es encontrada que es recomendable. (Ver Anexo G.2.1)

Dos diferentes tipos de presas en el sitio de presa T-1, son

estudiadas comparativamente, i.e., una presa de hormigón tipo gravedad y una de enrocamiento. Ambos tipos de presas son técnicamente posibles de ser construidas en el sitio T-1, como se discutió en el Capítulo 4.2.1. Como se explicó en detalle en el Anexo G.3.3, el costo de construcción de una presa de gravedad es inevitablemente mayor. Esto es parcialmente debido a que la arena y grave disponibles para agregados de hormigón son limitadas en el área El Torito, como se hizo notar en el Capítulo 3.6. Consecuentemente, es recomendable construir una presa del tipo de enrocamiento en el sitio de presa T-1. Ambas presas T-1 y T-2 son, por consiguiente, diseñadas como presas de relleno.

El diseño preliminar de las presas de relleno es preparado como se bosqueja a continuación.

1) Eje y Corona de Presa:

El eje de la presa T-1 está localizado 550 m aguas arriba de la confluencia con Arroyo Blanco, y el eje de la presa T-2 es frazado 500 m aguas arriba de la confluencia. El eje de la presa T-2 es diseñado para ser una línea de arco para facilitar el acceso del estribo derecho. Al tiempo del caudal estimado de la crecida de diseño de $560 \text{ m}^3/\text{s}$, el nivel del agua sube 2.8 m sobre el nivel máximo de agua. Además, un bordo libre de 2.2 m de altura es diseñado a la luz del caudal de crecida máximo probable, estimado en $580 \text{ m}^3/\text{s}$. Consecuentemente, la elevación de la corona de las presas T-1 y T-2 es puesta en la EL. 760.0 m. La altura de la presa desde la cimentación es 55 m en el sitio de presa T-1 y 60 m en el sitio de presa T-2. (Ver DWG-03, DWG-04 y Anexo G.3.4)

2) Zonificación y Estabilidad de la Presa:

La zonificación de la presa es determinada a la luz de la aceleración del terremoto de diseño estimada en 0.15 g, valores de diseño y cantidad disponible de materiales de terraplén, análisis de estabilidad de los taludes de la presa por medio del método del círculo de deslizamiento, etc. (Ver Anexo G.3.4)

La zona de núcleo impermeable es diseñada de 4.0 m en el ancho en la corona. El ancho en la base es 46% de la altura de la presa. El talud

es determinado en 1:02 en ambos lados aguas arriba y aguas abajo. Una sola zona de filtro es diseñada en los lados aguas arriba y aguas abajo, teniendo un ancho en la corona de 3.0 m. La zona de transición es diseñada para minimizar los costos del terraplén, utilizando los depósitos del lecho del río en su máxima extensión. De acuerdo al análisis de estabilidad, el talud aguas arriba de la zona de transición es diseñado para ser 1:1.8 y el talud aguas abajo 1:1.4. La zona de roca es diseñada con taludes de 1:2.7 aguas arriba y 1:1.9 en el lado aguas abajo. (Ver DWG-03 y Anexo G.3.4)

3) Desvío del Río y Vertedero:

El desvío del río es hecho por ataguías y túneles de desviación. Las ataguías son diseñadas en base al caudal probable de crecida de $300 \text{ m}^3/\text{s}$. Los túneles de desviación son trazados en el estribo izquierdo en los sitios de presa T-1 y T-2. El túnel en el sitio de presa T-1 es diseñado para funcionar como un vertedero tipo túnel en su sección inferior. El túnel vertedero es diseñado de 9.4 m de diámetro interior para permitir el flujo libre del caudal de la crecida de diseño estimado en $560 \text{ m}^3/\text{s}$. (Ver DWG -05)

5.1.2 Conducción del Agua y Derivación desde Afluente

La toma y túnel de conducción está localizada en la margen izquierda de Arroyo Blanco a 400 m aguas arriba del eje de presa T-2, evitando los sitios susceptibles de deslizamiento. La toma está equipada con una rejilla y una compuerta deslizante. La corona del umbral está en la EL. 738 m.

El túnel de conducción de 5.3 km de longitud es trazado en la margen izquierda del cauce principal del Yuna. El túnel es diseñado de 2.0 m de diámetro, el cual es el tamaño mínimo para excavación con equipo convencional. Una chimenea de equilibrio es diseñada al final del túnel de conducción. Una chimenea de equilibrio de entrada estrangulada de 4.0 m de diámetro interior y 46.0 m de altura. La tubería de presión es trazada en el lomo de una vertiente en el estribo izquierdo cerca de Los Veganos. La tubería de presión es diseñada de 560 m de longitud y 2.0-1.0 m en diámetro. (Ver DWG-06, DWG-07 y Anexo G.3.5)

La derivación del agua de Arroyo Colorado es planeada para ser incorporada al esquema El Torito. Dos derivadoras son diseñadas en los afluentes (A. Chiquito y A. Pringamosa) aproximadamente 100 m aguas arriba de su confluencia. Las dos derivadoras son conectadas por un canal abierto de 121 m de longitud, y el agua es conducida a través de un túnel de derivación de 1.6 km de longitud hasta su conexión con el túnel de conducción del embalse de El Torito. (Ver DWG-08, DWG-09 y Anexo G.3.6)

5.1.3 Central y Línea de Transmisión

Una casa de máquina (Central Yuna No. 1) está ubicada en la margen izquierda del cauce principal del Yuna, aproximadamente 400 m aguas arriba de la confluencia con Arroyo Colorado. El sitio está cubierto con depósito de talud y la fundación es roca verde con bastante durabilidad para la construcción de una casa de máquina. Las dimensiones de la casa de máquina son diseñadas de 22.0 m x 18.5 m x 27.5 m. La turbina es diseñada del tipo Francis, con una capacidad de 10.3 MW bajo una caída efectiva de 250.3 m y un caudal máximo de $4.92 \text{ m}^3/\text{s}$. El generador es instalado de 12.7 MVA para enviar 10.3 MW de energía al 0.9 de factor de energía en retraso. (Ver DWG-10)

Un transformador principal, con una capacidad de 12.7 MVA, es instalado en el switchyard exterior. La energía generada en la central Yuna No. 1 es subida y enviada a una subestación a ser ubicada en la central de Río Blanco, a través de una línea de transmisión de 69 KV. La línea es de aproximadamente 8 km de longitud.

5.1.4 Producción de Energía

De acuerdo con las condiciones para la operación de embalse y central, como se explicó en el Capítulo 4.1.2, la producción anual de energía del plan de presa El Torito es calculada como se resume a continuación.

Capacidad instalada	:	10.3 MW
Energía primaria	:	22.2 GWh
Energía secundaria	:	15.8 GWh
Producción total de energía	:	38.0 GWh

5.2 Plan de Derivadora El Torito

Como una alternativa a la construcción de la presa de embalse El Torito, se planeó la toma de agua mediante la construcción de dos presas derivadoras en los sitios T-1 y T-2 en El Torito. El agua del cauce principal del Yuna, estimada en $0.31 \text{ m}^3/\text{s}$ del caudal 90% confiable, es derivada al Arroyo Blanco mediante la construcción de la presa derivadora en el sitio T-1 y excavación de un canal abierto a través del sitio T-3. En el Arroyo Blanco, otra presa derivadora es construida en el sitio T-2 para tomar el flujo del Arroyo estimado en $0.31 \text{ m}^3/\text{s}$ del caudal confiable, así como el caudal derivado de la presa derivadora T-1. El caudal confiable total en T-1 y T-2 es estimado en $0.62 \text{ m}^3/\text{s}$. (Ver Fig.-15) La derivación del agua de Arroyo Colorado es también planeada para este plan alternativo.

A través de un estudio de optimización, la capacidad de almacenamiento de la presa derivadora T-2 es definida en $110,000 \text{ m}^3$. La capacidad óptima instalada y horas de operación diaria son determinadas también mediante el estudio de optimización. Se recomienda diseñar 6 horas de operación con el caudal máximo de $3.72 \text{ m}^3/\text{s}$. La capacidad instalada es de 7.2 MW. El diseño preliminar de las estructuras principales es preparado como se resume a continuación.

5.2.1 Presa Derivadora

La presa derivadora T-1 está ubicada a unos 130 m aguas arriba del eje de presa propuesta T-1. La derivadora es de tipo libre desborde, sin compuertas, y es diseñada como una presa derivadora de hormigón tipo gravedad, de 17.0 m de altura y 50.0 m de longitud de corona. Un canal abierto de derivación desde la derivadora T-1 hasta Arroyo Blanco es de 360 m de longitud, y es excavado hasta el nivel de EL. 722 m. (Ver DWG-11 y DWG-12)

La presa derivadora T-2 está localizada inmediatamente aguas arriba del eje de la presa T-2 en Arroyo Blanco. Para conseguir el almasenaje de $110,000 \text{ m}^3$ de agua para una operación de 6 horas pico, el nivel máximo del agua es fijado en la EL. 726.0 m y el nivel mínimo en la EL. 723.4 m. La presa derivadora es diseñada como una derivadora de hormigón con compuertas, de 22.0 m de altura y 86 m de longitud de corona. La sección

vertedora con compuertas y las dos secciones no vertedoras son diseñadas para permitir el paso de la crecida estimada en $420 \text{ m}^3/\text{s}$ para un período de retorno de 100 años. Dos compuertas de levantamiento vertical ($12 \text{ m} \times 7.75 \text{ m} \times 2$ juegos) son instaladas para evacuar sedimentos en el almenaje. Una toma de agua es construida a la EL. 720.5 m en el estribo izquierdo. (Ver DWG-11, DWG-12 y Anexo G.4.1)

5.2.2 Conducción del Agua y Derivación desde Afluente

Un túnel de conducción es trazado en la ribera izquierda del río Yuna. El túnel es de 5.2 km de longitud total y de 2.0 m de diámetro interior. La excavación del túnel de conducción a través de la masa de esquistos verde es planeada que se hará desde tres frentes, con una longitud de excavación de 1,700 m, 2,200 m y 1,400 m. (Ver DWG-13 y Anexo G.4.2)

La derivación de agua desde Arroyo Colorado es planeado para tomar $0.31 \text{ m}^3/\text{s}$ del caudal confiable. La presa derivadora es ubicada inmediatamente aguas abajo de la confluencia de Arroyo Chiquito y Arroyo Pringamosa, ó en la EL. 736.5 m. La derivadora es de 7.5 m de altura y 67 m de longitud de corona. Un túnel de derivación de 1,450 m es conectado al túnel de conducción de la presa derivadora T-2 en un punto de aproximadamente 300 m desde la chimenea de equilibrio. (Ver DWG-14 y Anexo G.4.3)

La chimenea de equilibrio es instalada en la parte final del túnel de conducción. Esta es diseñada que tendrá un eje vertical revestido de hormigón de 4.0 m de diámetro y 44.0 m de altura. El estrangulamiento es de 0.8 m de diámetro. La tubería de presión es diseñada con el mismo trazado que el plan de presa El Torito, con 615 m de longitud total y 2.0-1.0 m de diámetro interior. (Ver DWG-15)

5.2.3 Central

La casa de máquinas está ubicada en el mismo lugar que se diseñó para el plan de presa El Torito. La dimensión de la casa es diseñada en 22.0 m de longitud, 18.5 m de ancho y 27.0 m de altura. La turbina es de tipo Francis de eje vertical con una capacidad instalada de 7.2 MW bajo la caída de 229.2m y el caudal máximo de $3.72 \text{ m}^3/\text{s}$. El generador es instalado

a 8.0 MVA para entregar 7.2 MW al 0.9 del factor de energía. La línea de transmisión es de 69 KV de voltaje y 8 km de longitud.

5.2.4 Producción de Energía

De acuerdo con las condiciones para la operación de almacenaje y la central, como se explicó en el Capítulo 4.1.2, la producción anual de energía del plan de derivadora El Torito es calculada como se resume a continuación.

Capacidad instalada	:	7.2 MW
Energía primaria	:	15.2 GWh
Energía secundaria	:	16.9 GWh
Producción total de energía	:	32.1 GWh

5.3 Plan de Derivadora Pino de Yuna

Como una alternativa a la construcción de la derivadora T-1 y T-2 en El Torito, se planea la toma de agua mediante la construcción de una derivadora en Pino de Yuna (sitio T-4) ubicado a unos 800 m aguas abajo de la confluencia con Arroyo Blanco. En el sitio de derivadora, el lecho del río es 15 m de ancho, y la roca de cimentación está formada por gneis cubierto con depósito aluvial de aproximadamente 4.5 m en espesor.

En Pino de Yuna (sitio T-4), el caudal promedio diario es estimado con la tasa de 0.09 del caudal diario registrado en Los Quemados. En base a la curva de duración de caudales en Pino de Yuna, el caudal 90% confiable (Q_{90}) es estimado en $0.70 \text{ m}^3/\text{s}$. (Ver Fig.-16) Junto con el agua a ser derivada de Arroyo Colorado, el caudal disponible para la generación eléctrica es estimado en $1.01 \text{ m}^3/\text{s}$.

La escala de la derivadora es determinada a través de un estudio de optimización. La capacidad de almacenamiento es optimizada mediante el análisis de la relación de la altura de la derivadora y altura de compuertas y por la comparación económica. Se recomienda la definición de la capacidad de almacenaje de la presa derivadora de Pino de Yuna (T-4) en $95,000 \text{ m}^3$.

La capacidad instalada y las horas de operación pico son también determinadas a través de estudio de optimización. Se recomienda diseñar para 6 horas de operación con una capacidad instalada de 6.3 MW. El caudal máximo es $4.04 \text{ m}^3/\text{s}$. El diseño preliminar de las estructuras principales es preparado como se resume a continuación.

5.3.1 Presa Derivadora

Para almacenar $95,000 \text{ m}^3$ de agua para una operación de 6 horas pico, el nivel máximo del agua es fijado en la EL. 680.0 m y el nivel mínimo del agua en la EL. 677.5 m. La derivadora es diseñada como una derivadora de hormigón con compuertas, con una longitud de corona de 74 m. La sección vertedora con compuertas y las dos secciones no vertedoras son diseñadas para permitir el paso de la avenida probable para un período de retorno de 100 años, el cual es estimado en $440 \text{ m}^3/\text{s}$. Dos compuertas de levantamiento vertical (12 m x 7.75 m) son instaladas para evacuar sedimentos en el almacenaje. La sección aguas arriba de la derivadora será llenada por sedimentos en un período relativamente corto, después de la construcción de la derivadora, pero la capacidad de almacenamiento es asegurada mediante la instalación de estas compuertas. Un canal de evacuación de arena es también diseñado para estar dentro de la derivadora. Una toma es construida a la EL. 674.5 m en el estribo izquierdo. (Ver DWG-16 y Anexo G.5.1)

5.3.2 Conducción del Agua y Derivación desde Afluente

Un túnel de conducción es trazado en la margen izquierda del río Yuna, con una longitud total de 4.4 km. La masa de roca a lo largo de la ruta del túnel, se infirió que es esquisto verde. El túnel es diseñado con una sección transversal circular, con un diámetro interior de 2.0 m. La excavación es planeada que se hará desde tres frentes, cada uno teniendo una longitud de excavación de 1,500 m, 1,050 m y 1,850 m. (Ver DWG-17)

La derivación de agua desde Arroyo Colorado es también planeada para esta alternativa de derivadora Pino de Yuna. El agua de Arroyo Colorado es tomada en una derivadora localizada a la EL. 695 m, ó aproximadamente 300 m aguas abajo de las dos derivadoras planeadas para el plan de presa El Torito. La derivadora es de 7.5 m de altura y 71 m de longitud de

la corona. Un túnel de derivación de 1,300 m de longitud es conectado al túnel de conducción de la derivadora de Pino de Yuna en un punto aproximadamente 200 m desde la chimenea de equilibrio. (Ver DWG-18)

La chimenea de equilibrio es instalada en la parte aguas abajo final del túnel de conducción. Esta es diseñada que tendrá un eje vertical revestido de hormigón de 4.0 m de diámetro y 32.0 m de altura. El estrangulamiento es de 0.8 m de diámetro. La tubería de presión es diseñada con el mismo trazado que el plan de presa de El Torito. Esta es 467 m de longitud y 2.0-1.0 m de diámetro. (Ver DWG-19 y Anexo G.5.2 y G.5.3)

5.3.3 Central

La casa de máquina está ubicada en el mismo lugar que se diseñó para el plan de derivadora El Torito. La turbina de tipo Francis de eje vertical, con una capacidad instalada de 6.3 MW bajo la caída de 184.3 m y el caudal de 4.04 m³/s. El generador es instalado a 7.5 MVA para entregar 6.3 MW al 0.85 del factor de energía en retraso. La línea de transmisión es construida en la misma forma como se diseñó para el plan de presa El Torito.

5.3.4 Producción de Energía

De acuerdo con las condiciones para la operación del almacenaje y la central, como se explicó en el Capítulo 4.1.2, la producción de energía anual del plan de derivadora de Pino de Yuna (Central Yuna No. 1), es calculada como se resume a continuación.

Capacidad instalada	:	6.3 MW
Energía primaria	:	12.7 GWh
Energía secundaria	:	13.7 GWh
Producción total de energía	:	26.4 GWh

5.4 Plan de Derivadora Los Veganos

Bajo el esquema Los Veganos, la construcción de una central del tipo de pasada (run-of-river) con una presa derivadora en el sitio V-3 es

unicamente contemplada, porque la alternativa de construir una presa grande en el sitio V-1 ha sido geotécnica y económicamente no recomendable. El sitio propuesto de presa derivadora está ubicado a unos 100 m aguas abajo de la confluencia con Arroyo Colorado, ó aproximadamente 500 m aguas abajo de la central Yuna No. 1 propuesta. El sitio forma una garganta, con ambos estribos compuestos de marga bien estratificada y tobacalcárea verde con pendiente escarpada por aproximadamente 15 m de altura.

En el sitio V-3 en Los Veganos, el caudal promedio diario es estimado a la tasa de conversión de 0.22 del caudal diario registrado en Los Quemados. En base a la curva de duración de caudales (Ver Fig.-17), un caudal 90% confiable en la derivadora de Los Veganos es estimada en 1.72 m³/s. Si se combina con la presa El Torito, el caudal confiable es aumentado a 1.96 m³/s.

A través de un estudio de optimización, la capacidad de almacenaje de la presa derivadora de Los Veganos (V-3) es determinada en 169,000 m³ (combinado con la presa El Torito) ó 149,000 m³ (combinado con la derivadora El Torito ó Pino de Yuna) para regulación diaria de 6 horas pico de operación. El caudal máximo es estimado en 7.84 m³/s (combinado con la presa El Torito) ó 6.88 m³/s (combinado con la derivadora El Torito ó Pino de Yuna). La capacidad instalada es definida en 8.8 MW ó 7.7 MW. El diseño preliminar de las estructuras mayores para el plan de derivadora de Los Veganos es preparado como se resume a continuación.

5.4.1 Presa Derivadora

La escala óptima de la capacidad de almacenaje es asegurada entre el nivel de agua máximo en la EL. 494.0 m y el nivel mínimo de agua en la EL. 489.5 m en el caso de combinación con la presa El Torito y entre la EL. 493.0 m y EL. 488.5 m en el caso de combinación con la derivadora El Torito ó Pino de Yuna. La derivadora es de 32 m de altura desde su cimentación, y 68 m de longitud de corona. Es diseñada para tener una sección vertedora con compuertas y un canal lateral, capaz de descargar una crecida de diseño estimada en 820 m³/s. Dos compuertas del tipo de levantamiento vertical (12 m x 9.75 m) son instaladas para evacuar los sedimentos en el almacenaje. Un canal de evacuar arena (3m x 3m) es también incluido en la derivadora al lado de las compuertas. (Ver DWG-20 y Anexo G.6.1)

5.4.2 Condición de Agua

Como se explicó en el Capítulo 4.3.2, un túnel de conducción es trazado en la margen derecha del río Yuna. El trazado del túnel es propuesto tomando en consideración la falla que lo bisela dos veces en su curso. La longitud total del túnel es aproximadamente 3.3 km. El túnel de presión es diseñado con una sección transversal circular de 2.0 m de diámetro. Se ha propuesto que el túnel sea excavado desde tres frentes, dividiéndolo en dos secciones (1.9 km y 1.4 km). (Ver DWG-21)

Una chimenea de equilibrio es construida en la parte final del túnel de conducción en la EL. 510 m. Esta es diseñada para tener un eje vertical revestido de hormigón de 6.0 m de diámetro y 30.0 m de altura. El estrangulamiento es 0.8 m de diámetro. Una tubería de presión es planeada para trazar en el lomo de la vertiente detrás de la casa de máquina a ser ubicada aproximadamente 1.8 km aguas arriba de la confluencia con Arroyo Tireo. La tubería de presión tiene 200 m de longitud y 2.0-1.0 m de diámetro interior. (Ver DWG-22)

5.4.3 Central y Línea de Transmisión

La central (Yuna No. 2) será construida en una vieja terraza de depósito desarrollada en la margen derecha del río Yuna. El equipo de generación es una unidad de 8.8 MW ó 7.7 MW. La turbina es de tipo Francis de eje vertical. La capacidad instalada es obtenida bajo la caída de 134.0 m y el caudal máximo de $7.84 \text{ m}^3/\text{s}$ ó $6.88 \text{ m}^3/\text{s}$. El generador es de 9.8 MVA ó 9.0 MVA para entregar 8.8 MW ó 7.7 MW de energía con un 0.9 de factor de energía en retraso. Un switchyard exterior es diseñado al lado de la casa de máquina, y un transformador principal de subida con una capacidad de 9.8 MVA ó 9.0 MVA será instalado en el switchyard. (Ver DWG-23)

La energía generada es transmitida a través de una línea de 69 KV a la subestación en el patio de la central Río Blanco. La distancia de la línea de transmisión es aproximadamente 4.0 km.

5.4.4 Producción de Energía

De acuerdo con las condiciones para operación de almacenamiento y la central, como se explicó en el Capítulo 4.1.2, la producción anual de energía del plan de derivadora Los Veganos (Central Yuna No. 2) es calculada como se resume a continuación.

	<u>Combinado con Presa El Torito</u>	<u>Combinado con Derivadora El Torito ó Pino de Yuna</u>
Capacidad instalado :	8.8 MW	7.7 MW
Energía primaria :	18.9 GWh	16.4 GWh
Energía secundaria :	22.8 GWh	19.0 GWh
Producción total de Energía :	41.7 GWh	35.4 GWh

5.5 Producción de Energía del Complejo El Torito-Los Veganos

En consecuencia, la producción total de energía de las tres alternativas estudiadas anteriormente para el complejo El Torito-Los Veganos es estimado como se resume a continuación.

(Presa El Torito) + (Derivadora Los Veganos)

Capacidad instalada :	19.1 MW
Energía primaria :	41.1 GWh
Energía secundaria :	38.6 GWh
Producción total de energía :	79.7 GWh

(Derivadora El Torito) + (Derivadora Los Veganos)

Capacidad instalada :	14.9 MW
Energía primaria :	31.6 GWh
Energía secundaria :	35.9 GWh
Producción total de energía :	67.5 GWh

(Derivadora Pino de Yuna) + (Derivadora Los Veganos)

Capacidad instalada :	14.0 MW
Energía primaria :	29.1 GWh

Energía secundaria : 32.7 GWh
Producción total de energía : 61.8 GWh

VI. PLAN Y PROGRAMA DE CONSTRUCCION

6.1 Plan y Método de Construcción

En base al diseño preliminar, se elabora un plan de construcción para cada componente de las alternativas, i.e., plan de presa El Torito, plan de derivadora El Torito, plan de derivadora Pino de Yuna y plan de derivadora Los Veganos. El plan de construcción es integralmente estudiado con el programa de construcción explicado en el siguiente Capítulo 6.2, con una perspectiva de construir el complejo en el menor tiempo posible y de la manera más económica.

El plan de construcción elaborado para cada componente del complejo es descrito en forma resumida como sigue:

6.1.1 Plan de Presa El Torito

Los principales trabajos de construcción del plan de presa El Torito comprenden: i) túneles y ataguías de desviación, ii) presas T-1 y T-2, iii) túnel de conducción, iv) chimenea de equilibrio, v) tubería de presión, vi) toma y derivación de Arroyo Colorado, vii) casa de máquina y equipo electromecánico, y viii) línea de transmisión y subestación. (Ver Anexo H.2.1)

Un túnel de desviación en el sitio de presa T-1 es planeado para ser excavado aplicando el método de galería de avance superior y corte por bancos y utilizando un vagón barrenador para la galería de avance superior, perforador de oruga para el corte de banco inferior y martillo perforador para los muros laterales. Mientras que, para la excavación del túnel de desviación del sitio de presa T-2, se planea un método de avance con frente entero. Para el revestimiento de hormigón, se recomiendan los métodos de arco-muro-invertido y de arco-luego-invertido para ser aplicados en túnel T-1 y el método de arco-luego-invertido para el túnel T-2. Una planta de dosificación (0.75 m^3 x 2 mezcladoras) es instalada cerca del sitio de presa, y el hormigón será transportado por camiones agitadores y colocado por bombas de hormigón.

La excavación de la cimentación de las presas T-1 y T-2 es planeada para ser ejecutada por topadoras con escarificadora. La excavación en roca será realizada por perforadora de oruga. La excavación de la cimentación, principalmente para la porción de tierra impermeable, tomará casi 6 meses después de la desviación del río. Inyección de colchón y cortina de barro es ejecutada paralelamente a la excavación de la cimentación, y la inyección de cortina será llevada a cabo antes del terraplén de tierra impermeable.

El terraplén de materiales terrosos impermeables ($48,000 \text{ m}^3$ para la presa T-1 y $75,000 \text{ m}^3$ para la presa T-2) es planeado a ser tomado de las áreas de préstamo y de la excavación del canal de conexión en el sitio T-3, extendido por topadoras y compactado por rodillo apisonador. Terraplenes de la zona de filtro ($37,000 \text{ m}^3$ para la presa T-1 y $58,000 \text{ m}^3$ para la presa T-2) serán llevadas a cabo paralelamente al terraplén de tierra impermeable. Materiales de filtro son tomados de las áreas de préstamo, transportados por camiones volquete y compactado por rodillos vibradores autorodantes. El terraplén de materiales de roca ($284,000 \text{ m}^3$ para la presa T-1 y $418,000 \text{ m}^3$ para la presa T-2) es ejecutado mediante los materiales excavados de la cantera y transportados por camiones volquete. Todos los trabajos de terraplén tomarán unos 20 meses a partir de la terminación de la mayor parte de la inyección de colchón y cortina de barro.

Un túnel de conducción (No. 1-1) de 5.3 km de longitud es planeado para ser dividido en 4 secciones de túnel por 3 galerías de acceso. Una galería de acceso adicional es excavada para la excavación del túnel de derivación Arroyo Colorad. El método de avance con frente entero y de arco-luego-invertido es recomendado para la construcción de las galerías de acceso y el método de avance con frente entero es aplicado para la excavación del túnel de conducción. El transporte de materiales excavados es planeado para realizarse por el método del carril, utilizando vagones para excombros con locomoción a batería. El revestimiento de hormigón es planeado para ser hecho por el método de círculo continuo, con inyección de relleno. La construcción del túnel de conducción, incluyendo los trabajos de inyección, tomará 3.5 años aproximadamente.

Una chimenea de equilibrio de eje vertical, revestido de hormigón,

es construída al final del túnel de conducción No. 1-1. Un método de perforación a martillo es recomendado para la excavación del pozo. El hormigón es colocado, utilizando tolvas y canalones de hormigón. La construcción de la chimenea de equilibrio tomará unos 4 meses. Para la instalación de una tubería de presión de acero, se lleva a cabo una excavación abierta a lo largo de la línea de la tubería de presión. Tuberías de acero, fabricados en los talleres del contratista con una longitud unitaria de 6 m son planeados a ser instalados utilizando camiones grúa y soldados in situ. La construcción e instalación del túnel de presión tomará cerca de 13 meses.

Las presas derivadoras de Arroyo Colorado serán construídas al terminar la excavación del túnel de derivación. Después de la excavación de la cimentación, el hormigón será colocado por bombas de hormigón. La construcción de la derivadora tomará cerca de 6 meses.

La casa de máquina (Yuna No. 1) de estructura de hormigón armado, es construída sobre la cimentación excavada por topadoras. El trabajo de hormigón es ejecutado en 2 etapas. Al principio, hormigón para la subestructura es colocado para la instalación de la grúa aérea, y será seguida por la instalación de forros del tubo de descarga. Subsecuentemente, se ejecutará la instalación de una turbina y generador de 10.3 MW. Los trabajos de hormigón de la segunda etapa serán hechos para hormigón alrededor de los forros del tubo de descarga y otros trabajos de edificación. La construcción de la casa de máquina es planeada para ser completada en 15 meses.

6.1.2 Plan de Derivadora El Torito

Los principales trabajos de construcción del plan de derivadora El Torito comprenden: i) presas derivadoras T-1 y T-2, ii) canal abierto para derivar el agua de T-1 al almasenaje T-2, iii) túnel de conducción, iv) chimenea de equilibrio, v) tubería de presión, vi) toma y derivación de Arroyo Colorado, vii) casa de máquina y equipo electromecánico, y viii) línea de transmisión y subestación. (Ver Anexo H.2.2)

Una presa derivadora sin compuerta (17 m de altura, 50 m de longitud de corona y $6,400 \text{ m}^3$ de volumen de hormigón) es construída en el sitio

T-1. Otra presa derivadora con compuertas (22 m de altura, 86 m de longitud de corona y $8,700 \text{ m}^3$ de volumen de hormigón) se construye en el sitio T-2 en Arroyo Blanco. La excavación de la cimentación de las presas derivadoras, así como la excavación del canal de derivación de 360 m de longitud desde el almenaje T-1 hasta T-2, es planeada para ser ejecutada por topadoras de la clase 32-ton, palas mecánicas de 2.3 m^3 y camiones volquetes de 11-ton. La inyección de consolidación y cortina será llevada a cabo por medio de las perforadoras rotatorias y bombas de inyección. Una planta de dosificación ($0.75 \text{ m}^3 \times 2$) será instalada, y el hormigón será transportado por camiones agitadores y colocado por camiones de bomba. La construcción de las presas derivadoras T-1 y T-2 tomará un período aproximado de 2 años.

El túnel de conducción (No. 1-2) de 5.2 km de longitud es planeado para ser excavado en 4 secciones divididas por 3 galerías de acceso. Adicionalmente, la cuarta galería de acceso es bifurcada de la tercera galería para la excavación del túnel derivación de Arroyo Colorado. El método de avance con frente entero es recomendado para la excavación del túnel de construcción, y el método de círculo completo para revestimiento de hormigón. Un período de construcción del túnel de conducción, incluyendo los trabajos de inyección, es programado en 3.5 años aproximadamente.

La construcción de la chimenea de equilibrio de eje vertical y la instalación de la tubería de presión de acero son planeadas de la misma manera que la aplicada para el plan de presa El Torito. La construcción de la chimenea de equilibrio tomará un período de unos 7 meses y la instalación de la tubería de presión de unos 13 meses. La construcción de la presa derivadora Arroyo Colorado será ejecutada de la misma manera que la aplicada para el plan de presa El Torito.

La casa de máquina de estructura de hormigón armado es construida para acomodar una turbina de 7.2 MW y un generador de 8 MVA, en el mismo lugar y de la misma manera que se proponen para el plan de presa El Torito. Los trabajos de construcción de campo tomarán aproximadamente 15 meses.

6.1.3 Plan de Derivadora Pino de Yuna

Este plan es una alternativa para el plan de la derivadora El Torito. La presa derivadora con compuertas (21 m de altura, 74 m de longitud de corona y $8,740 \text{ m}^3$ en volumen de hormigón) es construida en Pino de Yuna. La excavación de la cimentación es planeada para ser ejecutada utilizando topadoras de la clase 32 toneladas, y la inyección de cortinas y consolidación es llevada a cabo por medio de una perforadora rotatoria y bomba de inyección. Una planta de dosificación ($0.75 \text{ m}^3 \times 2$ mezcladoras) es instalada, y el hormigón será transportado por camiones agitadores y colocado por bombas en camión. La construcción de la presa derivadora tomará alrededor de 21 meses. (Ver Anexo H.2.3)

Un túnel de conducción (No. 1-3) de 4.4 km de longitud es planeado para ser excavado en 4 secciones con 3 galerías de acceso. Adicionalmente, la 4ta. galería de acceso es planeada a ser conectada desde la 3ra. galería para la excavación del túnel de derivación Arroyo Colorado, tal como en el caso del túnel de conducción No. 1-2. El método de avance con frente entero es aplicado para la excavación del túnel de conducción, y un método de círculo completo para el revestimiento de hormigón, tal como el caso del túnel de conducción No. 1-2. Por medio del ataque simultáneo de 3 túneles de conducción, la construcción del túnel es planeado para ser completado en alrededor de 2.5 años.

Una chimenea de equilibrio de eje vertical y una tubería de presión de acero son construídas de una manera similar a la aplicada en el plan de presa/derivadora El Torito. El período de construcción de la chimenea de equilibrio y la tubería de presión es programado a ser alrededor de 4 x 11 meses, respectivamente. La construcción de la presa derivadora Arroyo Colorado es también realizada de la misma manera que la aplicada en el plan de presa/derivadora El Torito.

La casa de máquina para acomodar una turbina de 6.3 MW y un generador de 7.5 MVA es ubicada en el mismo lugar y construída de la misma manera que se propone para la casa de máquina de la presa/derivadora El Torito. Todos los trabajos de construcción de campo tomarán alrededor de 15 meses.

6.1.4 Plan de Derivadora Los Veganos

El plan de derivadora Los Veganos es planeado a ser ejecutado en combinación con el plan de presa El Torito ó alternativamente con el plan derivadora El Torito ó Pino de Yuna. También puede ser ejecutado independientemente. El plan comprende la construcción de la presa derivadora V-3, túnel de conducción No. 2, chimenea de equilibrio, tubería de presión, casa de máquina, equipo electromecánico y línea de transmisión.

La presa derivadora en el sitio V-3 (32 m de altura, 68 m de longitud de corona y $18,140 \text{ m}^3$ en volumen de hormigón) es construída de manera similar a la aplicada en la construcción de la derivadora El Torito ó Pino de Yuna. Una planta de dosificación de 0.75 m^3 x 2 mezcladoras será instalada cerca del sitio de la derivadora, y el hormigón será colocado por bombas de hormigón en camión. Previo a los trabajos de hormigón, las inyecciones de consolidación y de cortina son ejecutada más intensamente en vista de las condiciones geológicas. Incluyendo la excavación de la cimentación, todos los trabajos de construcción de la presa derivadora tomarán alrededor de 2 años.

Un túnel de conducción No. 2 de 3.3 km de longitud es excavado dividido en 3 secciones (galerías de acceso No. 5 y No. 6), a fin de acortar el período de construcción. La excavación del túnel por el método de avance con frente entero y el revestimiento de hormigón por el método de círculo completo con inyección de relleno serán ejecutados de la misma manera que la aplicada para el túnel de conducción No. 1. El período de construcción del túnel es estimado en alrededor de 2.5 años.

Una chimenea de equilibrio es construída al final del túnel de conducción No. 2. El método de perforación a martillo es recomendado para la excavación del pozo. Una tubería de presión de acero, de 200 m de longitud, será instalada de la misma manera que la aplicada para la central Yuna No. 1. Todos trabajos de instalación serán programados a ser completados un mes antes de las operaciones de prueba.

La casa de máquina Yuna No. 2, para acomodar una turbina de 8.8 MW ó 7.7 MW y un generador de 10 MVA ó 9 MVA, es construída en la terraza de depósito del río. Después de la excavación de la cimentación, los trabajos

de hormigón serán llevados a cabo en 2 etapas, como en el caso de la casa de máquina No. 1. La instalación del forro del tubo de descarga, turbina y generador será ejecutada después de la primera etapa de los trabajos de hormigón (Ver Anexo H.2.4)

6.2 Programa de Construcción

Un programa de construcción tentativo es planeado para la ejecución del complejo presa El Torito-derivadora Los Veganos, complejo derivadora El Torito-derivadora Los Veganos y complejo derivadora Pino de Yuna-derivadora Los Veganos, en base al diseño preliminar, estimado de la cantidad de obras y plan y método de construcción propuestos en los Capítulos precedentes. El programa es planeado para completar el complejo en el menor tiempo posible en vista de la situación de la energía eléctrica proyectada como se explicó en el Capítulo 2.2

6.2.1 Etapas de Pre-construcción

Los trabajos de pre-construcción comprenden i) preparación de los documentos de licitación y diseño de construcción, ii) precalificación, licitación, evaluación, negociación y contratación, iii) construcción del camino de acceso y extensión de líneas para la energía de construcción, y iv) planeamiento y ejecución del programa de reasentamiento.

A fin de acortar el período requerido para los trabajos de pre-construcción, la preparación de los documentos de licitación está programado a ser iniciado tan pronto el estudio de factibilidad haya finalizado. Licitación, evaluación y contratación son programados a ser ejecutados paralelamente a la preparación del diseño de construcción. Está provisionalmente programado que la selección de los contratistas será finalizada para fines de Junio 1985. La construcción del camino de acceso al sitio de trabajo está programado para ser terminado para esa fecha. (Ver Anexo H.3.1)

6.2.2 Complejo de Presa El Torito - Derivadora Los Veganos

En base al diseño preliminar y al plan de construcción, así como

6.2.4 Complejo de Derivadora Pino de Yuna - Derivadora Los Veganos

Una meta para la construcción del complejo de derivadora Pino de Yuna - derivadora Los Veganos es programada tal como se resume a continuación.

Inicio de la construcción: Julio de 1985

Período de construcción y meta de comisión para la operación comercial:

Central Yuna No. 1 (Pino de Yuna) Dentro de 49 meses, ó para Julio de 1989

Central Yuna No. 2 (Los Veganos) Dentro de 36 meses, ó para Junio de 1988

Un programa de construcción del complejo alternativo es ilustrado en la Fig.-20. Tal como en el caso del complejo de derivadora El Torito - derivadora Los Veganos, la construcción del esquema Los Veganos será adelantada. (Ver Anexo H.3.4)

6.3 Organización para Ejecución

CDE, como una corporación autónoma, tendrá una responsabilidad entera para la ejecución del complejo. Durante la etapa de construcción, el Departamento de Desarrollo Hidroeléctrico (DDH) estará a cargo de la ingeniería de pre-construcción y supervisión del complejo. DDH establecerá una oficina de campo para el complejo, la cual será administrada por un supervisor de proyecto. Los Consultores serán contratados para preparar los documentos de licitación y diseño de construcción, para asistir a la CDE-DDH en la licitación y evaluación, y para supervisar los trabajos de construcción. Los trabajos de construcción son llevados a cabo por contratistas a ser seleccionados mediante licitaciones competitivas. Paquetes de contratos serán decididos en el curso de la preparación de los documentos de licitación. Un organigrama de la etapa de construcción es ilustrado, de manera simplificada, en la Fig.-21.

Después de la terminación de los trabajos de construcción, la

operación comercial será trasladada al Departamento de Producción, el cual es responsable de la operación y mantenimiento de todas las centrales de la CDE. Las centrales Yuna No. 1 y No. 2 deben ser operadas como un complejo. Adicionalmente, es deseable que sean operadas en estrecha coordinación con la central Río Blanco (terminación programada para 1987), a la cual será conectada una línea de transmisión desde el complejo El Torito - Los Veganos. Es adicionalmente anotado que es deseable que un centro de operaciones de las centrales en la cuenca alta del río Yuna sea trasladado a la central eléctrica de Piedra Gorda si y cuando sea realizada en el futuro.

VII. MEDIO AMBIENTE Y PROGRAMAS ASOCIADOS

7.1 Condiciones del Medio Ambiente

La vegetación y uso de la tierra en el área de cuenca han sido sustancialmente afectados por el traslado de cultivos temporales por los campesinos y la deforestación, a pesar de que cerca de la mitad del área aún está cubierta con bosques o plantaciones de café. La tierra deforestada consiste en pastizales, campos de tierras altas, tierras desnudas, áreas de escarpa, etc. En los pastizales o campos de cultivos temporales, las siembras de habichuelas y maíz son plantadas principalmente por cultivo de traslado. Este tipo de las prácticas predominantes en el área de cuenca, causará problemas ambientales. Uno de los principales problemas es la merma en la capacidad de retención de agua, lo cual conducirá a un aumento en la magnitud de crecidas y reducción del caudal firme del río. Otro problema es la erosión y aumento de la producción de sedimentos. A fin de prevenir el empeoramiento y para mejorar la protección de la cuenca, algunas medidas son propuestas para ser tomadas tal como se discute en el Capítulo 7.3.

Derrumbes son bastante notables en el área de cuenca, especialmente a lo largo del cauce del río. En el área de la sub-cuenca Arroyo Blanco, por ejemplo, las vertientes erosionadas en alrededor de 200 lugares son observadas después del huracán David en 1979. De estas áreas erosionadas en la sub-cuenca, los derrumbes en 15 lugares son grandes en escala, afectando un área más de 2,000 m². En la sub-cuenca del cauce principal del Yu-na aguas arriba de la presa T-1, las vertientes erosionadas son relativamente menores en escala (menos de 500 m² en la mayoría), pero el número de lugares erosionados es sustancial. En la sub-cuenca Arroyo Colorado, son observados alrededor de 240 vertientes erosionadas con un área total estimado en casi 20.6 ha. Las vertientes erosionadas son más destacadas en la sección entre los sitios de presa T1-T2 y Los Veganos. Más de 420 lugares erosionados son contados en esta sub-cuenca.

Número, área y escala de erosiones observadas después del huracán David demuestran su relación con la vegetación y uso de la tierra en la cuenca. La erosión es más notable en la sub-cuenca de Arroyo Blanco y

Arroyo Colorado donde la deforestación es más avanzada. En la sub-cuenca de Arroyo Avispa, donde los bosques aún se conservan, las erosiones son pequeñas en número y su extensión (46 lugares con menos de 2 ha. en total). La erosión está también relacionada con la fisiografía y geología en el área. La sub-cuenca Arroyo Avispa está principalmente compuesta de rocas ígneas Plutónicas con vertientes relativamente suaves, mientras que las sub-cuencas Arroyo Colorado y Arroyo Blanco son dominadas por las Formaciones Tiro y Duarte con vertientes más escarpadas.

El agua del río Yuna es de buena calidad, aunque es ligeramente alcalina con pH oscilando entre 7.0 a 8.3. La alcalinidad puede ser causada por un relativo alto contenido de Na., y se debe prestar atención si dicha agua es utilizada para propósitos de riego. Sin embargo, a través del análisis de la calidad de agua, no se observa ninguna indicación de daño a tuberías y obras electromecánicas para el proyecto hidroeléctrico.

En el tramo superior del río Yuna, existe pequeña variedad de peces. Se observan cangrejos de agua dulce pero en escala limitada. Bajo dichas circunstancias, parece innecesario el diseño de una escala de peces en la presa derivadora. No se observan animales silvestres notables en el área a ser afectada por el complejo. Algunas variedades de colibríes son observadas en el área, a pesar de que el medio ambiente para las aves han sido agravado por la quema de bosques para el traslado de cultivos.

7.2 Impactos al Medio Ambiente

Los impactos de la ejecución del complejo presa El Torito - derivadora Los Veganos ó alternativamente el complejo derivadora El Torito/Pino de Yuna - derivadora Los Veganos son relativamente limitados en lo que respecta al medio ambiente ecológico y natural. Los impactos de la ejecución del complejo son más bien apreciables en los aspectos relacionados a las condiciones sociales. Las principales consecuencias de la ejecución del complejo son resumidos a continuación.

1) Area Inundada:

El plan de presa el Torito contempla la creación de un embalse con un área superficial de unos 96.5 ha. en el nivel máxima de agua de EL.755.0 m.

Algo del área adyacente también será afectado por la construcción del embalse. De acuerdo a una encuesta socio-económica conducida en el área de El Torito, unas 64 familias con una población total de alrededor de 360 viven en el área afectada por el proyecto (se asume por debajo de EL. 770 m). La mayoría de los campesinos provienen de la provincia de San José de Ocoa. La mayoría de las tierras son propiedad de las familias, con o sin títulos, pero algunas tierras son tomadas a préstamo. Además, hay tierras que pertenecen a terratenientes viviendo fuera del área o del país. Se estima que unas 50 familias serán reasentadas en caso de que la alternativa de construir la presa de embalse El Torito es seleccionada para su realización. (Ver Anexo H.5)

En y alrededor del sitio de almacenaje de la derivadora El Torito, unas 15 familias están viviendo en las tierras a ser afectadas por el proyecto. En el área de derivadora Pino de Yuna, 11 familias con una población de 65 están viviendo en las tierras afectadas. En el área de almacenaje de la derivadora Los Veganos, alrededor de 6 familias están viviendo en la tierra por debajo de EL. 500 m. Personas viviendo en el área de Los Veganos fueron asentadas principalmente desde la región de Cibao. (Ver Anexo H.5.2)

Un plan preliminar para el reasentamiento de las familias en el área a ser afectada por la construcción del embalse o almacenaje es descrito en el Capítulo 7.3 más adelante.

2) Desviación del Agua:

El agua almacenada en el embalse El Torito o derivadora El Torito o Pino de Yuna, así como en la derivadora Los Veganos, es desviada para la generación de energía. La toma de agua en dichos puntos tendrá efectos en la corriente de agua a lo largo del río en la sección ubicada entre el sitio de toma y el sitio de la central eléctrica. En el caso del plan de presa El Torito, el caudal del río es almacenado y el período de desborde del vertedero es limitado. Consecuentemente, el caudal del río y abastecimiento de agua para las familias viviendo a lo largo de las inmediaciones aguas abajo del sitio de presa son afectados. Sin embargo, en y alrededor del poblado Los Veganos, el agua de la cuenca remanente está disponible en

alrededor de $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$. Está contemplado la preparación de un plan detallado para el reasentamiento del área inundada, y el plan deberá incorporar una investigación detallada si la reubicación es requerida para las familias viviendo en las inmediaciones aguas abajo de la presa El Torito. El plan alternativo para construir la derivadora El Torito ó Pino de Yuna y el plan de derivadora Los Veganos tendrán efectos menores sobre la corriente del río en las sección aguas abajo, porque el desborde de las derivadoras es frecuente.

3) Efectos de la Regulación del Agua:

En caso del plan de presa El Torito, el caudal de crecidas es regulado, en alguna extensión, por el embalse. Sin embargo, la cuenca controlada es sustancialmente limitada (30 km^2 en El Torito, contra 358 km^2 en Piedra Gorda y $1,192 \text{ km}^2$ en Hatillo) y resultará en muy poco beneficio del control de crecida en el valle Bonao. Sus efectos aguas más abajo son absorbidos por la presa de embalse Hatillo (700 millones de m^3 de capacidad de embalse).

Por otro lado, la regulación del agua en el embalse El Torito tendrá el efecto de aumentar el caudal firme para la generación de energía si la presa de embalse Piedra Gorda es construída. Preliminarmente se estima que el caudal firme es aumentada en $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ y que la capacidad instalada de la central eléctrica Piedra Gorda es aumentada en 2 MW más. La producción de energía firme también será incrementada en 4.1 GWh más, pero la producción de energía secundaria disminuirá en 3.2 GWh. Este efecto será tenido en cuenta en la evaluación del plan de la presa El Torito en comparación con el plan de la derivadora El Torito ó Pino de Yuna.

4) Transporte:

Unos caminos de acceso serán construídos para la ejecución del complejo. La longitud total de los caminos es de 30.5 km para el complejo presa El Torito - derivadora Los Veganos y 22.2 km para el complejo derivadora Pino de Yuna - derivadora Los Veganos. El camino conectará a pueblo El Torito con los Quemados. Servirá como vía de comunicación entre las poblaciones y para el transporte de productos, a pesar de que una reducción en el costo del transporte del café no será apreciable. El desarrollo de caminos inducirá otras actividades económicas en el área.

Se planea que los caminos de acceso para la construcción correrán lo más posible a lo largo del curso del río, a fin de minimizar el costo de construcción y de prevenir el deterioro del medio ambiente por corte de vertientes e inducción de derrumbes.

7.3 Programas Asociados

Como programas asociados a la ejecución del complejo, se contempla la ejecución del plan de reubicación y el plan piloto para la protección de la cuenca. Un plan preliminar sobre estos programas asociados se formula y resume a continuación.

1) Plan de Reasentamiento:

Como se anotó en el Capítulo precedente, es necesario reubicar alrededor de 50 familias viviendo en el área afectada en el caso de que el plan de presa El Torito sea seleccionado para su realización. En vista del hecho de que una gran parte de las familias son nativas de la provincia de San José de Ocoa, es preferible encontrar un probable lugar de reubicación en dicha provincia. La Oficina Reubicadora de Asentamientos (DRA) de la CDE hizo un estudio preliminar y seleccionó 6 posibles ubicaciones; i.e. Loma Cagueyes cerca de El Torito; Monte Negro, Banilejo y Font Gamundi en el valle Rancho Arriba; El Callejón cerca de Nizao, y Sabana Grande cerca de la ciudad de San José de Ocoa. Se planea distribuir 3.125 ha. (50 tareas) de tierra por familia. Un estimado del costo preliminar es hecho para la adquisición y preparación de tierra, vivienda, infraestructura y programas sociales integrados. A pesar de que dicho costo asociado es excluido de la evaluación económica, será tenido en cuenta en la estimación del requerimiento de fondos y en la preparación de un estado financiero del complejo. (Ver Anexo H.5)

2) Plan Piloto para la Administración de la Cuenca:

En vista de las condiciones del medio ambiente, como se anota en el Capítulo 7.1, se recomienda un plan de administración de la cuenca para ser tomado como un programa asociado para la ejecución del complejo. El plan, a pesar de lo conceptual que es, contempla tomar medidas para prohibir el traslado de cultivo temporal, la promoción para la repoblación forestal, y

a la protección de las áreas arruinadas por erosiones. Un área piloto para su ejecución es seleccionada en la sub-cuenca Arroyo Colorado, donde la deforestación y derrumbes son notables tal como se anotó anteriormente. Se recomienda una intensa repoblación forestal sembrando árboles apropiados, incluyendo pino, eucaliptos, frutales y cafetales. Areas arruinadas serán examinadas para encontrar medidas adecuadas para su protección. Por ejemplo, provisión de drenajes en las áreas superiores ó trabajos de encofrado en las inmediaciones aguas abajo de las áreas arruinadas serán efectivas en algunos lugares. (Ver Anexo H.6)

VIII. ESTIMADO DEL COSTO DE CONSTRUCCION

8.1 Base del Estimado de Costo

El costo de construcción del complejo se estima en base al diseño preliminar como se explicó en el Capítulo V, así como el plan y programa de construcción elaborados en el Capítulo VI. La cantidad de las obras comprendidas en cada ítem de construcción es calculada y el precio unitario de construcción es valuado en los precios prevalecientes a mediados de 1983. El costo de materiales y servicios obtenibles en la República se estiman en moneda local, y los costos de equipo, materiales y servicios a ser importados para el complejo se estiman en moneda extranjera. (Ver Anexo I.2)

El precio unitario de las obras civiles comprenderá los costos directos tales como mano de obra, materiales y equipos, así como los costos indirectos de gastos generales y beneficios del contratista. La mano de obra es estimada en base al trabajo semanal de 48 horas. Materiales disponibles localmente, incluyendo cemento, agregados de hormigón, etc. son estimados al precio del mercado, y los materiales importados son cotizados en precios CIF. El costo de los equipos incluye depreciación, mantenimiento y reparación, así como los gastos de administración, estimados en base al plan de movilización de equipos para la construcción.

El costo de las obras metálicas se estima para compuertas, rejillas, tuberías de presión, válvulas, tuberías de drenaje, etc. El costo es estimado en base al precio unitario por tonelada, cotizado a la luz de los precios contractuales prevalecientes para trabajos similares. El costo de la mano de obra para los trabajos de erección y transporte terrestre es estimado en moneda local. Así mismo, el costo de las obras eléctricas tales como turbina y generador, equipo para la estación de conmutadores, línea de transmisión y subestación, es estimado en base a los precios prevalecientes de contratos de proyectos similares. El costo de montaje de las obras eléctricas es estimado en un 60% del precio de los equipos. Alrededor del 20% del costo de erección será desembolsado en moneda local.

Para los servicios de ingeniería y administración, un 7.5% del costo

directo de construcción del complejo presa El Torito - derivadora Los Veganos y un 10% del costo directo del complejo derivadora El Torito/Pino de Yuna - derivadora Los Veganos son estimados para cubrir los honorarios de ingeniería por diseño y supervisión de la construcción, así como el costo de la oficina de campo de la CDE. En vista de las incertidumbres físicas e imprevistos en los trabajos de construcción, alrededor del 10% del costo directo de construcción es estimado como contingencias físicas.

8.2 Costo Estimado

El costo total de construcción del complejo presa El Torito - derivadora Los Veganos es estimado en alrededor de RD\$80.3 millones, tal como se muestra en la Tabla 8-01. Así mismo, el costo de construcción del complejo derivadora El Torito - derivadora Los Veganos es estimado en RD\$44.0 millones en total, como se muestra en la Tabla 8-02. Igualmente, se estima el costo de construcción del complejo derivadora Pino de Yuna - derivadora Los Veganos en RD\$40.0 millones, como se muestra en el Tabla 8-03. El precio de contingencia no está incluido en este costo de construcción. (Ver Anexo I.2)

Alrededor del 65% del costo total estimado para el complejo presa El Torito derivadora Los Veganos y aproximadamente 50% del costo del complejo derivadora El Torito/Pino de Yuna - derivadora Los Veganos es cargado para las obras civiles y trabajos de edificación. Fuera del costo total estimado, el costo a ser requerido en moneda extranjera es estimado en 58-60% para las tres alternativas del complejo.

IX. EVALUACION ECONOMICA

9.1 Costo Económico

Tres planes alternativos, e.g., el complejo de presa El Torito - derivadora Los Veganos, el complejo de derivadora El Torito - derivadora Los Veganos y el complejo de derivadora Pino de Yuna - Los Veganos, son evaluados económicamente en base al costo y beneficio económico. El costo económico es el costo requerido para la ejecución del complejo desde el punto de vista de la economía nacional. Es estimado en términos de moneda local y de la manera explicada a continuación.

1) Costo Económico de Construcción:

En base al costo de construcción estimado anteriormente en el Capítulo VIII, el costo económico de construcción es calculado aplicando algunos factores de ajuste a fin de evaluar la economía del proyecto desde el punto de vista de la economía nacional. Tales factores comprenden impuestos y subsidios, los cuales son transferidos dentro de la economía nacional, así como algunos precios sombras para evaluar los precios económicos. (Ver Anexo I.3.1)

En la República Dominicana, usualmente se aplica un 5% de impuesto a las ventas o transacciones, y este impuesto debe ser deducido en el estimado del costo económico a cargarse en moneda local. Con respecto a los salarios de la mano de obra, la mano de obra calificada es escasa y sus salarios pagados parecen reflejar el mecanismo del mercado. Sin embargo, la oferta de la mano de obra no calificada excede la actual demanda, y el costo oportuno de la mano de obra no calificada es relativamente bajo. Se evalúa que el salario de precio sombra es menor del 0.745 de los salarios pagados actualmente por la mano de obra no calificada en la región alrededor del área del proyecto.

Otro ajuste requerido para el estimado del costo económico es la tasa de cambio sombra de la divisa. El equipo, los materiales y comodidades a ser importados de países extranjeros serán estimados a un precio superior cuando sean económicamente evaluados en moneda local. Una tasa del mercado extra-bancario es sustancialmente mayor que la tasa de cambio

oficial. A pesar de que la tasa paralela no es un precio sombra de divisa en el verdadero sentido, ésta afecta la valuación de las mercaderías de la misma manera en que los impuestos y subsidios afectarían en determinar la tasa de cambio. Consecuentemente, la tasa de 1.60, prevaleciente a mediados de 1983, es aplicado como una tasa de cambio sombra al estimar el costo económico de los equipos, plantas y materiales importados.

Aplicando el ajuste como se anota anteriormente, el costo económico de construcción es estimado en RD\$105.6 millones para el complejo de presa El Torito - derivadora Los Veganos, RD\$58.5 millones para el complejo de derivadora El Torito - derivadora Los Veganos, y RD\$53.3 millones para el complejo de derivadora Pino de Yuna - derivadora Los Veganos.

2) Costo de Operación y Mantenimiento:

El costo de operación y mantenimiento (O&M) cubrirá los salarios de empleados para operación, costo de mantenimiento regular y costo de reparaciones menores. En referencia a las experiencias pasadas de la CDE en operación y mantenimiento, el costo anual por O&M es estimado en la proporción de 0.5% del costo total de construcción. Este es estimado en RD\$527,700 para el complejo de presa El Torito - derivadora Los Veganos, en RD\$292,300 para el complejo de derivadora El Torito - derivadora Los Veganos, y en RD\$266,300 para el complejo de derivadora Pino de Yuna - derivadora Los Veganos.

3) Costo de Reposición:

Se asume que la vida útil del proyecto es de 50 años, en vista de la vida económica de las obras civiles. Debido a la vida útil de las obras metálicas y electromecánicas más corta, el costo de reposición para tales obras es estimado al terminar su vida económica de 35 años. El costo de reposición es estimado en un 90% del costo de construcción, teniendo en cuenta un valor residuario del 10%.

9.2 Beneficio Económico

El beneficio económico del proyecto hidroeléctrico es el costo económico de la alternativa de planta térmica más competitiva e idónea a ser

seleccionada en ausencia del proyecto. Por cuanto el complejo es planeado y diseñado para cubrir la demanda pico, menor de 2,000 horas anuales, la alternativa más competitiva e idónea será un generador de turbina de gas, el cual se caracteriza por arranque y frenado rápido y su facilidad para la construcción. A la luz de la capacidad instalada del complejo El Torito - Los Veganos (de 10.3 MW a 6.3 MW de cada esquema), una unidad de turbina de gas de 10 MW es adoptada para evaluar el valor de capacidad y el valor de la energía primaria de la alternativa. (Ver I.3.2)

Por el otro lado, la energía secundaria a ser generada por el complejo será servida, en general, para cubrir la demanda de la carga base ó fuera de las horas pico, que es principalmente cubierta por plantas de vapor. Para la época en que el complejo El Torito - Los Veganos sea completado, también serán servidas plantas de quema de carbón. En consecuencia, la fuente alternativa de energía secundaria es supuesta a ser una planta de vapor de la clase 65 MW y una planta de quema de carbón de la clase 130 MW. El valor económico de la energía alternativa es estimada de la manera explicada a continuación.

1) Valor de Capacidad:

El valor de capacidad de la alternativa es estimado en base al costo de instalación de una turbina de gas de 10 MW, el cual es estimado en US\$346.5/kW. Aplicando una tasa de cambio sombra a la porción de moneda extranjera (90%), el costo económico de instalación es equivalente a RD\$533.5/kW. Un factor de ajuste de capacidad de 1.026 será posteriormente aplicado como ajuste por la pérdida de transmisión, salida forzada y servicio de estación. En consecuencia, el costo económico de instalación, o valor de capacidad, es estimado en RD\$547.38/kW. Se presume que será desembolsado en dos años.

2) Valor de la Energía Primaria:

El valor de la energía firme ó primaria generada por el complejo es estimado en base al costo del combustible requerido para la operación de una unidad de turbina de gas. En base al precio financiero del costo del combustible supuesto a RD\$44.50/bbl (precio promedio del combustible comprado por la CDE en Enero - Junio 1983), así como por el ajuste por valor de calefacción, el valor económico de la energía primaria es estimada en RD\$0.1626/kWh.

3) Valor de la Energía Secundaria:

En base al precio financiero del combustible supuesto en RD\$26.0/bbl por el Bunker-C y RD\$78.5/ton por el carbón importado, el valor de la energía es estimado en RD\$0.074/kWh para una planta de vapor de la clase 65 MW y RD\$0.0485/kWh para una planta de quema de carbón de la clase 130 MW. Aplicando un valor promedio a las energías de la planta de vapor y de quema de carbón, el valor de la energía secundaria es estimada en RD\$0.06125/kWh.

4) Costo de Operación y Mantenimiento:

El costo anual de operación y mantenimiento (O&M) comprende el costo fijo de O&M relacionado a la capacidad instalada y el costo variable de O&M relacionado a la energía generada. Se estima que el costo fijo de O&M de la unidad de turbina de gas es de RD\$11.55/kWh y que el costo variable de O&M es de RD\$3.08/kWh para la unidad de gas y de RD\$2.96/kWh para las unidades de vapor y carbón.

5) Costo de Reposición:

La unidad de turbina de gas tiene una vida económica de 17 años. En consecuencia, el costo de reposición es cargado después de 17 años de su instalación. El costo de reposición es supuesto en 90% del costo de instalación, teniendo en cuenta un 10% por valor residuario.

9.3 Evaluación Económica

El costo y beneficio económico estimado en los Capítulos 9.1 y 9.2 precedentes son resumidos en el flujo en la Tabla 9-01 para el complejo de El Torito - derivadora Los Veganos, en la Tabla 9-02 para el complejo de derivadora El Torito - derivadora Los Veganos, y en la Tabla 9-03 para el complejo de derivadora Pino de Yuna - derivadora Los Veganos. En base a este flujo del costo beneficio económico, la tasa interna de retorno económico es calculada para evaluar la factibilidad económica del complejo. (Ver Anexo I.3.3)

La tasa interna de retorno económico (TIRE) es calculada como sigue:

	<u>TIRE</u>
Complejo presa El Torito - derivadora Los Veganos	8.7%
Complejo derivadora El Torito - derivadora Los Veganos	12.9%
Complejo derivadora Pino de Yuna - derivadora Los Veganos	12.8%

La TIRE de cada componente del complejo es calculada, para referencia, en 5.2% para el esquema de la presa El Torito, 10.4% para el esquema de la derivadora El Torito, 10.0% para el esquema Pino de Yuna y 15.6% para el esquema de la derivadora Los Veganos.

En caso de que la presa Piedra Gorda sea construída aguas abajo (Ver Apéndice I en el Tomo-V), el efecto de la regulación del agua por la presa de embalse El Torito es esperado. Tal regulación puede incrementar el caudal firme disponible para la central eléctrica Piedra Gorda en $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$, con el resultado de un aumento de la capacidad instalada en 2 MW y de la energía anual producida en 0.9 GWh. Si se cuenta con tal efecto, la TIRE del complejo de presa El Torito - derivadora Los Veganos será aumentada de 8.7% a 9.3%.

Como resultado de la evaluación, económica en términos de la TIRE, se revela que el complejo de derivadora El Torito - derivadora Los Veganos es económicamente factible, y es superior al complejo de derivadora Pino de Yuna - derivadora Los Veganos. La TIRE del complejo de derivadora El Torito - derivadora Los Veganos es por encima de costo oportuno del capital estimado en alrededor del 12% en la República Dominicana.

Por el otro lado, el mérito económico es esperado menos del complejo presa El Torito - derivadora Los Veganos. Es claro de que el esquema de la presa El Torito requiere excesiva inversión y que éste afecta desfavorablemente la factibilidad económica del complejo. Se concluye que la factibilidad económica del complejo presa El Torito - derivadora Los Veganos no será justificable.

Se realiza un análisis de sensibilidad asumiendo algunos cambios en las variables. Se observa que un incremento en costos es menos sensible que la reducción en beneficios. (Ver Fig.-22 y Fig.-23) La TIRE es

relativamente sensible a los precios del combustible para las fuentes de energía alternativas. En caso de que el precio del combustible aumenta, por ejemplo, en 10%, la TIRE será incrementada al 13.9% para el complejo de derivadora El Torito - derivadora Los Veganos. Si la tasa de cambio sombra de 1.60 no es tenido en cuenta, la TIRE del complejo de derivadora El Torito - derivadora Los Veganos disminuirá a un 11.6%.

X. EVALUACION FINANCIERA

10.1 Tasa Interna de Retorno Financiero

La viabilidad y el estado financiero son evaluados desde el punto de vista de la agencia administradora del complejo (CDE). En base al costo financiero de construcción, operación y mantenimiento, así como a los ingresos provenientes de la venta de energía, la tasa interna de retorno financiero es calculada para evaluar la viabilidad financiera del complejo. (Ver Anexo I.4.1)

1) Costo Financiero de Construcción:

En base al costo de construcción estimado en el Capítulo VIII, el costo financiero de construcción es estimado incluyendo una escalada de los precios del mercado. Se asume que la escalada de precios es alrededor del 6% para los costos a cargarse en moneda extranjera y alrededor del 8% para los costos estimados en moneda local. Se estima que el costo financiero de construcción será del monto de RD\$106.1 millones (RD\$59.9 millones en moneda extranjera y RD\$46.2 millones en moneda local) para el complejo de presa El Torito - derivadora Los Veganos. En caso del complejo de derivadora El Torito - derivadora Los Veganos, el costo total será de RD\$57.1 millones (RD\$33.8 millones en moneda extranjera y RD\$23.3 millones en moneda local). Igualmente, el costo total del complejo de derivadora Pino de Yuna - derivadora Los Veganos será de RD\$51.5 millones (RD\$30.9 millones en moneda extranjera y RD\$20.6 millones en moneda local).

2) Costo de Operación:

Los costos de operación y mantenimiento del complejo, incluyendo salarios para empleados, mantenimiento regular y costos por reparación menor, es estimado a razón de 0.5% del costo de construcción. Por el otro lado, los gastos por operación y mantenimiento de transmisión y distribución de energía, así como la venta de energía, contabilidad y administración general, son estimados en base a RD\$0.017/kWh a precios de 1982. Los gastos anuales por la venta de energía es estimado en alrededor de RD\$2.32 millones para el complejo de presa El Torito - derivadora Los Veganos, RD\$1.97 millones para el complejo de derivadora El Torito - derivadora Los

Veganos, y RD\$1.80 millones para el complejo de derivadora Pino de Yuna - derivadora Los Veganos. El costo de reposición de las obras electromecánicas son también estimados a ser incurridos después de la vida económica de 35 años.

3) Ingresos:

En 1982, la venta de energía promedio de la CDE era de RD\$0.1332/kWh. En vista del hecho de que la tarifa aumentó anualmente en un 27% en 1978-82, el ingreso promedio de la venta de energía se supone en RD\$0.16916/kWh a mediados de 1983. Más aún, se presume que las pérdidas por transmisión y distribución de energía son del 23.5% de la energía enviada. En consecuencia, el ingreso anual por la venta de energía primaria es estimada en el monto de RD\$5.32 millones para el complejo de presa El Torito - derivadora Los Veganos, de RD\$4.09 millones para el complejo de derivadora El Torito - derivadora Los Veganos y de RD\$3.77 millones para el complejo derivadora Pino de Yuna - derivadora Los Veganos. En vista de la crítica situación del suministro de energía en el país, así como a la tarifa de la energía de la CDE, se presume que la energía secundaria es vendida también a razón de RD\$0.16916/kWh. En consecuencia, los ingresos por la venta de energía secundaria es estimada en RD\$5.00 millones para el complejo de presa El Torito - derivadora Los Veganos, en RD\$4.65 millones para el complejo de derivadora El Torito - derivadora Los Veganos, y en RD\$4.23 millones para el complejo derivadora Pino de Yuna - derivadora Los Veganos.

El flujo del costo financiero y del ingreso anual es mostrado en las Tablas 10-01 a 10-03. En base a este flujo, la tasa interna de retorno financiero (TIRF) de cada complejo es calculada tal como se resume a continuación.

	<u>TIRF</u>
Complejo presa El Torito - derivadora Los Veganos	6.1%
Complejo derivadora El Torito - derivadora Los Veganos	10.1%
Complejo derivadora Pino de Yuna - derivadora Los Veganos	10.1%

La TIRF de cada componente del complejo es calculada, como referencia,

en 2.7% para el esquema de la presa El Torito, 7.9% para el esquema de la derivadora El Torito, 7.5% para el esquema de la derivadora Pino de Yuna y 14.2% para el esquema de la derivadora Los Veganos. Un análisis de sensibilidad implica que una disminución en los ingresos por la venta de energía es relativamente más sensible que un incremento en el costo. (Ver Fig.-24 y Fig.-25)

10.2 Capacidad de Reembolso

Para la ejecución del complejo, la CDE contará con una financiación exterior por una agencia financiera internacional para cubrir, en principio, el costo en moneda extranjera. También tendrá que preparar un fondo para cubrir el costo en moneda local. Un plan financiero provicional es supuesto de tal manera que el préstamo externo se extienda en términos concesionarios (3.5% de interés, un período de amortización de 20 años después de un período de gracia de 10 años) ó en términos intermedios (8.0% de interés, un período de amortización de 20 años) después de un período de gracia de 10 años y que el costo local sea financiado mediante la emisión de un bono (10% de interés y un período de maduración de 10 años).

En el caso del complejo de presa El Torito - derivadora Los Veganos, puede ser últimamente posible el reembolso del préstamo, pero se requerirá de otra emisión del bono nuevamente para cubrir el déficit a medio camino de la operación del proyecto. (Ver Tabla 10-03). No se espera superávit financiero del complejo por cerca de 35 años. El préstamo y el bono a plazos intermedios apenas será reembolsable.

Por el otro lado, el préstamo y el bono para el complejo derivadora El Torito - derivadora Los Veganos son reembolsables de una manera relativamente más fácil, y es posible esperar que un superávit financiero sea acreditado en un período de tiempo relativamente corto si el préstamo es extendido en términos concesionarios. Aún, en el caso de plazos intermedios, el complejo derivadora El Torito - derivadora Los Veganos tiene capacidad de reembolso. (Ver Tabla 10-04)

10.3 Evaluación Financiera

A través del análisis de la TIRF y la capacidad de reembolso, la viabilidad financiera del complejo de presa El Torito - derivadora Los Veganos es evaluado a ser marginal y la capacidad de reembolso del préstamo externo e interno apenas es manejable. Se debe principalmente a la excesiva inversión en la construcción de las presas de El Torito.

Por el otro lado, la ejecución del complejo de derivadora El Torito - derivadora Los Veganos es evaluada a ser superior al complejo de derivadora Pino de Yuna - derivadora Los Veganos. El complejo seleccionado es financieramente viable. Los fondos externos e internos preparados para el complejo serán reembolsables, y para la CDE será posible el mantener una posición financieramente sana por la ejecución del complejo. Financieramente, es recomendable para la CDE la ejecución del complejo de derivadora El Torito - derivadora Los Veganos.

Adicionalmente, se anota que el complejo de derivadora El Torito - derivadora Los Veganos contribuirá, si sea ejecutado, para ahorrar la divisa en una suma sustancialmente apreciable. El ahorro de la divisa es estimado en RD\$4.7 millones por año.

XI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A través de las investigaciones y los estudios sobre el desarrollo hidroeléctrico a lo largo del cauce principal del Yuna aguas arriba de su confluencia con el río Blanco, se ha aclarado que la ejecución del complejo de presa El Torito - derivadora Los Veganos es económica y financieramente menos atractivo, a pesar de que se permite la instalación de una capacidad ligeramente mayor. Por el otro lado, la ejecución del complejo de derivadora El Torito - derivadora Los Veganos ha sido evaluado a ser técnica y económicamente factible y financieramente viable. Por ello se recomienda a realizar el complejo de derivadora El Torito (Central Yuna No. 1) - derivadora Los Veganos (Central Yuna No. 2).

Bajo el complejo de derivadora El Torito - derivadora Los Veganos, la generación por 14.9 MW en capacidad instalada y 67.5 GWh por producción de energía anual es esperada, lo cual contribuirá sustancialmente al mejoramiento de la situación de suministro de energía por la CDE. En vista de la situación de la demanda y suministro de energía en la década de 80, se recomienda que el complejo de derivadora El Torito - derivadora Los Veganos sea realizado en el menor tiempo posible. Si son tomadas acciones apropiadas, será posible esperar que las centrales Yuna No. 1 y Yuna No. 2 sean comisionadas para la operación comercial en 1988-89.

Para la ejecución del complejo propuesto, también se recomienda tomar en cuenta los siguientes puntos:

- a) A fin de realizar el complejo propuesto en el menor tiempo posible, se sugiere que la CDE empiece lo antes posible a preparar los documentos de licitación para la construcción.
- b) Paralelamente a la preparación de los documentos de licitación, se debe promover para conseguir los fondos externos e internos para la construcción. Es deseable que los fondos de construcción estén disponibles para la fecha en que la licitación para los trabajos de construcción sea convocada. En vista de la viabilidad financiera del complejo, así como de la posición financiera de la CDE, es

deseable que los fondos sean extendidos en lo más posible en términos concesionarios.

- c) Es aconsejable que las observaciones hidrológicas y aforos sean aún continuados, los cuales serán revisados en la época en que se ejecuten los diseños de licitación.
- d) También se sugiere que la CDE tome, adicionalmente, acciones necesarias para la construcción de caminos de acceso a los principales lugares de construcción.

TABLAS

Table 1-01 MEMBER OF STUDY TEAM
MIEMBROS DEL EQUIPO DE ESTUDIO

CDE

(Supervisory)

Ing. Marcelo Jorge Pérez	General Administrator
Ing. Fernando Luciano	Director, DDH
Ing. Eldon Garcia	Hydrologist, DDH
Ing. Ramon Marmolejos	Topographer, DDH

(Counterparts)

Ing. Otilio Martínez	Coordinator
Ing. Santiago Andujar	Civil Engineer
Ing. Josefina Turbides	Hidrologist
Ing. Tomas Pichardo	(do)
Ing. Miguel Burgos	Geologist
Ing. Jose A. Espinal	Surveyor
Ing. Artur Segadlo	Geophysist
Ing. Alcibiades Mota	(do)
Ing. Jose Mella	(do)

JICA Team

Mr. Hiroyasu Sonoda	Team Leader (Nippon Koei Co., Ltd.)
Mr. Hajime Koizumi	Sub-Leader (do)
Mr. Hirofumi Sasaki	Civil Engineer (do)
Mr. Kazuki Tsuji	Geologist (do)
Mr. Takao Nakano	Soil Mechanical Engineer (do)
Mr. Katsumasa Kawai	Electric Engineer (do)
Mr. Nobuaki Kinoshita	Power Surveyor (do)
Mr. Eiichiro Seki	Construction Planner (do)
Mr. Itsuo Maekawa	Boring Expert (do)
Mr. Tetsujiro Ochiai	Boring Expert (do)
Mr. Kojiro Osakabe	Topographic Surveyor (Kokusai Kogyo Co., Ltd.)
Mr. Kiyomi Terasono	Geophysist (Kyowa Keisoku Co., Ltd.)
Mr. Masashi Kushima	Geophysist (do)

Table 2-01 TOTAL POPULATION
POBLACION TOTAL

Unit: 1,000 prs

Year	Total	Urban	Rural
1960 (1.9)*	3,047.1 (100.0%)	929.9 (30.5%)	2,117.2 (69.5%)
1970 (1.9)*	4,009.5 (100.0%)	1,593.3 (39.7%)	2,416.2 (60.3%)
1970	4,058.3	1,031.7	2,426.6
1971	4,165.0	1,716.2	2,448.8
1972	4,276.9	1,805.3	2,471.6
1973	4,396.2	1,899.3	2,496.9
1974	4,517.3	1,998.7	2,518.6
1975	4,646.4	2,103.5	2,542.9
1976	4,782.1	2,214.4	2,567.7
1977	4,923.4	2,331.0	2,592.4
1978	5,073.4	2,455.0	2,610.4
1979	5,230.9	2,585.6	2,645.3
1980	5,394.0	2,721.7	2,672.3
1981	5,569.5	2,869.6	2,699.9
1981 (12.5)*	5,648.0 (100.0%)	2,935.9 (52.0%)	2,712.1 (48.0%)
1982	5,753.8	3,024.9	2,728.9
1985 **	6,096 (100.0%)	3,337 (54.7%)	2,759 (45.3%)
1990 **	6,803 (100.0%)	3,990 (58.7%)	2,813 (41.3%)

Note: * Census year and date. Population in other years is the estimated mid year population.

** Estimated by Institute of Population and Development Studies.

Table 2-02 GROSS DOMESTIC PRODUCT BY SECTOR
PRODUCTO INTERNO BRUTO POR SACTORES

At 1970 Prices
 Unit: Million RD\$

	1976	1977	1978	1979*	1980*	1981**	1982**
Agriculture	429.2	436.8	456.8	461.7	483.3	509.1	592.8
Mining	146.7	143.0	114.3	146.5	124.8	136.2	95.9
Manufacturing	457.4	483.2	482.6	504.8	530.2	546.1	574.4
Construction	153.2	168.7	174.5	183.5	196.5	198.0	188.3
Commerce	414.0	429.8	438.8	451.5	473.6	491.6	508.8
Transport/Communic.	190.8	211.8	218.9	225.4	230.5	242.7	254.0
Electricity	30.9	39.3	42.9	43.7	49.0	53.4	48.3
Finance	58.2	63.4	66.4	67.9	70.4	73.2	76.5
Housing	156.8	169.8	177.2	186.0	198.1	199.7	197.9
Government	189.9	191.2	200.4	236.1	277.8	274.7	287.9
Others	215.8	227.4	246.8	234.5	265.4	278.1	287.8
Total	2,442.9	2,564.5	2,619.5	2,741.6	2,899.6	3,002.8	3,048.6

(%)

Agriculture	17.6	17.1	17.4	16.8	16.6	17.0	19.4
Mining	6.0	5.6	4.4	5.3	4.3	4.5	3.2
Manufacturing	18.7	18.8	18.4	18.4	18.3	18.2	18.8
Construction	6.3	6.6	6.7	6.7	6.8	6.6	6.2
Commerce	16.9	16.8	16.8	16.5	16.3	16.4	16.7
Transport/Communic.	7.8	8.2	8.3	8.2	8.0	8.1	8.3
Electricity	1.3	1.5	1.6	1.6	1.7	1.8	1.6
Finance	2.4	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.5
Housing	6.4	6.6	6.8	6.8	6.8	6.6	6.5
Government	7.8	7.4	7.6	8.6	9.6	9.1	9.4
Others	8.8	8.9	9.4	8.6	9.2	9.3	9.4
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Note: * Preliminary figures

** Estimated figures

Source: Central Bank, National Account 1976-80 and Monthly Bulletin

Table 2-03 EXPORT AND IMPORT
EXPORTACION E IMPORTACION

Unit: Million RD\$

	<u>Export (FOB)</u>	<u>Import (FOB)</u>		Balance
	Total	Total	(Petroleum)	
1977	780.5	847.8	(187.8)	-67.3
1978	675.5	859.7	(199.0)	-184.2
1979	868.6	1,080.4	(314.9)	-211.8
1980	961.9	1,498.4	(448.8)	-536.5
1981 [*]	1,188.0	1,450.2	(497.4)	-262.2
1982 [*]	767.7	1,248.4	(449.5)	-480.7
1983 ^{**}	785.2	1,250.0	(466.4)	-464.8

Note: * Preliminary figures

** Forecasted by the Central Bank in August 1983

Source: Central Bank

Table 2-04 ACTUAL POWER TREND
TENDENCIA DE ENERGIA

Year	Energy			Max. Demand (MW)	Energy Loss Factor (%)	Load Factor (%)
	Send'g End (GWh)	Sold (GWh)	Loss (GWh)			
1970	871.5	684.4	187.1	180.9	21.5	55.0
1971	1,000.7	772.5	228.2	201.7	22.8	56.6
1972	1,138.4	871.1	267.3	209.4	23.5	62.0
1973	1,325.9	1,023.1	302.8	268.8	22.8	56.3
1974	1,447.6	1,097.0	350.6	287.2	24.2	57.5
1975	1,545.3	1,170.7	374.6	299.0	24.2	59.0
1976	1,639.2	1,207.9	431.3	340.8	26.3	54.9
1977	2,058.7	1,535.4	523.3	396.0	25.4	59.4
1978	2,300.3	1,674.0	626.3	411.0	27.2	63.9
1979	2,252.9	1,706.8	546.2	412.0	24.2	62.4
1980	2,629.8	1,913.6	716.2	462.0	27.2	64.9
1981	2,787.7	2,084.6	703.1	475.0	25.2	67.0
1982	2,849.1	1,890.6	958.3	504.0	33.6	64.5
1983*	3,122.3	1,962.8	1,159.4	538.0	37.1	68.4

Source: CDE

* Preliminary

Table 2-05 POWER CONSUMPTION BY SECTOR
CONSUMO DE LA ENERGIA POR SECTORES

Unit: GWh

Year	Residential	Commercial	Industrial	Government	Public ill.	Total
1970	263.6 (38.5%)	87.0 (12.7%)	243.8 (35.6%)	71.8 (10.5%)	18.0 (2.7%)	684.4 (100.0%)
1971	296.8	97.2	280.9	77.4	20.2	772.5
1972	344.4	114.4	311.5	80.3	21.0	871.5
1973	392.9	131.7	379.9	94.6	23.5	1,022.6
1974	415.8	139.9	419.3	102.0	20.0	1,097.0
1975	450.7	153.1	429.5	117.3	20.1	1,170.7
1976	459.6 (38.0%)	150.6 (12.5%)	461.2 (38.2%)	120.4 (10.0%)	16.1 (1.3%)	1,207.9 (100.0%)
1977	584.4	196.7	577.1	144.2	18.3	1,520.7
1978	639.4	214.1	617.5	181.8	29.9	1,673.7
1979	635.7	214.2	661.9	173.9	20.8	1,706.8
1980	723.9	230.6	719.5	214.9	24.6	1,913.6
1981	817.8	256.4	757.9	226.6	25.9	2,084.6
1982	732.3 (38.7%)	228.4 (12.1%)	673.2 (35.6%)	230.8 (12.2%)	25.5 (1.3%)	1,890.2 (100.0%)

Source: CDE, Basic Information Dept.

Table 2-06 FORECAST (CASE-1)
PROYECCION (CASO-1)

Year	Energy /1 Sold (GWh)	Energy Loss (GWh)	(%)	Sending End Energy (GWh)	Load Factor (%)	Maximum Demand (MW)
1983	2,539.6	958.5	27.4	3,498.1	65	614
1984	2,867.5	1,049.8	26.8	3,917.3	65	688
1985	3,238.0	1,149.5	26.2	4,387.5	65	771
1986	3,657.2	1,258.4	25.6	4,915.6	65	863
1987	4,130.8	1,376.9	25.0	5,507.7	65	967
1988	4,666.6	1,514.3	24.5	6,180.9	65	1,086
1989	5,272.9	1,665.1	24.0	6,938.0	65	1,218
1990	5,959.0	1,830.5	23.5	7,789.5	65	1,368
1991	6,735.1	2,011.8	23.0	8,746.9	65	1,536
1992	7,613.5	2,210.4	22.5	9,823.9	65	1,725

Note: /1 Sold energy predicted by CDE-SOFRELEC

FORECAST (CASE-2)
PROYECCION (CASO-2)

Year	Energy /1 Sold (GWh)	Energy Loss (GWh)	(%)	Sending End Energy (GWh)	Local Factor (%)	Maximum Demand (MW)
1983	2,619.8	988.7	27.4	3,608.5	65	634
1984	2,895.5	1,060.1	26.8	3,955.6	65	695
1985	3,200.4	1,136.2	26.2	4,336.6	65	762
1986	3,537.2	1,217.1	25.6	4,754.3	65	835
1987	3,909.7	1,303.2	25.0	5,212.9	65	916
1988	4,321.2	1,402.2	24.5	5,723.4	65	1,005
1989	4,776.1	1,508.2	24.0	6,284.3	65	1,104
1990	5,278.9	1,621.6	23.5	6,900.5	65	1,212
1991	5,834.7	1,742.8	23.0	7,577.5	65	1,331
1992	6,448.9	1,872.3	22.5	8,321.2	65	1,461

Note: /1 Estimated on the basis of regression analysis on the trend in 1970-81.

Table 2-07 POWER GENERATION
GENERACION DE LA ENERGIA ELECTRICA

Power Station	Installed Capacity (MW)		Sending End Energy (GWh)	
	Rated	Firm	1981	1982
HYDRO				
(CDE) Las Damas	7.5	5.0	35.9	45.9
Constanza	0.25	0.2	0.8	0.5
Subtotal	<u>7.75</u>	<u>5.2</u>	<u>36.7</u>	<u>46.4</u>
(State) Tavera	40 x 2	33.0	248.0	108.5
Valdesia	27 x 2	36.0	119.5	68.1
Rincon	10.1	6.0	35.8	18.6
Sabana Yegua	13.0	5.7	53.1	34.4
Sabaneta	7.5	2.1	19.1	35.1
Subtotal	<u>164.6</u>	<u>82.8</u>	<u>475.5</u>	<u>264.7</u>
Total HYDRO	<u>172.4</u> (19.0%)	<u>88.0</u> (14.7%)	<u>512.2</u> (18.4%)	<u>311.1</u> (10.9%)
STEAM				
Haina	54 x 2, 84.9 x 3)	255.9	1,384.4	1,456.5
Santo Domingo	12.6 x 2, 26.5 x 1)	38.4	293.9	278.2
Puerto Plata	27.6, 36.8)	34.4	123.1	39.7
			-	3.1
Total STEAM	<u>478.8</u> (52.8%)	<u>328.7</u> (54.8%)	<u>1,801.4</u> (64.6%)	<u>1,777.5</u> (62.6%)
GAS				
Los Minas	35 x 2	50.2	126.8	195.7
Timbeque	21.1	14.2	17.0	40.9
S.P. Macoris	28.3	17.9	90.8	2.4
Weber	20.0	4.8	13.5	16.9
Barahona	28.3	14.8	25.3	24.1
Total GAS	<u>167.7</u> (18.5%)	<u>101.9</u> (17.0%)	<u>273.5</u> (9.8%)	<u>280.0</u> (9.9%)
DIESEL				
Santiago (3)	6.0	1.8		
Constanza (4)	2.45	1.1		
Pedernales	1.45	0.4		
Total DIESEL	<u>9.9</u> (1.1%)	<u>3.3</u> (0.6%)	<u>6.6</u> (0.2%)	<u>6.4</u> (0.2%)
(Falconbridge)	<u>78.0</u> (8.6%)	<u>78.0</u> (13.0%)	<u>192.9</u> (6.9%)	<u>466.1</u> (16.4%)
TOTAL	<u>906.8</u>	<u>599.9</u>	<u>2,786.6</u>	<u>2,841.1</u>

Source: CDE, Monthly Production Record

Table 3-01

SYNTHETIC DISCHARGE AT LOS QUEMADOS
CAUDAL SINTETICO EN LOS QUEMADOS

Unit: m³/s

YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	MEAN
1969	19.41	9.52	7.71	25.12	30.30	13.49	9.86	9.87	13.88	14.44	33.02	23.15	17.51
1970	9.52	11.03	10.51	6.35	34.95	28.19	16.10	21.61	24.18	23.37	41.11	56.91	23.74
1971	20.91	54.34	18.24	16.74	17.92	12.21	11.05	12.83	13.16	15.50	16.34	20.15	18.87
1972	20.06	12.08	20.41	14.32	17.88	19.93	20.41	25.42	22.10	30.24	12.74	35.72	21.03
1973	14.04	14.00	10.38	8.68	8.56	10.42	10.94	10.13	13.17	22.39	16.64	25.04	13.71
1974	27.59	25.32	28.53	18.89	14.14	10.04	7.17	25.99	31.39	34.41	14.23	15.24	21.07
1975	10.40	8.25	7.12	5.42	7.65	5.04	4.13	7.42	7.37	11.48	32.72	61.66	14.12
1976	13.75	21.85	24.15	38.32	46.08	18.93	52.22	56.33	64.97	53.64	15.30	17.43	35.33
1977	6.79	5.38	4.14	18.53	22.25	10.38	6.95	9.92	14.16	12.37	37.28	26.44	14.56
1978	18.85	9.55	8.38	23.50	18.37	11.16	8.91	15.26	10.93	8.26	9.13	10.20	12.72
MEAN	16.13	17.13	13.96	17.59	21.81	13.98	14.77	19.48	21.53	22.61	22.85	29.19	19.25

Table 3-02 DISCHARGE CONVERSION RATIO
(PROPORCION DE CAUDALES)

Station	Ratio of each Station to P.G. (Selected Data)	Ratio of each Station to L.Q.	Conversion Ratio (rounded)	C.A. Ratio	C.A. (km ²)
T1-Site	0.037 (0.49)	0.036	0.04	0.043	15.7
T2-Site	0.037 (0.66)	0.036	0.04	0.039	14.3
T4-Site	-	0.095	0.10	0.087	32.5
Arr. Colorado	0.072 (0.81)	0.070	0.07	0.042	15.3
Arr. Colorado Weir Site (Plan A)	-	0.037	0.04	0.022	8.1
Arr. Colorado Weir Site (Plan B)	-	0.038	0.04	0.023	8.4
Confluence Colorado	0.224 (0.81)	0.217	0.22	0.170	62.9

L.Q. : Los Quemados (C.A. = 369 km²)
P.G. : Piedra Gorda (C.A. = 358 km²)
() : Correlation Coefficient (r)

Table 3-03 STRATIGRAPHIC SEQUENCE OF UPPER YUNA PROJECT AREA
ORDEN ESTRATIGRAFICO EN EL AREA DE PROYECTO

Geologic Age		Formation	Lithology
Cenozoic	Quaternary	Alluvial deposit (Unconformably)	Present river deposit Debris Middle & lower terrace deposit Upper terrace deposit
Mesozoic	Upper Cretaceous (Middle Albian) *1	Tireo formation (Fault)	Limestone, Marl Andesite, Dacite, Tuff breccia, Limestone, Tuff, Sandstone, Slate, Chert
Age unknown	Pre-Middle Albian	Duarte Formation *2 (Intrusion)	Amphibolite, Foliated diorite, Peridotite Green schist Gneiss
Age unknown	Pre-Middle Albian (?)	Plutonic igneous rocks	Coarse grained quartz diorite (Partly foliated)

Note: *1 Uppermost of lower Cretaceous.

*2 Relation is not necessarily confirmed.

Table 8-01

ESTIMATED FINANCIAL CONSTRUCTION COST
 (EL TORITO DAM - LOS VEGANOS WEIR COMPLEX)
ESTIMADO DEL COSTO FINANCIERO
 (PRESA EL TORITO - DERIVADORA LOS VEGANOS)
 Unit: RDS10³

Item	FC	LC	Total
1. General	1,507.6	1,234.4	2,742.0
2. Civil Works			
2.1 PS-1			
(1) Dam & Intake Weir	17,069.3	13,841.7	30,911.0
(2) Power Facilities	6,435.6	4,821.3	11,256.9
Sub-total (2.1)	23,504.9	18,663.0	42,167.9
2.2 PS-2			
(1) Intake Weir	1,603.6	1,700.3	3,303.9
(2) Power Facilities	3,503.8	2,680.3	6,184.1
Sub-total (2.2)	5,107.4	4,380.6	9,488.0
Sub-Total (2)	28,612.3	23,043.6	51,655.9
3. Building Works			
3.1 PS-1	123.9	68.3	192.2
3.2 PS-2	123.9	68.3	192.2
Sub-Total (3)	247.8	136.6	384.4
4. Metal Works			
4.1 PS-1	656.2	393.5	1,049.7
4.2 PS-2	1,561.0	649.7	2,210.7
Sub-Total (4)	2,217.2	1,043.2	3,260.4
5. Generating Equipment and Transmission Line			
5.1 PS-1	2,771.5	254.6	3,026.1
5.2 PS-2	2,758.0	225.2	2,983.2
Sub-Total (5)	5,529.5	479.8	6,009.3
6. Road Construction	1,535.1	1,645.5	3,180.6
7. Land Acquisition	0.0	676.3	676.3
8. Engineering Service and Administration	2,973.6	2,119.5	5,093.1
9. Physical Contingency	4,262.2	3,037.9	7,300.1
Total (1-9)	<u>46,885.3</u>	<u>33,416.8</u>	<u>80,302.1</u>
10. Price Contingency	13,011.9	12,796.1	25,808.0
TOTAL (1-10)	<u>59,897.2</u>	<u>46,212.9</u>	<u>106,110.1</u>

Table 8-02

ESTIMATED FINANCIAL CONSTRUCTION COST
 (EL TORITO WEIR - LOS VEGANOS WEIR COMPLEX)
ESTIMADO DEL COSTO FINANCIERO
 (DERIVADORA EL TORITO - DERIVADORA LOS VEGANOS)

Unit: RDS10³

Item	FC	LC	Total
1. General	680.4	579.2	1,259.6
2. Civil Works			
2.1 PS-1			
(1) Intake Weir	1,826.1	1,954.9	3,781.0
(2) Power Facilities	5,890.6	4,413.0	10,303.6
Sub-total (2.1)	7,716.7	6,367.9	14,084.6
2.2 PS-2			
(1) Intake Weir	1,359.3	1,422.0	2,781.3
(2) Power Facilities	3,467.5	2,652.9	6,120.4
Sub-total (2.2)	4,826.8	4,074.9	8,901.7
Sub-Total (2)	12,543.5	10,442.8	22,986.3
3. Building Works			
3.1 PS-1	123.9	68.3	192.2
3.2 PS-2	123.9	68.3	192.2
Sub-Total (3)	247.8	136.6	384.4
4. Metal Works			
4.1 PS-1	1,299.5	549.5	1,849.0
4.2 PS-2	1,412.2	580.5	1,992.7
Sub-Total (4)	2,711.7	1,130.0	3,841.7
5. Generating Equipment and Transmission Line			
5.1 PS-1	2,427.2	213.9	2,641.1
5.2 PS-2	2,588.8	211.5	2,800.3
Sub-Total (5)	5,016.0	425.4	5,441.4
6. Road Construction	1,063.9	1,138.9	2,202.8
7. Land Acquisition		243.2	243.2
8. Engineering Service and Administration	2,226.3	1,409.6	3,635.9
9. Physical Contingency	2,448.8	1,550.8	3,999.6
Total	<u>26,938.4</u>	<u>17,056.5</u>	<u>43,994.9</u>
10. Price Contingency	6,852.4	6,261.4	13,113.8
TOTAL	<u>33,790.8</u>	<u>23,317.9</u>	<u>57,108.7</u>

Table 8-03 ESTIMATED FINANCIAL CONSTRUCTION COST
(PINO DE YUNA WEIR - LOS VEGANOS WEIR COMPLEX)

ESTIMADO DEL COSTO FINANCIERO
(DERIVADORA PINO DE YUNA - DERIVADORA LOS VEGANOS)

Unit: RDS10³

Item	FC	LC	Total
1. General	598.5	509.9	1,108.4
2. Civil Works			
2.1 PS-1			
(1) Intake Weir	1,073.1	1,118.6	2,191.7
(2) Power Facilities	5,116.0	3,844.4	8,960.4
Sub-total (2.1)	6,189.1	4,963.0	11,152.1
2.2 PS-2			
(1) Intake Weir	1,359.2	1,422.1	2,781.3
(2) Power Facilities	3,467.1	2,672.8	6,139.9
Sub-total (2.2)	4,826.3	4,094.9	8,921.2
Sub-Total (2)	11,015.4	9,057.9	20,073.3
3. Building Works			
3.1 PS-1	123.9	68.3	192.2
3.2 PS-2	123.9	68.3	192.2
Sub-Total (3)	247.8	136.6	384.4
4. Metal Works			
4.1 PS-1	1,299.5	549.5	1,849.0
4.2 PS-2	1,412.2	580.5	1,992.7
Sub-Total (4)	2,711.7	1,130.0	3,841.7
5. Generating Equipment and Transmission Line			
5.1 PS-1	2,312.5	200.7	2,513.2
5.2 PS-2	2,588.8	211.5	2,800.3
Sub-Total (5)	4,901.3	412.2	5,313.5
6. Road Construction	1,063.9	1,138.9	2,202.8
7. Land Acquisition	0.0	152.1	152.1
8. Engineering Service and Administration	1,995.1	1,257.8	3,252.9
9. Physical Contingency	2,194.6	1,383.6	3,578.2
Total	<u>24,728.3</u>	<u>15,179.0</u>	<u>39,907.3</u>
10. Price Contingency	6,144.1	5,426.4	11,570.5
TOTAL	<u>30,872.4</u>	<u>20,605.4</u>	<u>51,477.8</u>

Table 9-01 ECONOMIC INTERNAL RATE OF RETURN
(EL TORITO DAM - LOS VEGANOS WEIR COMPLEX)
TASA INTERNA DE RETORNO ECONOMICO
(PRESA EL TORITO - DERIVADORA LOS VEGANOS)

Unit: RD\$10³

Year	Costs/1			Benefit/2					Surplus	
	Capital		O & M	Capacity Value	Primary Energy	Secondary Energy	Fixed O & M	Variable O & M		Total
	F.C.	L.C.								
1	2,158.4	1,380.2	3,538.6							-3,538.6
2	4,906.7	1,868.6	6,775.3							-6,775.3
3	12,788.5	5,453.4	18,241.9							-18,241.9
4	22,537.4	7,941.8	30,479.2	5,227.5	1,536.6	698.3	50.8	62.9	5,227.5	-25,251.7
5	24,435.0	8,953.5	33,520.4	5,227.5	4,878.0	1,880.4	161.1	183.3	7,576.1	-25,944.3
6	8,617.3	4,488.7	13,501.7	527.7	6,682.9	2,364.3	220.6	240.8	7,102.8	-6,398.9
7-20			527.7	527.7	6,682.9	2,364.3	220.6	240.8	9,508.6	8,980.9
21-22			527.7	527.7	6,682.9	2,364.3	220.6	240.8	14,213.3	13,685.6
23-36			527.7	527.7	6,682.9	2,364.3	220.6	240.8	9,508.6	8,980.9
37	1,470.9		1,998.6	527.7	6,682.9	2,364.3	220.6	240.8	9,508.6	7,510.0
38	1,167.3		1,695.0	527.7	6,682.9	2,364.3	220.6	240.8	14,213.3	12,518.3
39	5,883.5	419.0	6,830.2	527.7	6,682.9	2,364.3	220.6	240.8	14,213.3	7,383.1
40	4,669.4	563.8	5,760.9	527.7	6,682.9	2,364.3	220.6	240.8	9,508.6	3,747.7
41		476.1	1,003.8	527.7	6,682.9	2,364.3	220.6	240.8	9,508.6	8,504.8
42-50			527.7	527.7	6,682.9	2,364.3	220.6	240.8	9,508.6	8,980.9

Economic Internal Rate of Return: 8.7%

Note: /1: Refer to Table I-09 (1)
/2: Refer to Table I-19

Table 9-02 ECONOMIC INTERNAL RATE OF RETURN
(EL TORITO WEIR - LOS VEGANOS WEIR COMPLEX)
TASA INTERNO DE RETORNO ECONOMICO
(DERIVADORA EL TORITO - DERIVADORA LOS VEGANOS)

Unit: RD\$10³

Year	Costs/1			Benefits/2					Surplus	
	Capital		O & M	Capacity Value	Primary Energy	Secondary Energy	Fixed O & M	Variable O & M		
	F.C.	L.C.								Total
1	1,359.2	844.0								-2,203.2
2	3,566.2	1,136.1								-4,702.3
3	7,095.1	2,595.2								-9,690.3
4	21,018.7	4,776.5		4,078.0					4,078.0	-21,717.2
5	7,999.9	4,577.5	73.1	4,078.0	1,333.3	581.9	44.5	53.4	6,091.0	-6,559.5
6	2,062.6	1,421.7	219.2		3,902.4	1,681.3	130.5	155.2	5,869.4	2,165.9
7-20			292.3		5,138.2	2,198.9	172.1	203.6	7,712.7	7,420.5
21-22			292.3	3,670.2	5,138.2	2,198.9	172.1	203.6	11,382.9	11,090.6
23-36			292.3		5,138.2	2,198.9	172.1	203.6	7,712.7	7,420.5
37	1,112.8		292.3		5,138.2	2,198.9	172.1	203.6	7,712.7	6,307.7
38	1,112.8		292.3	3,670.2	5,138.2	2,198.9	172.1	203.6	11,382.9	9,977.8
39	8,902.3	326.0	292.3	3,670.2	5,138.2	2,198.9	172.1	203.6	11,382.9	1,862.3
40		595.4	292.3		5,138.2	2,198.9	172.1	203.6	7,712.7	6,825.1
41		338.7	292.3		5,138.2	2,198.9	172.1	203.6	7,712.7	7,081.5
42-50			292.3		5,138.2	2,198.9	172.1	203.6	7,712.7	7,420.5

Economic Internal Rate of Return: 12.9%

Note: /1: Refer to Table I-09 (2)

/2: Refer to Table I-20

Table 9-03

ECONOMIC INTERNAL RATE OF RETURN
(PINO DE YUNA WEIR - LOS VEGANOS WEIR COMPLEX)

TASA INTERNA DE RETORNO ECONOMICO

(DERIVADORA PINO DE YUNA - DERIVADORA LOS VEGANOS)

Unit: RD\$10³

Year	Costs ^{/1}			Benefit ^{/2}					Surplus	
	Capital		Total	Capacity Value	Primary Energy	Secondary Energy	Fixed O & M	Variable O & M		
	F.C.	L.C.								O & M
1	1,322.5	814.2	2,136.7							-2,136.7
2	3,429.4	1,092.8	4,522.2							-4,522.2
3	6,959.5	2,516.6	9,476.1							-9,476.1
4	19,849.4	4,384.6	24,234.0	3,831.7					3,831.7	-20,402.3
5	7,061.3	4,044.1	11,172.4	3,831.7	1,333.3	581.9	44.5	53.4	5,844.7	-5,327.7
6	943.0	853.9	1,996.6		3,699.2	1,583.3	125.3	146.6	5,554.4	3,558.2
7-20			266.3		4,731.7	2,002.9	161.7	186.4	7,082.7	6,816.4
21-22			266.3	3,448.5	4,731.7	2,002.9	161.7	186.4	10,531.2	10,264.9
23-36			266.3		4,731.7	2,002.9	161.7	186.4	7,082.7	6,816.4
37	1,105.0		1,371.3		4,731.7	2,002.9	161.7	186.4	7,082.7	5,711.4
38	1,105.0		1,371.3	3,448.5	4,731.7	2,002.9	161.7	186.4	10,531.2	9,159.9
39	8,839.3	316.8	9,422.4	3,448.5	4,731.7	2,002.9	161.7	186.4	10,531.2	1,108.8
40		592.9	859.2		4,731.7	2,002.9	161.7	186.4	7,082.7	6,223.5
41		344.0	610.3		4,731.7	2,002.9	161.7	186.4	7,082.7	6,472.4
42-50			266.3		4,731.7	2,002.9	161.7	186.4	7,082.7	6,816.4

Economic Internal Rate of Return: 12.8%

Note: ^{/1}: Refer to Table I-09 (3)^{/2}: Refer to Table I-21

Table 10-01 FINANCIAL INTERNAL RATE OF RETURN (1)
(EL TORITO DAM - LOS VEGANOS WEIR COMPLEX)

TASA INTERNA DE RETORNO FINANCIERO (1)
(PRESA EL TORITO - DERIVADORA LOS VEGANOS)

Unit: RD\$10³

Year	Cost				Total Cost	Revenue			Surplus
	Capital/Replace. Cost (FC)	Cost (LC)	O&M Cost	Ener. Sales Cost		Primary Energy	Second- ary Ener.	Total Benefits	
1	1,434.4	1,660.8			3,095.2				-3,095.2
2	3,445.7	2,438.0			5,883.7				-5,883.7
3	9,519.6	7,650.6			17,170.2				-17,170.2
4	17,783.1	12,024.4			29,807.5				-29,807.5
5	20,074.3	14,617.5	132.6	607.5	35,431.9	1,222.9	1,475.2	2,698.1	-32,733.8
6	7,639.9	7,822.0	397.9	1,768.5	17,628.3	3,882.2	3,972.8	7,855.0	-9,773.3
7-36			530.6	2,322.1	2,852.7	5,318.6	4,995.1	10,313.7	7,461.0
37	1,032.8		530.6	2,322.1	3,885.5	5,318.6	4,995.1	10,313.7	6,428.2
38	868.9		530.6	2,322.1	3,721.6	5,318.6	4,995.1	10,313.7	6,592.1
39	4,642.4	633.4	530.6	2,322.1	8,128.5	5,318.6	4,995.1	10,313.7	2,185.2
40	3,905.6	920.5	530.6	2,322.1	7,678.8	5,318.6	4,995.1	10,313.7	2,634.9
41		839.3	530.6	2,322.1	3,692.0	5,318.6	4,995.1	10,313.7	6,621.7
42-50			530.6	2,322.1	2,852.7	5,318.6	4,995.1	10,313.7	7,461.0

Financial Internal Rate of Return: 6.1%

Table 10-02 FINANCIAL INTERNAL RATE OF RETURN (2)
 (EL TORITO WEIR - LOS VEGANOS WEIR COMPLEX)
TASA INTERNA DE RETORNO FINANCIERO
 (DERIVADORA EL TORITO - DERIVADORA LOS VEGANOS)

Unit: RD\$10³

Year	Costs				Revenue			Surplus	
	Capital/Replace. Cost (FC)	Cost (LC)	O&M Cost	Ener.Sales Cost	Total Costs	Primary Energy	Second- ary Ener.		Total Benefits
1	900.4	1,012.8			1,913.2				-1,913.2
2	2,504.4	1,472.3			3,976.7				-3,976.7
3	5,281.5	3,632.4			8,913.9				-8,913.9
4	16,584.7	7,220.5			23,805.2				-23,805.2
5	6,691.1	7,473.2	71.4	515.7	14,751.4	1,285.6	1,429.4	2,715.0	-12,036.4
6	1,828.7	2,506.7	214.2	1,499.0	6,064.4	3,958.3	4,465.8	8,424.2	2,359.8
7-36			285.5	1,966.6	2,252.1	4,089.3	4,645.7	8,735.0	6,482.9
37	979.1		285.5	1,966.6	3,231.2	4,089.3	4,645.7	8,735.0	5,503.8
38	966.7		285.5	1,966.6	3,218.8	4,089.3	4,645.7	8,735.0	5,516.2
39	8,499.4	596.2	285.5	1,966.6	11,347.7	4,089.3	4,645.7	8,735.0	-2,612.7
40		1,176.3	285.5	1,966.6	3,428.4	4,089.3	4,645.7	8,735.0	5,306.6
41		722.5	285.5	1,966.6	2,974.6	4,089.3	4,645.7	8,735.0	5,760.4
42-50			285.5	1,966.6	2,252.1	4,089.3	4,645.7	8,735.0	6,482.9

Financial Internal Rate of Return: 10.1%

Table 10-03 FINANCIAL INTERNAL RATE OF RETURN (2)
(PINO DE YUNA WEIR - LOS VEGANOS WEIR COMPLEX)

TASA INTERNA DE RETORNO FINANCIERO
(DERIVADORA PINO DE YUNA - DERIVADORA LOS VEGANOS)

Unit: FD\$10³

Year	Cost				Total Cost	Revenue			Surplus
	Capital/Replace. Cost (FC)	Cost (LC)	O&M Cost	Ener. Sales Cost		Primary Energy	Second- ary Ener.	Total Benefits	
1	876.2	976.6			1,852.8				-1,852.8
2	2,408.3	1,416.2			3,824.5				-3,824.5
3	5,180.6	3,522.4			8,703.0				-8,703.0
4	15,665.1	6,579.4			22,244.5				-22,244.5
5	5,906.1	6,605.1	60.7	515.7	13,087.6	1,069.1	1,229.4	2,290.5	-10,797.1
6	836.0	1,505.7	182.1	1,416.0	3,939.8	2,944.0	3,345.2	6,289.2	2,349.4
7-36			242.8	1,800.5	2,043.4	3,765.8	4,231.6	7,997.4	5,954.1
37	979.1		242.8	1,800.5	3,022.4	3,765.8	4,231.6	7,997.4	4,975.0
38	952.5		242.8	1,800.5	2,995.8	3,765.8	4,231.6	7,997.4	5,001.6
39	8,439.5	596.2	242.8	1,800.5	11,079.0	3,765.8	4,231.6	7,997.4	-3,080.7
40		1,172.2	242.8	1,800.5	3,215.5	3,765.8	4,231.6	7,997.4	4,781.3
41		713.7	242.8	1,800.5	2,757.0	3,765.8	4,231.6	7,997.4	5,240.3
42-50			242.8	1,800.5	2,043.3	3,765.8	4,231.6	7,997.4	5,954.1

Financial Internal Rate of Return: 10.1%

Table 10-04 REPAYMENT ANALYSIS
 (EL TORITO WEIR - LOS VEGANOS WEIR COMPLEX)
ANALISIS DE CAPACIDAD DE REEMBOLSO
 (DERIVADORA EL TORITO - DERIVADORA LOS VEGANOS).

Unit: RD\$10³

S. NO.	Year	Income					Expenditure							Surplus (1)-(2)	Cumulative Surplus				
		Int'l Loan for Const. Work/1	Govt. Const. Work	Govt. Assoc. Cost	For Interest	Power Revenue	Gross Income (1)	Const. Work P.C. Portion	L.C. Portion	Associ-ated Cost	Loan Repay-ment/3	Redemption for Govt. Bond For Interest	Redemption for Govt. Bond For Principal			O & M Cost	Gross Expendi-ture(2)		
1	1984	900.4	1,012.0				1,912.2	900.4	1,012.0						1,912.2	0	0		
2	1985	2,504.4	1,472.3		101.3		4,078.0	2,504.4	1,472.3				101.3		4,078.0	0	0		
3	1986	5,281.5	3,632.4	1,354.2	258.6		10,526.7	5,281.5	3,632.4	1,354.2			258.6		10,526.7	0	0		
4	1987	16,584.7	7,220.5	1,462.5	783.2		26,050.9	16,584.7	7,220.5	1,462.5			783.2		26,050.9	0	0		
5	1988	6,691.1	7,473.2		1,729.8		15,894.1	6,691.1	7,473.2				1,729.8		15,894.1	0	0		
6	1989	1,828.7	2,506.7		431.0	2,290.5	7,056.9	1,828.7	2,506.7				2,650.1	71.4	7,056.9	0	0		
7	1990					6,650.0	6,650.0						2,943.9	3,499.9	214.2	6,650.0	0	0	
8	1991					0,735.0	0,735.0						2,593.9	5,855.6	205.5	0,735.0	0	0	
9	1992					0,735.0	0,735.0						2,000.3	6,441.2	205.5	0,735.0	0	0	
10	1993					0,735.0	0,735.0						1,364.2	7,085.3	205.5	0,735.0	0	0	
11	1994					0,735.0	0,735.0						2,932.4	655.6	4,861.5	0,735.0	0	0	
12	1995					0,735.0	0,735.0						2,932.4	169.5	1,695.0	205.5	5,062.6	3,632.6	3,632.6
13	1996					0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	3,217.9	5,517.1	9,169.7	
14	1997					0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	3,217.9	5,517.1	14,686.8	
15	1998					0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	3,217.9	5,517.1	20,203.9	
16	1999					0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	3,217.9	5,517.1	25,721.0	
17	2000					0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	3,217.9	5,517.1	31,238.1	
18	2001					0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	3,217.9	5,517.1	36,755.2	
19	2002					0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	3,217.9	5,517.1	42,272.3	
20	2003					-0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	3,217.9	5,517.1	47,789.4	
21	2004					0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	3,217.9	5,517.1	53,306.5	
22	2005					0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	3,217.9	5,517.1	58,823.6	
23	2006					0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	3,217.9	5,517.1	64,340.7	
24	2007					0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	3,217.9	5,517.1	69,857.8	
25	2008					0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	3,217.9	5,517.1	75,374.9	
26	2009					0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	3,217.9	5,517.1	80,892.0	
27	2010					0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	3,217.9	5,517.1	86,409.1	
28	2011					0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	3,217.9	5,517.1	91,926.2	
29	2012					0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	3,217.9	5,517.1	97,443.3	
30	2013					0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	3,217.9	5,517.1	102,960.4	
31	2014					0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	205.5	0,449.5	111,409.9	
32	2015					0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	205.5	0,449.5	119,859.4	
33	2016					0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	205.5	0,449.5	128,308.9	
34	2017					0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	205.5	0,449.5	136,758.4	
35	2018					0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	205.5	0,449.5	145,207.9	
36	2019					0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	205.5	0,449.5	153,657.4	
37	2020					0,735.0	0,735.0	979.1					2,932.4		205.5	1,264.6	7,472.8	161,127.0	
38	2021					0,735.0	0,735.0	966.7					2,932.4		205.5	1,262.2	7,472.8	168,600.6	
39	2022					0,735.0	0,735.0	0,499.4	596.2				2,932.4		205.5	9,381.1	-646.1	167,954.5	
40	2023					0,735.0	0,735.0		1,176.3				2,932.4		205.5	1,061.8	7,373.2	175,227.7	
41	2024					0,735.0	0,735.0		722.5				2,932.4		205.5	1,000.0	7,727.0	182,954.7	
42	2025					0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	205.5	0,449.5	191,404.2	
43	2026					0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	205.5	0,449.5	199,853.7	
44	2027					0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	205.5	0,449.5	208,303.2	
45	2028					0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	205.5	0,449.5	216,752.7	
46	2029					0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	205.5	0,449.5	225,202.2	
47	2030					0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	205.5	0,449.5	233,651.7	
48	2031					0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	205.5	0,449.5	242,101.2	
49	2032					0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	205.5	0,449.5	250,550.7	
50	2033					0,735.0	0,735.0						2,932.4		205.5	205.5	0,449.5	259,000.2	

(1) International Loans: Interest : 3.5%/annum
 Grace period : 10 years
 Repayment period: 20 years

(2) Government Bonds: Interest : 10%/annum
 Repayment period: 15 years

(3) Repayment of interest and principal calculated by a capital recovery factor.

Table 10-05

REPAYMENT ANALYSIS

(EL TORITO WEIR - LOS VEGANOS WEIR COMPLEX)

ANALISIS DE CAPACIDAD DE REEMBOLSO

(DERIVADORA EL TORITO - DERIVADORA LOS VEGANOS)

Unit: RD\$10³

S. No.	Year	Income					Expenditure							Surplus (1)-(2)	Cumulative Surplus		
		Int'l Loan for Const. Work/1	Government Bonds/2	For Const. Work	For As-sociated Cost	For Interest	Power Revenue	Gross Income (1)	Const. F.C. Portion	Work L.C. Portion	Associ-ated Cost	Loan Repay-ment/3	Resumption for Government Bond For Interest			For Principal	O & M Cost
1	1984	900.4	1,012.8				1,913.2	900.4	1,012.8						1,913.2	0	0
2	1985	2,504.4	1,472.3			101.3	4,078.0	2,504.4	1,472.3			101.3			4,078.0	0	0
3	1986	5,281.3	3,632.3	1,354.2	258.6		10,526.7	5,281.3	3,632.4	1,354.2		258.6			10,526.7	0	0
4	1987	16,584.7	7,220.5	1,462.5	783.2		26,050.9	16,584.7	7,220.5	1,462.5		783.2			26,050.9	0	0
5	1988	6,691.1	7,473.2			1,729.8	15,894.1	6,691.1	7,473.2			1,729.8			15,894.1	0	0
6	1989	1,828.7	2,506.7		431.0	2,290.5	7,056.9	1,828.7	2,506.7			2,650.1		71.4	7,056.9	0	0
7	1990					6,658.0	6,658.0					2,943.9	3,499.9	214.2	6,658.0	0	0
8	1991					8,735.0	8,735.0					2,593.9	5,835.6	285.3	8,735.0	0	0
9	1992					8,735.0	8,735.0					2,008.3	6,441.2	285.3	8,735.0	0	0
10	1993					8,735.0	8,735.0					1,364.2	7,085.3	285.3	8,735.0	0	0
11	1994					8,735.0	8,735.0				5,512.7	655.6	2,281.2	285.3	8,735.0	0	0
12	1995					8,735.0	8,735.0				5,512.7	427.5	2,509.3	285.3	8,735.0	0	0
13	1996					8,735.0	8,735.0				5,512.7	176.6	1,766.0	285.3	7,740.8	994.2	994.2
14	1997					8,735.0	8,735.0				5,512.7			285.3	5,790.2	2,936.8	3,931.0
15	1998					8,735.0	8,735.0				5,512.7			285.3	5,790.2	2,936.8	6,867.8
16	1999					8,735.0	8,735.0				5,512.7			285.3	5,790.2	2,936.8	9,804.6
17	2000					8,735.0	8,735.0				5,512.7			285.3	5,790.2	2,936.8	12,741.4
18	2001					8,735.0	8,735.0				5,512.7			285.3	5,790.2	2,936.8	15,678.2
19	2002					8,735.0	8,735.0				5,512.7			285.3	5,790.2	2,936.8	18,615.0
20	2003					8,735.0	8,735.0				5,512.7			285.3	5,790.2	2,936.8	21,551.8
21	2004					8,735.0	8,735.0				5,512.7			285.3	5,790.2	2,936.8	24,488.6
22	2005					8,735.0	8,735.0				5,512.7			285.3	5,790.2	2,936.8	27,425.4
23	2006					8,735.0	8,735.0				5,512.7			285.3	5,790.2	2,936.8	30,362.2
24	2007					8,735.0	8,735.0				5,512.7			285.3	5,790.2	2,936.8	33,299.0
25	2008					8,735.0	8,735.0				5,512.7			285.3	5,790.2	2,936.8	36,235.8
26	2009					8,735.0	8,735.0				5,512.7			285.3	5,790.2	2,936.8	39,172.6
27	2010					8,735.0	8,735.0				5,512.7			285.3	5,790.2	2,936.8	42,109.4
28	2011					8,735.0	8,735.0				5,512.7			285.3	5,790.2	2,936.8	45,046.2
29	2012					8,735.0	8,735.0				5,512.7			285.3	5,790.2	2,936.8	47,983.0
30	2013					8,735.0	8,735.0				5,512.7			285.3	5,790.2	2,936.8	50,919.8
31	2014					8,735.0	8,735.0				8,449.5			285.3	8,449.5	59,369.3	
32	2015					8,735.0	8,735.0				8,449.5			285.3	8,449.5	67,818.8	
33	2016					8,735.0	8,735.0				8,449.5			285.3	8,449.5	76,268.3	
34	2017					8,735.0	8,735.0				8,449.5			285.3	8,449.5	84,717.8	
35	2018					8,735.0	8,735.0				8,449.5			285.3	8,449.5	93,167.3	
36	2019					8,735.0	8,735.0				8,449.5			285.3	8,449.5	101,616.8	
37	2020					8,735.0	8,735.0	979.1			8,449.5			285.3	1,264.6	7,470.4	109,087.2
38	2021					8,735.0	8,735.0	966.7			8,449.5			285.3	1,252.2	7,472.8	116,560.0
39	2022					8,735.0	8,735.0	8,499.4	596.2		8,449.5			285.3	9,381.1	-646.1	115,913.9
40	2023					8,735.0	8,735.0		1,176.3		8,449.5			285.3	1,461.8	7,273.2	123,187.1
41	2024					8,735.0	8,735.0		722.5		8,449.5			285.3	1,000.0	7,277.0	130,914.1
42	2025					8,735.0	8,735.0				8,449.5			285.3	285.3	8,449.5	139,363.6
43	2026					8,735.0	8,735.0				8,449.5			285.3	285.3	8,449.5	147,813.1
44	2027					8,735.0	8,735.0				8,449.5			285.3	285.3	8,449.5	156,262.6
45	2028					8,735.0	8,735.0				8,449.5			285.3	285.3	8,449.5	164,712.1
46	2029					8,735.0	8,735.0				8,449.5			285.3	285.3	8,449.5	173,161.6
47	2030					8,735.0	8,735.0				8,449.5			285.3	285.3	8,449.5	181,611.1
48	2031					8,735.0	8,735.0				8,449.5			285.3	285.3	8,449.5	190,060.6
49	2032					8,735.0	8,735.0				8,449.5			285.3	285.3	8,449.5	198,510.1
50	2033					8,735.0	8,735.0				8,449.5			285.3	285.3	8,449.5	206,959.6

(1) International Loan: Interest : 8.0%/annum
 Grace period : 10 years
 Repayment period: 20 years

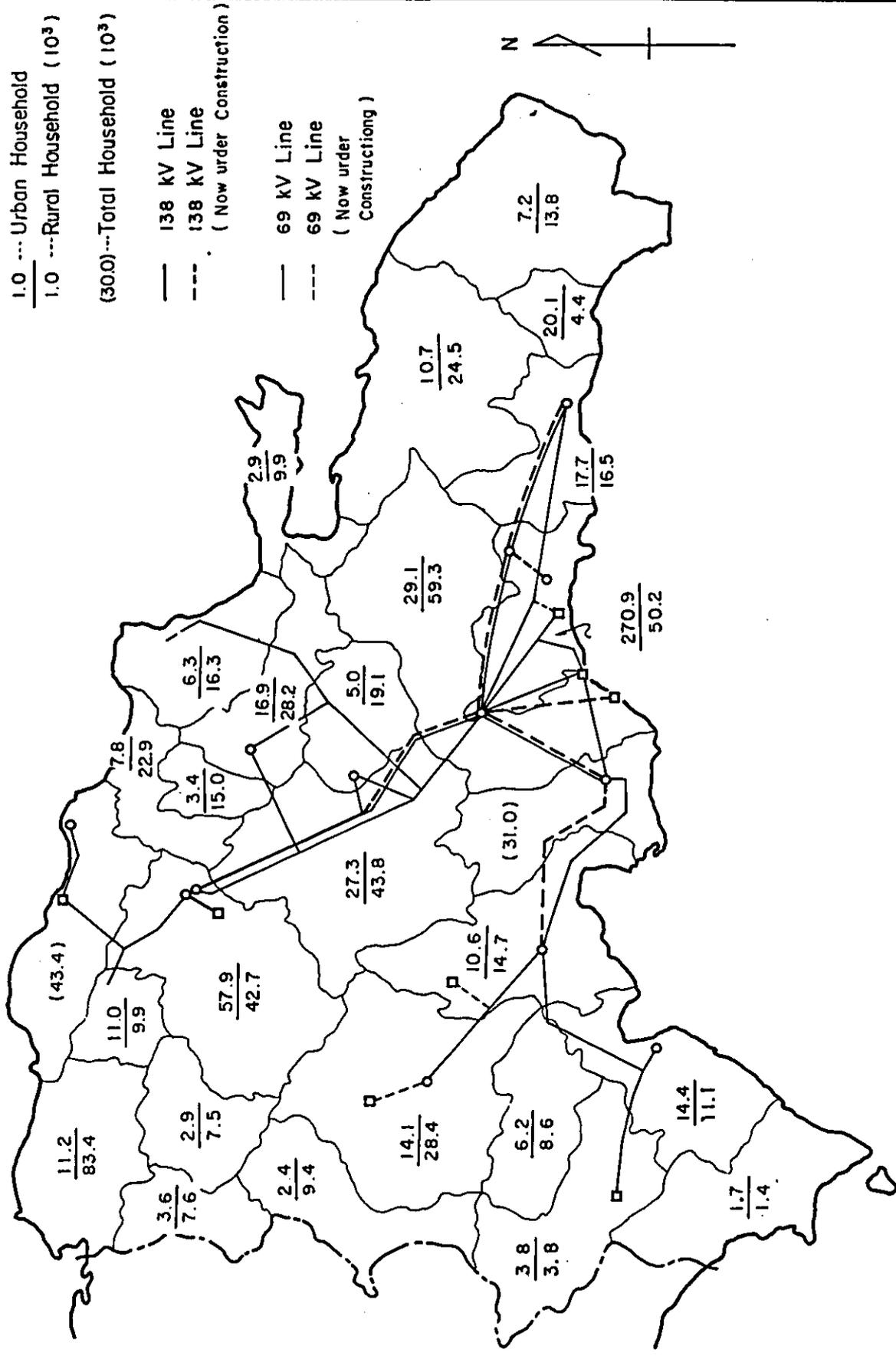
(2) Government Bond: Interest : 10%/annum
 Repayment period: 15 years

(3) Repayment of Interest and principal calculated by a capital recovery factor.

FIGURAS

Legend

- 1.0 --- Urban Household
- 1.0 --- Rural Household (10³)
- (30.0) --- Total Household (10³)
- 138 kV Line
- - - 138 kV Line (Now under Construction)
- 69 kV Line
- - - 69 kV Line (Now under Construction)



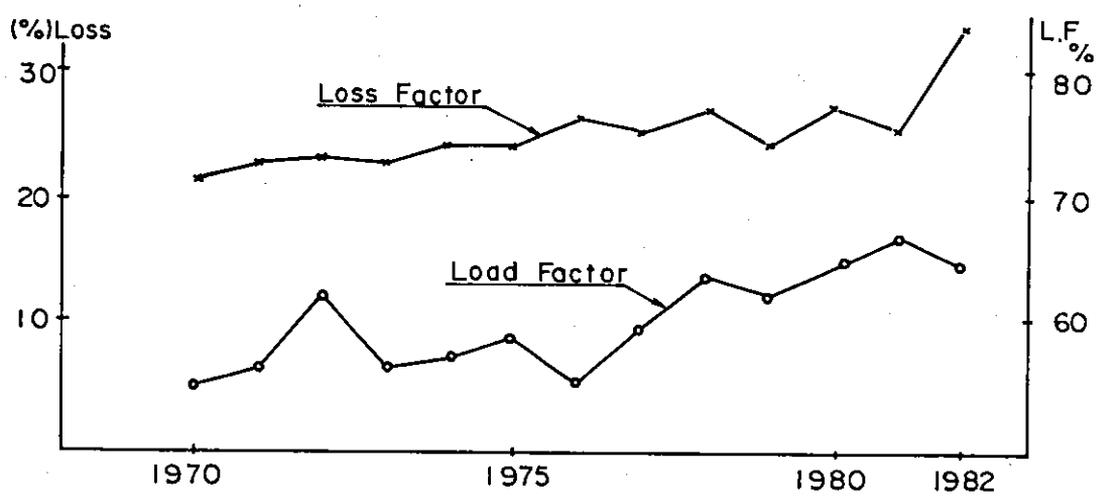
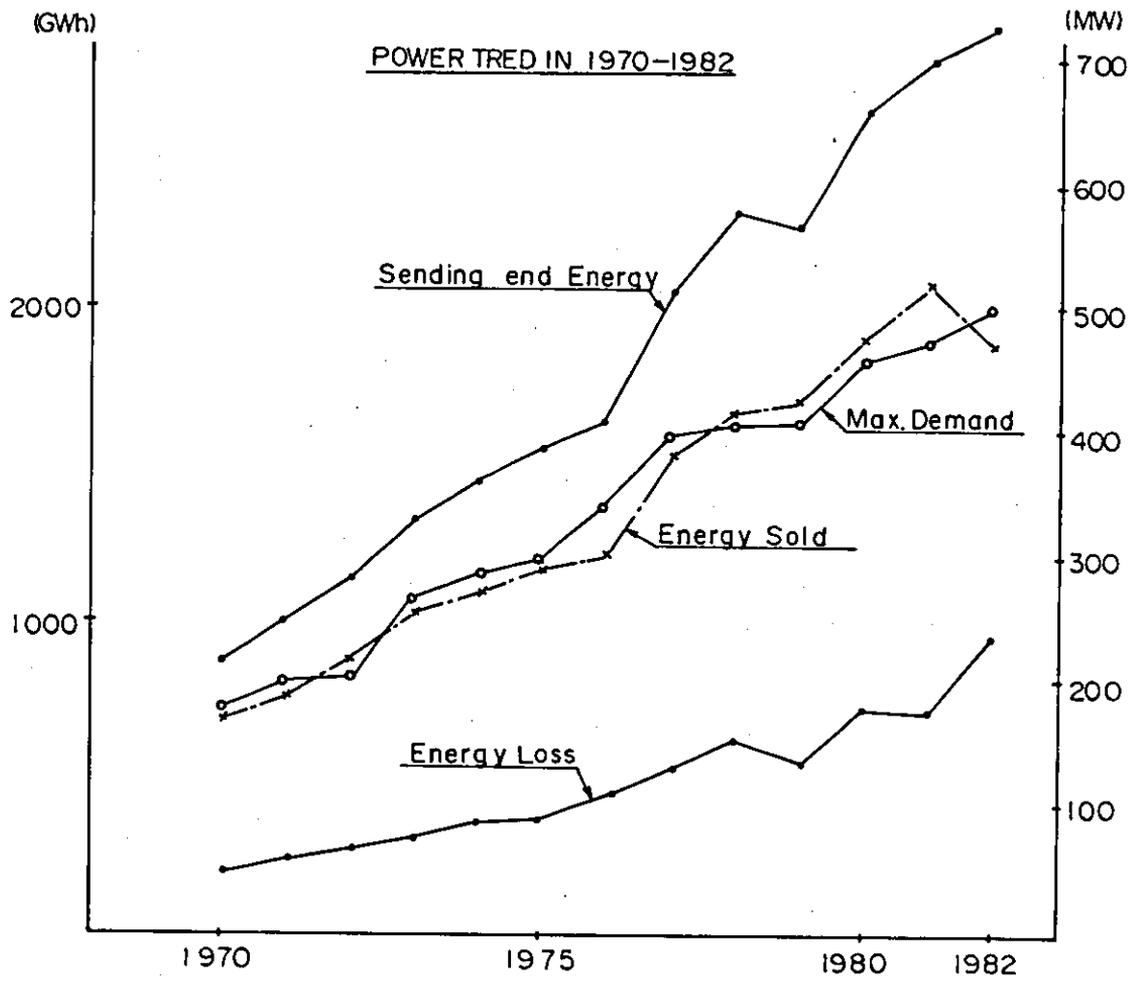
CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD

EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX
COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

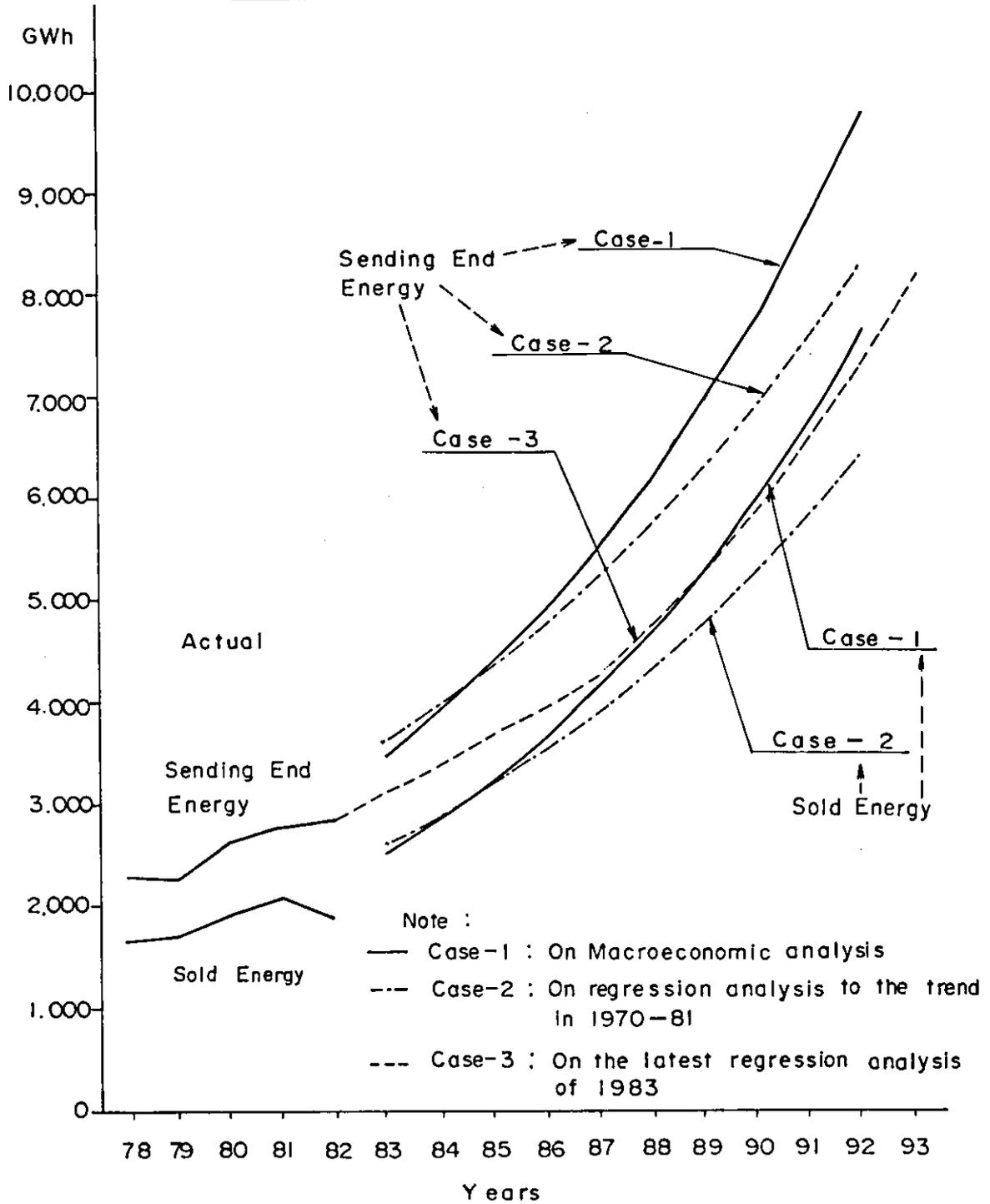
Fig. 01

Household by Region
Viviendas por Region

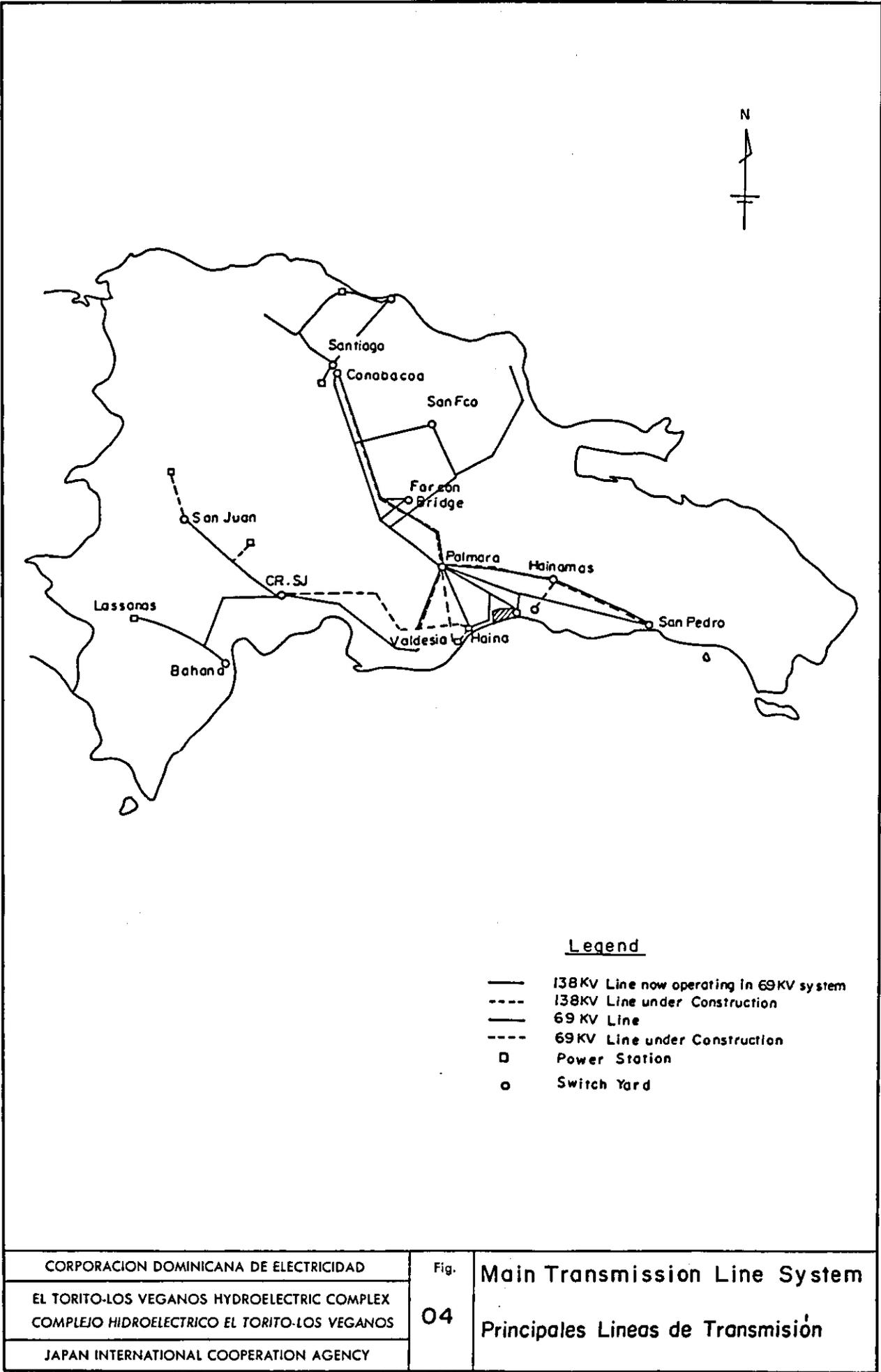


CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	Fig. 02	Power Trend in 1970 - 1982
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS		<i>Tendencia de Energia en 1970-1982</i>
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		

POWER DEMAND FORECAST



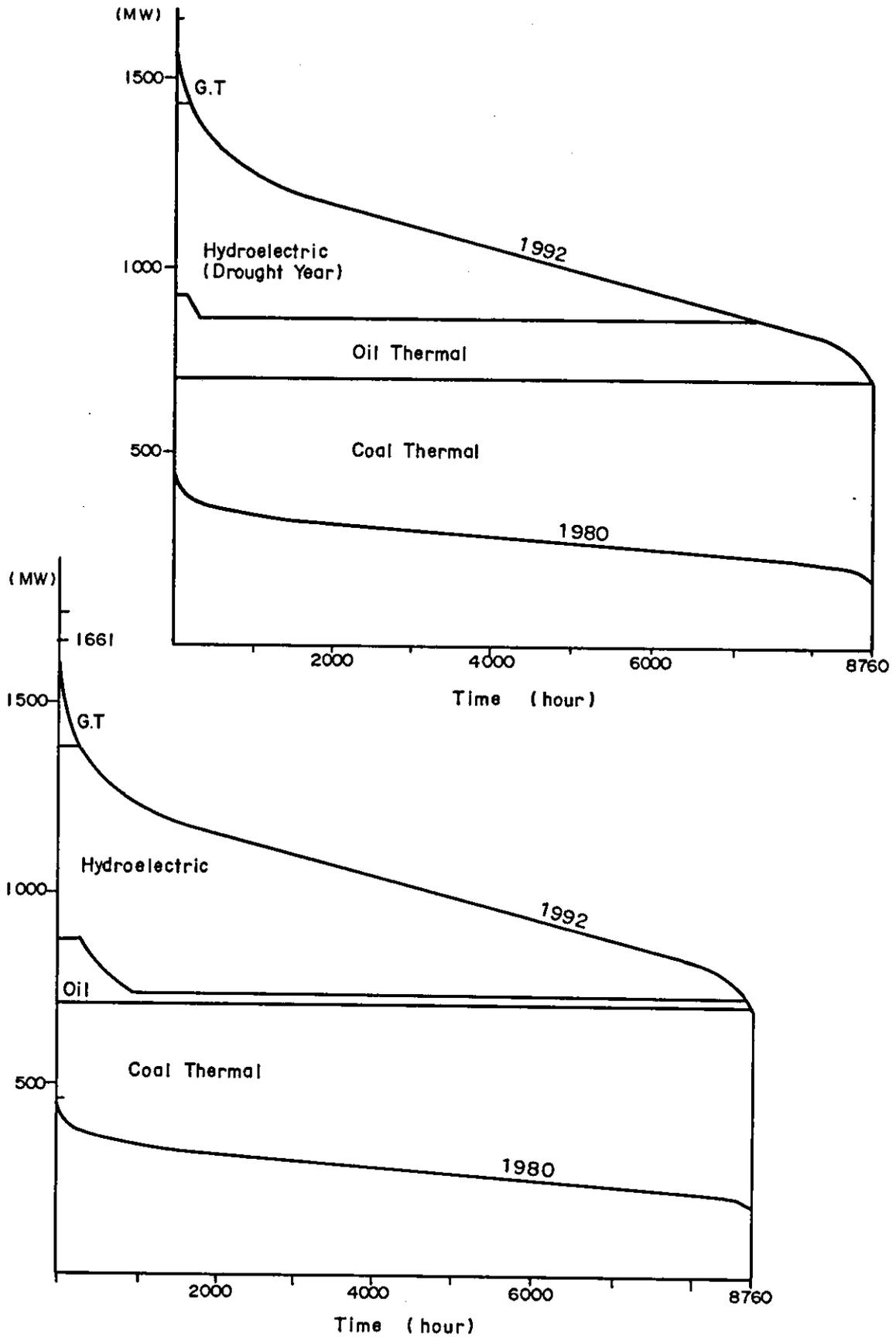
CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	Fig.	Power Demand Forecast by
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS	03	CDE - Sofrelec Proyección de Demanda por
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		CDE - SOFRELEC



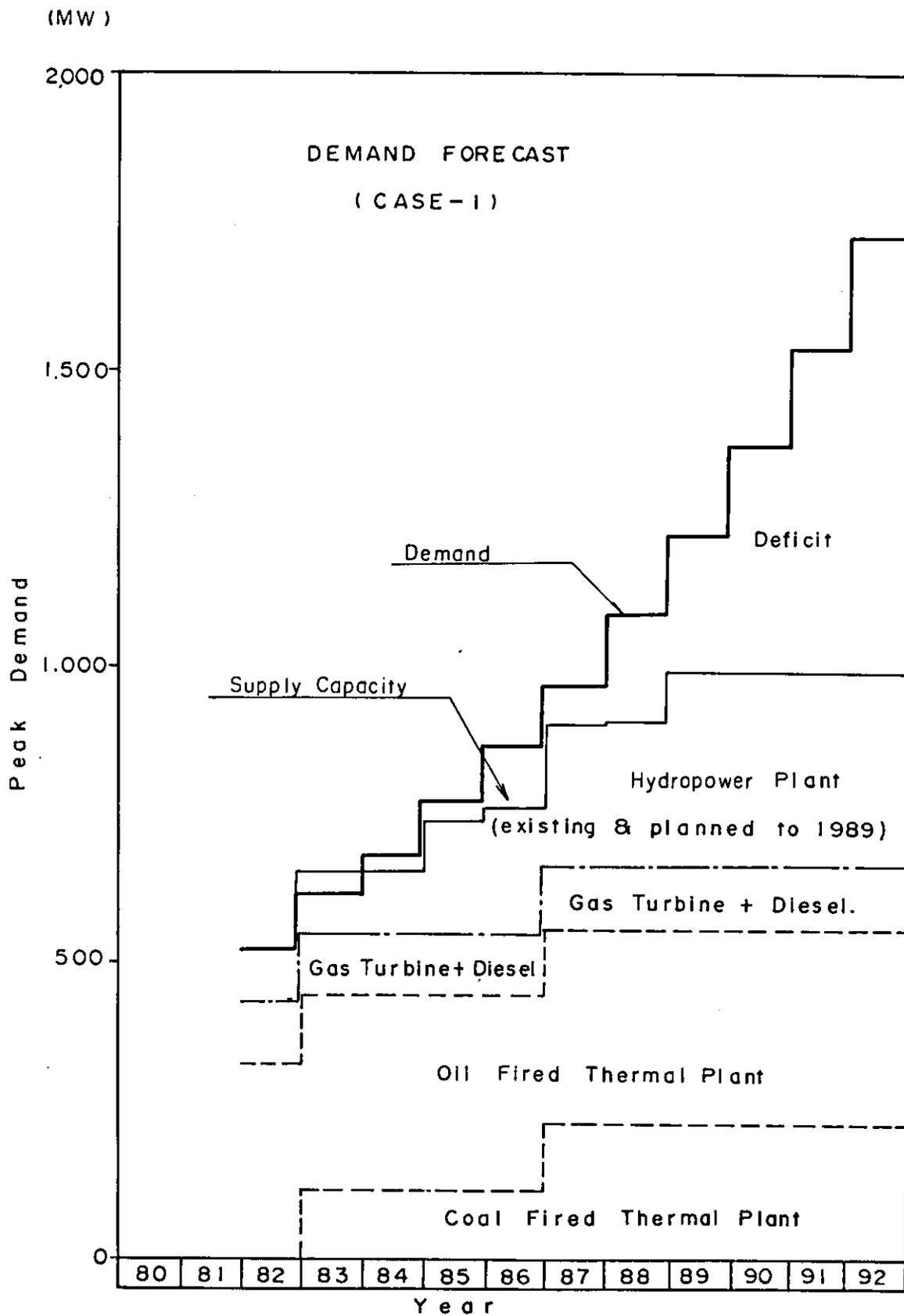
Legend

- — — 138KV Line now operating in 69KV system
- - - - 138KV Line under Construction
- — — 69 KV Line
- - - - 69KV Line under Construction
- Power Station
- Switch Yard

CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	Fig.	Main Transmission Line System Principales Lineas de Transmisi6n
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS	04	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		



CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	Fig.	Load Duration Curve 1980 & 1992
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS	05	and Power Supply Program 1992
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		Curva de Duración de Carga en 1980 y 1992, y Plan de Expansión para 1992



CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD

EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX
COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

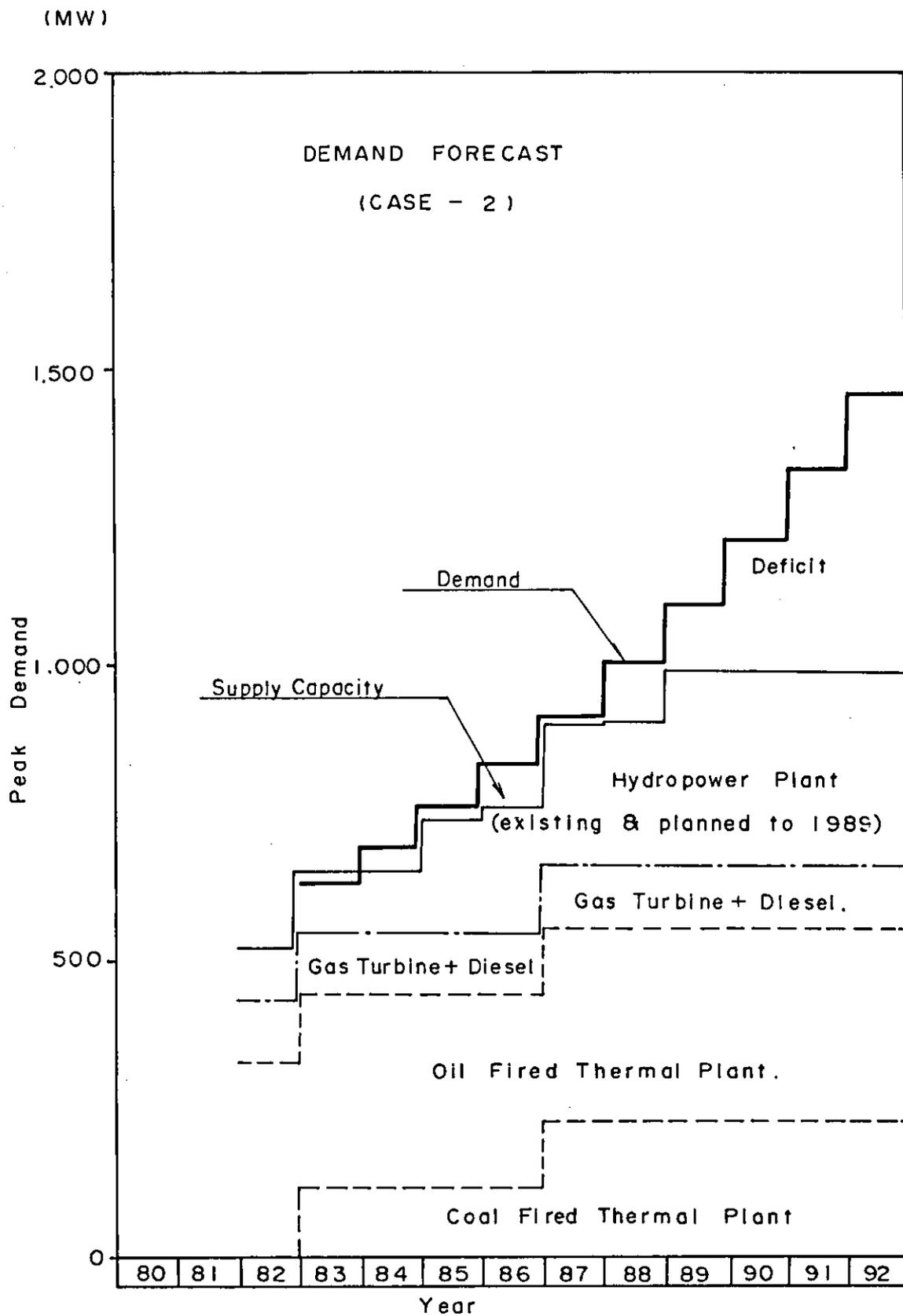
Fig.

06

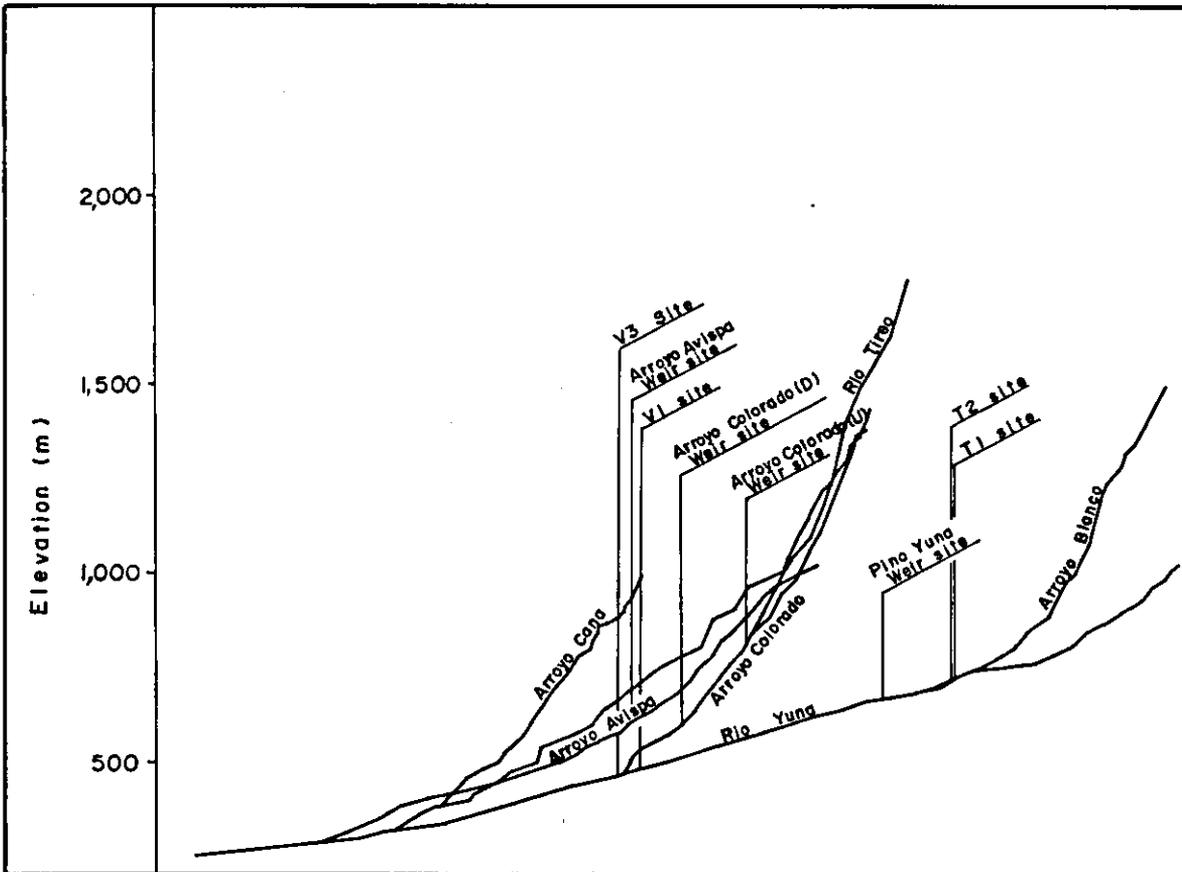
(1)

Peak Demand and Generating Capacity (Case 1)

Demanda Máxima y Capacidad de Generación (Caso 1)



CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	Fig.	Peak Demand and Generating Capacity (Case 2)
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS	06 (2)	<i>Demanda Máxima y Capacidad de Generación (Caso 2)</i>
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		



Distance (Km)	0.0	3.2	4.9	7.0	9.0	11.2	13.0	15.0	17.0	19.2	21.0	23.0	25.0	
Elevation (m)	254	288	293	312	352	409	474	526	586	644	691	749	817	960
Confluence	LOS Quimbos G/S	Arroyo Avispa Rio Blanco	Rio Tiro			Arroyo Colorado				Arroyo Blanco				

CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD

EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX
COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS

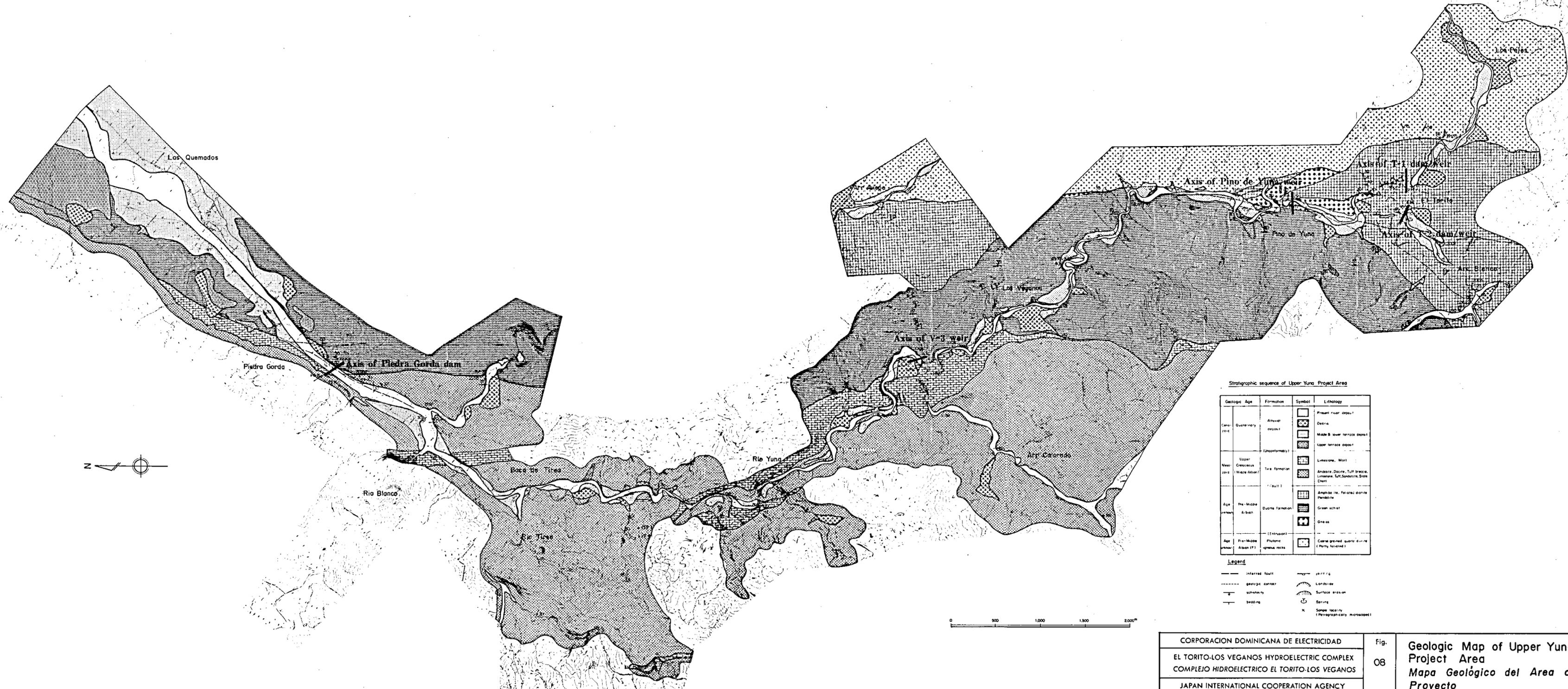
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Fig.

07

Longitudinal Profile of Yuna River

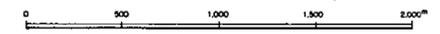
Perfil del Río Yuna



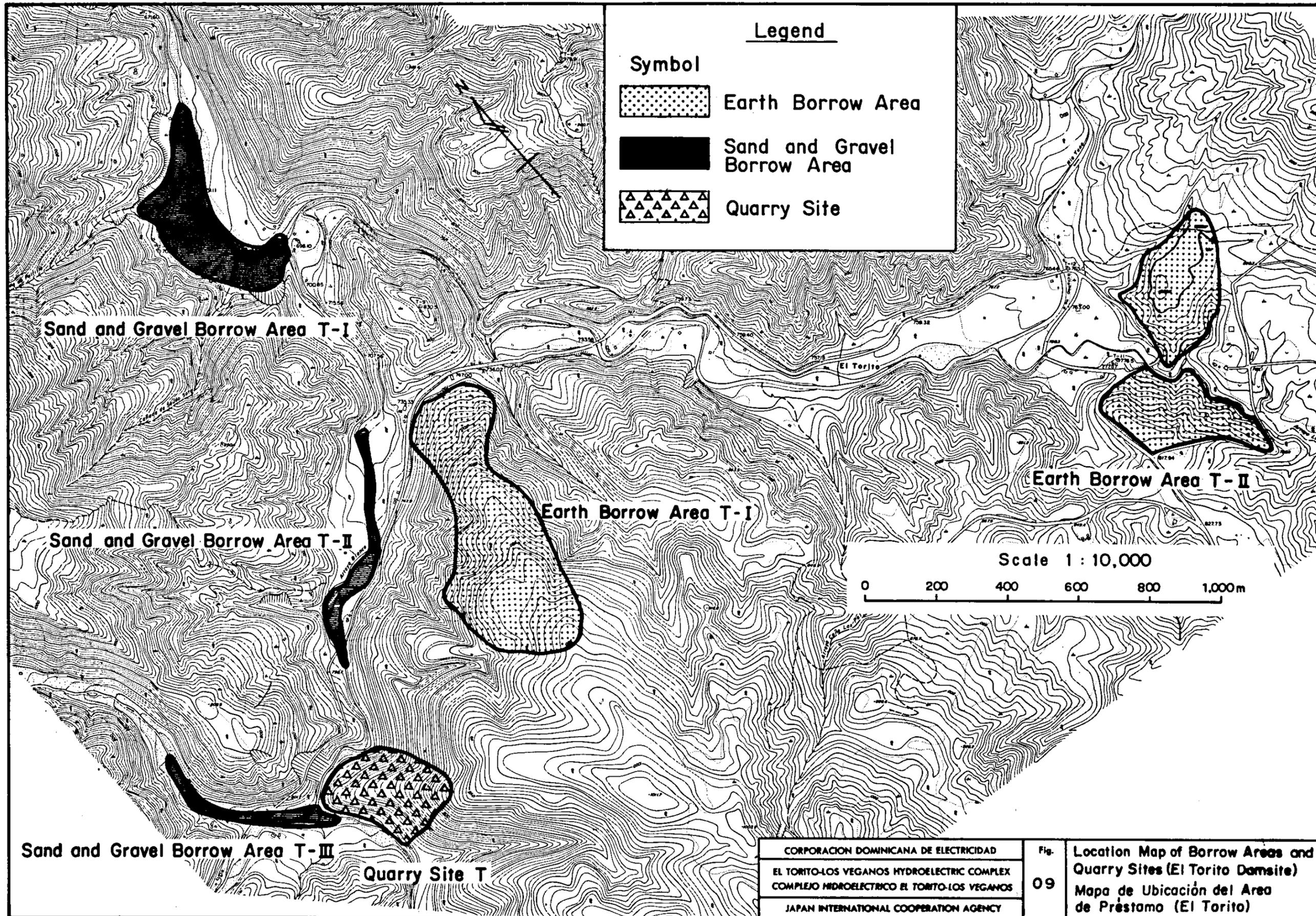
Stratigraphic sequence of Upper Yuna Project Area

Geologic Age	Formation	Symbol	Lithology
Cenozoic Quaternary	Alluvial deposit	[Symbol]	Present river deposit
		[Symbol]	Desiccation
	Unconformity	[Symbol]	Middle B lower terrace deposit
		[Symbol]	Upper terrace deposit
Mesozoic Cretaceous (Maipo basin)	Tuff formation	[Symbol]	Limestone, Marl
		[Symbol]	Andesite, Diabase, Tuff breccia, Limestone, Soft Sandstone, Slate, Chert
	[Symbol]	[Fault]	
Age Pre-Miocene Albian	Quartz formation	[Symbol]	Amphibole, Felsitic diorite, Pyroxenite
		[Symbol]	Green schist
Age Pre-Miocene Albian (?)	Plutonic igneous rocks	[Symbol]	Gneiss
		[Symbol]	Coarse grained quartz diorite (Partly localized)

- Legend**
- inferred fault
 - - - - - geologic contact
 - - - - - schistosity
 - - - - - bedding
 - ~ ~ ~ ~ ~ cliff
 - ~ ~ ~ ~ ~ landslide
 - ~ ~ ~ ~ ~ surface erosion
 - spring
 - x some locality (Petrographically microscopical)

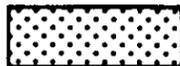


CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	Fig. 08	Geologic Map of Upper Yuna Project Area <i>Mapa Geológico del Area del Proyecto</i>
--	---------	---



Legend

Symbol



Earth Borrow Area



Sand and Gravel Borrow Area



Quarry Site

Sand and Gravel Borrow Area T-I

Sand and Gravel Borrow Area T-II

Earth Borrow Area T-I

Earth Borrow Area T-II

Sand and Gravel Borrow Area T-III

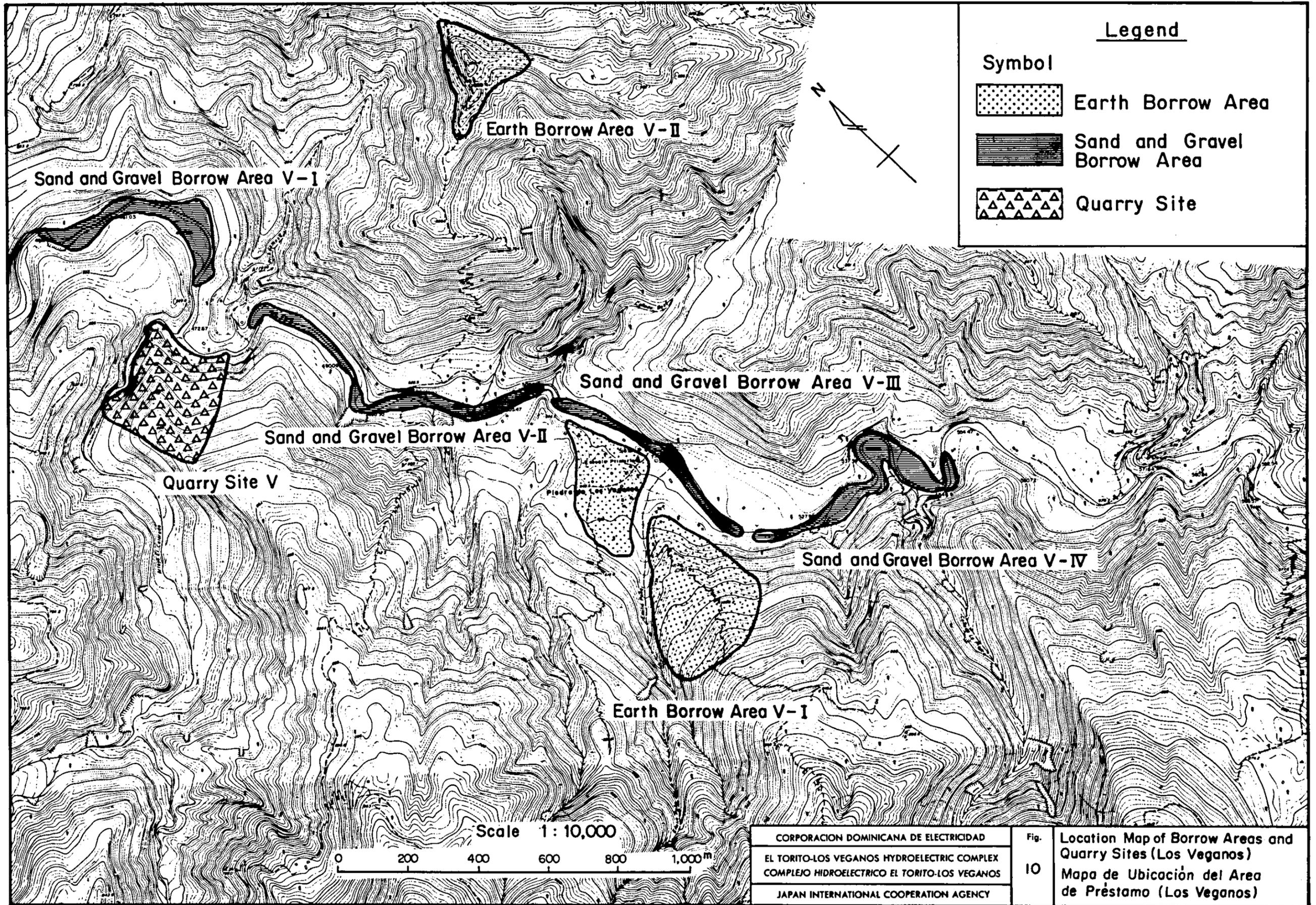
Quarry Site T

Scale 1 : 10,000

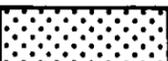


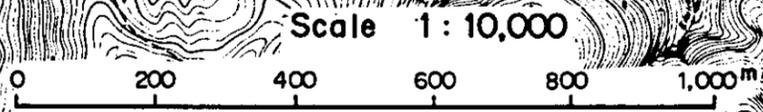
CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD
 EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX
 COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Fig. 09 Location Map of Borrow Areas and Quarry Sites (El Torito Dam site)
 Mapa de Ubicacion del Area de Prestamo (El Torito)



Legend

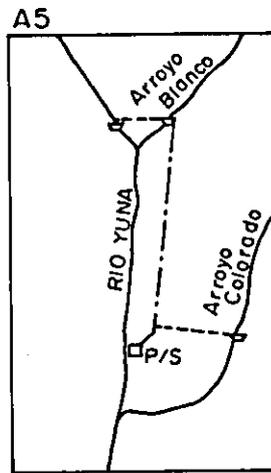
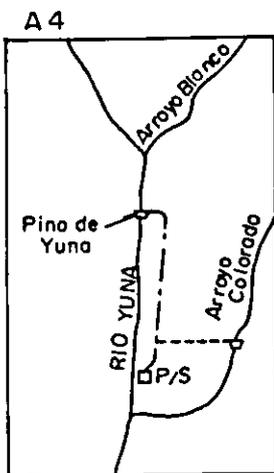
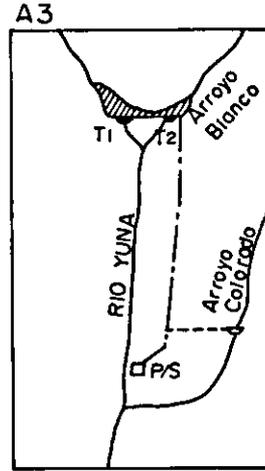
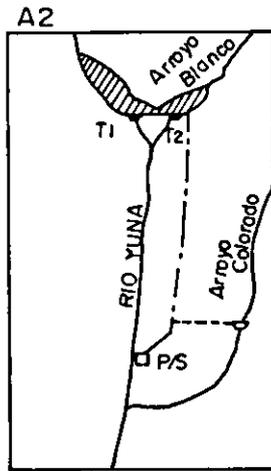
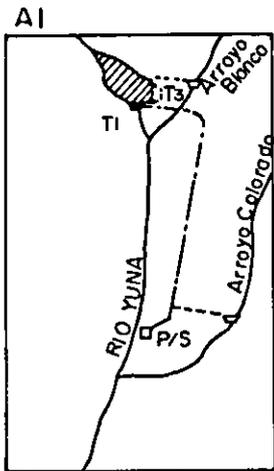
Symbol	Description
	Earth Borrow Area
	Sand and Gravel Borrow Area
	Quarry Site



CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD
 EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX
 COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

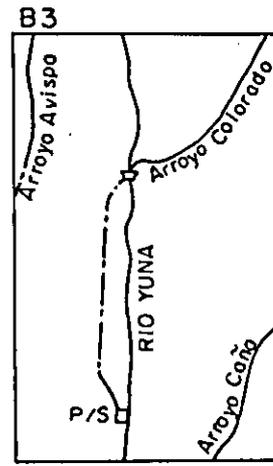
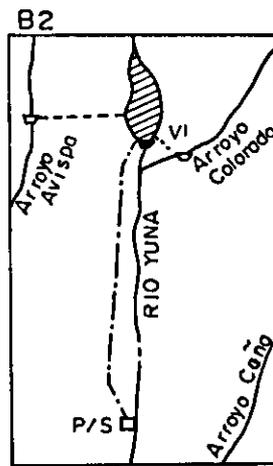
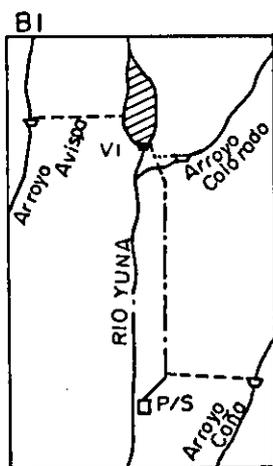
Fig. 10 Location Map of Borrow Areas and Quarry Sites (Los Veganos)
 Mapa de Ubicación del Area de Préstamo (Los Veganos)

POWER DEVELOPMENT SCHEMES IN EL TORITO

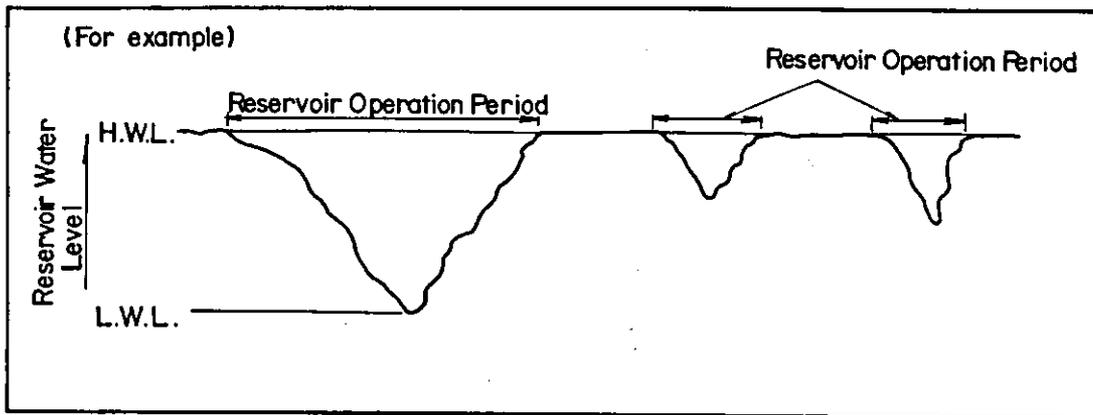


- LEGEND
- Dam
 - Weir
 - Saddle dam
 - River
 - Headrace tunnel
 - Connecting tunnel
 - Reservoir
 - Power station

POWER DEVELOPMENT SCHEMES IN LOS VEGANOS

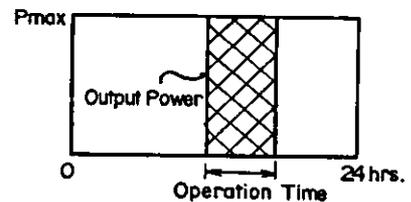


CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	Fig.	Alternatives for Preliminary Selection <i>Alternativas Seleccionadas</i>
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS	11	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		



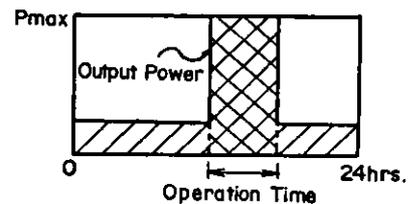
(1) CASE.1 (In case that Reservoir Water Level is between H.W.L and L.W.L)

Intake rate = Firm Discharge



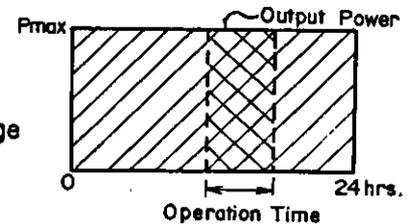
(2) CASE.2-a (In case that Reservoir Water Level is at H.W.L)

Intake rate = Inflow



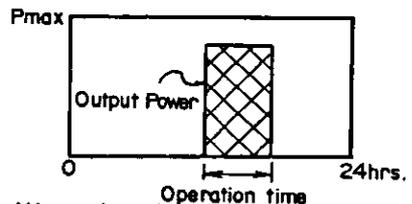
(3) CASE.2-b (In case that Reservoir Water Level is at H.W.L)

Intake rate = Plant Peak Discharge



(4) CASE.3 (In case that Reservoir Water Level is at L.W.L.)

Intake rate = Inflow



Notes :

- H.W.L : High Water Level
- L.W.L : Low Water Level
- Pmax : Installed Capacity
- : Primary Energy
- : Secondary Energy

CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD

EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX
COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS

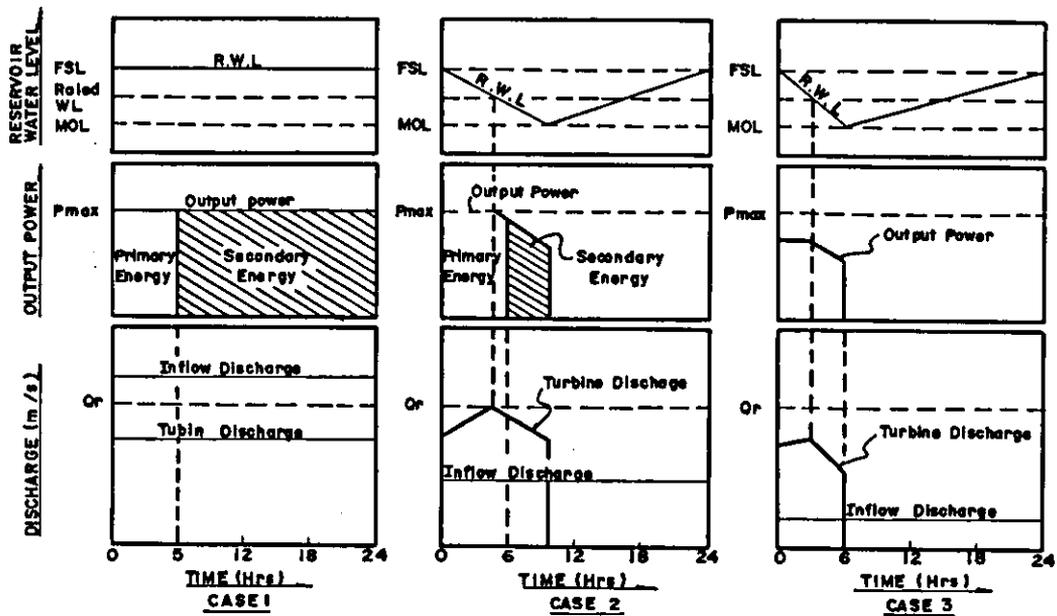
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Fig.

12

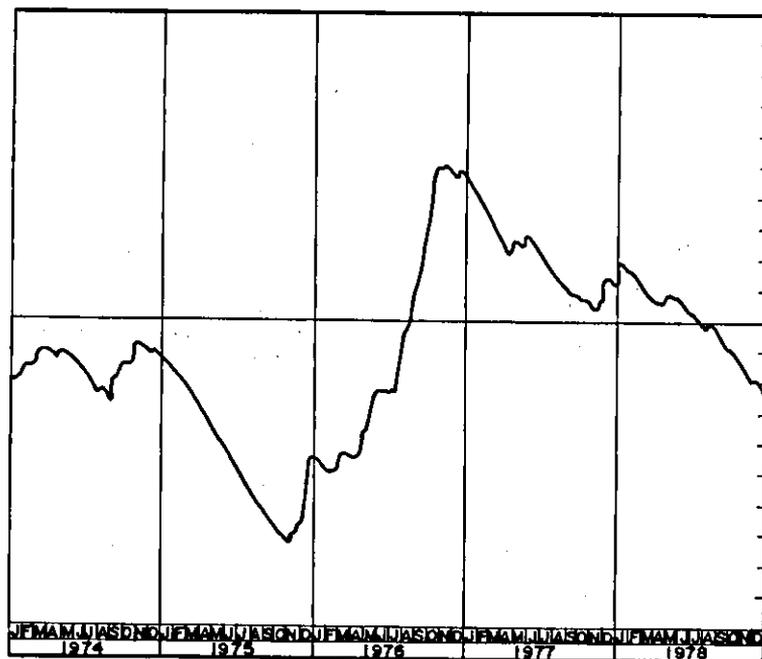
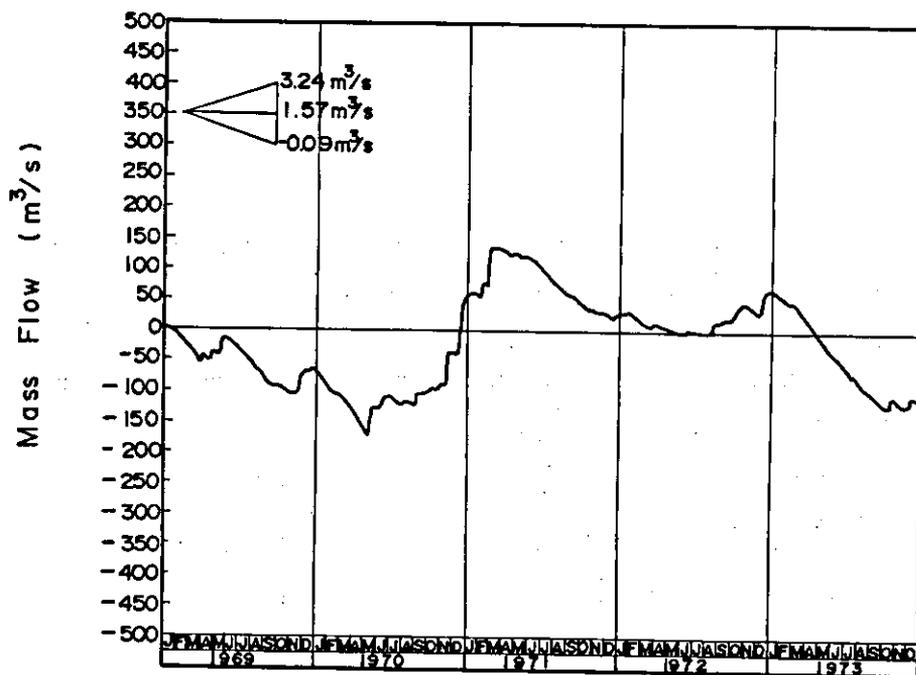
Schematic Description of Water Use
(for Dam & Reservoir Scheme)

*Diagrama Esquemático del
Uso de Agua (Presa de Embalse)*



NOTE : R.W.L. : Reservoir Water Level.
 F.S.L. : Full Supply Level.
 M.O.L. : Minimum Operation Level
 Rated WL : Rated Water Level
 Pmax : Max Output Power (Installed Capacity)
 Qr : Rated Turbine Discharge

CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	Fig.	Schematic Description of Water Use (for Run-of-River Scheme) <i>Diagrama Esquemático del Uso de Agua (Presa Derivadora)</i>
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS	13	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		



CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD

EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX
COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS

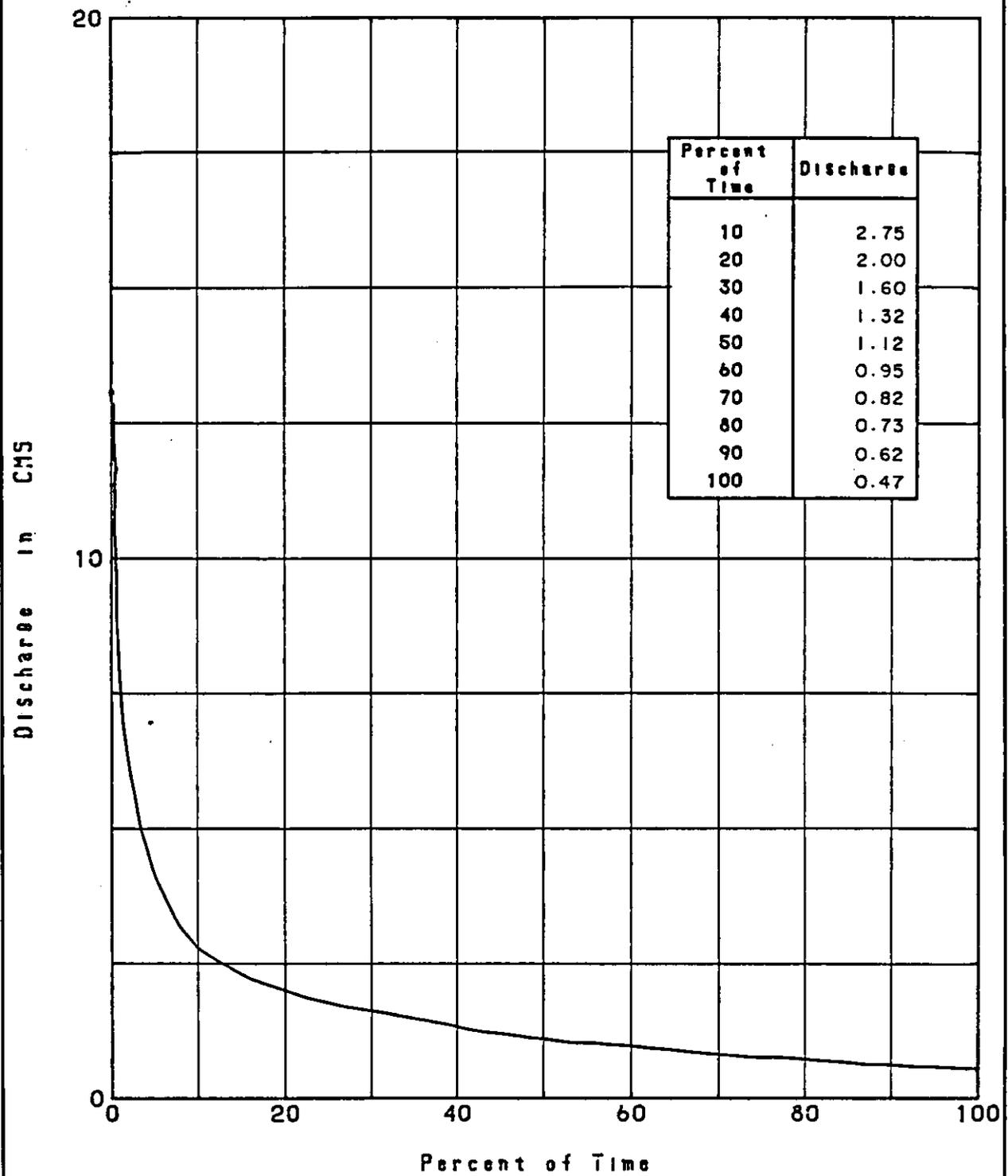
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Fig.

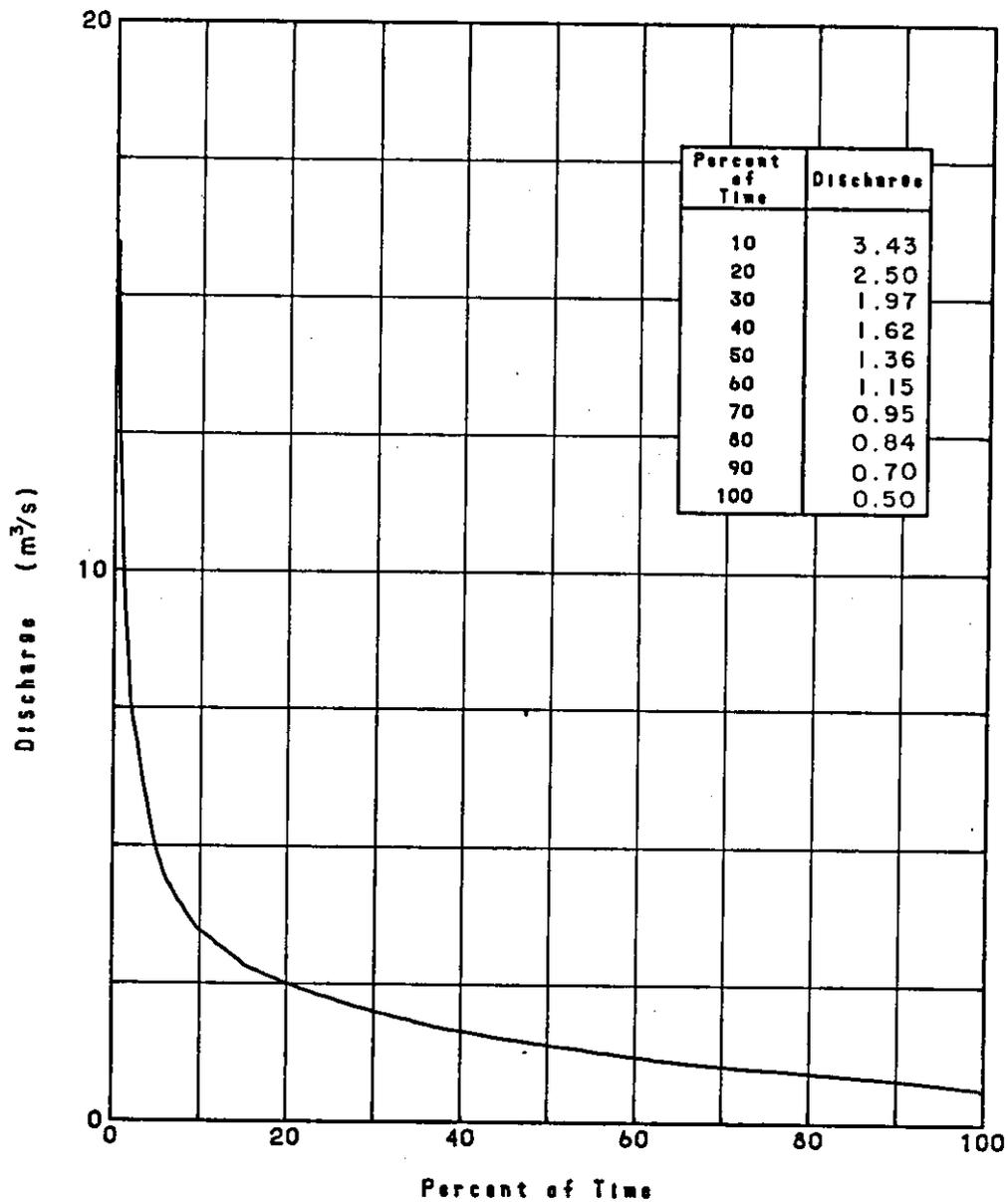
14

Discharge Mass Curve at El Torito

Curva de Masa en El Torito



CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	Fig.	Discharge Duration Curve at El Torito (T-1 & T-2) <i>Curva de Duracion de Caudales en El Torito (T-1 y T-2)</i>
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS	15	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		



CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD

EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX
COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS

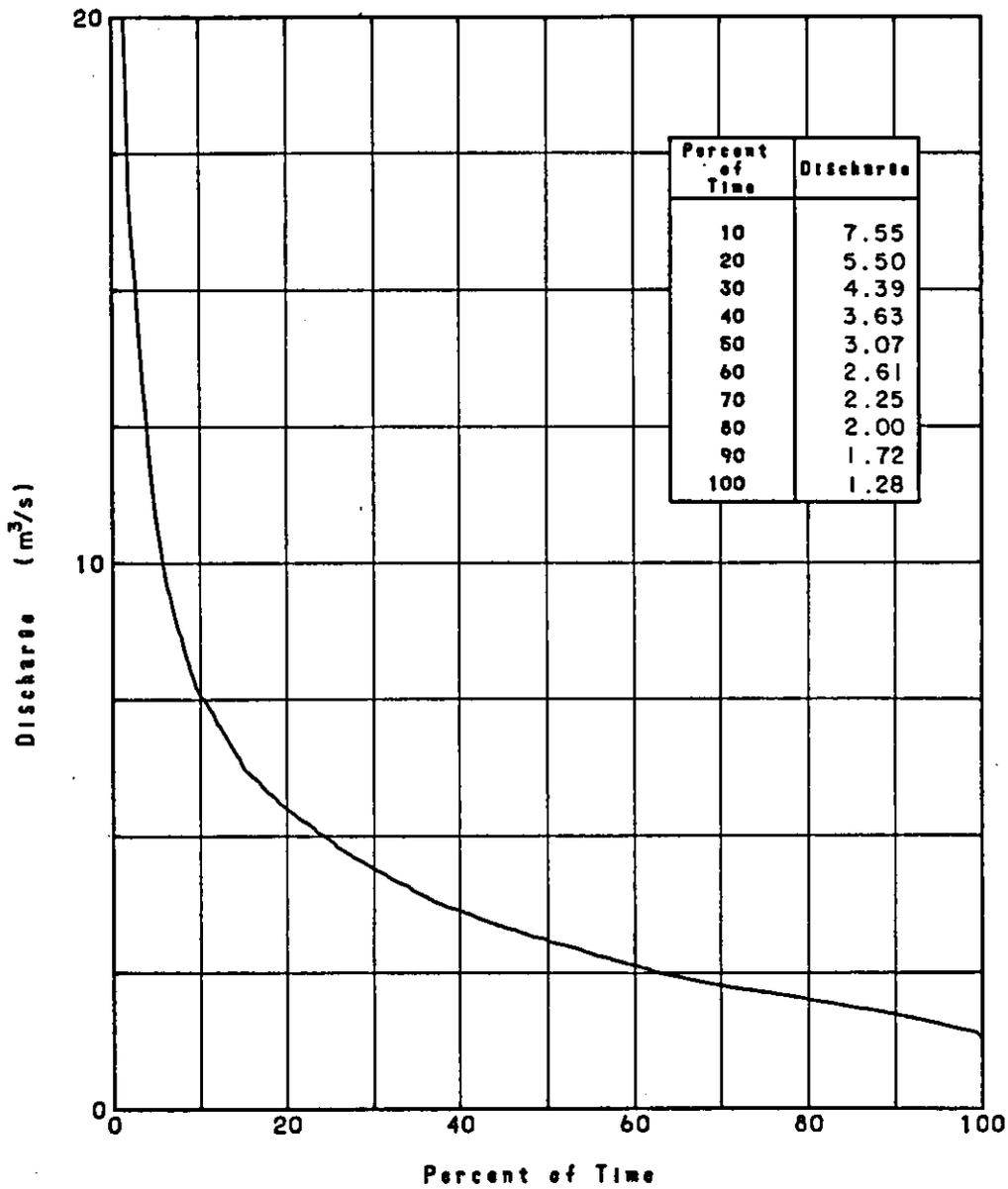
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Fig.

16

Discharge Duration Curve at Pino de Yuna

Curva de Duracion de Caudales
en Pino de Yuna



CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD

EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX
COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS

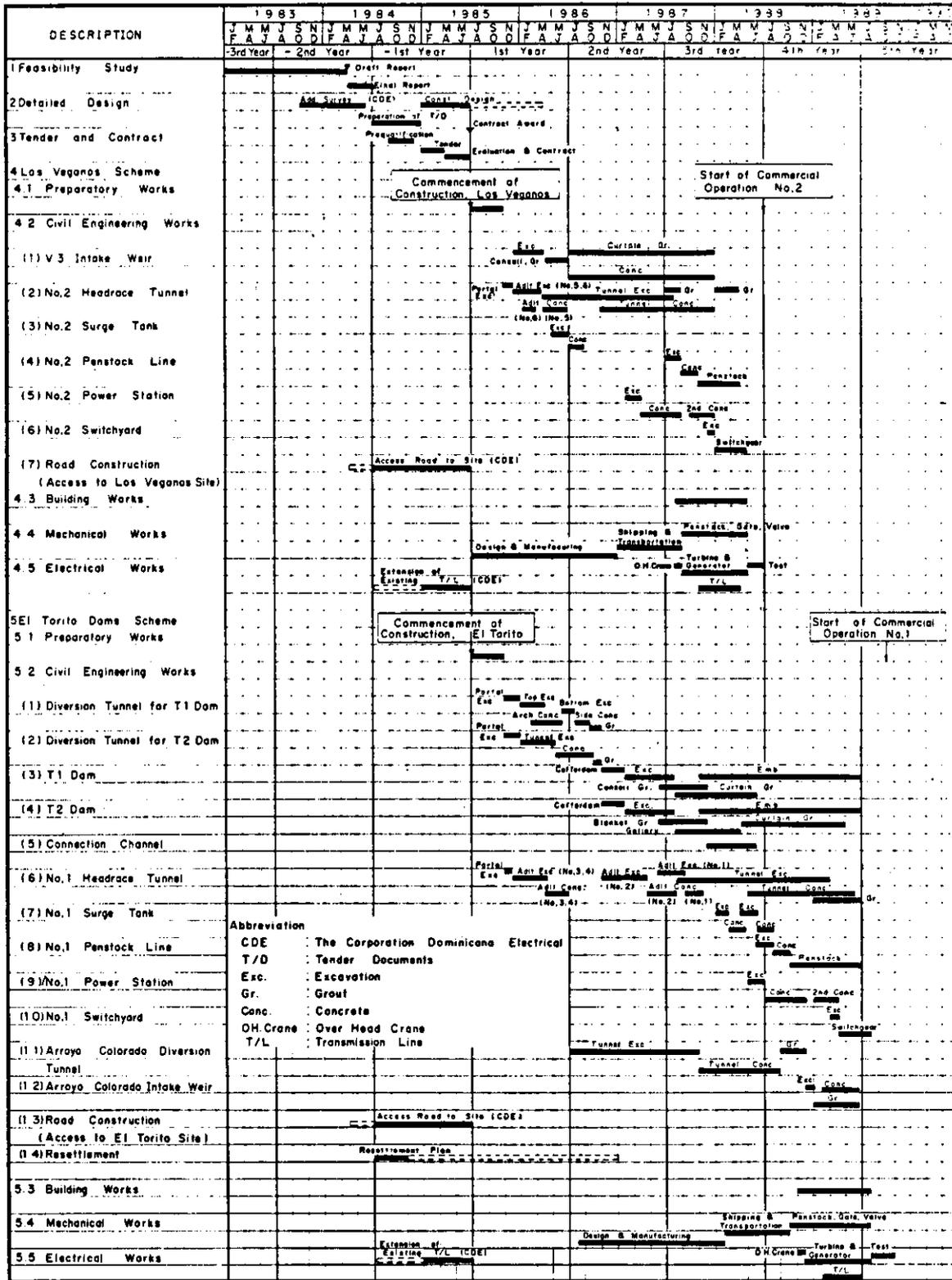
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Fig.

17

Discharge Duration Curve at V-3 Site

Curva de Duración de Caudales
en Los VEGANOS (V-3)

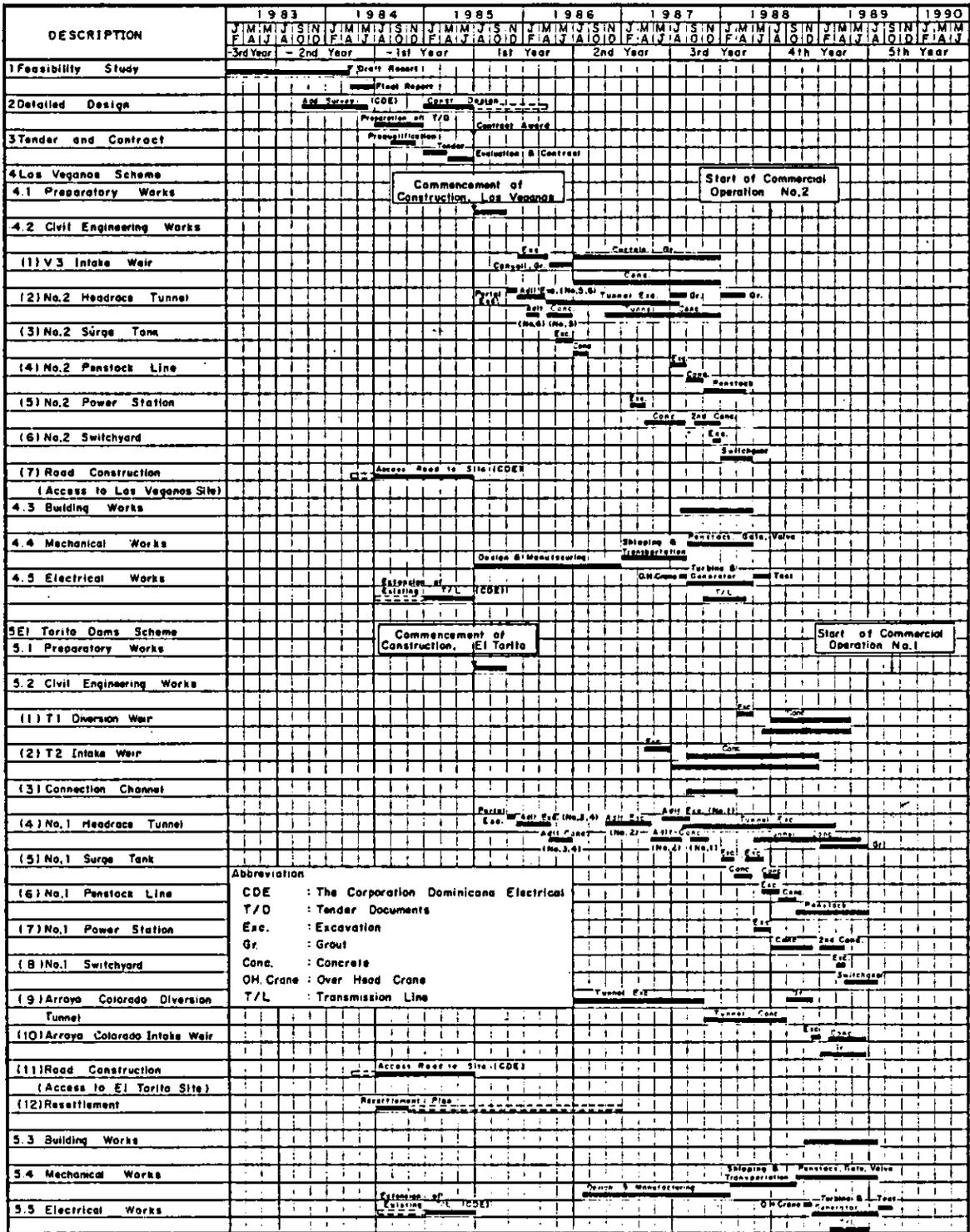


Abbreviation
 CDE : The Corporation Dominicana Electrical
 T/D : Tender Documents
 Exc. : Excavation
 Gr. : Grout
 Conc. : Concrete
 OH.Crane : Over Head Crane
 T/L : Transmission Line

CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD
 EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX
 COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Fig. 18

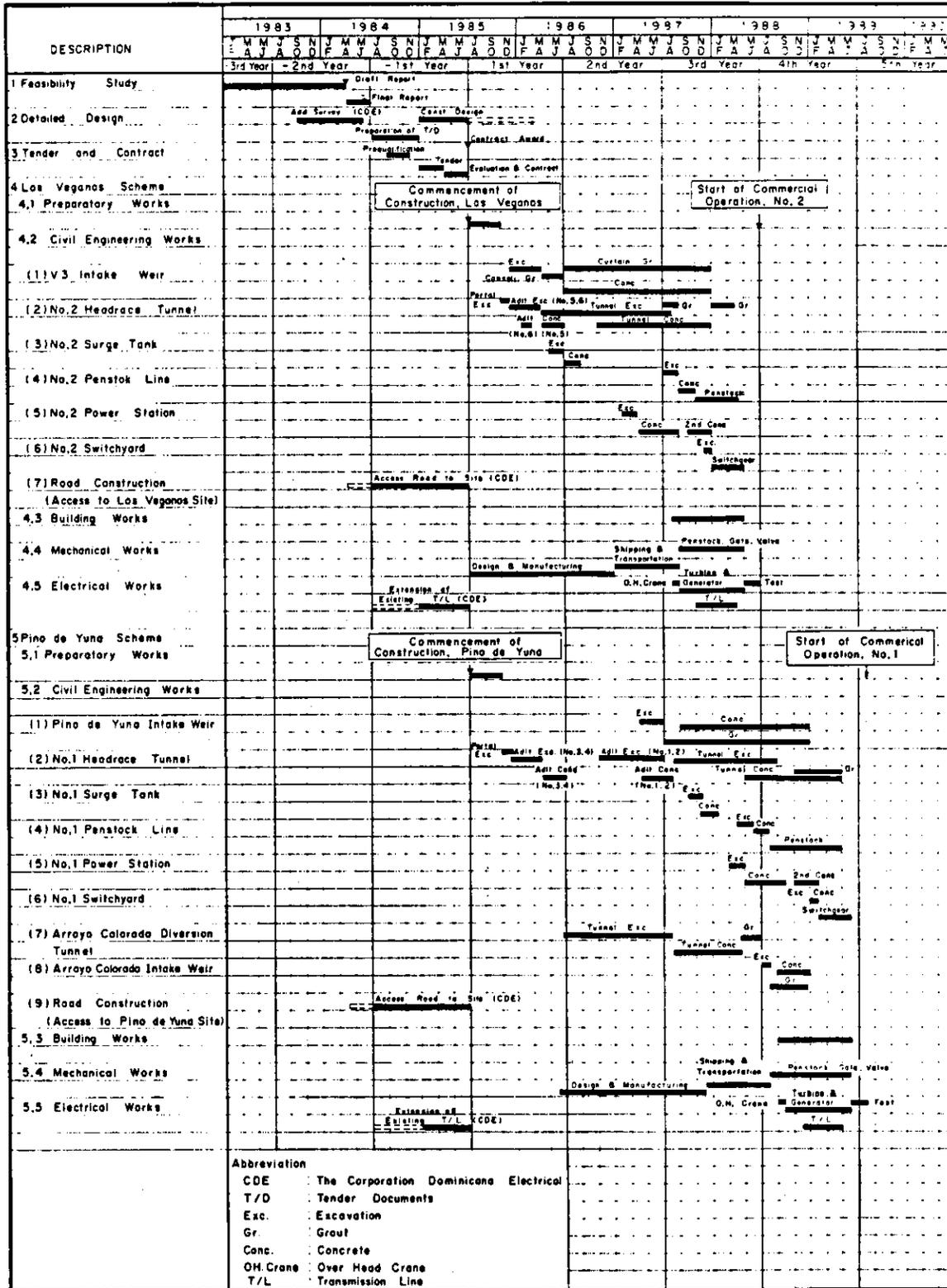
Construction Schedule For El Torito Dams- Los Vegas Weir Complex
 Programa de Construcción : Complejo Presa El Torito-Derivadora Los Vegas



CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD
 EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX
 COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Fig. 19

Construction Schedule For El Torito Weirs - Los Vegasnos Weir Complex
 Programa de Construcción : Complejo Derivadora El Torito - Derivadora Los Vegasnos



CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD

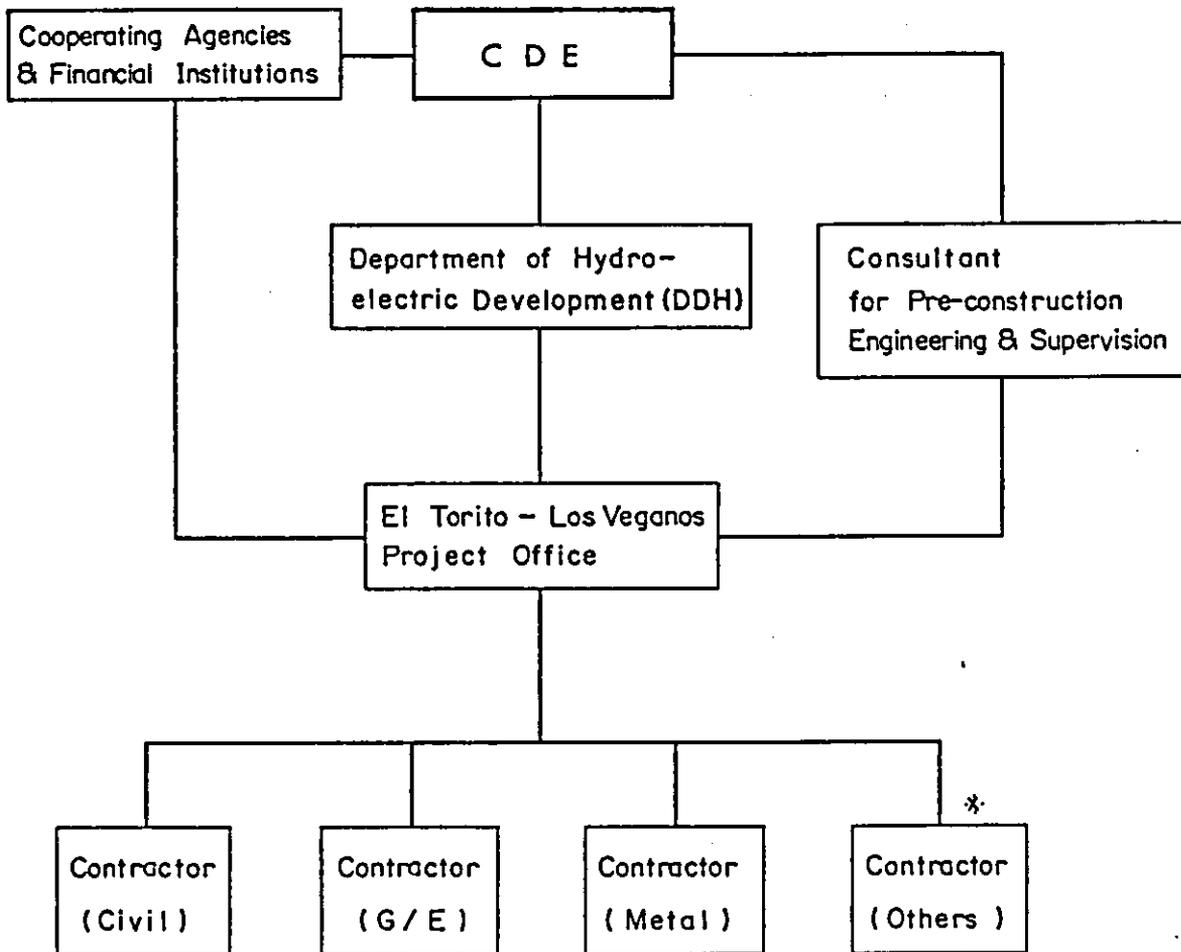
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX
 COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Fig.

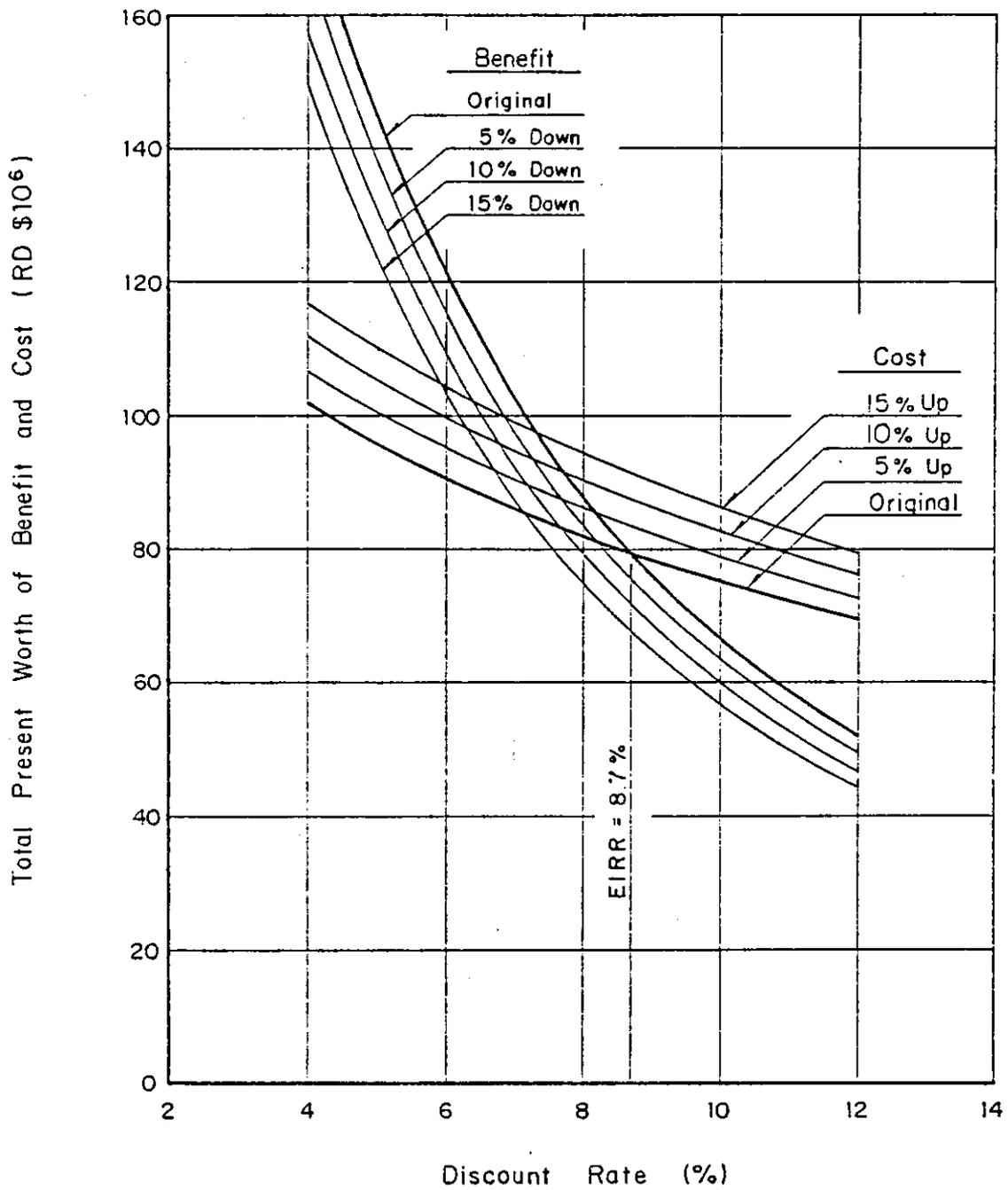
20

Construction Schedule For Pino de Yuna Weir- Los Vegas Weir Complex
 Programa de Construcción: Complejo Derivadora Pino de Yuna-Derivadora Los Vegas



*: Number of contractor package is to be decided at the stage of tender document preparation.

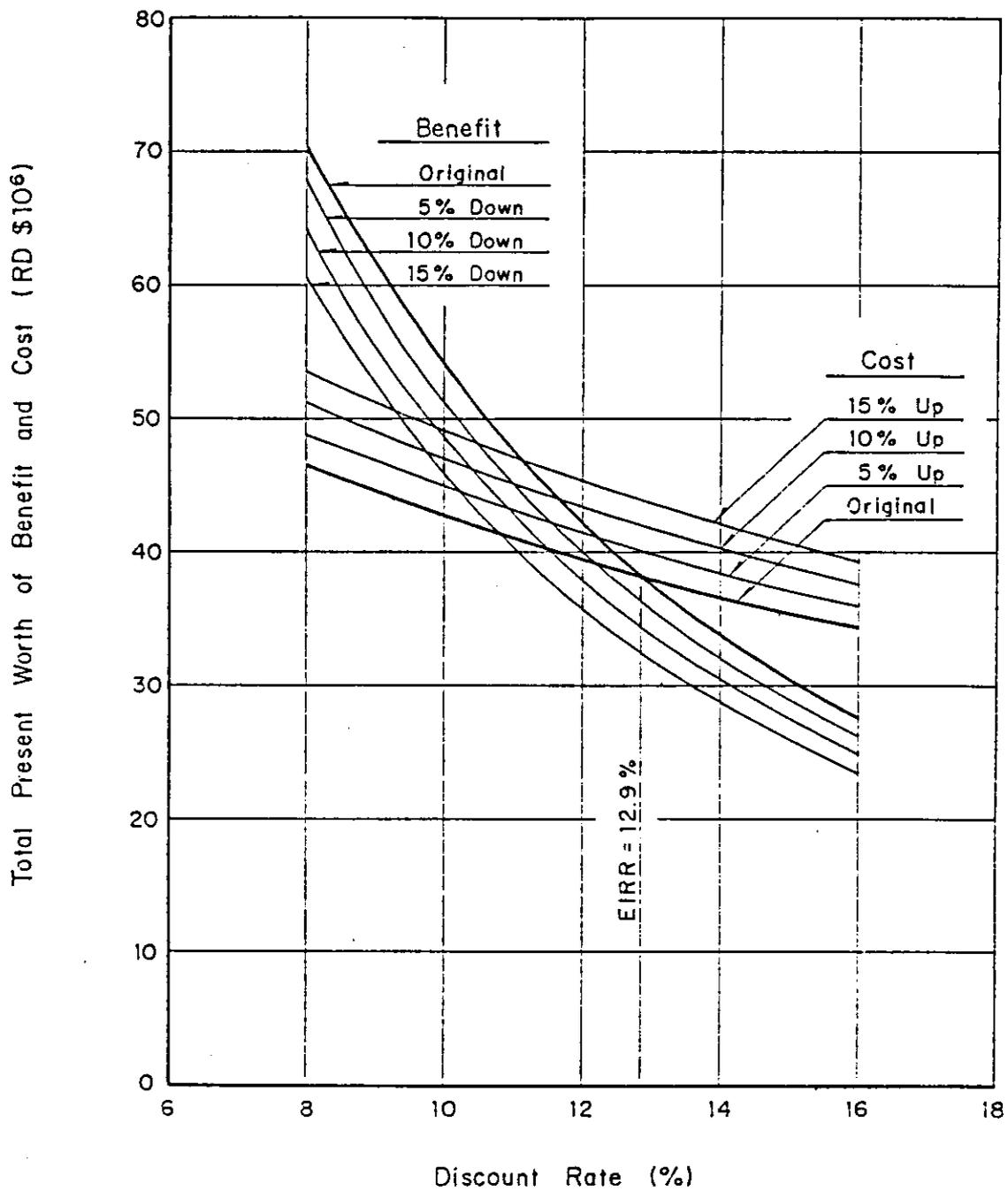
CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	Fig. 21	Organization for Implementation
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS		<i>Organización para Ejecución</i>
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		



CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD
 EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX
 COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Fig.
22

Sensitivity of E.I.R.R. (El Torito Dam-Los Veganos Weir Complex Plan)
 Sensibilidad de T.I.R.E. (Presa El Torito-Derivadora Los Veganos)



CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD

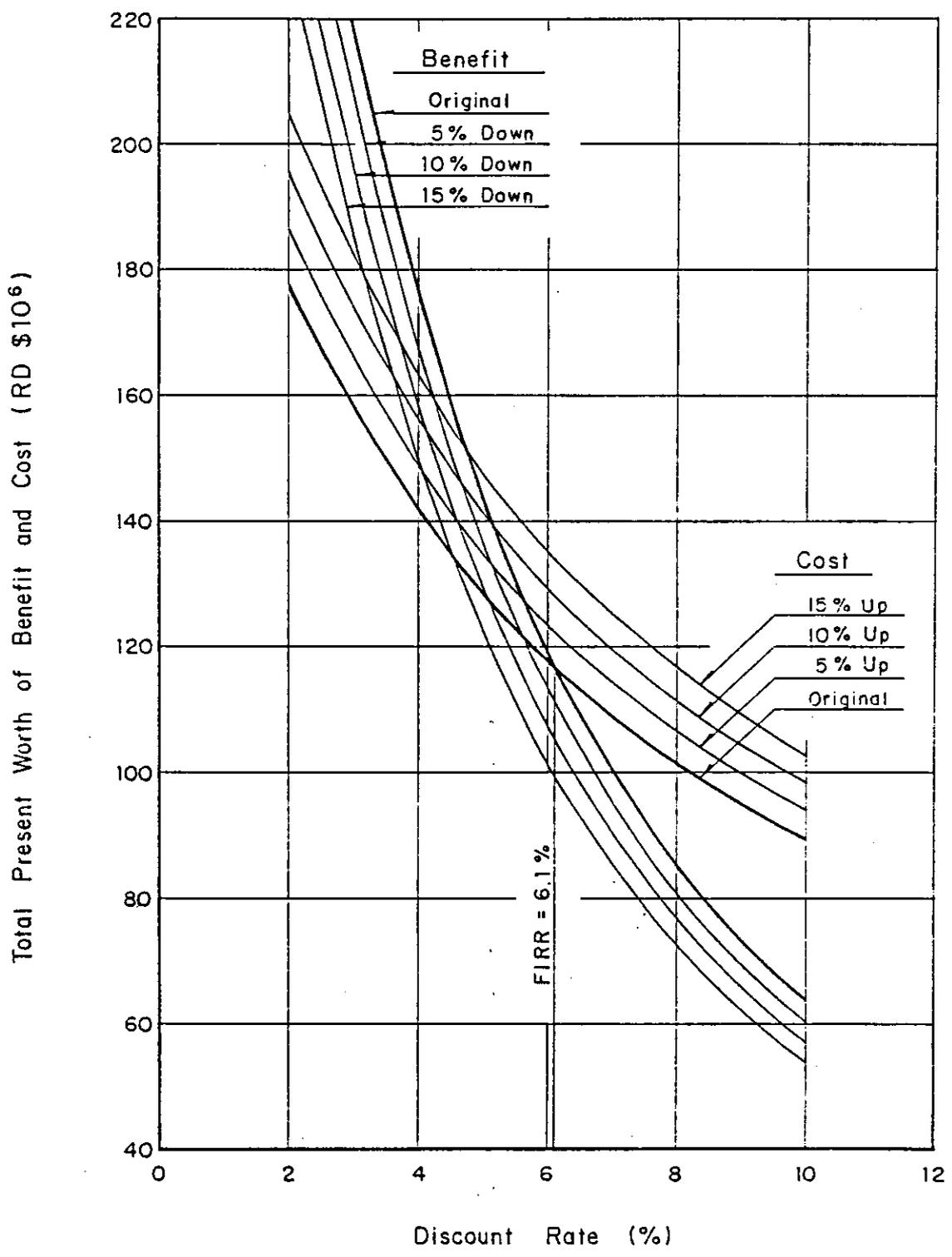
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX
COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

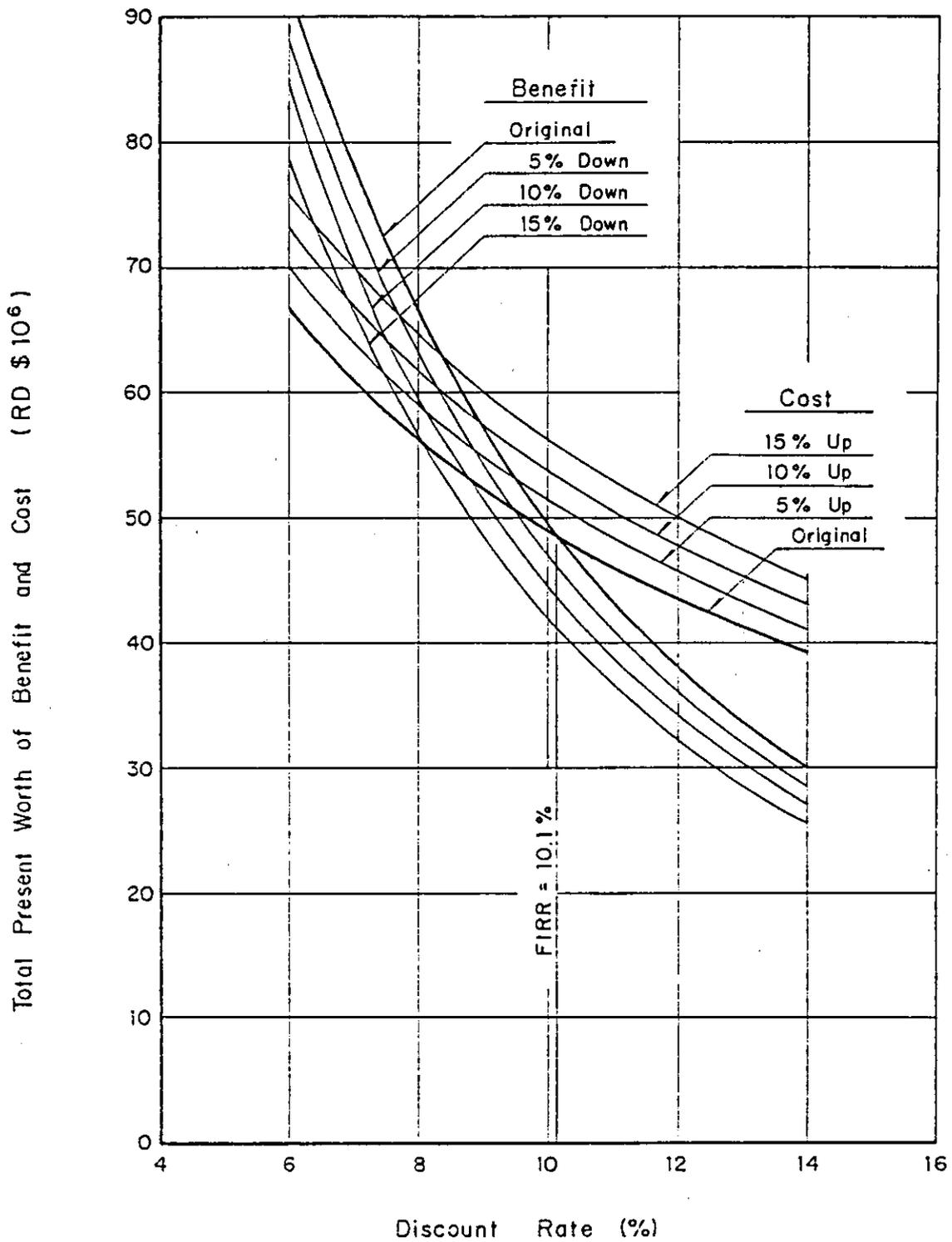
Fig.

23

Sensitivity of E.I.R.R. (El Torito Weir-Los VEGANOS Weir Complex Plan)
Sensibilidad de T.I.R.E. (Derivadora El Torito-Derivadora Los VEGANOS)

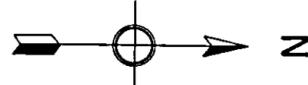
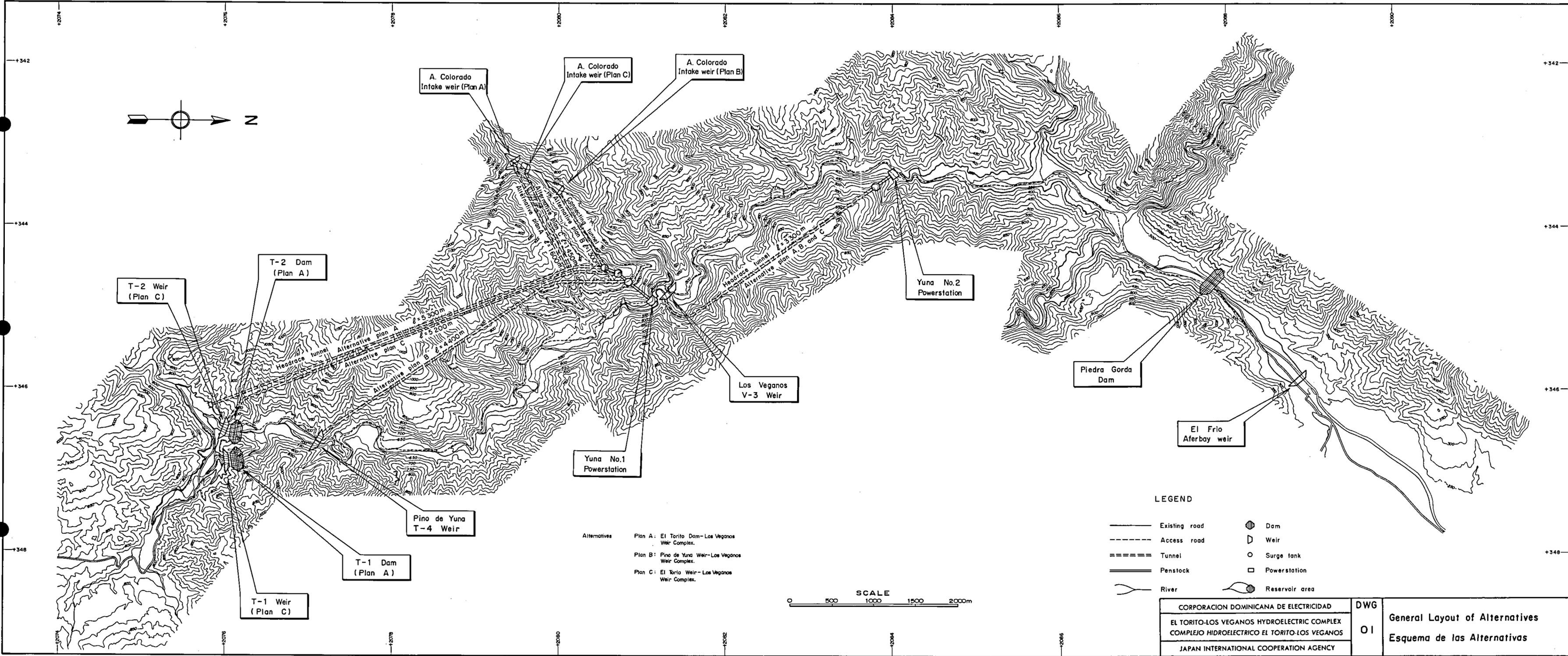


CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	Fig. 24	Sensitivity of F.I.R.R. (El Torito Dam-Los Veganos Weir Complex Plan)
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS		Sensibilidad de T.I.R.F. (Presa El Torito-Derivadora Los Veganos)
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		



CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	Fig.	Sensitivity of F.I.R.R (El Torito Weir-Los Vegas Weir Complex Plan)
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS	25	Sensibilidad de T.I.R.F. (Derivadora El Torito - Derivadora Los Vegas)
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		

PLANOS



Alternatives
 Plan A: El Torito Dam-Los Vegas Weir Complex.
 Plan B: Pino de Yuna Weir-Los Vegas Weir Complex.
 Plan C: El Torito Weir-Los Vegas Weir Complex.

LEGEND

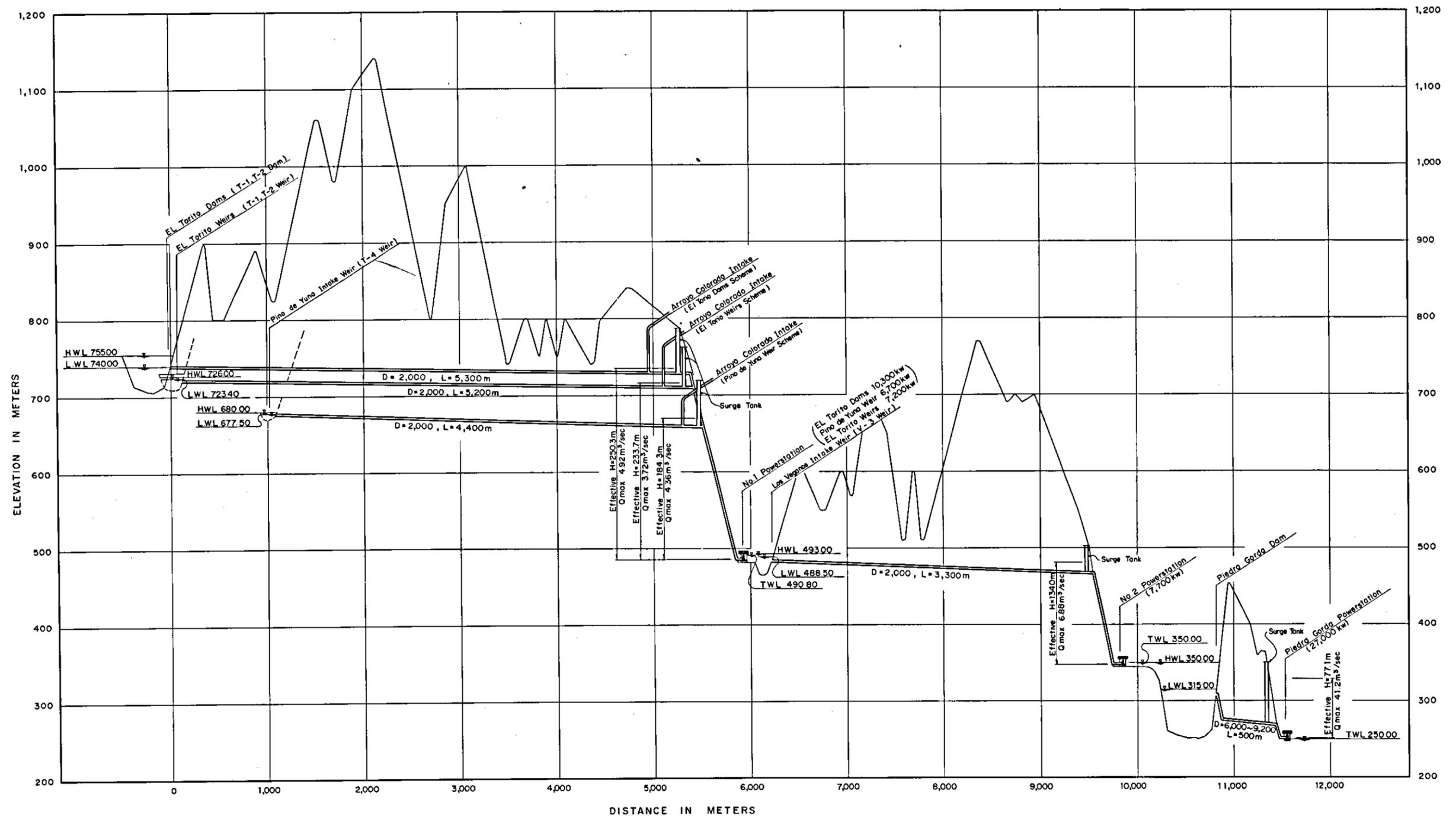
- Existing road
- - - Access road
- ==== Tunnel
- == Penstock
- ~ River
- ⬢ Dam
- ⌋ Weir
- Surge tank
- Powerstation
- ⊕ Reservoir area



CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD
 EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX
 COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

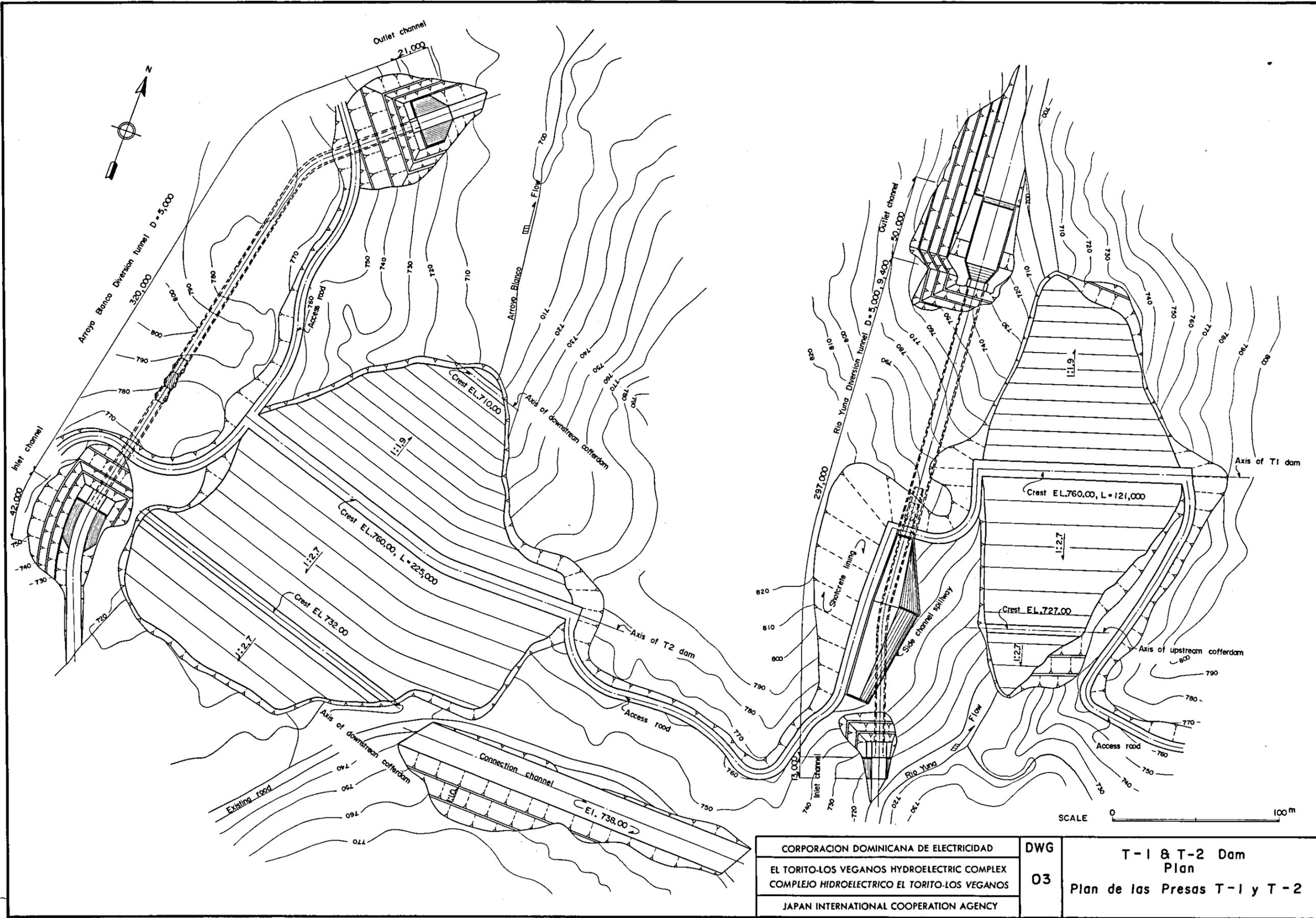
DWG
 01

General Layout of Alternatives
 Esquema de las Alternativas

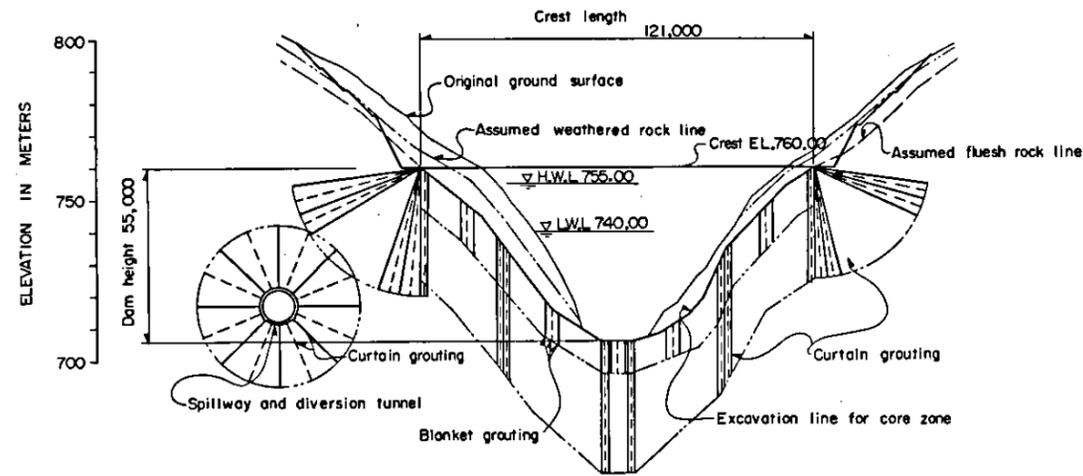


SCHMATIC PROFILE OF EL TORITO - LOS VEGANOS COMPLEX

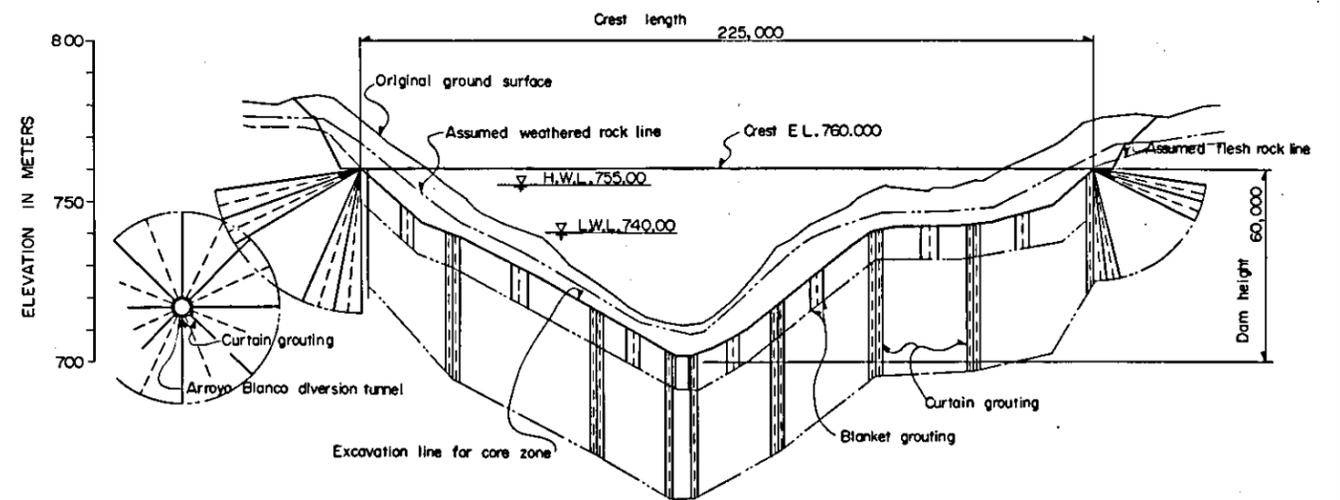
CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	DWG 02	General Profile of El Torito - Los VEGANOS Complex Perfil de las Alternativas
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS		
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		



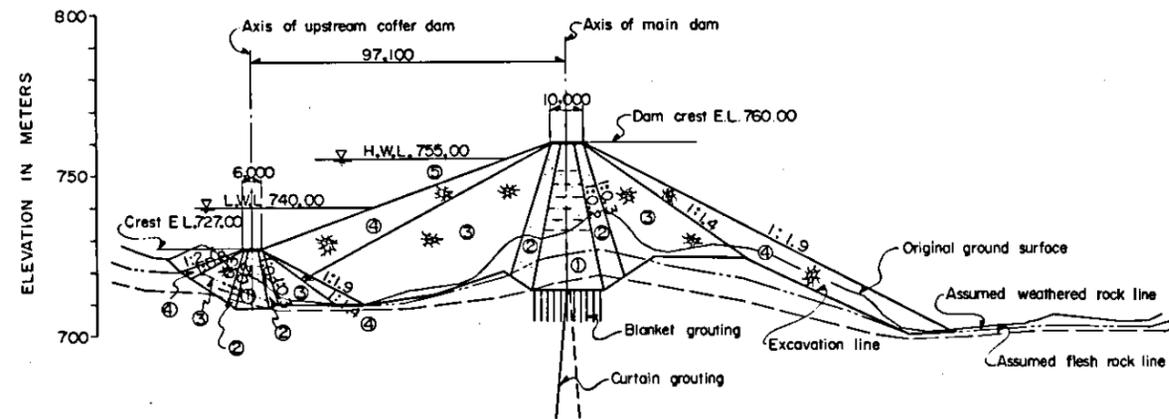
CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	DWG	T-1 & T-2 Dam Plan
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS	03	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	Plan de las Presas T-1 y T-2	



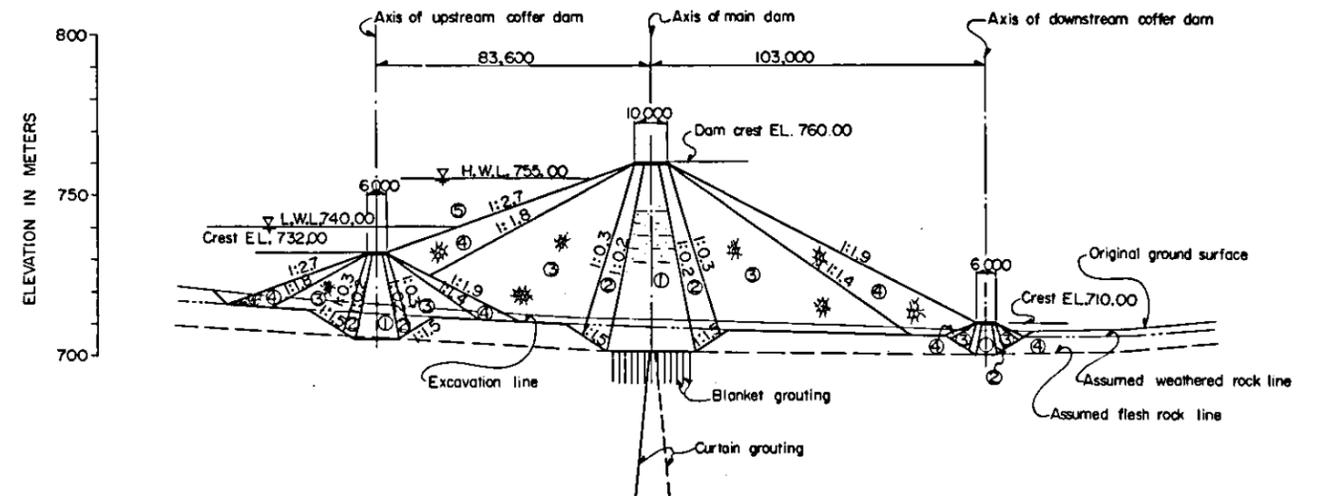
PROFILE ON AXIS OF T1 DAM



PROFILE ON AXIS OF T2 DAM



TYPICAL SECTION OF T1 DAM



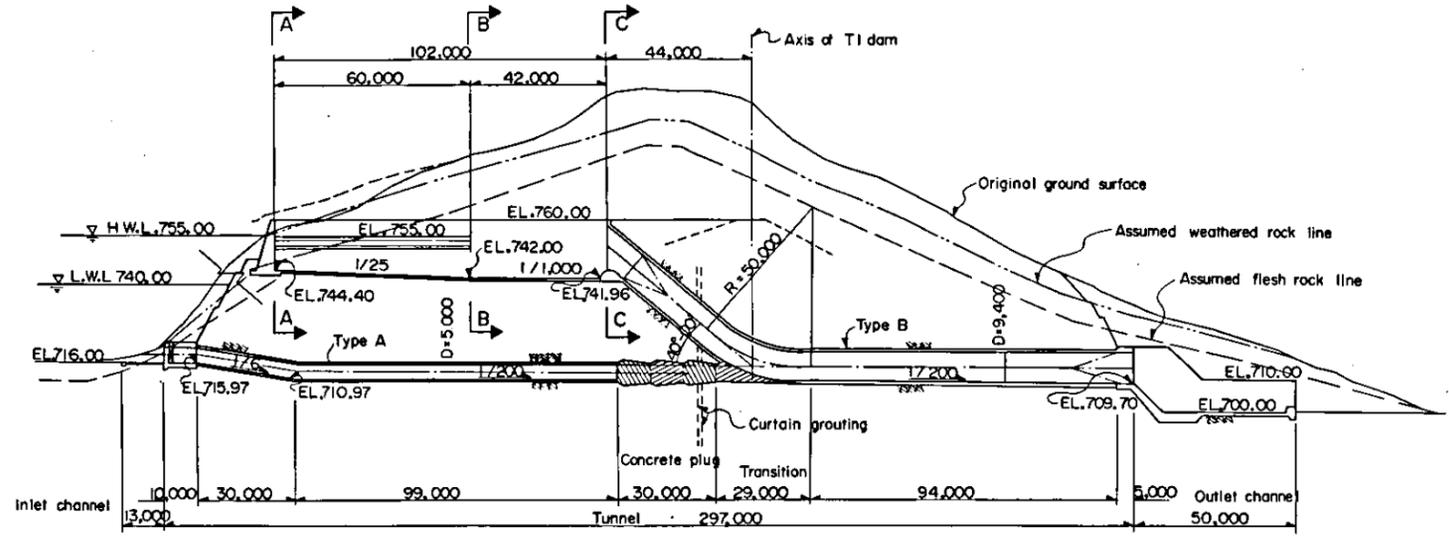
TYPICAL SECTION OF T2 DAM

ZONE	MATERIAL
①	Impervious core
②	Filter
③	Radom material
④	Rock
⑤	Rock riprap

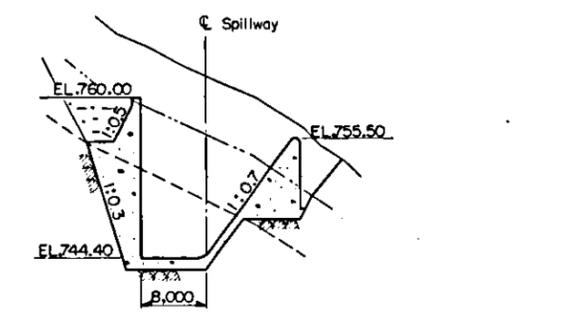
SCALE 0 100m

CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	DWG	T-1 & T-2 Dam Profile and Typical Section of Dam Perfil y Sección Típica de las Presas T-1 y T-2
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS	04	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		

ELEVATION IN METERS

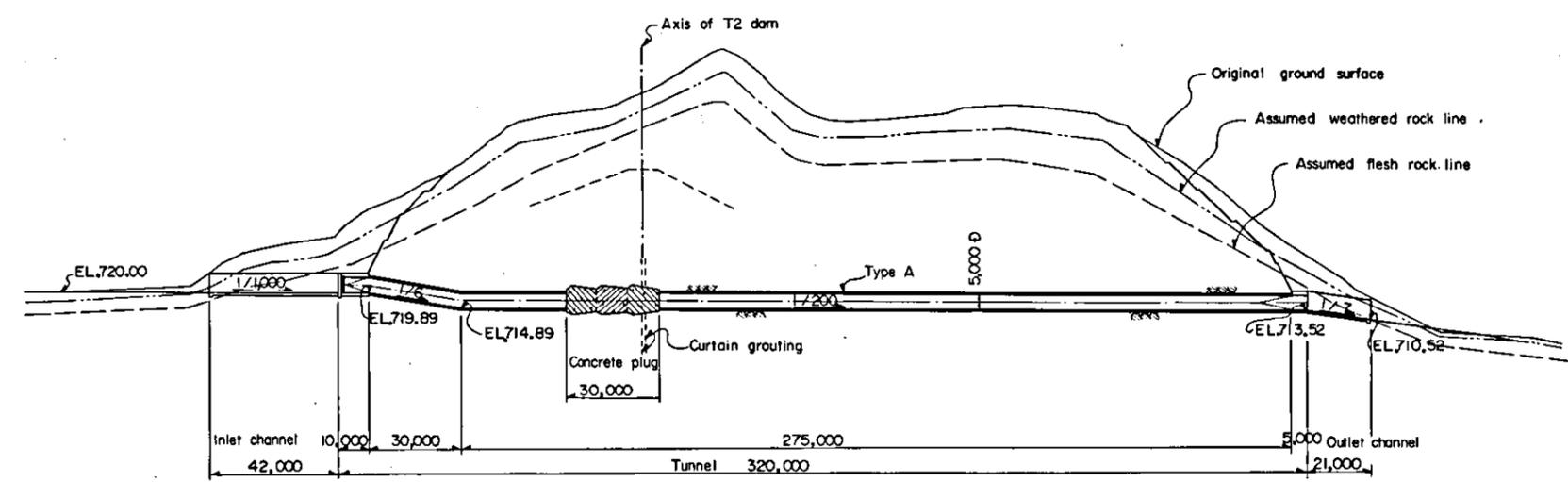


PROFILE OF RIO YUNA DIVERSION TUNNEL AND SPILLWAY SCALE A

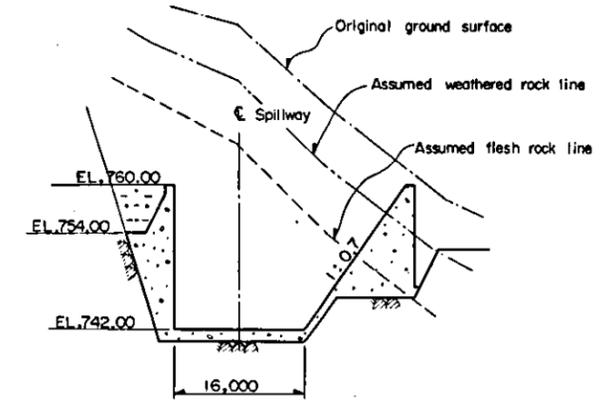


SECTION A-A SCALE C

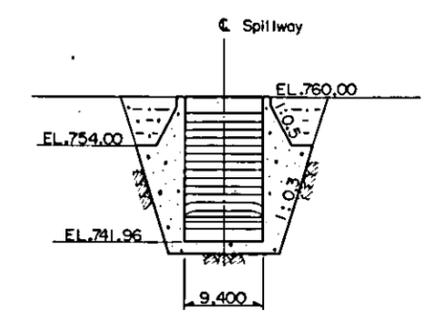
ELEVATION IN METERS



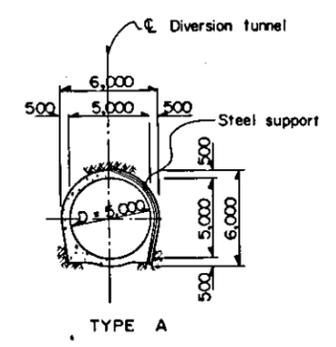
PROFILE OF ARROYO BLANCO DIVERSION TUNNEL SCALE A



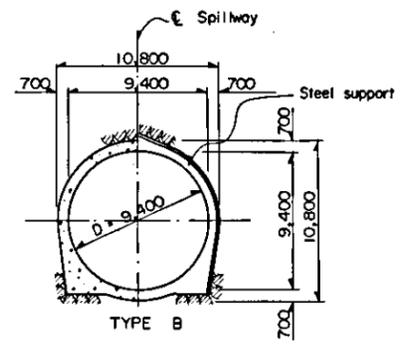
SECTION B-B SCALE C



SECTION C-C SCALE C



TYPE A

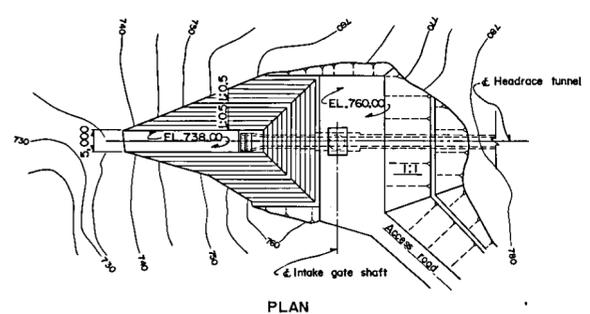
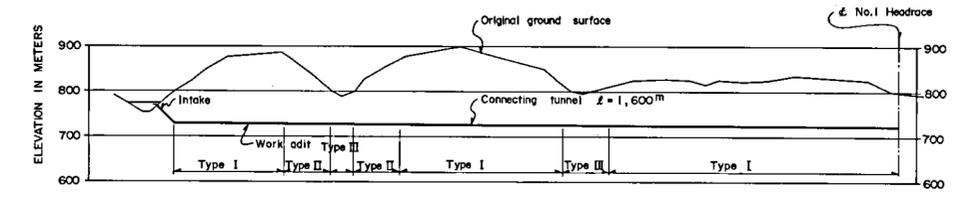
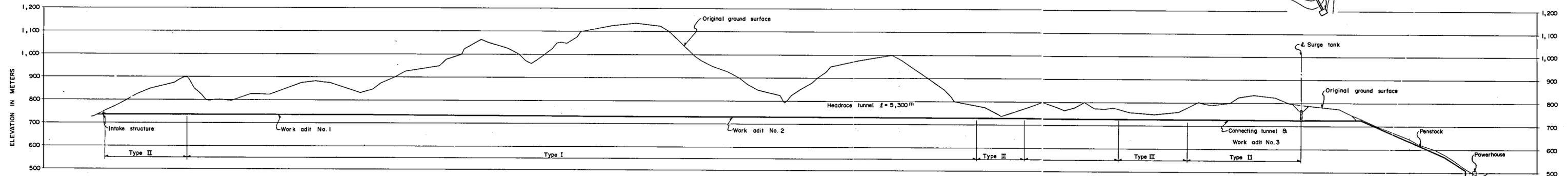
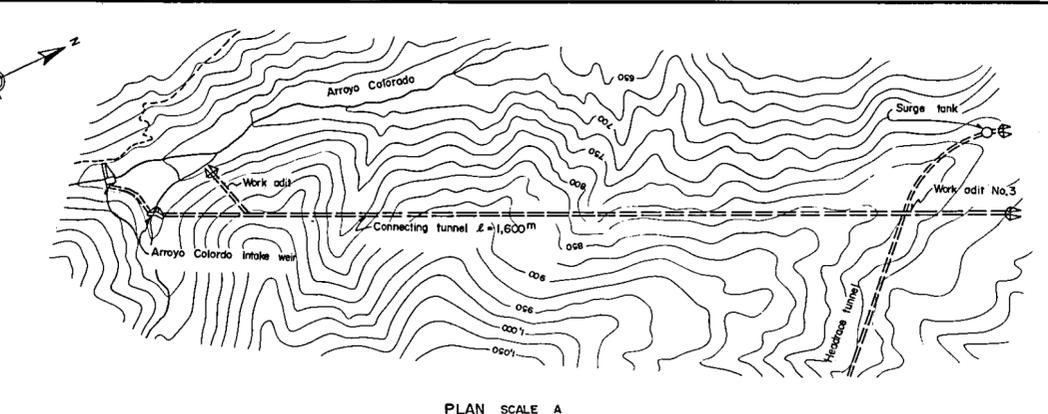
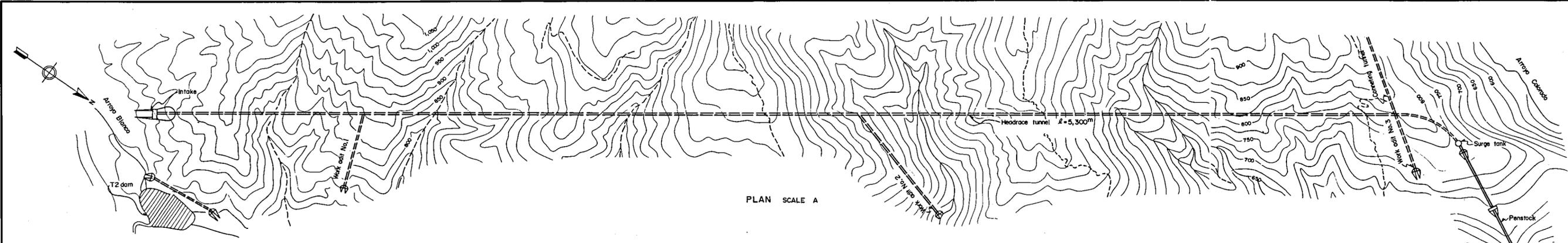


TYPE B

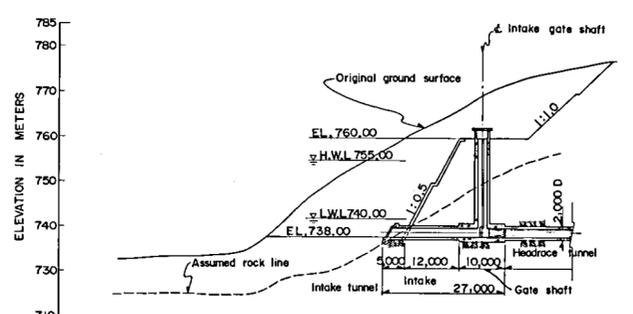
TYPICAL SECTIONS OF TUNNEL SCALE B



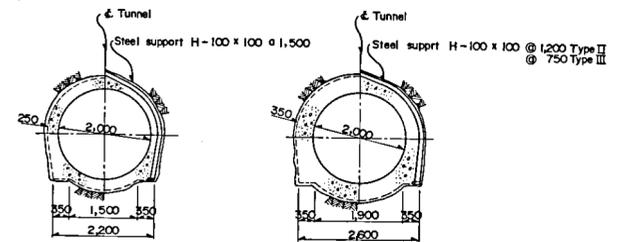
CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	DWG 05	T-1 & T-2 Dam Diversion Tunnel and Spillway Túnel de Derivación y Vertedero de las Presas T-1 y T-2
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS		
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		



INTAKE STRUCTURE SCALE B



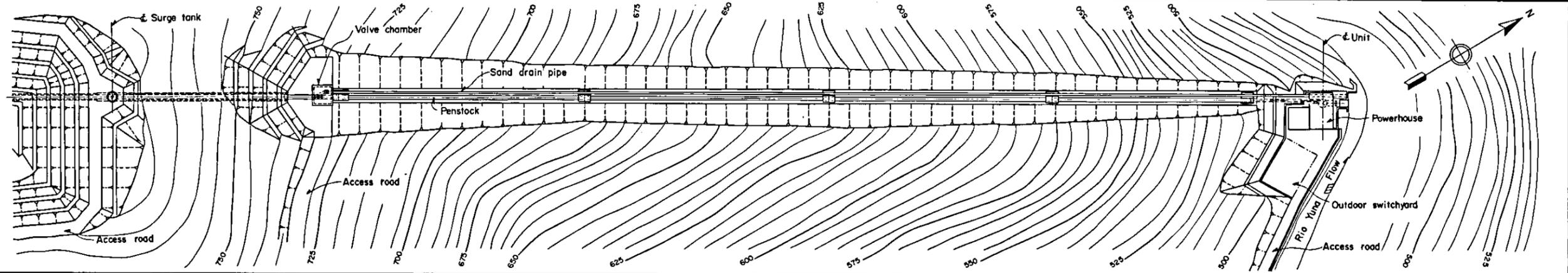
PROFILE



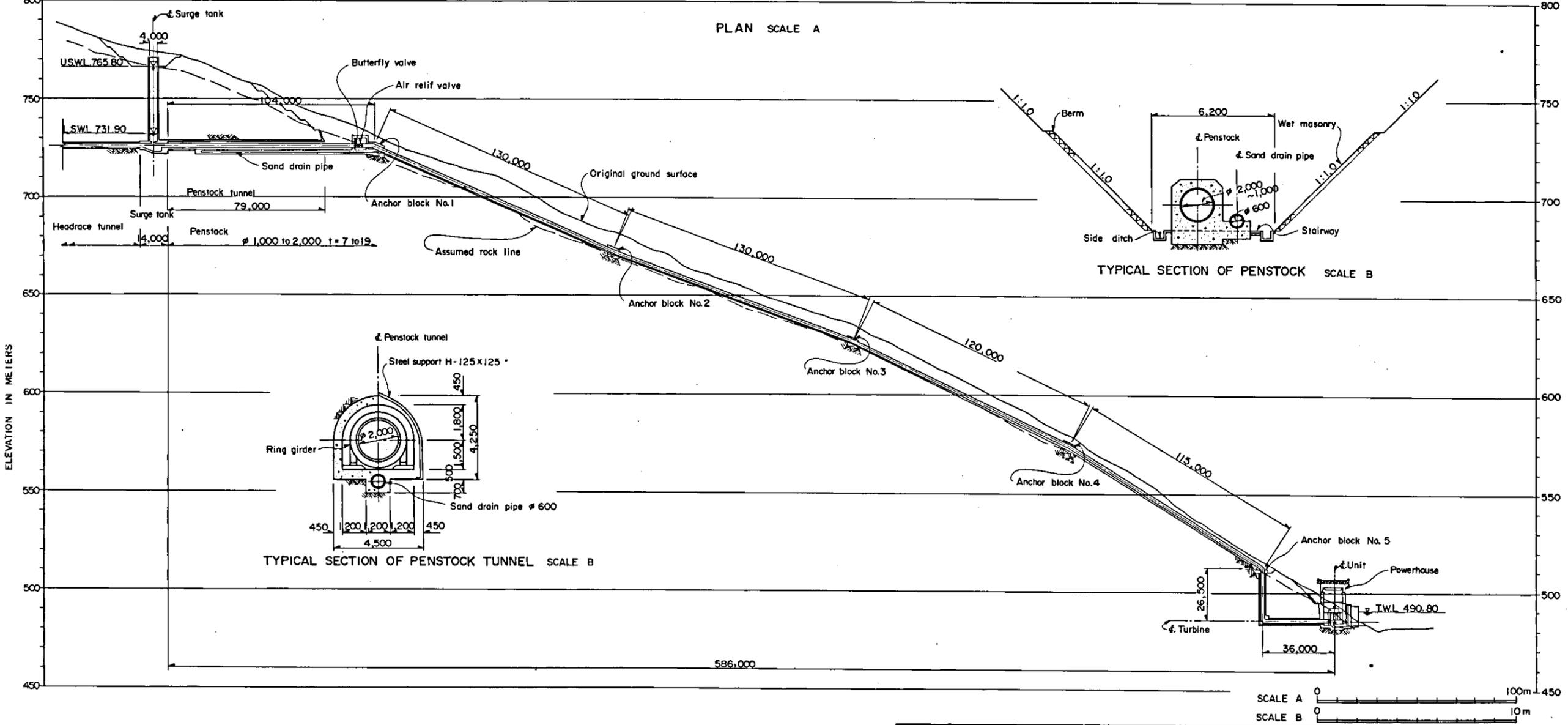
TYPICAL CROSS SECTIONS OF TUNNEL SCALE B



CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	DWG 06	T-1 & T-2 Dam Waterway Conduccion de Agua Presas T-1 y T-2
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS		
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		

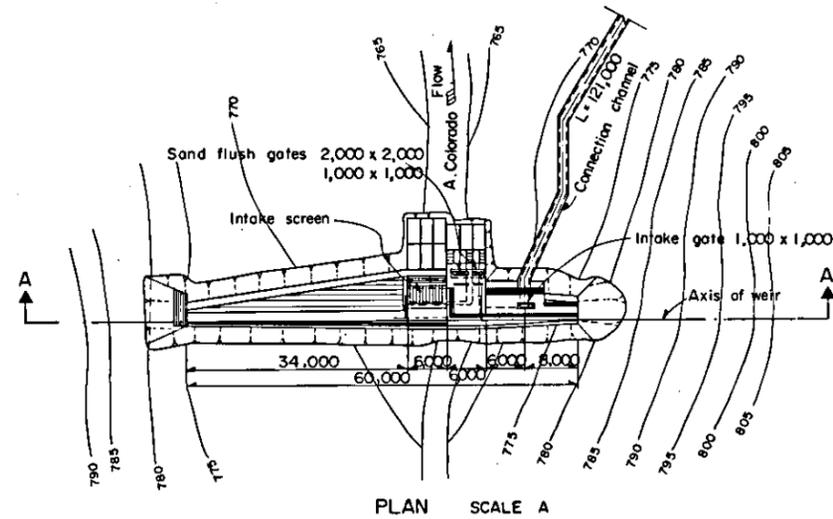


PLAN SCALE A

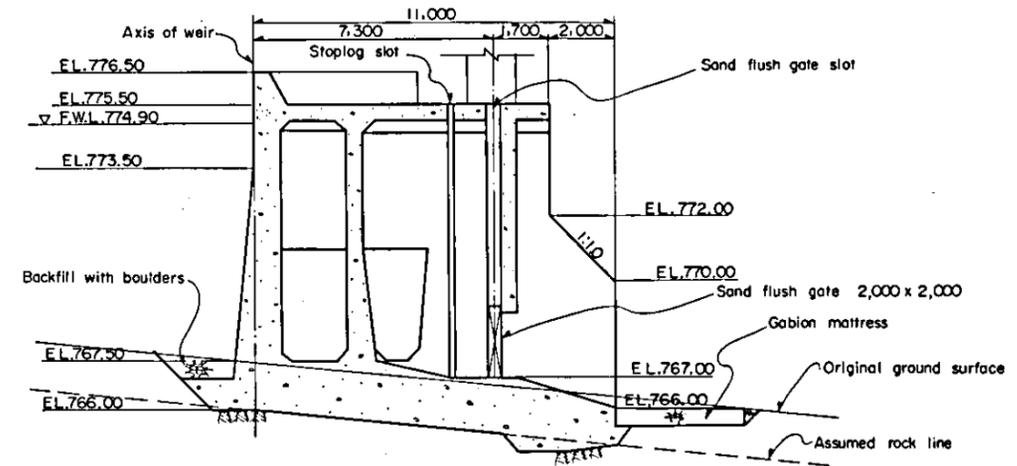


PROFILE SCALE A

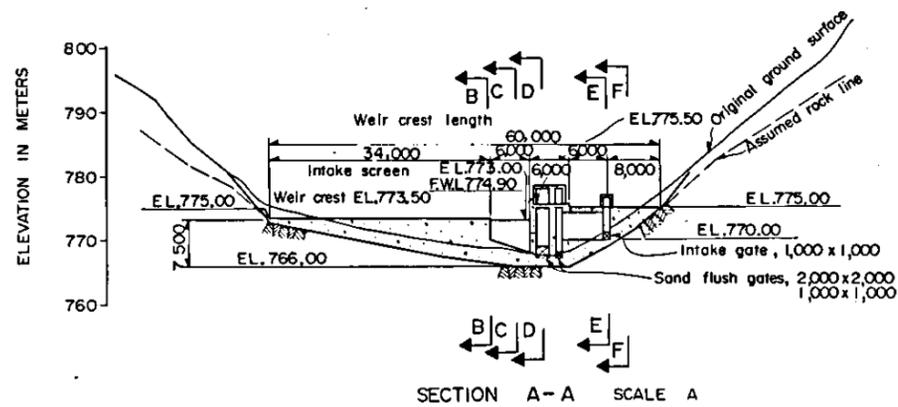
CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	DWG 07	T-1 & T-2 Dam Surge Tank and Penstock Chimenea de Equilibrio y Tubería de Presion para las Presas T-1y T-2
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS		
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		



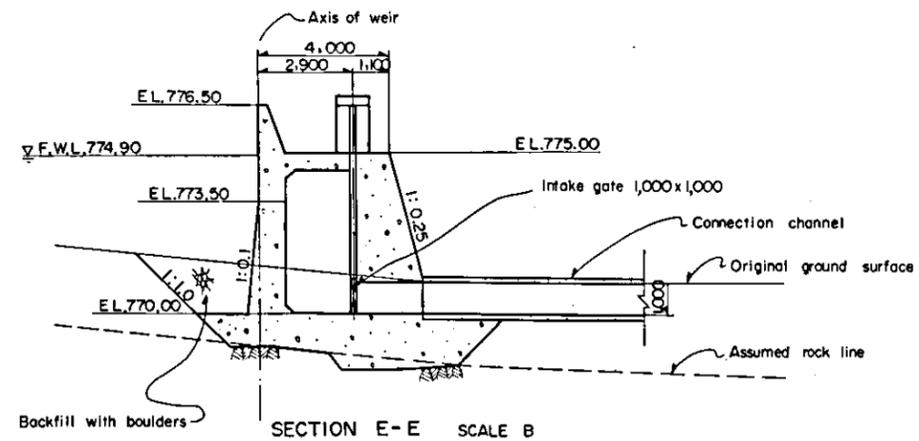
PLAN SCALE A



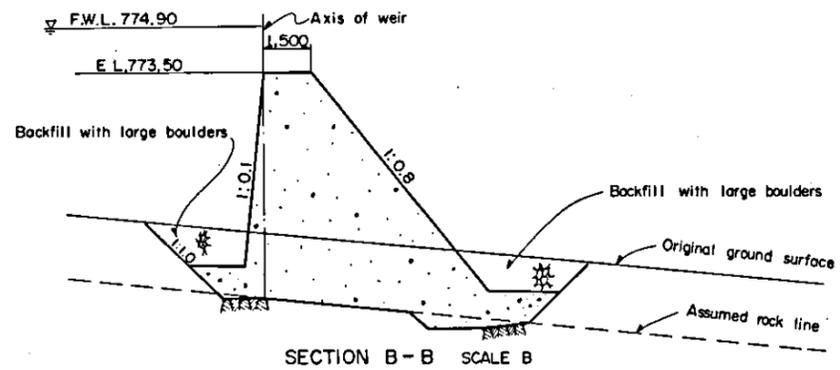
SECTION D-D SCALE B



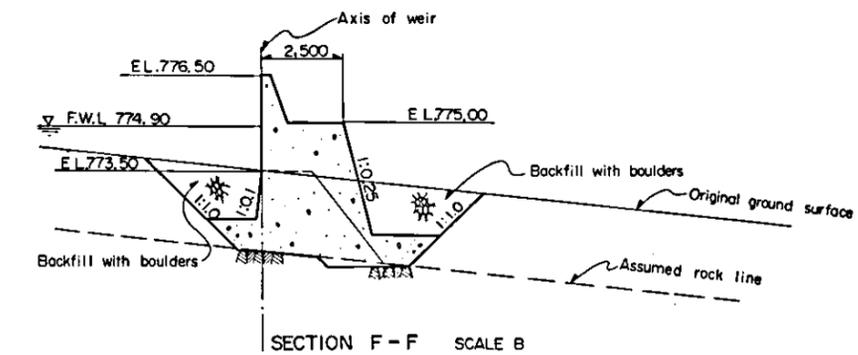
SECTION A-A SCALE A



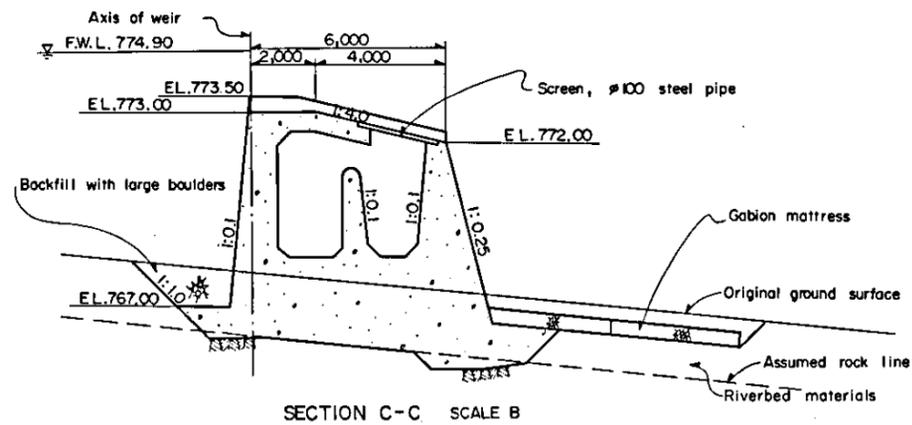
SECTION E-E SCALE B



SECTION B-B SCALE B



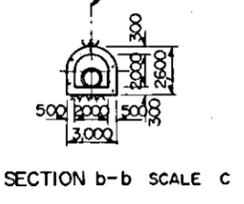
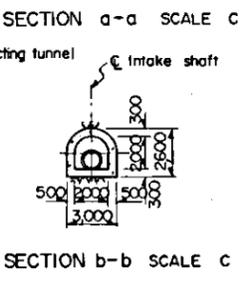
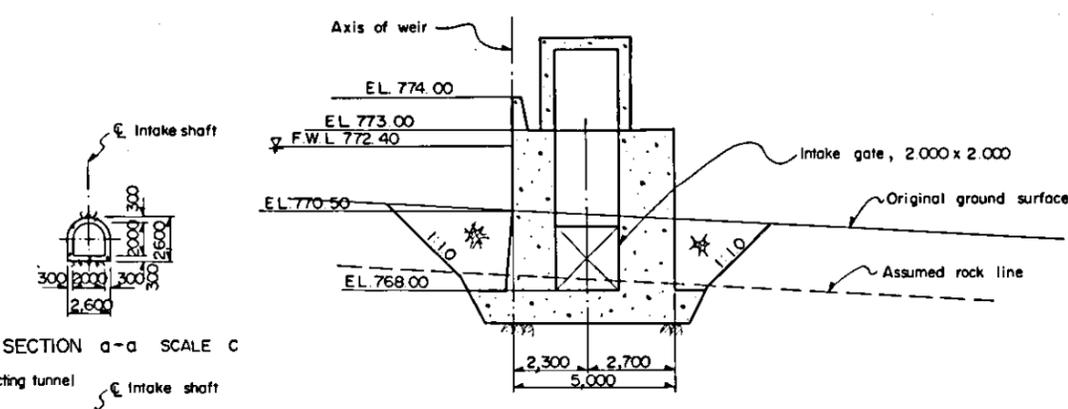
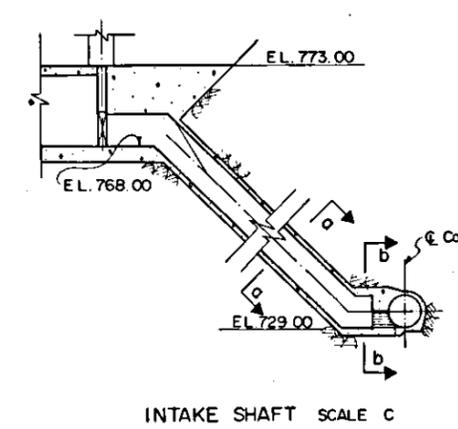
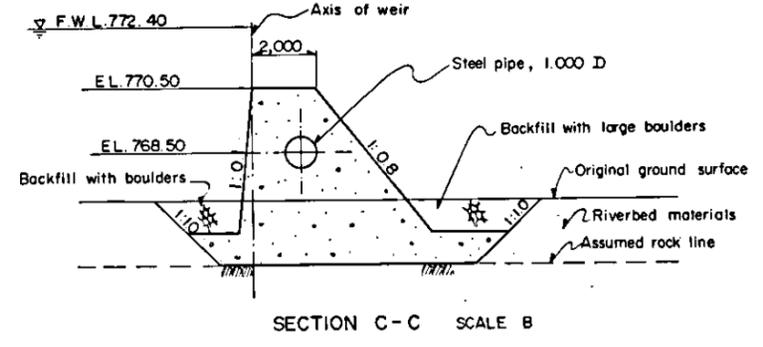
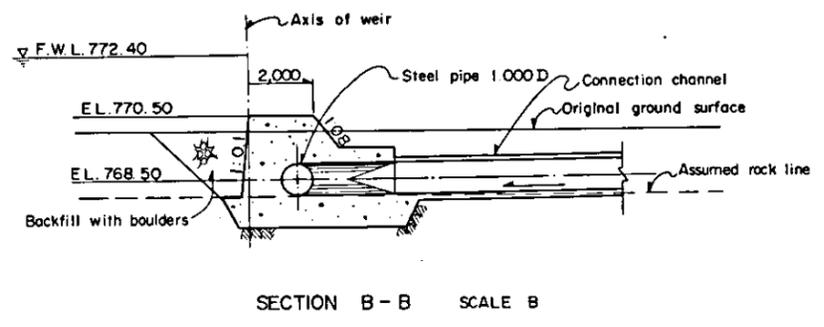
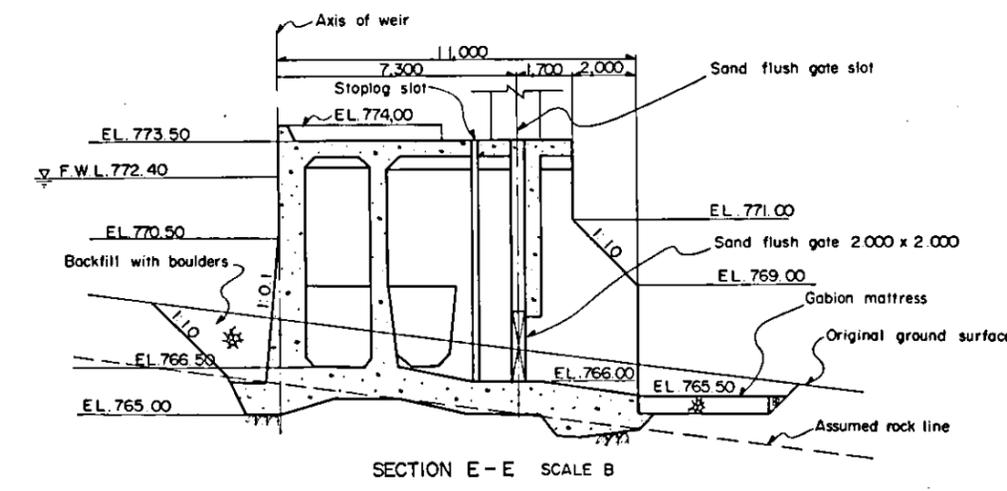
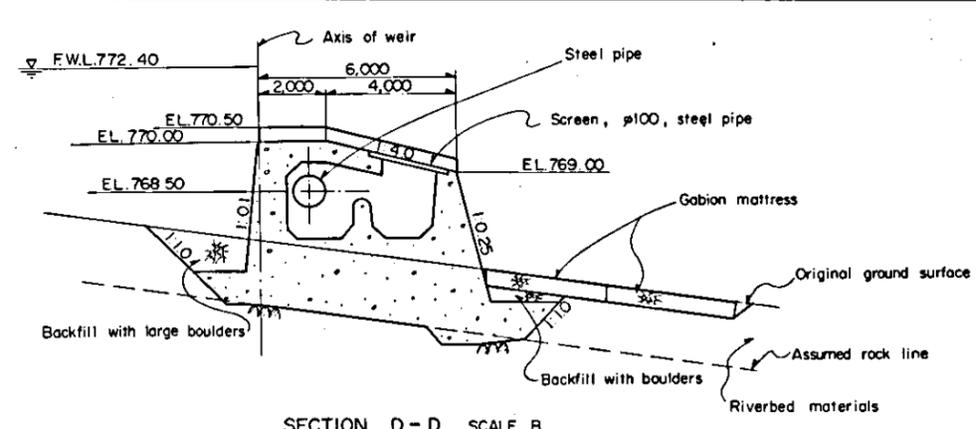
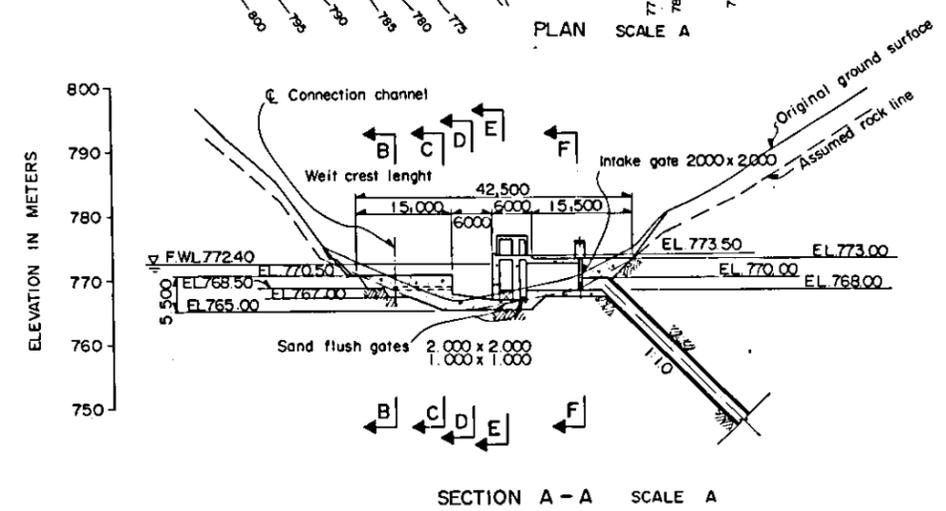
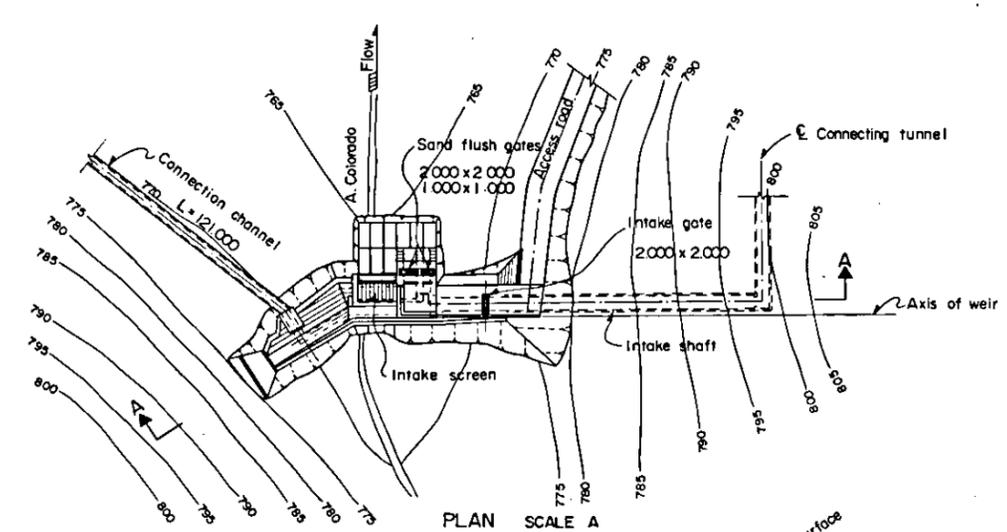
SECTION F-F SCALE B



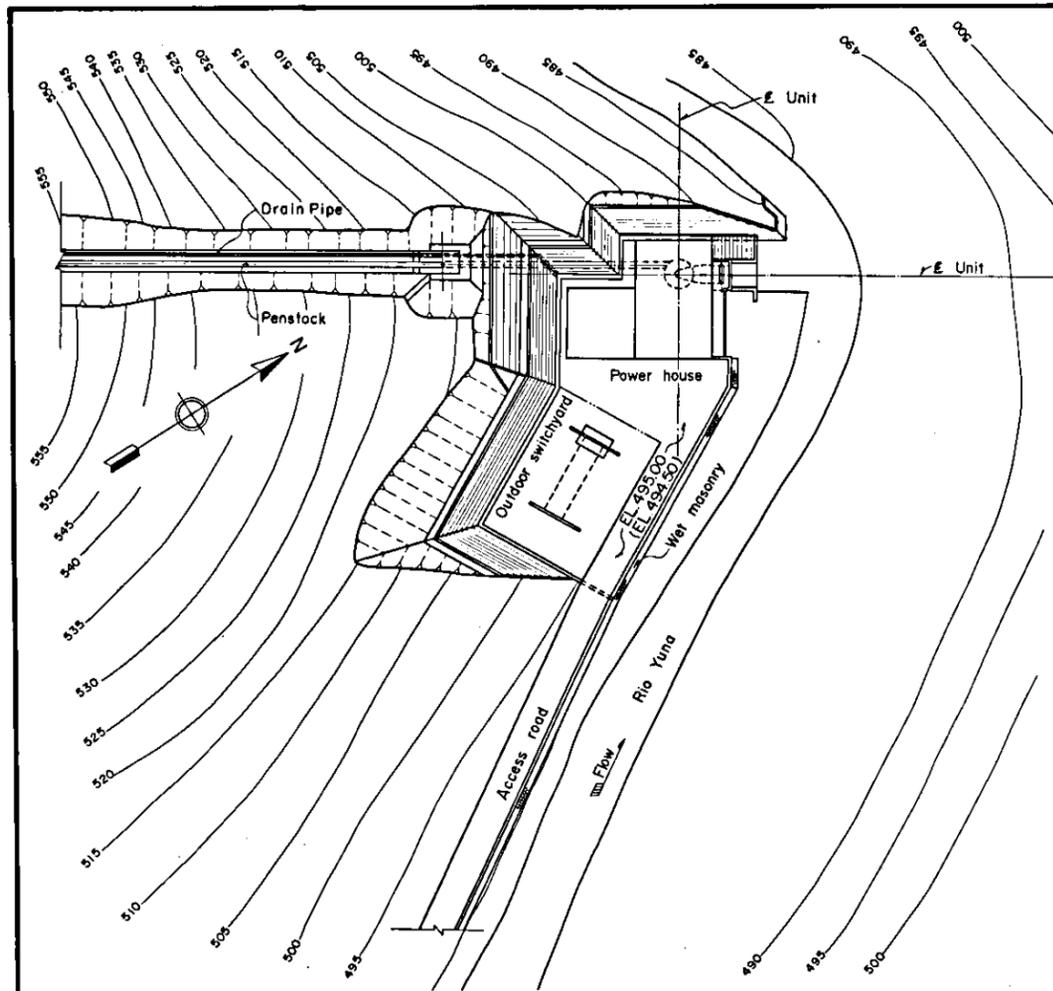
SECTION C-C SCALE B



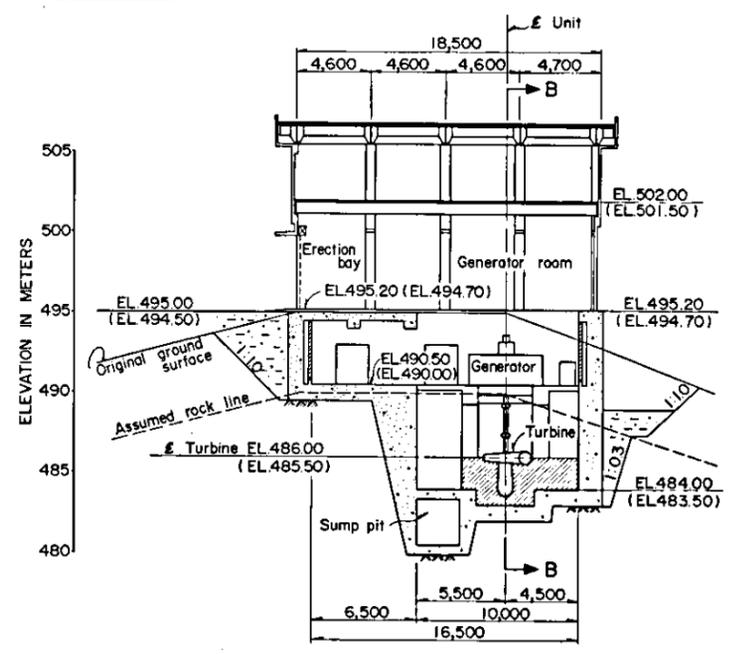
CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	DWG 08	T-1 & T-2 Dam Arroyo Colorado Intake (North side) Derivadora Norte de Arroyo Colorado Presas T-1 y T-2
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS		
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		



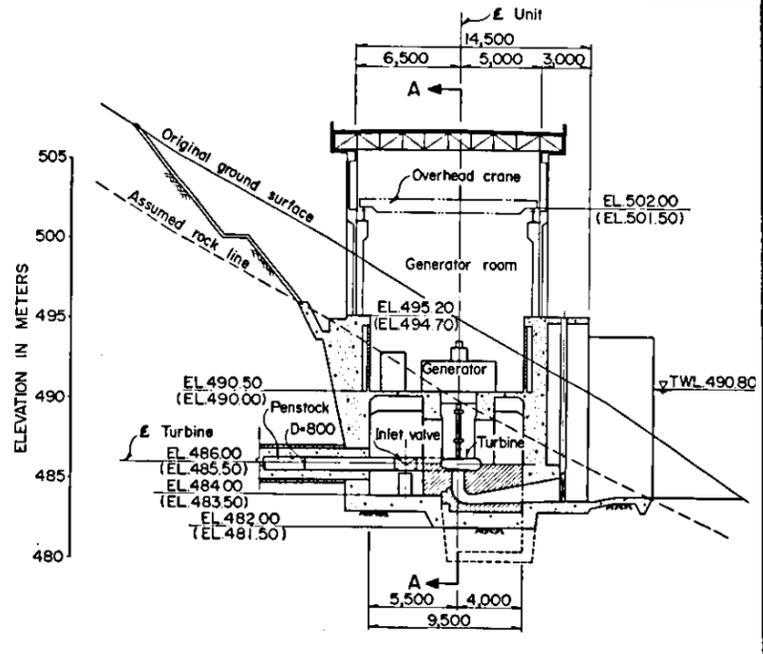
CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	DWG 09	T-1 & T-2 Dam Arroyo Colorado Intake (South side) Derivadora Sur de Arroyo Colorado Presas T-1 y T-2
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS		
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		



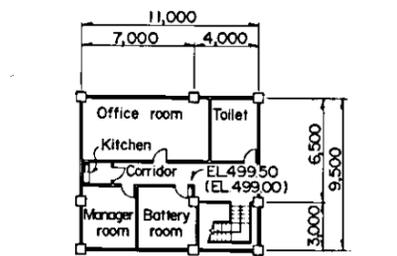
PLAN SCALE A



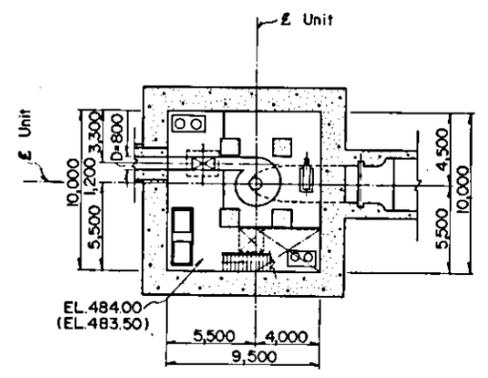
SECTION A-A SCALE B



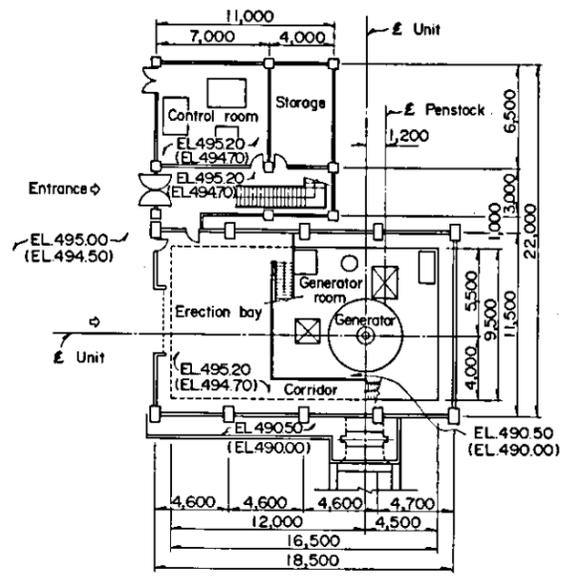
SECTION B-B SCALE B



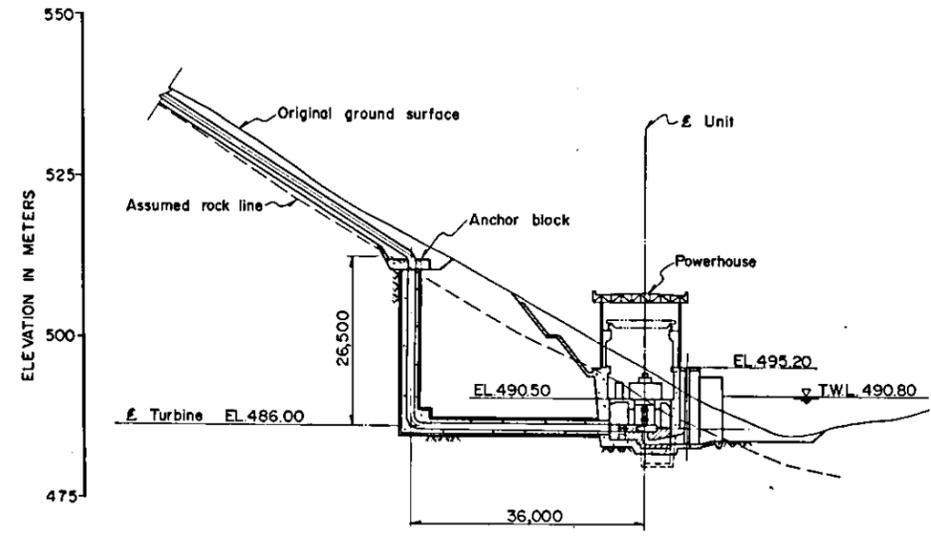
SECTIONAL PLAN EL 499.50 (EL 499.00) SCALE B



SECTIONAL PLAN EL 484.00 (EL 483.50) SCALE B



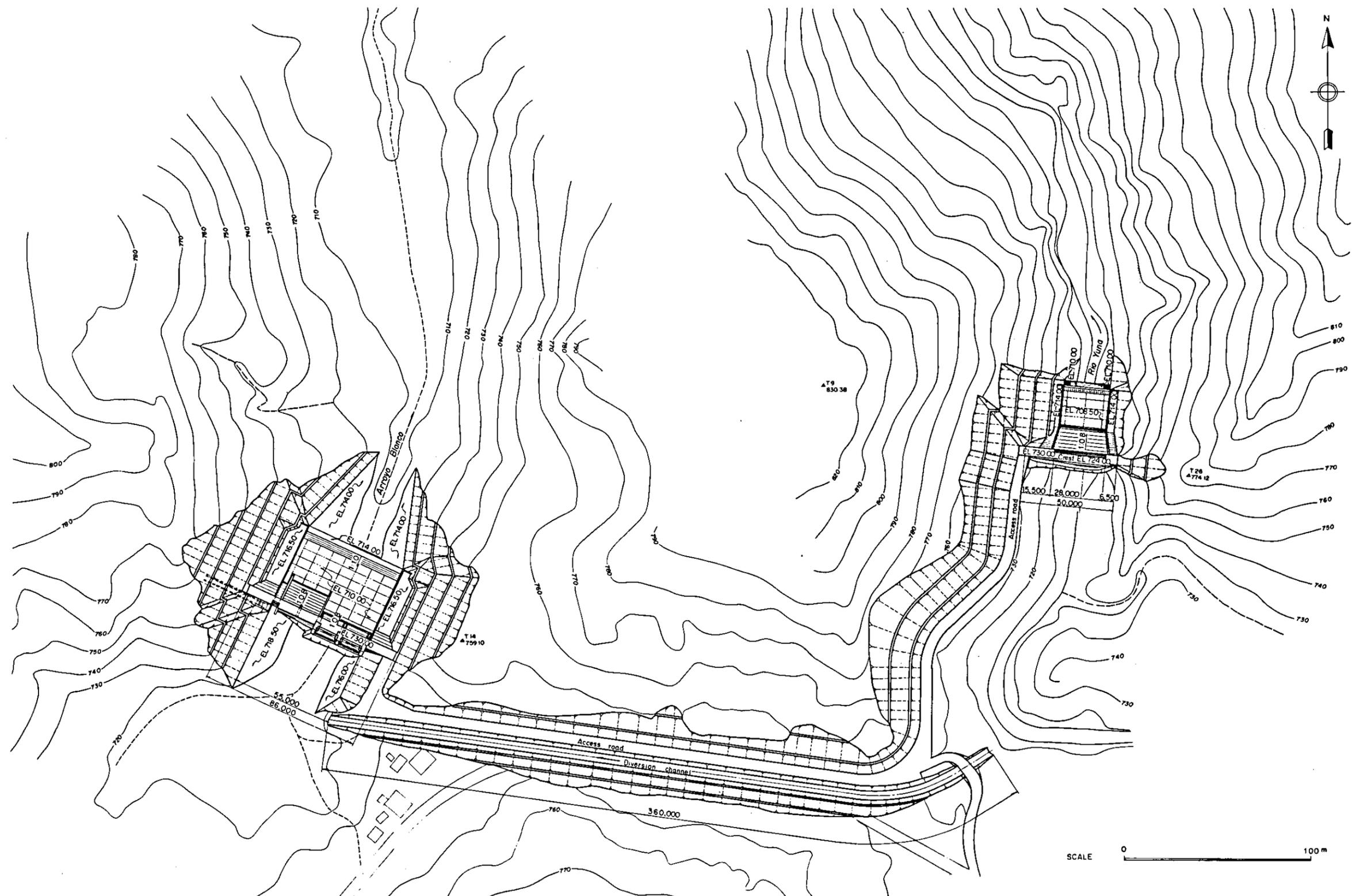
SECTIONAL PLAN EL 495.20 (EL 494.70) SCALE B



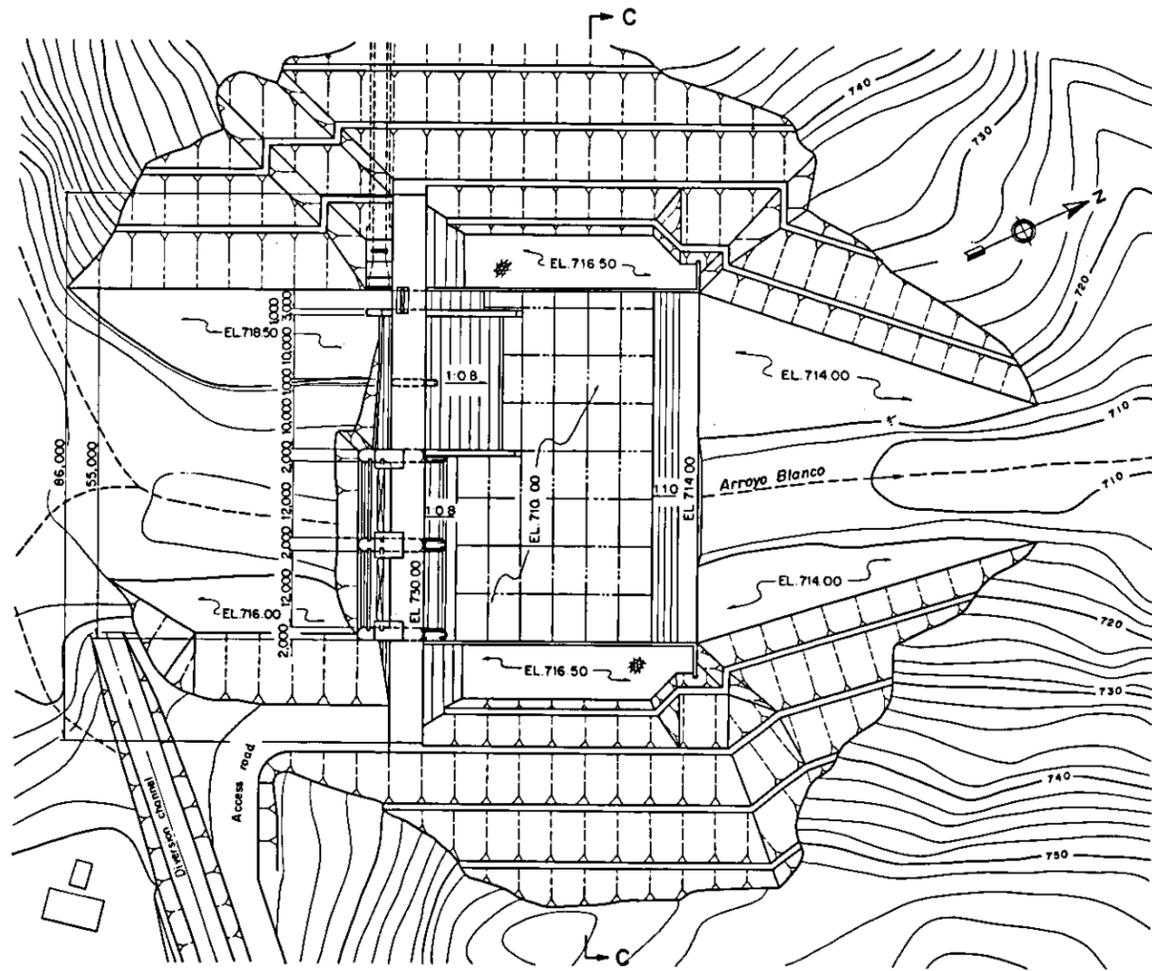
PROFILE SCALE A



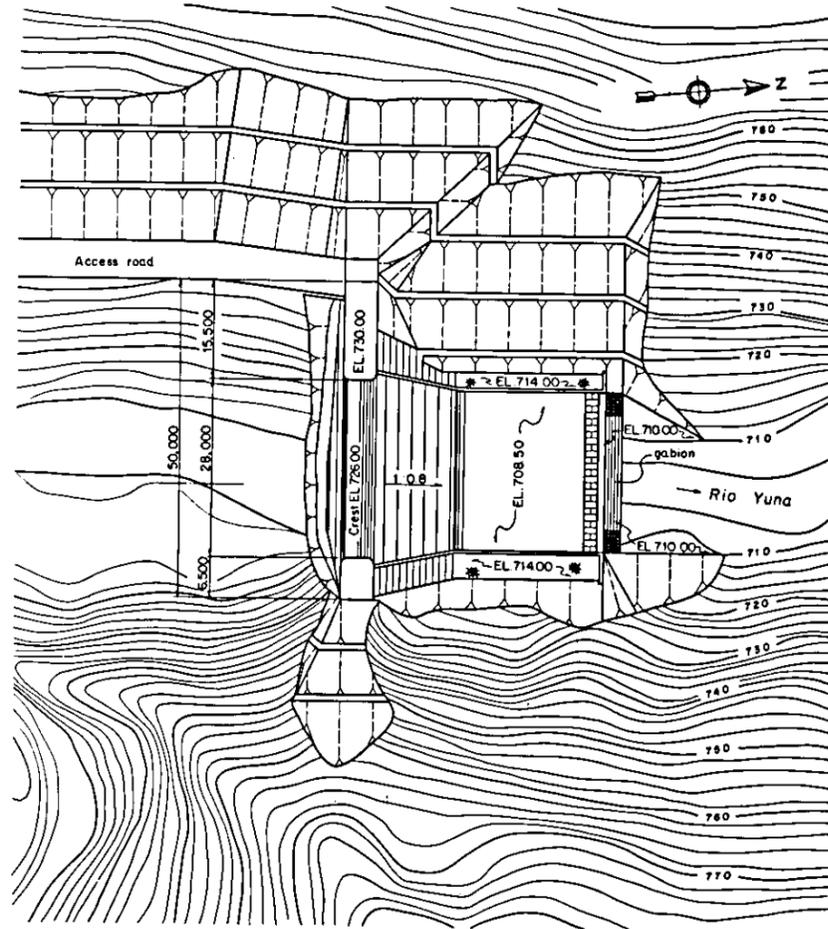
CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	DWG	El Torito Scheme No.1 Powerstation Central Yuna No.1 para Esquema El Torito
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS	10	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		



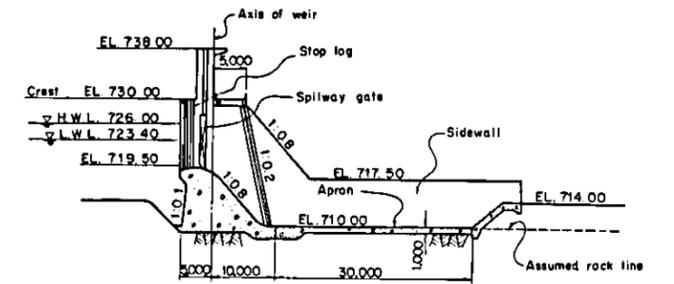
CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	DWG	T-1 & T-2 Weir General Layout Plan General de las Derivadoras El Torito
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS	11	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		



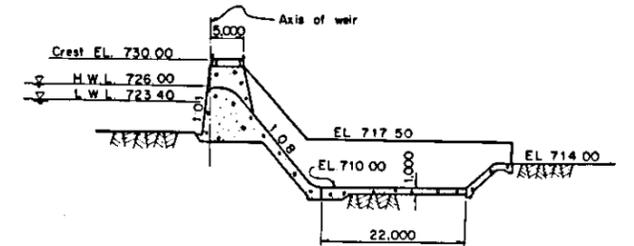
PLAN



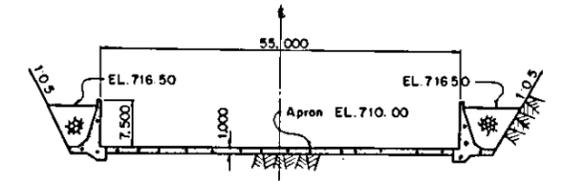
PLAN



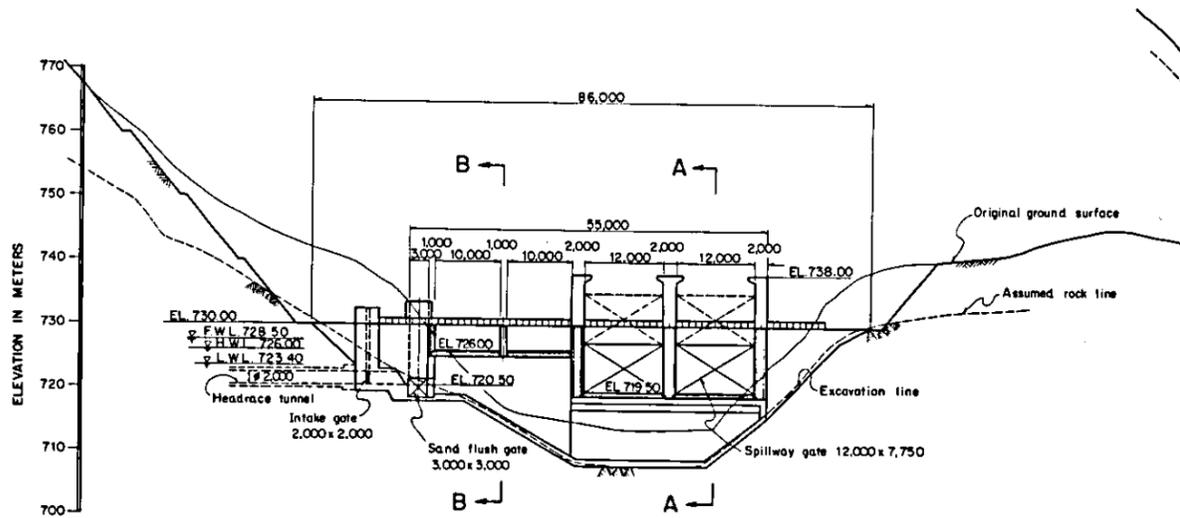
SECTION A-A



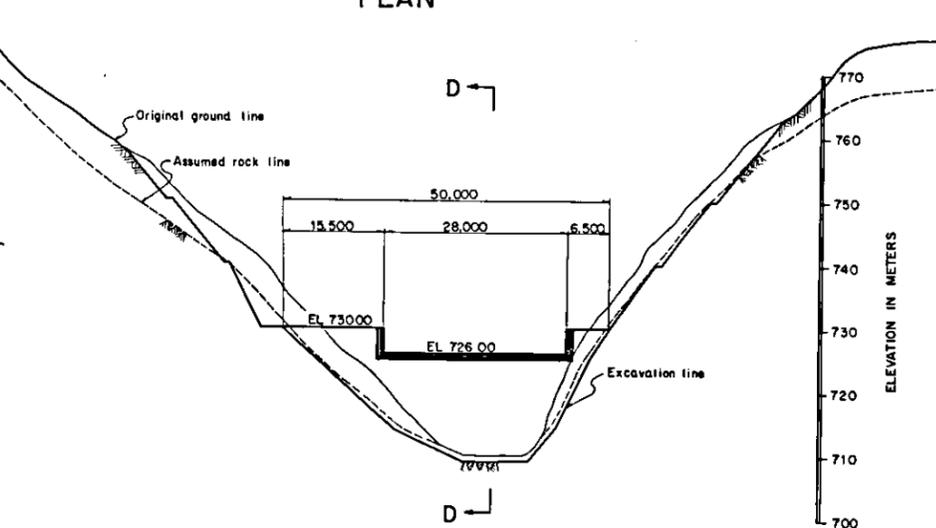
SECTION B-B



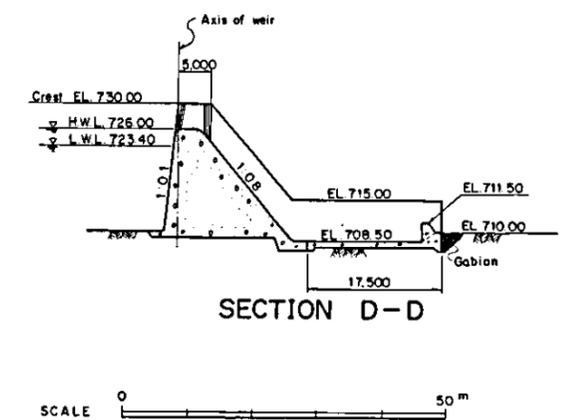
SECTION C-C



UPSTREAM ELEVATION

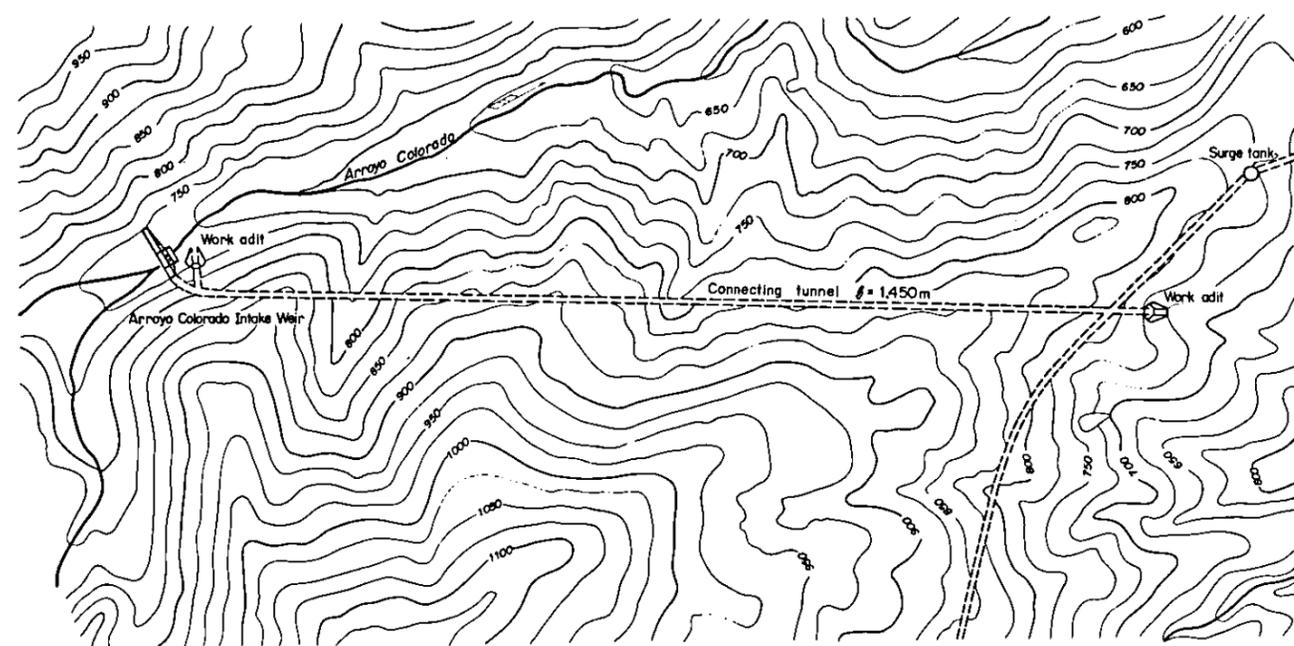
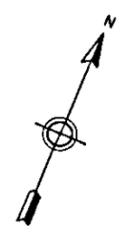
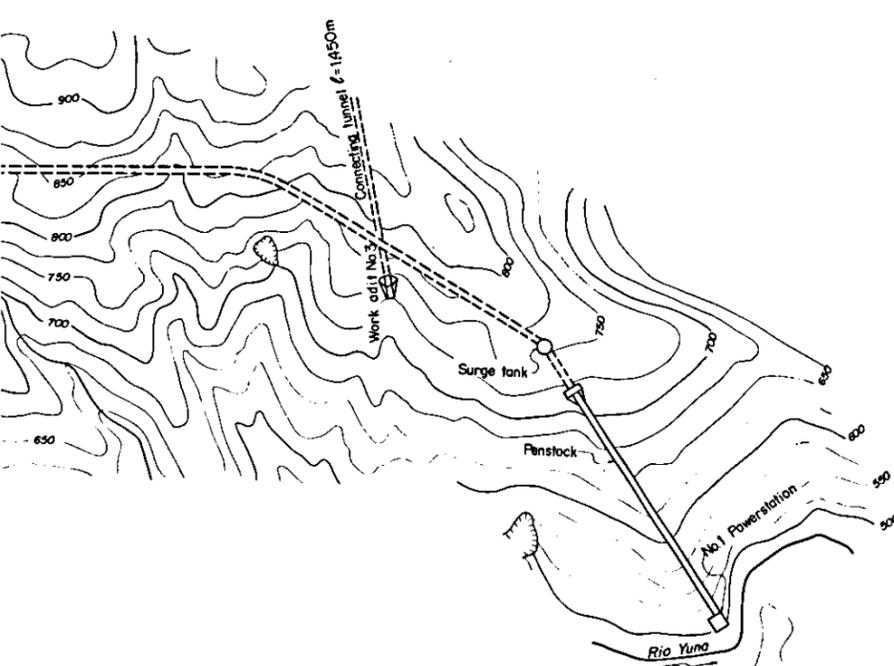


UPSTREAM ELEVATION

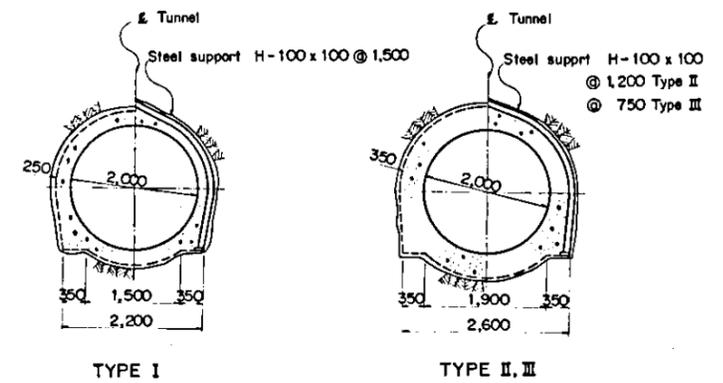


SECTION D-D

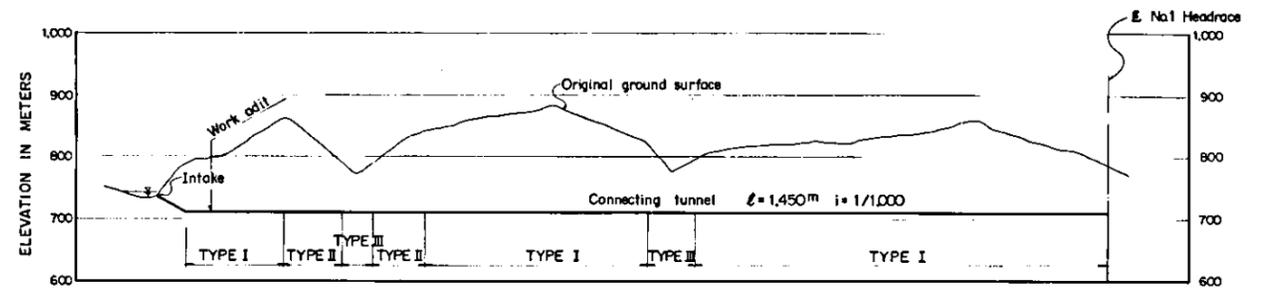
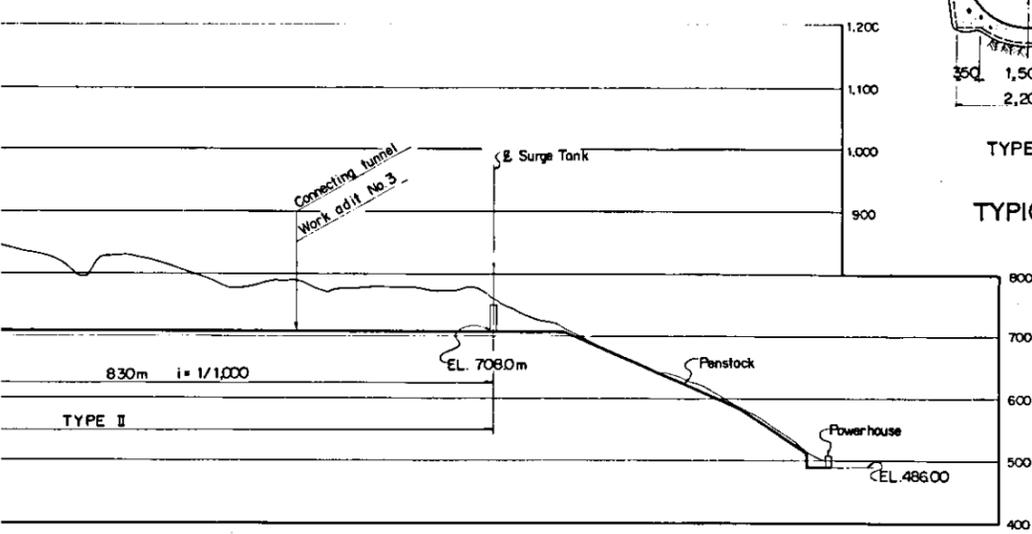
CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	DWG 12	T-1 & T-2 Weir Plan and Profile of Weir Plan y Sección de las Derivadoras T-1 y T-2
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS		
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		



PLAN SCALE A



TYPICAL CROSS SECTIONS OF TUNNEL SCALE B

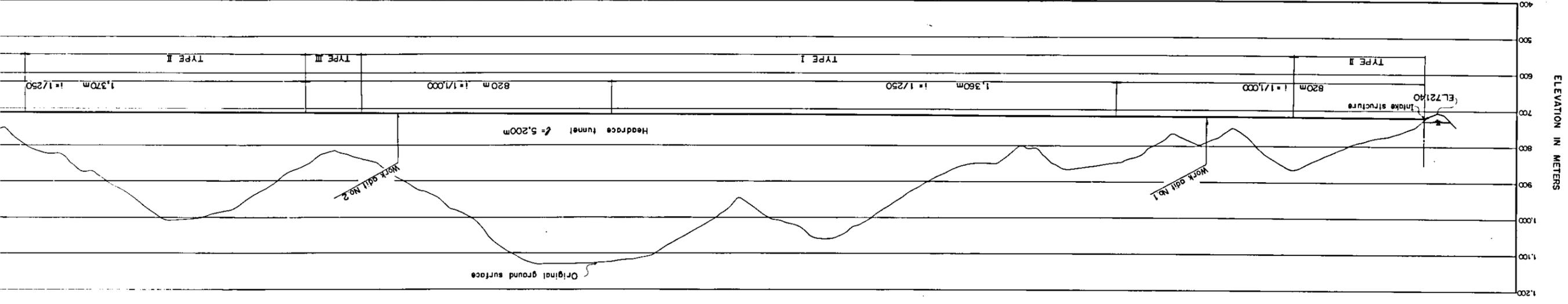


PROFILE OF CONNECTING TUNNEL SCALE A

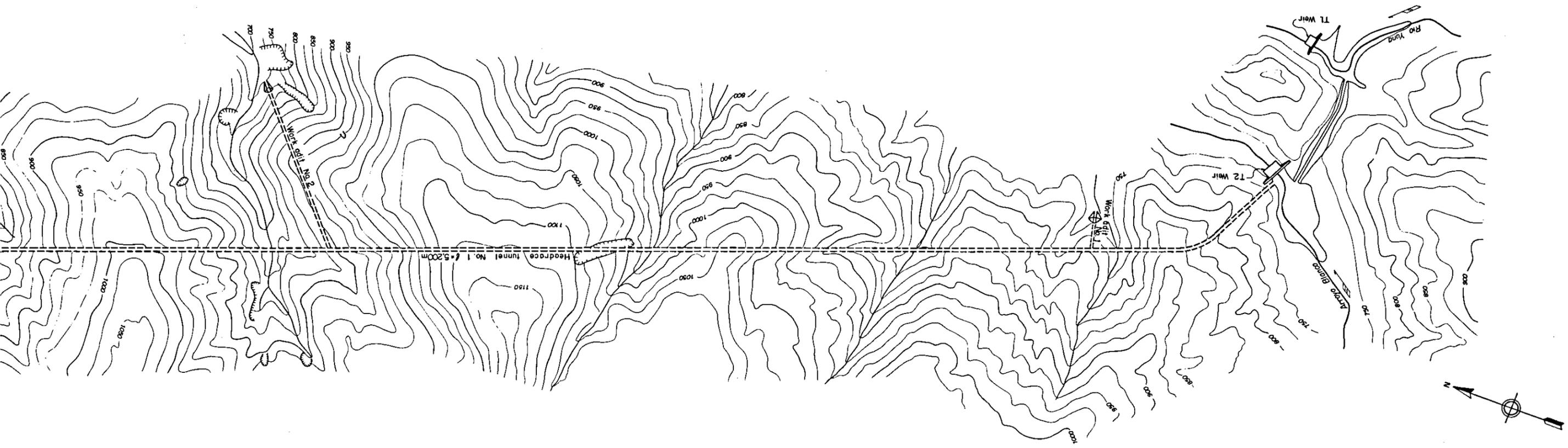


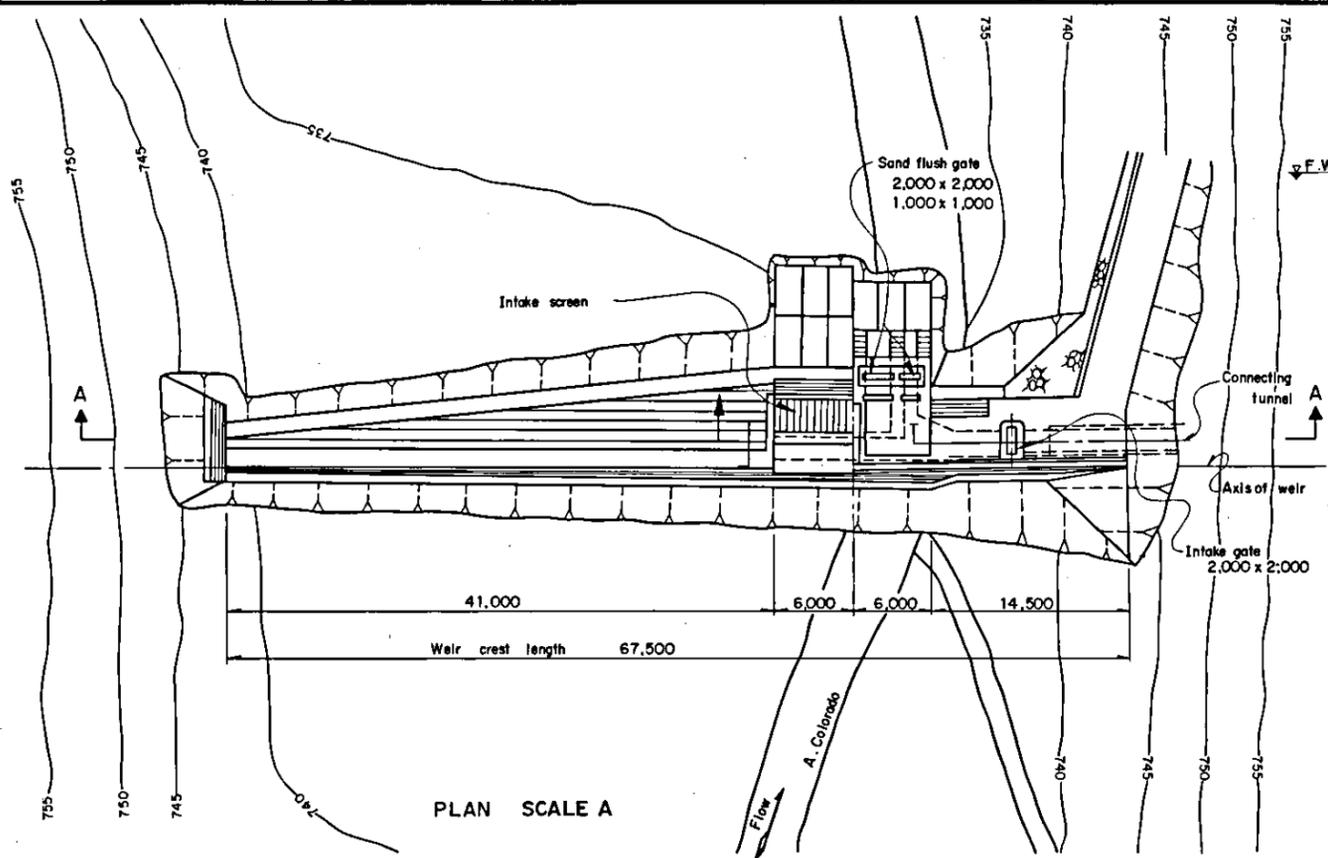
CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	DWG 13	T-1 & T-2 Weir Waterway Conduccion de Agua Derivadora T-1 y T-2
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS		
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		

PROFILE SCALE A

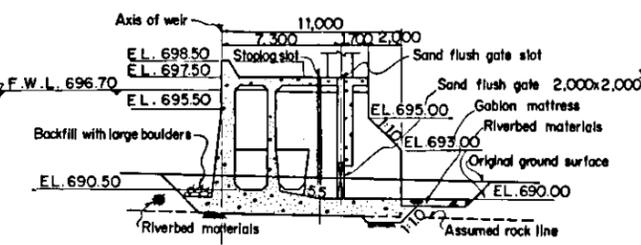


PLAN SCALE A

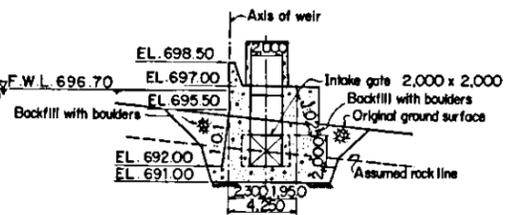




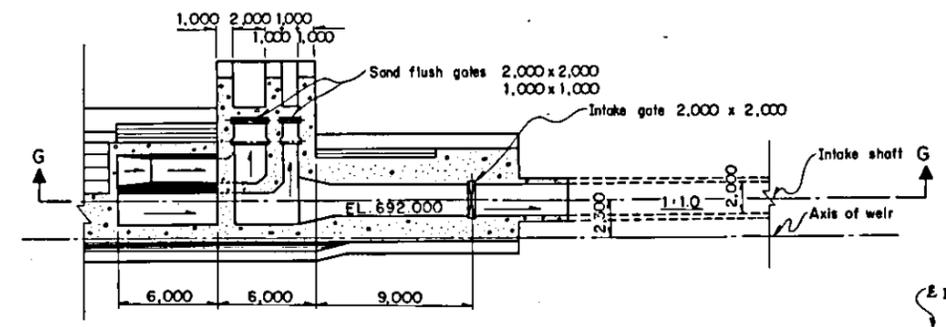
PLAN SCALE A



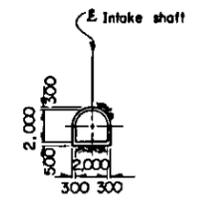
SECTION D-D SCALE B



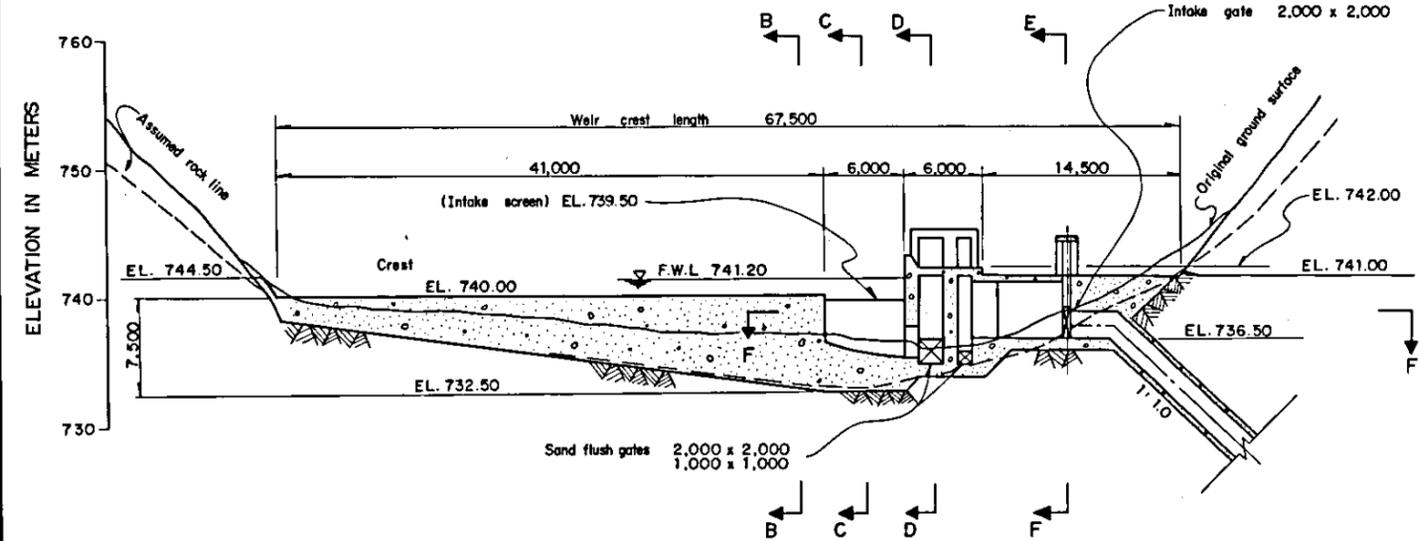
SECTION E-E SCALE B



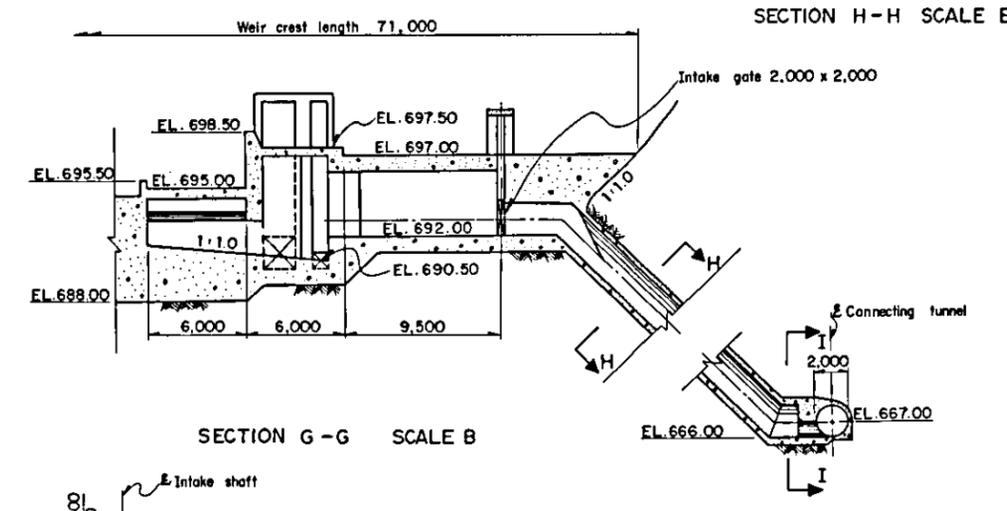
SECTIONAL PLAN OF INTAKE SCALE B (SECTION F-F)



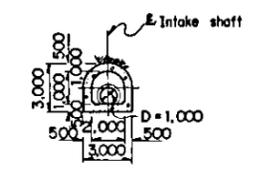
SECTION H-H SCALE B



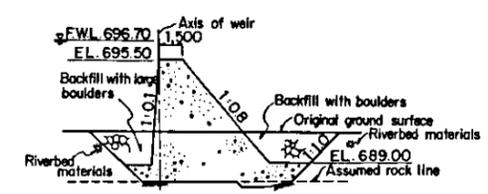
SECTION A-A SCALE A



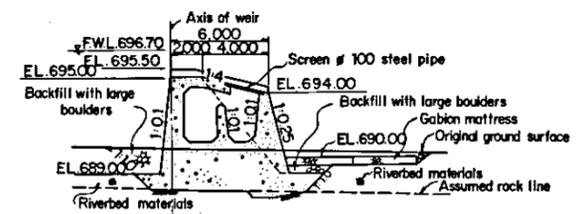
SECTION G-G SCALE B



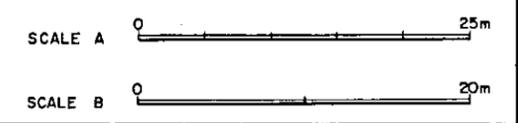
SECTION I-I SCALE B



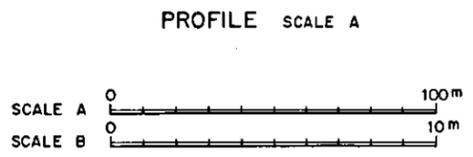
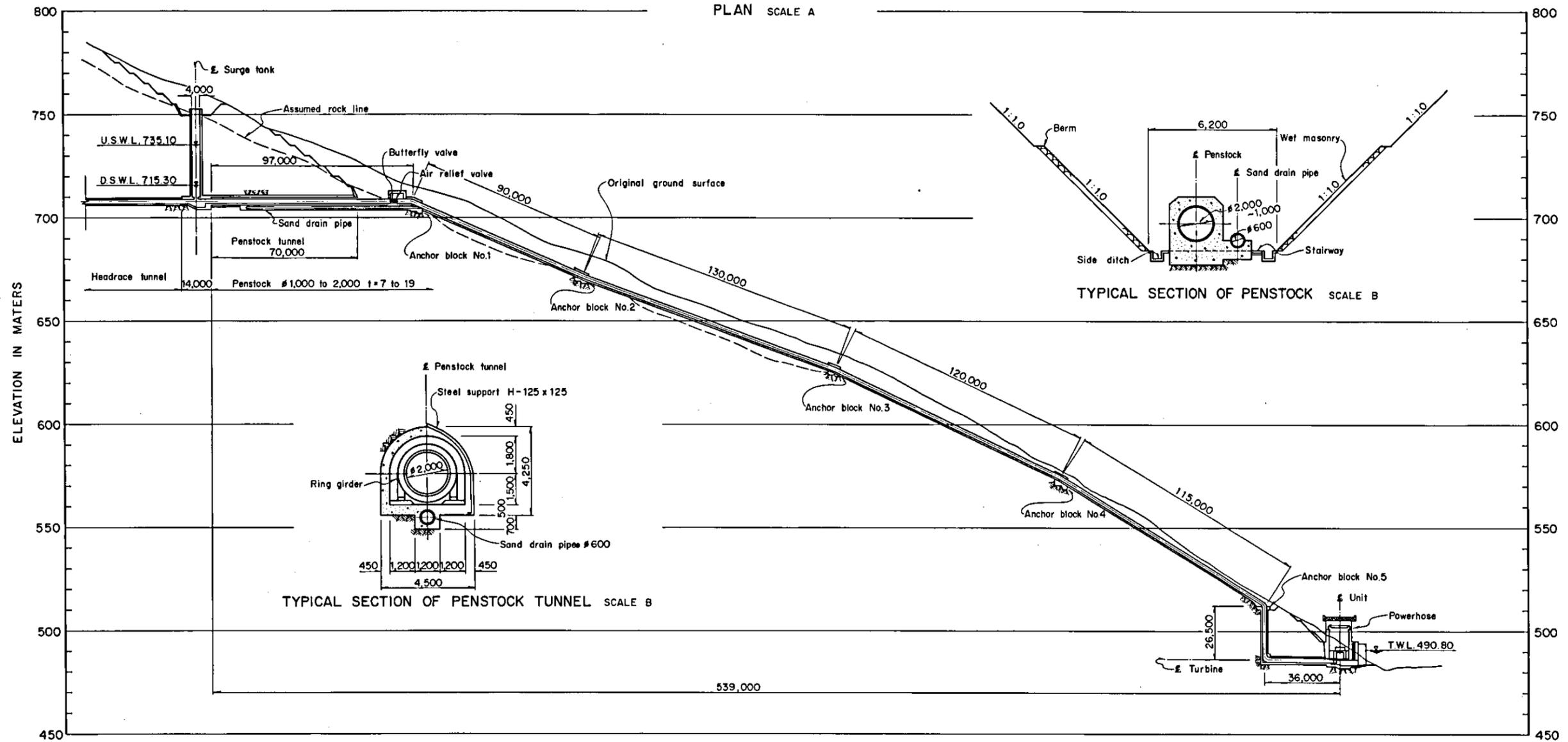
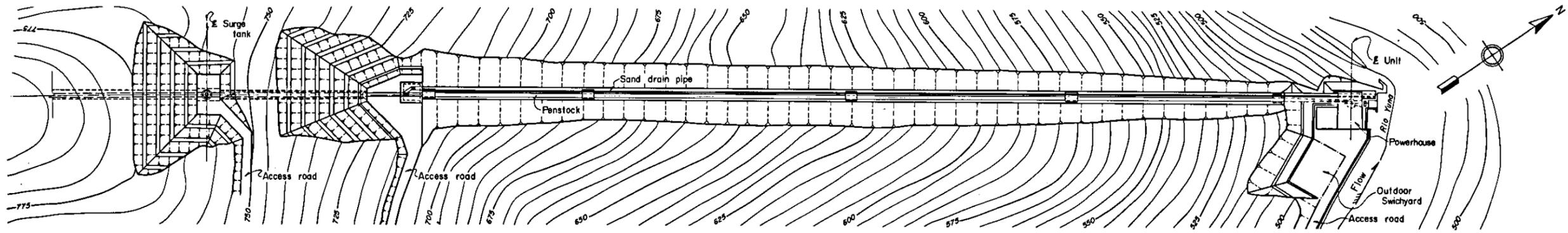
SECTION B-B SCALE B



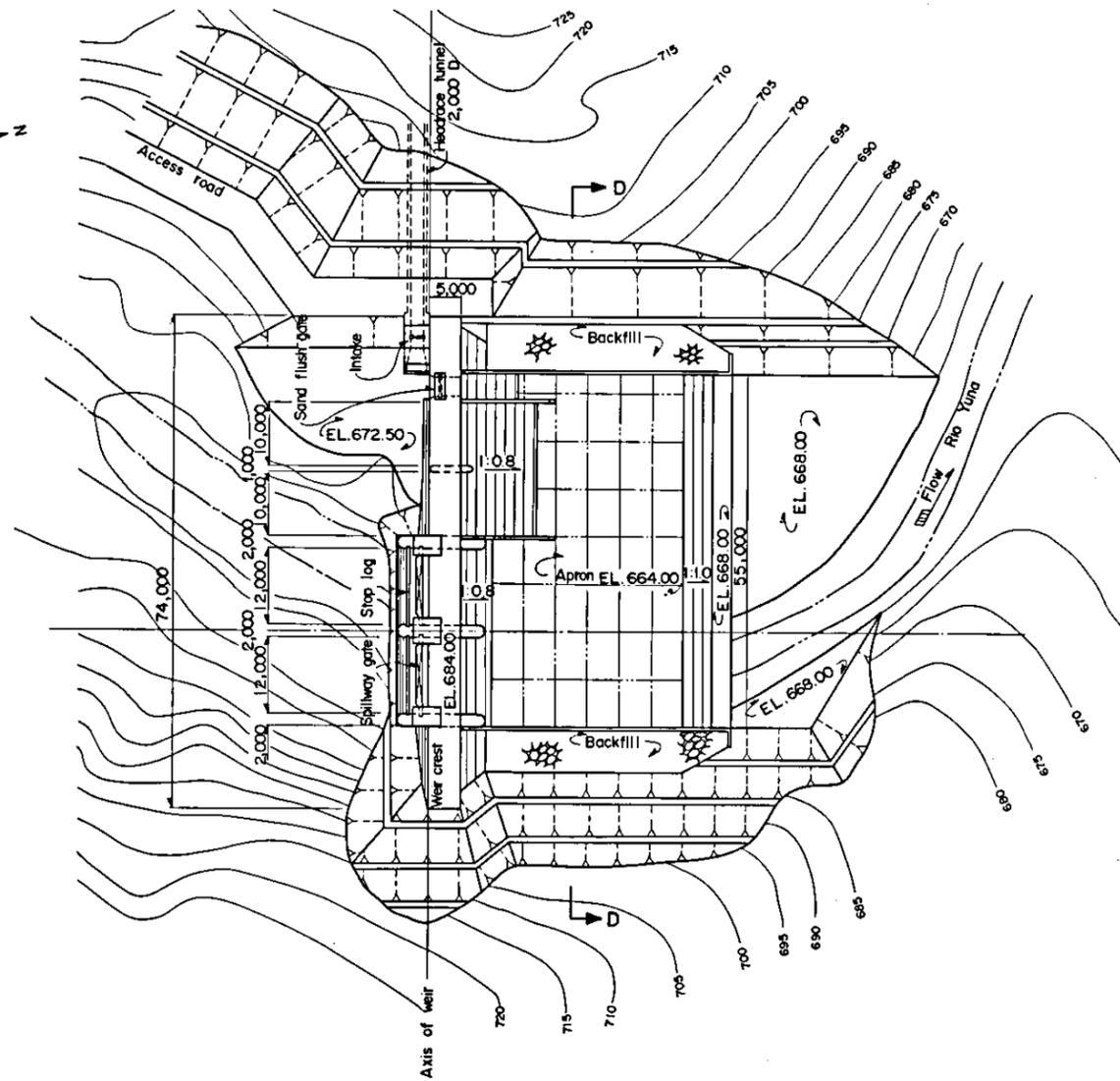
SECTION C-C SCALE B



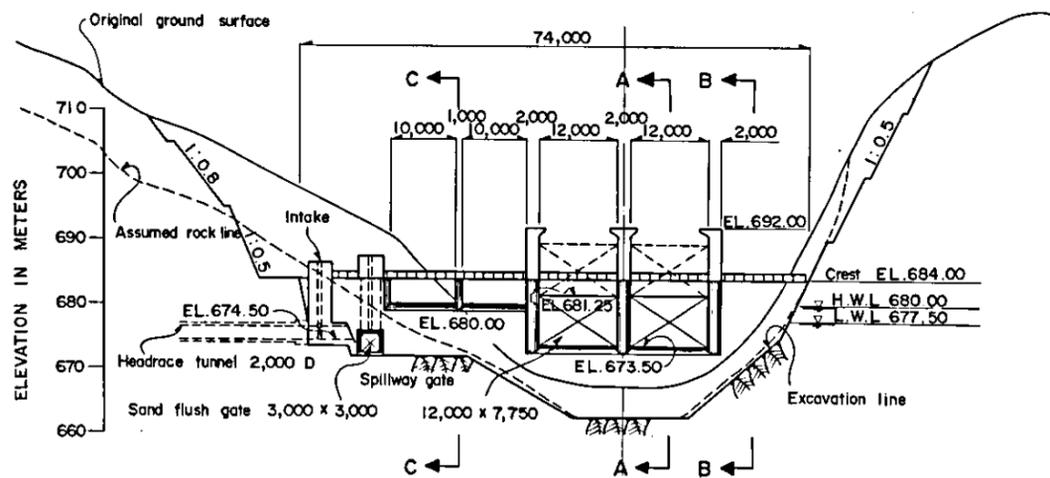
CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	DWG 14	T-1 & T-2 Weir Arroyo Colorado Intake Derivadora de Arroyo Colorado
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS		
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		



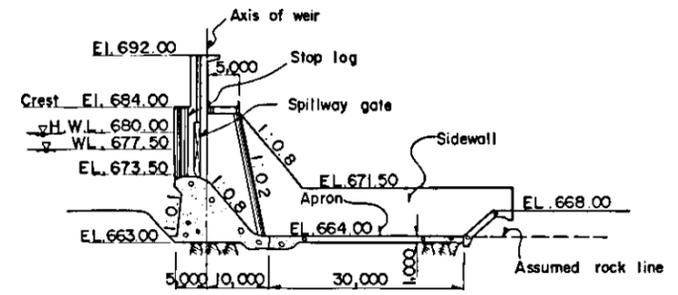
CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	DWG	T-1 & T-2 Weir Surge Tank and Penstock Chimenea de Equilibrio y Tuberia de Presion para las Derivadoras T-1 y T-2
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS	15	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		



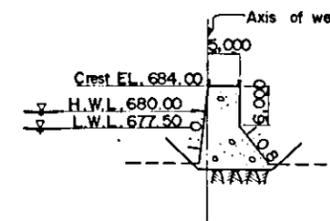
PLAN



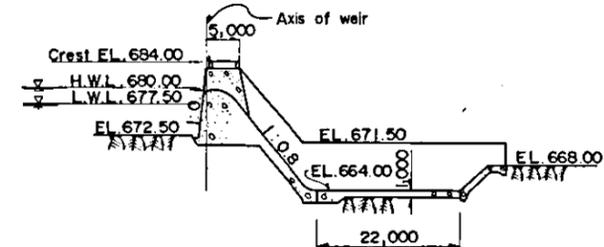
UPSTREAM ELEVATION



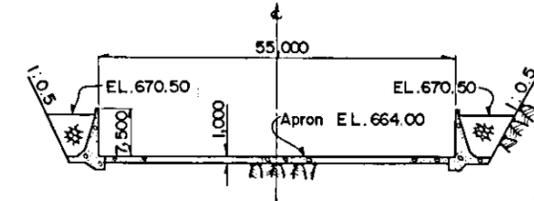
SECTION A - A



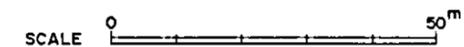
SECTION B - B



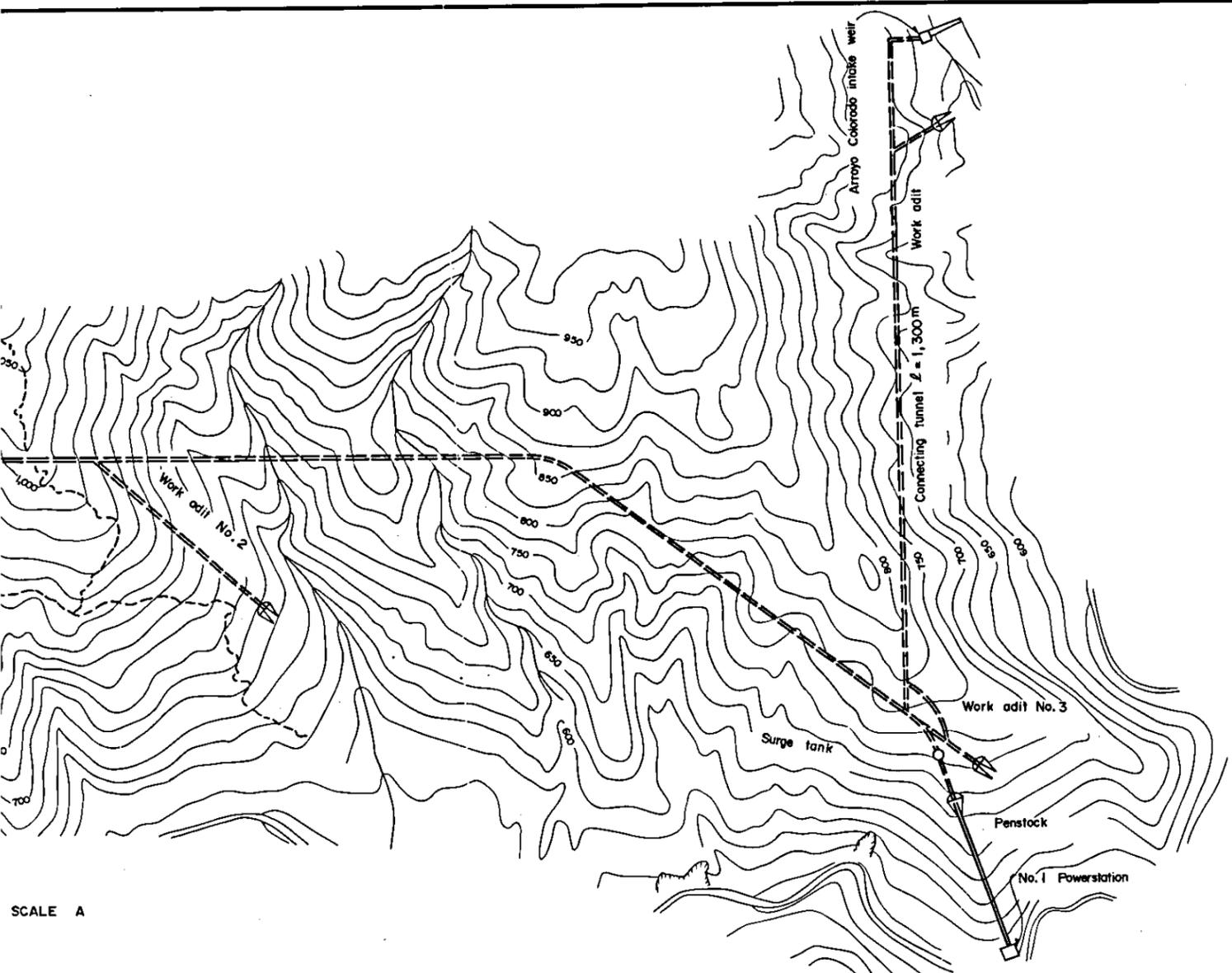
SECTION C - C



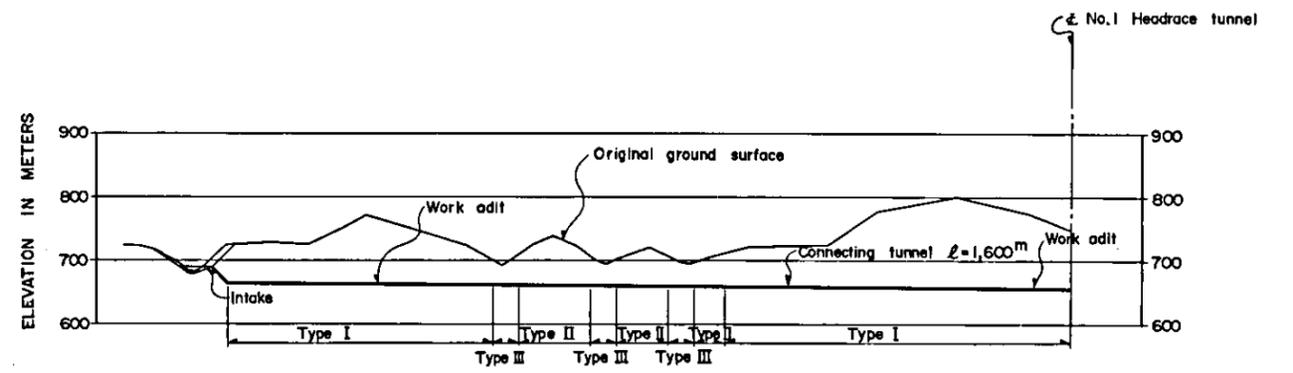
SECTION D - D



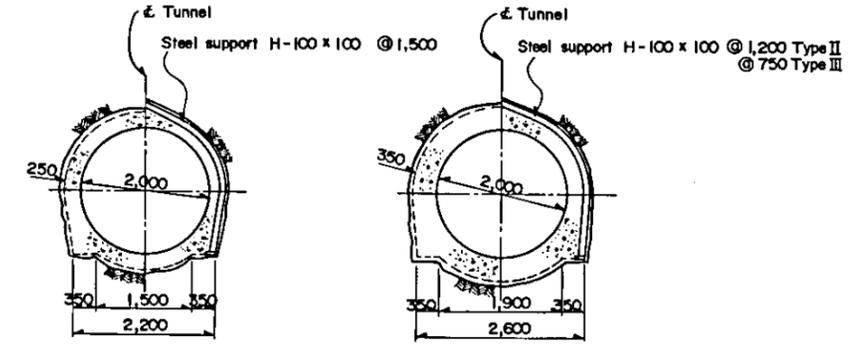
CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	DWG	Pino de Yuna Weir Plan Plan de Derivadora T-4 en Pino de Yuna
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS	16	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		



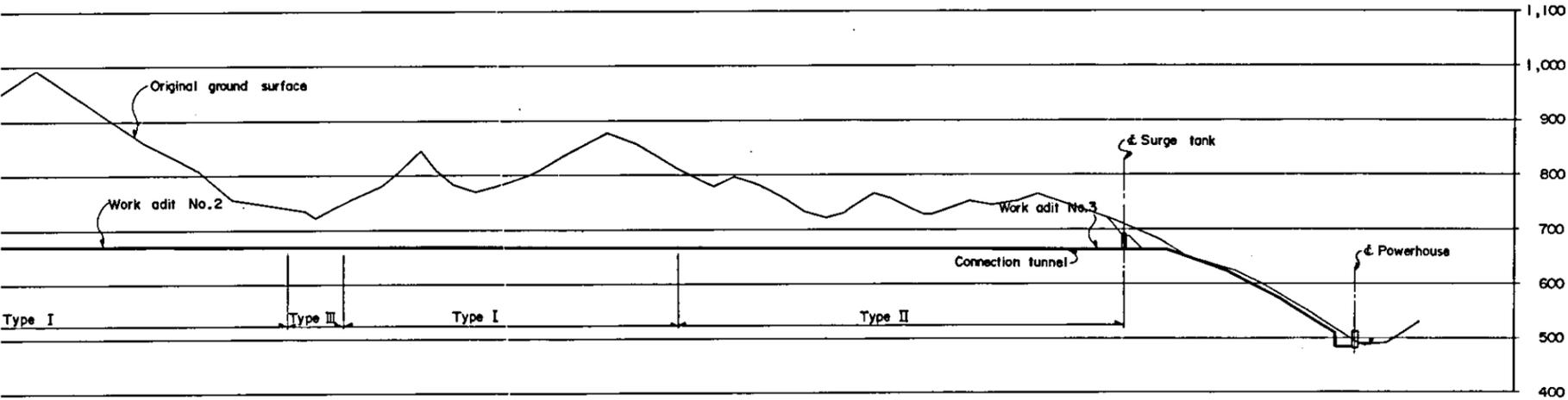
SCALE A



PROFILE OF CONNECTING TUNNEL SCALE A



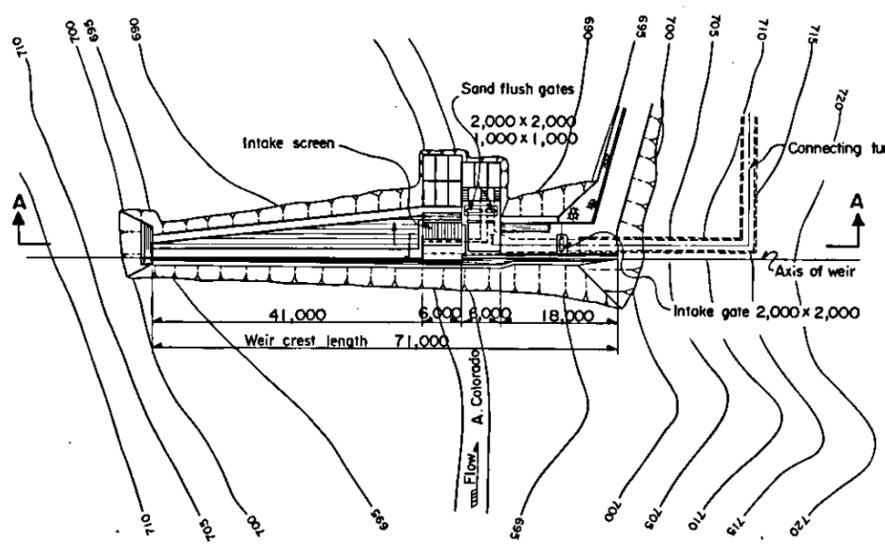
TYPICAL CROSS SECTIONS OF TUNNEL SCALE B



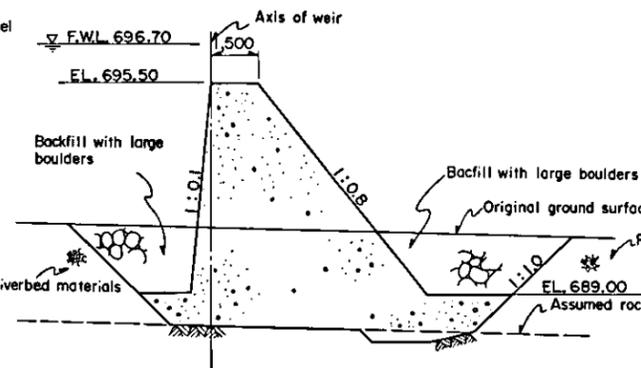
LE SCALE A



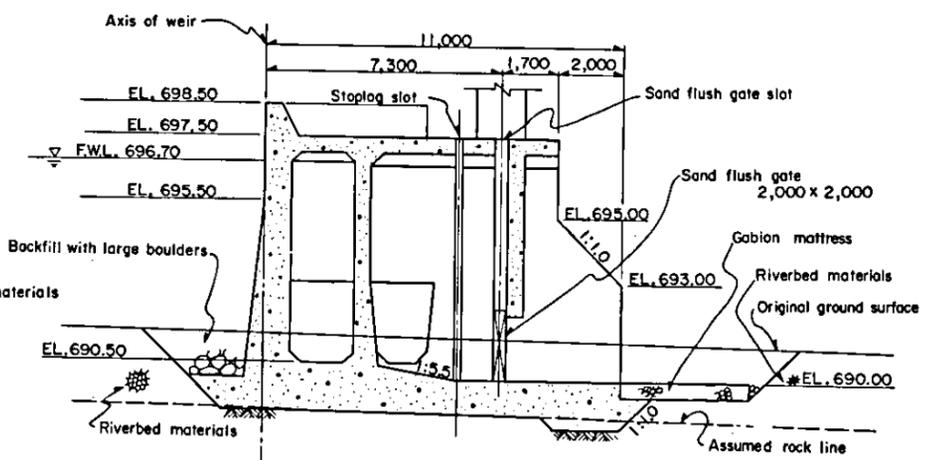
CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	DWG 17	Pino de Yuna Weir Waterway Conduccion de Agua Derivadora T- 4
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS		
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		



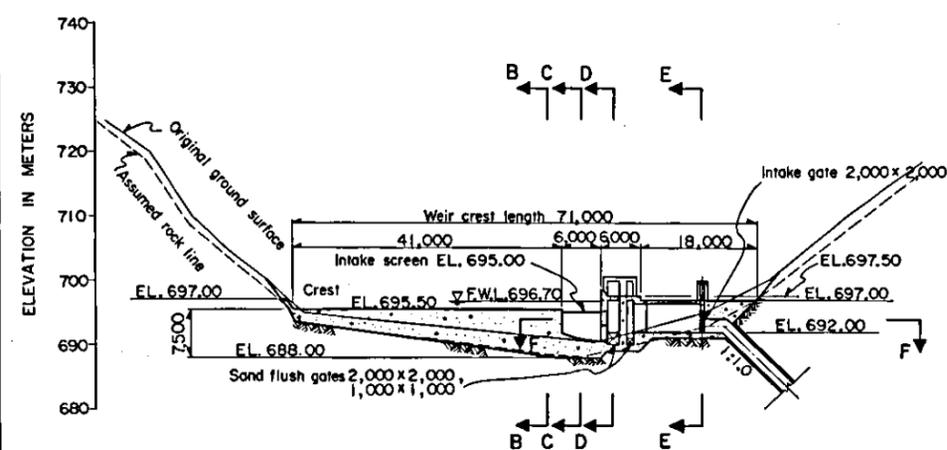
PLAN SCALE A



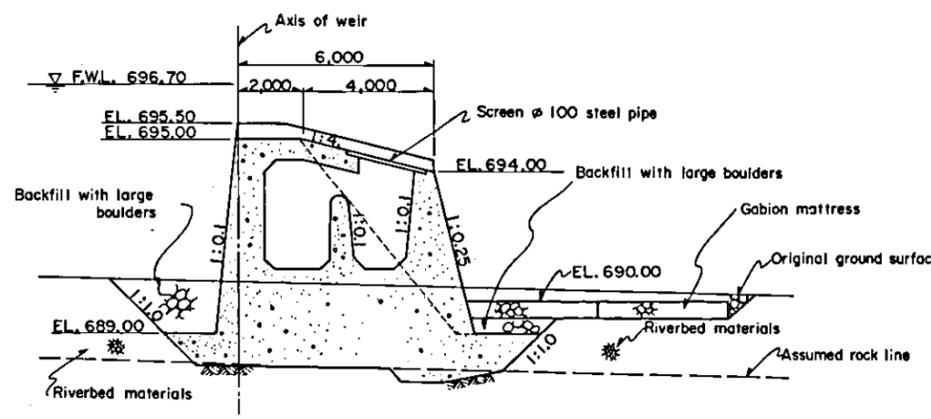
SECTION B-B SCALE B



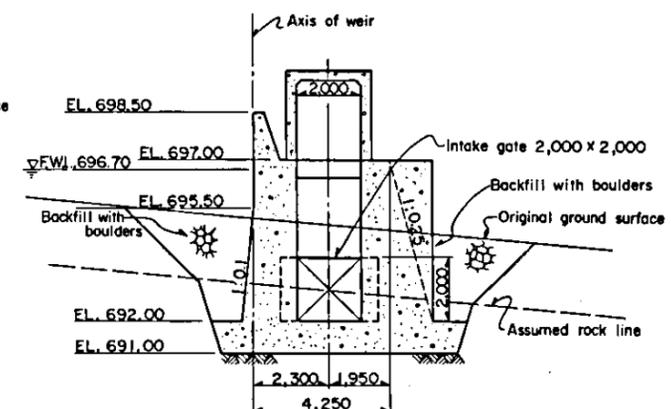
SECTION D-D SCALE B



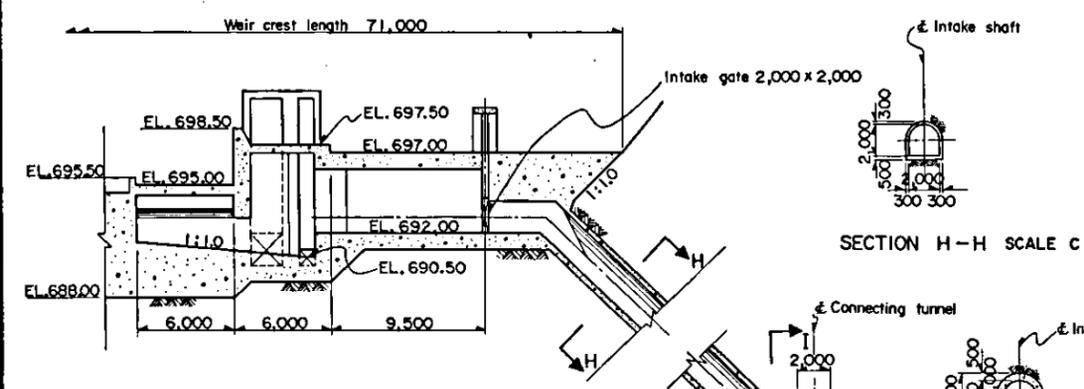
SECTION A-A SCALE A



SECTION C-C SCALE B

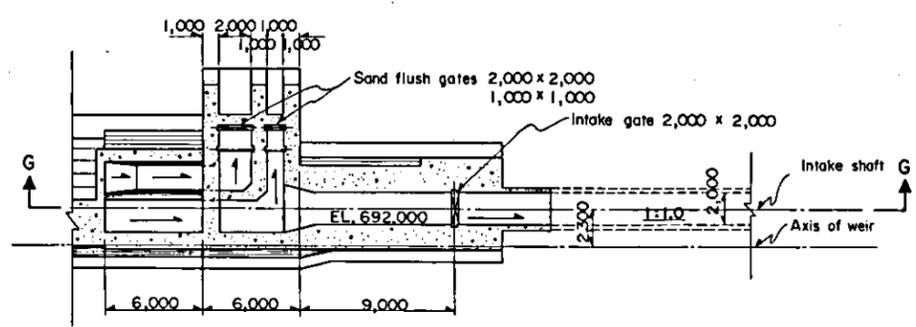


SECTION E-E SCALE B



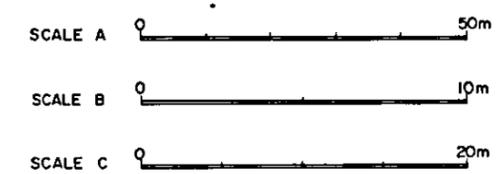
SECTION G-G SCALE C

SECTION H-H SCALE C

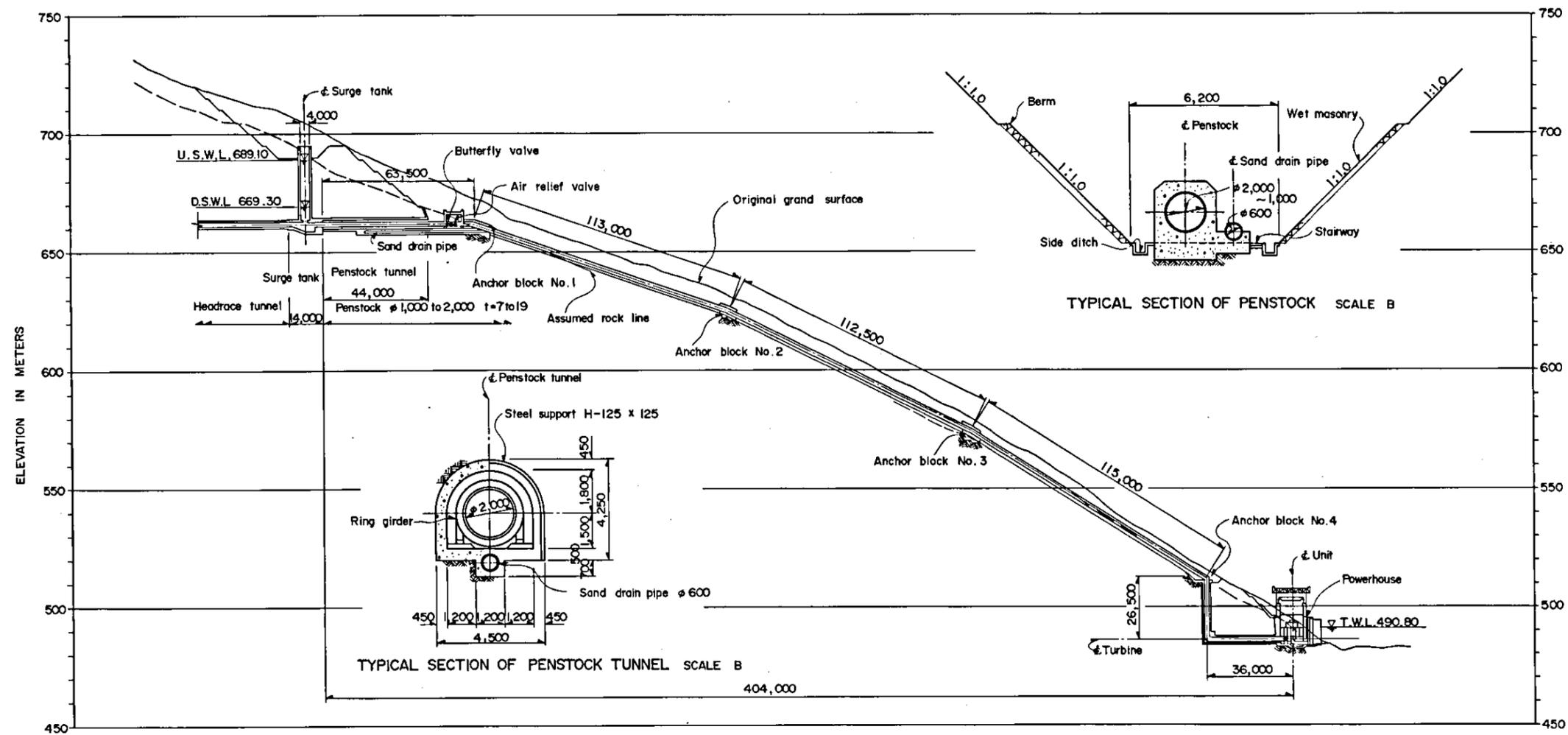
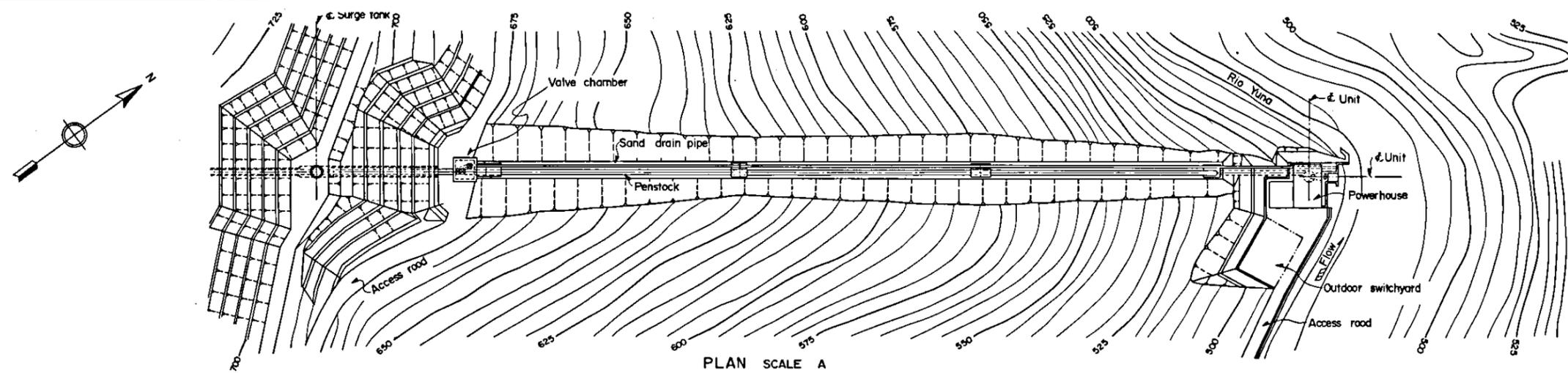


SECTIONAL PLAN OF INTAKE (SECTION F-F) SCALE C

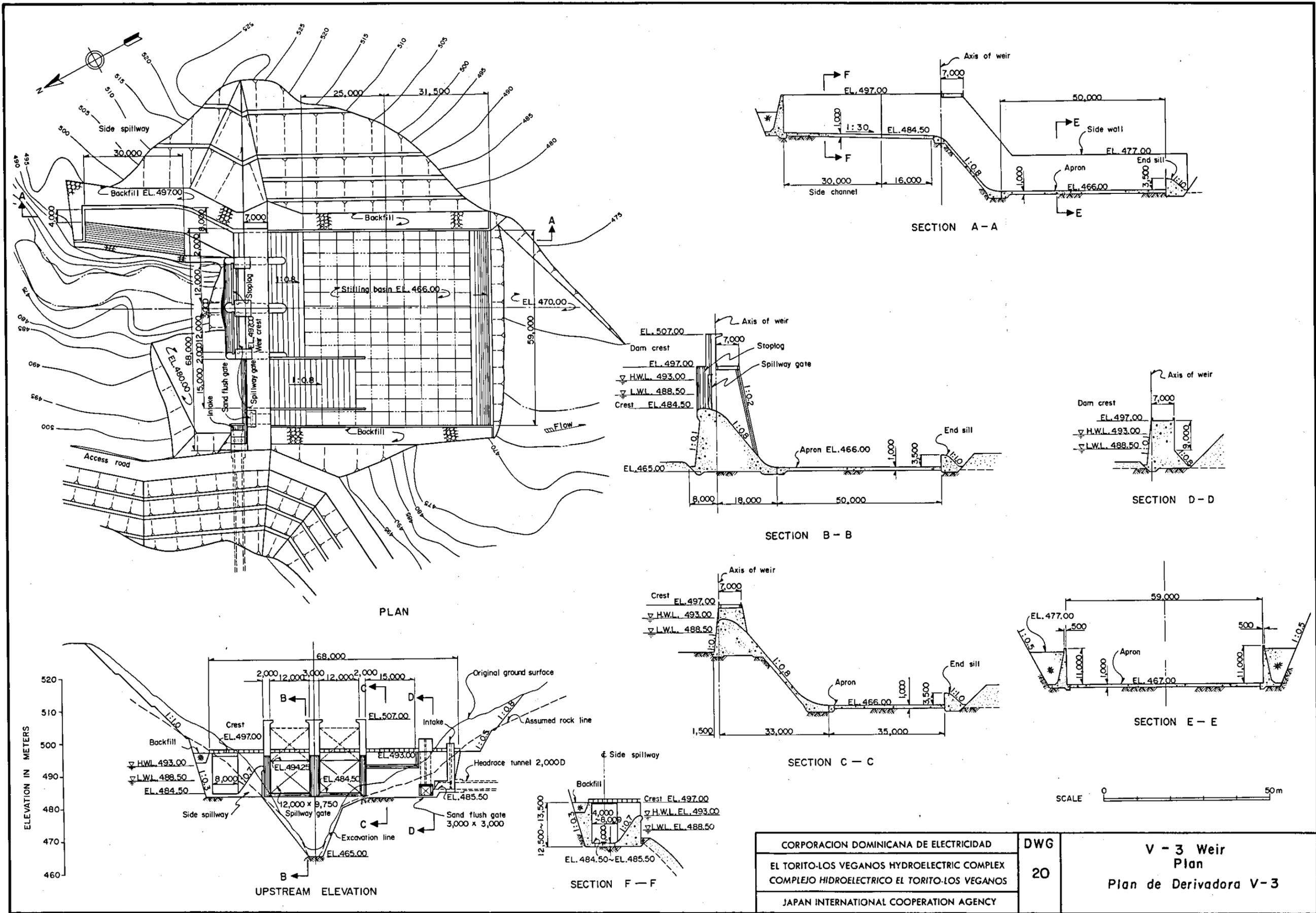
SECTION I-I SCALE C



CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	DWG 18	Pino de Yuna Weir Arroyo Colorado Intake Derivadora de Arroyo Colorado (Derivadora T-4)
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS		
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		



CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	DWG	Pino de Yuna Weir Surge Tank and Penstock Chimenea de Equilibrio y Tubería de Presion para la Derivadora T-4
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS	19	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		



PLAN

SECTION A - A

SECTION B - B

SECTION D - D

SECTION C - C

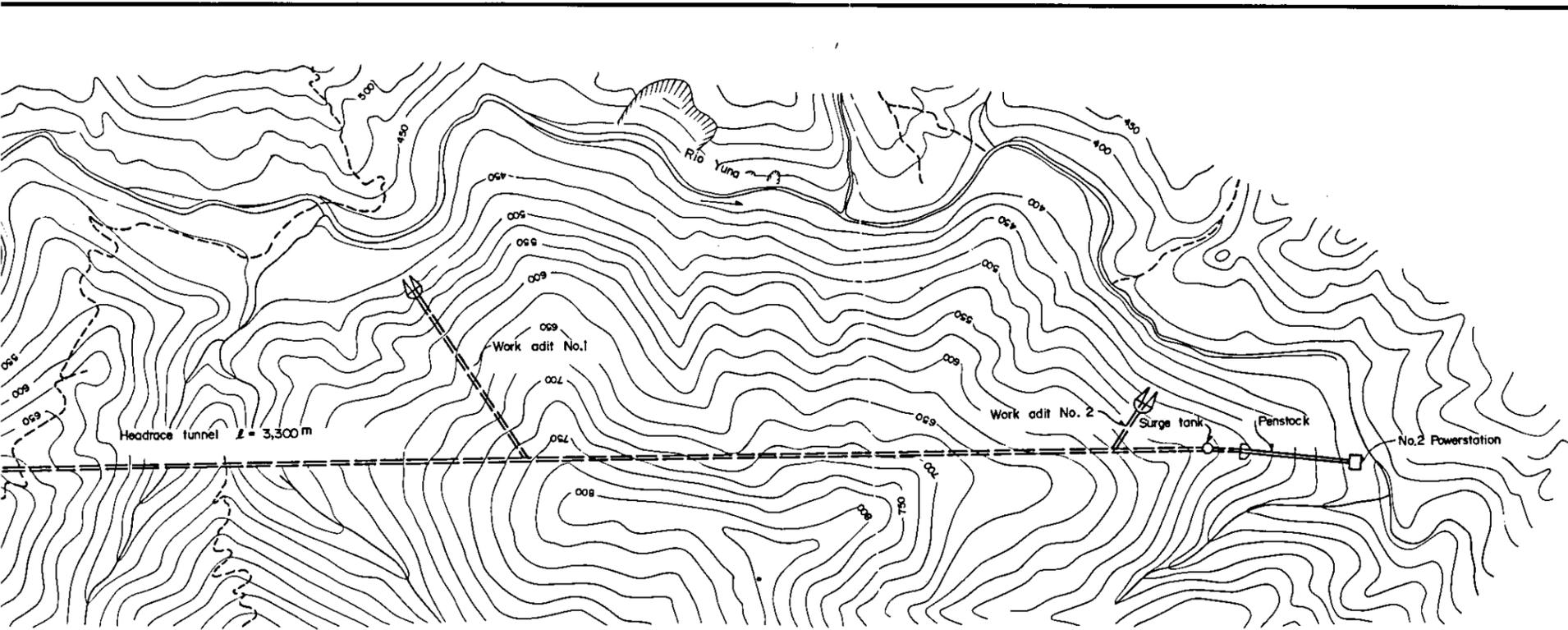
SECTION E - E

SECTION F - F

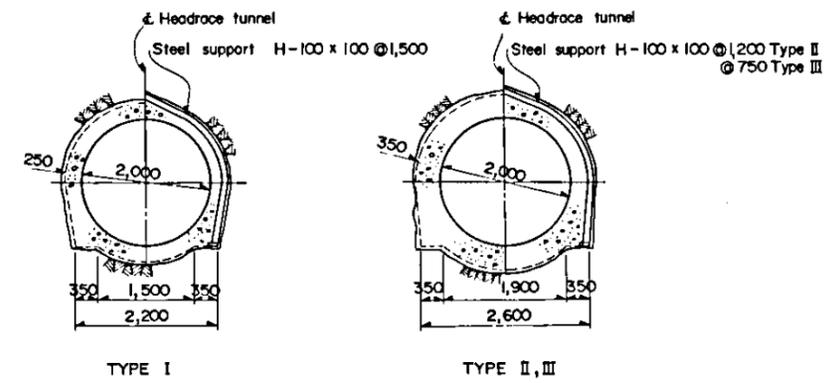
UPSTREAM ELEVATION

SCALE 0 50m

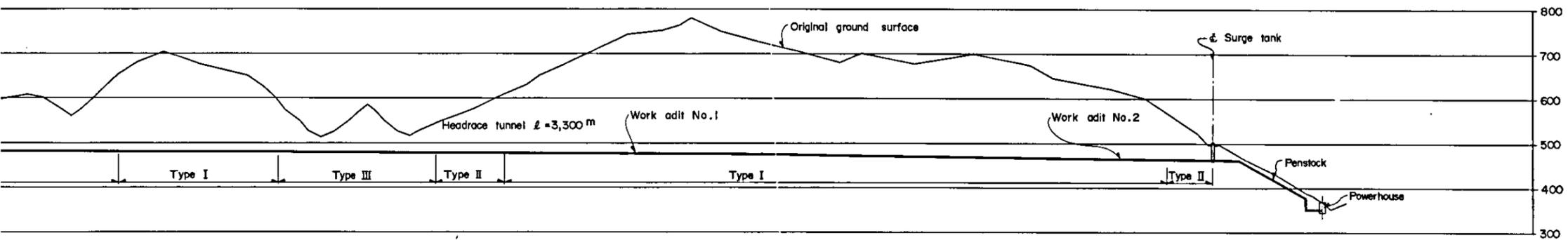
CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	DWG 20	V - 3 Weir Plan Plan de Derivadora V-3
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS		
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		



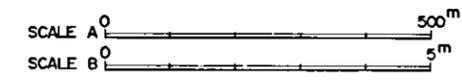
PLAN SCALE A



TYPICAL CROSS SECTIONS OF HEADRACE TUNNEL SCALE B



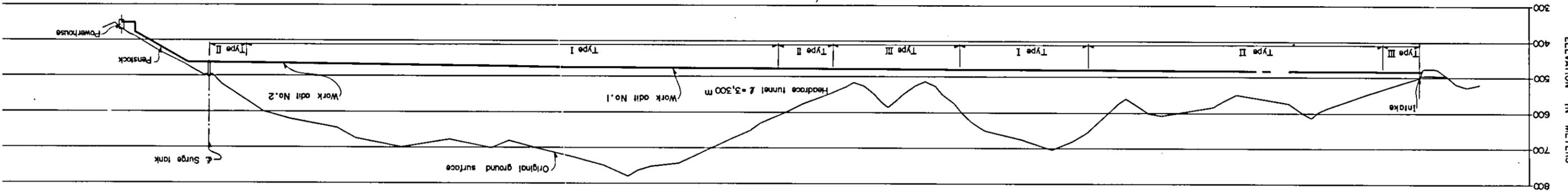
PROFILE SCALE A



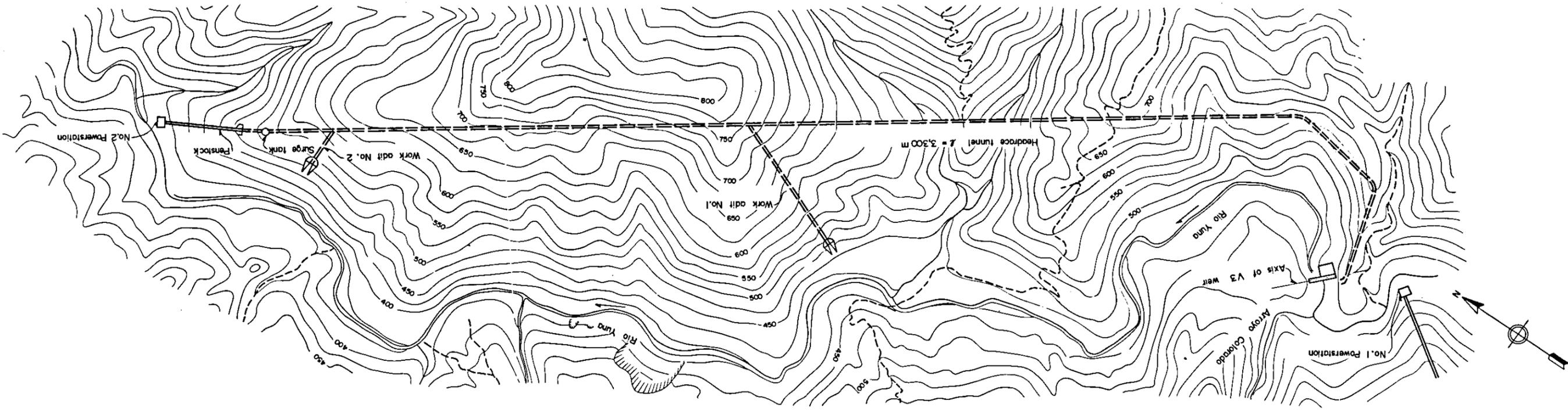
CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	DWG 21	V - 3 Weir Waterway Conduccion de Agua Derivadora V-3
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS		
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		

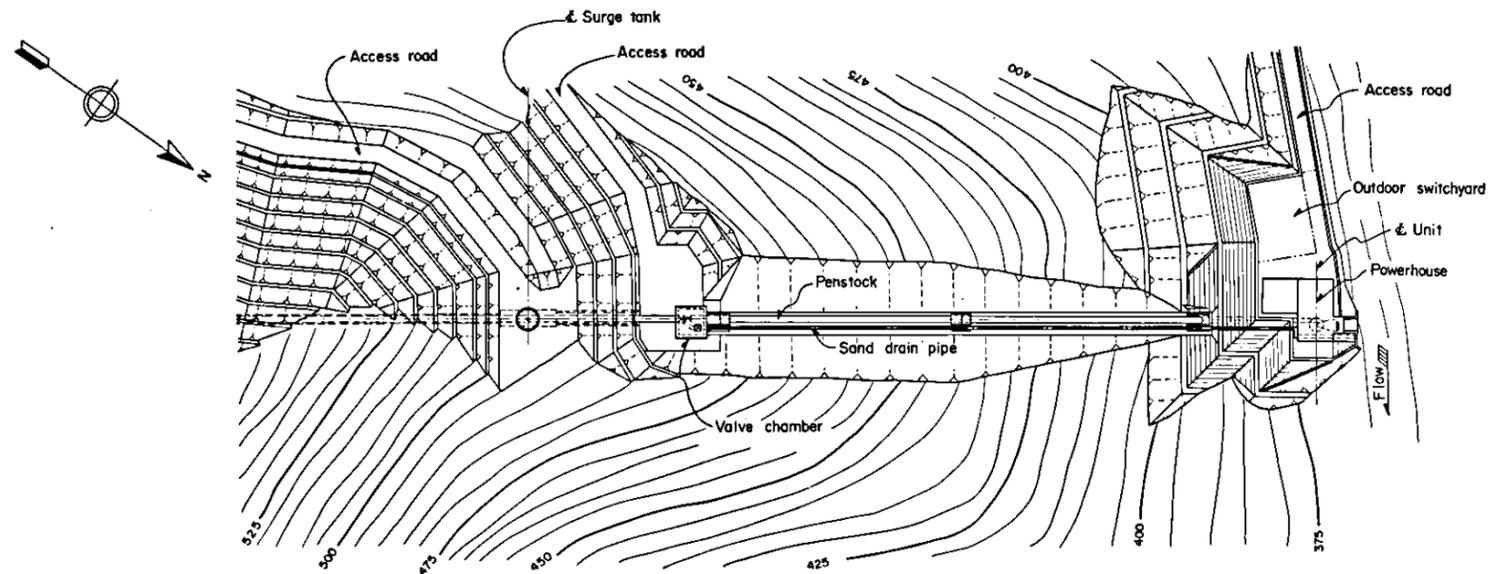
JAPAN INTERNA
 EL TORITO-LOS VE
 CORPORATION

PROFILE SCALE A

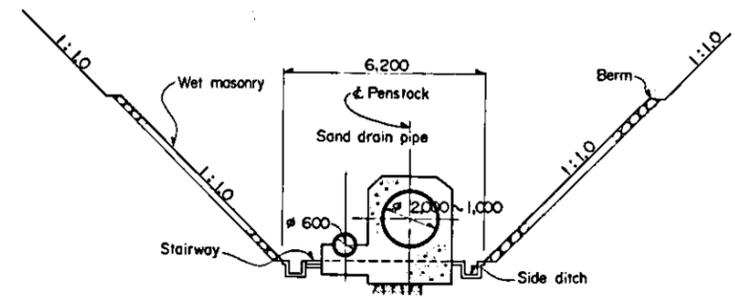


PLAN SCALE A

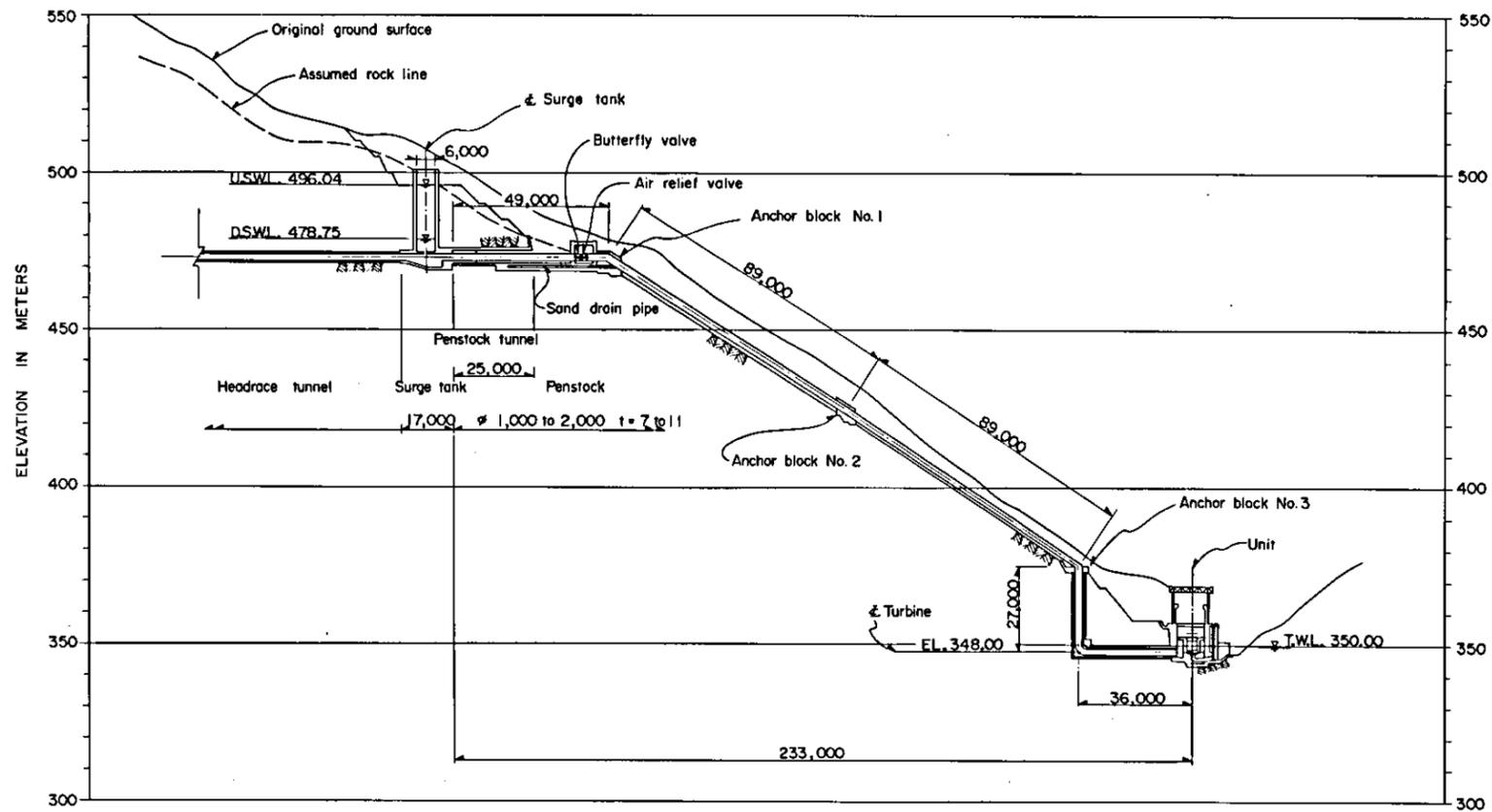




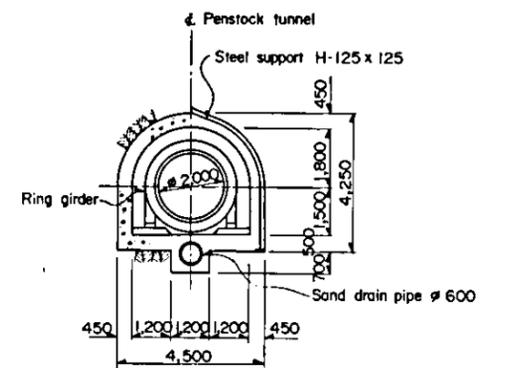
PLAN SCALE A



TYPICAL SECTION OF PENSTOCK SCALE B



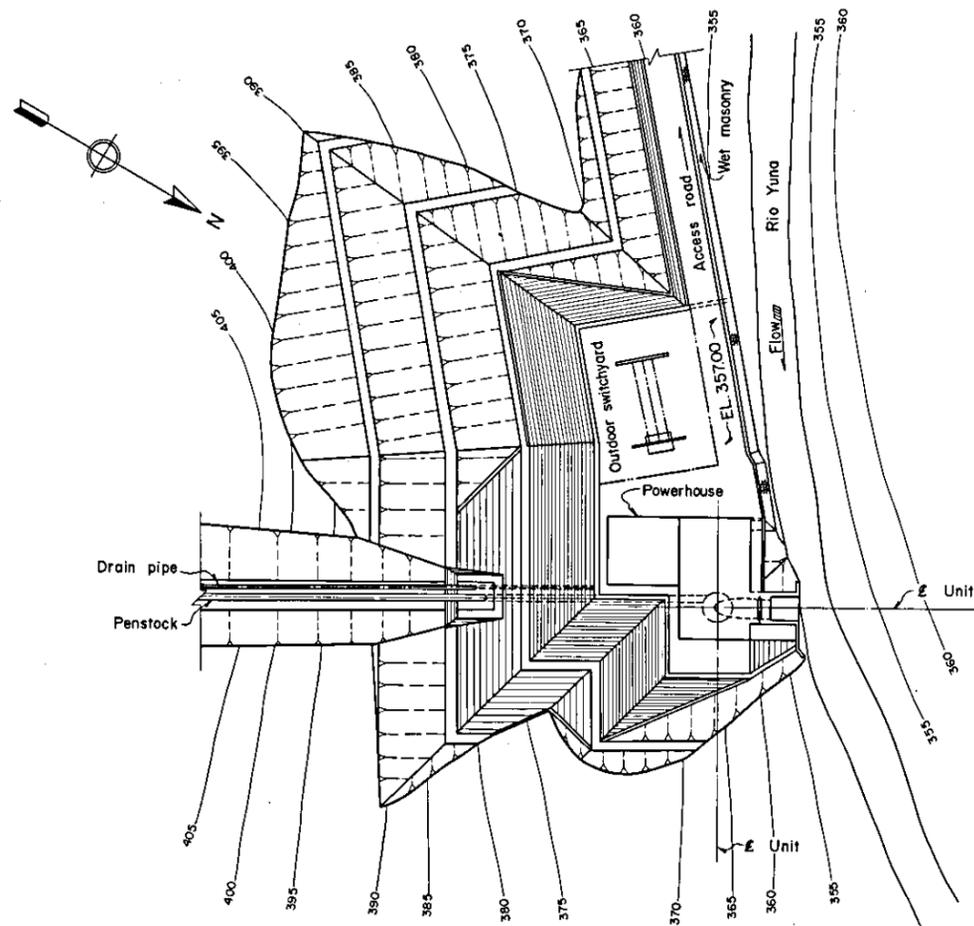
PROFILE SCALE A



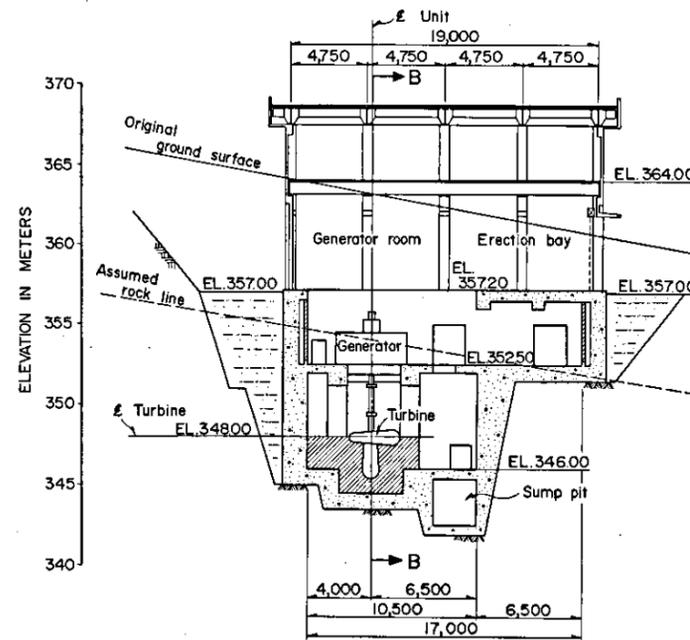
TYPICAL SECTION OF PENSTOCK TUNNEL SCALE B



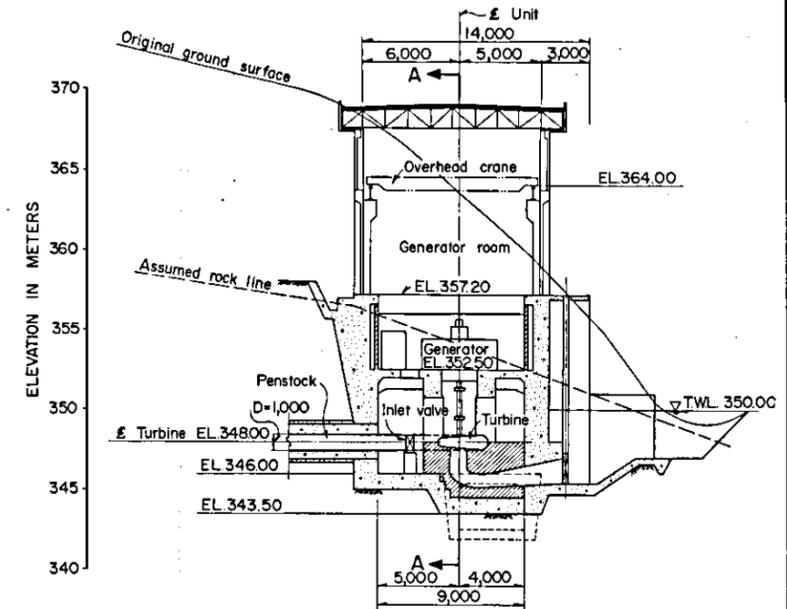
CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	DWG	V-3 Weir Surge Tank and Penstock Chimenea de Equilibrio y Tubería de Presion para Derivadora V-3
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS	22	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		



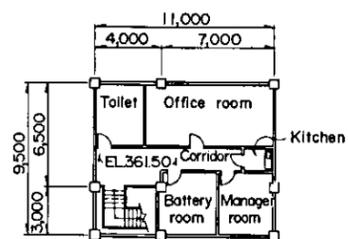
PLAN SCALE A



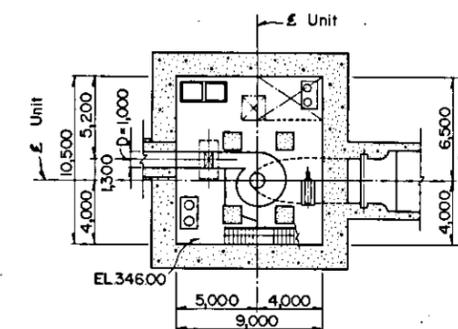
SECTION A-A SCALE B



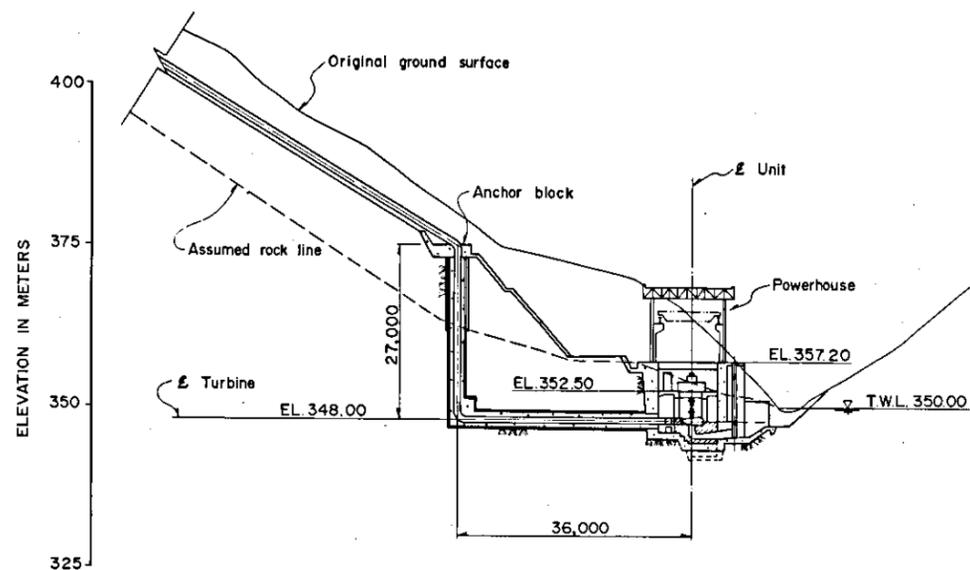
SECTION B-B SCALE B



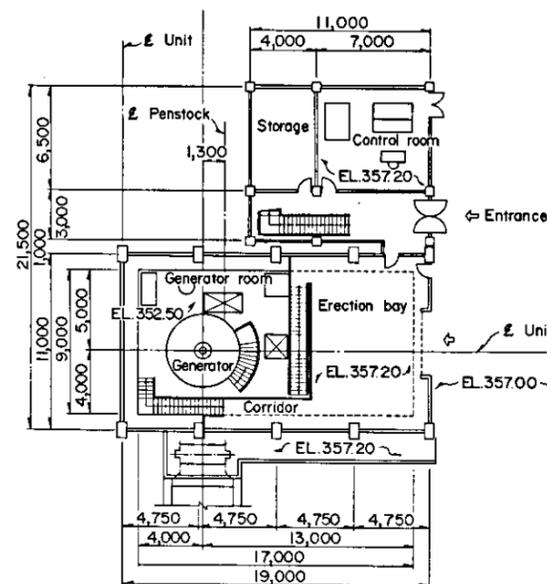
SECTIONAL PLAN EL.361.50 SCALE B



SECTIONAL PLAN EL.346.00 SCALE B



PROFILE SCALE A



SECTIONAL PLAN EL.357.00 SCALE B



CORPORACION DOMINICANA DE ELECTRICIDAD	DWG	Los Vegasos Scheme No.2 Powerstation Central Yuna No.2 Esguema Los Vegasos
EL TORITO-LOS VEGANOS HYDROELECTRIC COMPLEX COMPLEJO HIDROELECTRICO EL TORITO-LOS VEGANOS	23	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		

