

TABLA 4.6-3

SALIDA DE DETALLE DE LAS ALTERNATIVAS OPTIMAS

- URUB 320

```

*****
* PROYECTO :URUB320 ALTERNATIVA : 5 *
* POTENCIA INSTALADA NUMERO : 1 *
*
* POTENCIA INSTALADA = 942. (MW) *
* POTENCIA GARANTIZADA = 677. (MW) *
* ENERGIA PRIMARIA = 6730. (GWH/ANO) *
* ENERGIA SECUNDARIA = 516. (GWH/ANO) *
* ENERGIA TOTAL = 7246. (GWH/ANO) *
* VOLUMEN UTIL = 8453. (10**6 M3) *
* CAUDAL PROMEDIO = 624. (M3/S) *
* VOLUMEN UTIL = 157. (DIAS DE QM) *
* FACTOR DE PLANTA = 0.88 (-) *
* INVERSION = 598.5 (10**6 $) *
* FACTOR ECONOMICO = 10.05 ($/MWH) *
* COSTO ESP.DE ENERGIA = 9.69 ($/MWH) *
* DURACION DE CONSTRUCC. = 7 (ANOS) *
* BENEF. SECUND. ANUALES = 0.0 (10**6 $) *
*****

```

P R E S A S

```

TIPO DE PRESA : ENRROC.
ALTURA = 205.0 (M)
LONGITUD CORONA = 739.0 (M)
VOLUMEN PRESA (VP) = 28.3 (10**6 M**3)
VOL.UTIL EMBALSE (VU) = 8453.2 (10**6 M**3)
FACTOR GEOLOGICO = 2.0 (-)
FACTOR DE MATERIAL = 2.0 (-)
COSTO PRESA = 110.5 (10**6 $)
COSTO PANTALLA INYEC. = 42.6 (10**6 $)
COSTO TOTAL = 153.1 (10**6 $)
VU/VP = 298.5 (-)

```

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

```

SUPERFICIE AGR.BUENA = 177.8 (KM**2)
COSTO = 1.7 (10**6 $)

```

T U N E L E S

```

TIPO DE TUNEL : ADUCCION
NUMERO DE TUNELES = 1 (-)
LONGITUD = 800.0 (M)
PENAL FALTA VENTANAS = 0.0 ($)
CAUDAL DE DISENO = 624.2 (M**3/S)
DIAMETRO = 11.5 (M)
TIPO GEOLOGICO = 2.3 (-)
COSTO / M.LINEAL = 16279.0 ($/ML)
COSTO TOTAL = 13.0 (10**6 $)

```

2 TUNELES PARALELOS DEBIDO AL CAUDAL MUY GRANDE

```

TIPO DE TUNEL : DESVIO.
NUMERO DE TUNELES = 2 (-)
LONGITUD = 1100.0 (M)
PENAL FALTA VENTANAS = 0.0 ($)
CAUDAL DE DISENO = 2696.1 (M**3/S)
DIAMETRO = 10.0 (M)
TIPO GEOLOGICO = 2.3 (-)
COSTO / M.LINEAL = 5358.2 ($/ML)
COSTO TOTAL = 11.8 (10**6 $)

```

T U B E R I A S F O R Z A D A S

```

LONGITUD = 265.0 (M)
CAUDAL DE DISENO = 624.2 (M**3/S)
NUMERO DE TUBERIAS = 3 (-)
CAUDAL POR TUBERIA = 208.1 (M**3)
DIAMETRO = 6.4 (M)
TIPO GEOLOGICO = 2.0 (-)
COSTO/M LIN.PROMEDIO = 18370.5 ($/ML)
COSTO TUBERIAS = 14.6 (10**6 $)
COSTO VALVULAS MARIP. = 0.000 (10**6 $)
COSTO TOTAL = 14.6 (10**6 $)

```

C A S A D E M A Q U I N A S

```

TIPO CENTRAL = AIRE LIB
TIPO TURBINAS = FRANCIS

```

```

POTENCIA INSTALADA = 941.6 (MW)
NUMERO DE TURBINAS = 6 (-)
POTENCIA POR UNIDAD = 156.9 (MW)
CAIDA BRUTA = 205.0 (M)
CAIDA NETA = 180.9 (M)
CAUDAL TURBINABLE = 624.2 (M**3/S)
COSTO OBRA CIVIL = 43.4632 (10**6 $)
COSTO TURBINAS = 29.1534 (10**6 $)
COSTO VALVULAS = 13.0438 (10**6 $)
COSTO COMPUERTAS = 0.5928 (10**6 $)
COSTO PUENTE GRUA = 1.5152 (10**6 $)
COSTO DESAGUE = 0.7192 (10**6 $)
COSTO TALLER = 0.1000 (10**6 $)
COSTO AIRE ACOND. = 2.5496 (10**6 $)
COSTO GENERADORES = 22.8367 (10**6 $)
COSTO TRANSFORMADORES = 8.3599 (10**6 $)
COSTO SUBESTACION = 2.2913 (10**6 $)
COSTO TOTAL = 124.6251 (10**6 $)

```

```

M1 = 41.4 (M)
M2 = 28.1 (M)
H1 = 16.4 (M)
H2 = 20.6 (M)
DISTANCIA ENTRE EJES = 19.2 (M)
LONGITUD TOTAL = 134.2 (M)

```

V E R T E D E R O

```

TIPO DEL VERTEDERO = CANAL
CAUDAL DE CRECIDA = 6147.2 (M**3/S)
NUMERO DE COMPUERTAS = 3 (-)
ALTURA DE SALIDA = 13.5 (M)
ANCHO DE SALIDA = 20.1 (M)
ANCHO TOTAL DE SALIDA = 60.3 (M)
LONGITUD CANAL DESC. = 575.0 (M)
TIPO GEOLOGICO = 2.0 (-)
COSTO OBRA CIVIL = 13.3 (10**6 $)
COSTO COMPUERTA RAD. = 3.6 (10**6 $)
COSTO TOTAL = 16.9 (10**6 $)

```

L I N E A D E T R A N S M I S I O N

```

LONGITUD = 650.0 (KM)
TENSION = 500.0 (KV)
TOPOGRAFIA = M.ACCID.
COSTO TOTAL = 509.2 (10**6 $)

```

C H I M E N E A D E E Q U I L I B R I O

```

LONGITUD TUNEL CORRESP = 834.0 (M)
NUMERO DE TUNELES = 1 (-)
DIAMETRO TUNEL CORRE = 11.5 (M)
CAIDA BRUTA MAXIMA = 205.0 (M)
PERDIDAS LINEALES = 1.5 (M)
ALTURA CHIMENEA = 69.3 (M)
CAUDAL DE DISENO = 624.2 (M**3/S)
CAUDAL POR CHIMENEA = 624.2 (M**3/S)
DIAMETRO CHIMENEA = 43.7 (M)
COSTO TOTAL = 5.366 (10**6 $)

```

B O C A T O M A

```

CAUDAL DE DISENO TOT = 624.2 (M**3/S)
COSTO TOTAL = 3.95 (10**6 $)

```

4.7 PROYECTO HUAL 90 - RIO HUALLAGA

4.7.1 Ubicación

El Proyecto HUAL 90, está ubicado en la cuenca del río Huallaga, vertiente del Atlántico, entre las ciudades de Huánuco y Tingo María, en el departamento de Huánuco.

A la ciudad de Huánuco, distante 415 Km de la ciudad de Lima, se llega por la carretera central de penetración vía la Oroya, Cerro de Pasco. Las ciudades de Huánuco y Tingo María están unidas por una vía asfaltada en su totalidad, las cuales están ubicadas a orillas del río Huallaga. Desde el pueblo de Churubamba, lugar donde la carretera se desvía; hay una distancia de 60 Km aproximadamente, sin carretera de acceso, hasta zona de ubicación del Proyecto.

4.7.2 Información Básica

4.7.2.1 Cartografía

El área entre la ciudad de Huánuco y cerca a la ciudad de Tingo María, ha sido levantada a escala 1:25,000, por una compañía extranjera (japonesa) para el Instituto de Geología y Minería del Ministerio de Energía Y Minas. Es ésta la única información cartográfica disponible para el esquema hidroeléctrico propuesto, siendo los originales de dichos planos propiedad de INGEOMIN.

4.7.2.2 Geología

4.7.2.2.1 Generalidades

El Proyecto HUAL 90 - alternativa 9, se halla ubicado en el flanco Oriental de la cordillera Subandina, en rocas de las Formaciones: Complejo Metamórfico del Maraón (PE), Grupo MITU (Psm-c) Grupo Pucará (TR-Jim) y Plutones indiferenciados del Paleozoico (Pm-i); estas rocas forman la parte Oriental del anticlinario de la Cordillera Oriental. Las características ingeniero geológicas son adecuadas para presas de tierra o enrocado, con caídas de mediana a gran altura con flancos estables en roca de buena a regular calidad geotécnica. La región es de alta sismicidad (Zona 3).

4.7.2.2.2 Estudios Anteriores

Se han tenido en cuenta la Información básica existente en la carta geológica nacional a escala 1:1,000,000, las series geológicas Petro Perú, block D-SW y D-SE, y el estudio "Evaluación de los Recursos Hidroeléctricos de los Ríos Huallaga y Alto Ucayali" realizado por Technopromexport de la URSS.

4.7.2.2.3 Geomorfología

El Proyecto se halla ubicado en la Cordillera subandina, zona de transición a la llanura amazónica, corresponden a rocas Paleozoicas y Mesozoicas plegadas e intrusionadas con fallas regionales en escalón, formando levantamientos y depresiones.

El valle tiene una sección en V tipo cañón, estrecho y profundo con flancos abruptos a veces escarpados, con ancho no mayor de 30 m., la profundidad alcanza varios centenares de metros. Existe fuerte pendiente y numerosos rápidos. Pocos escombros de Talud, y poco volumen de depósitos aluviales de cauce, compuestos principalmente por cantos rodados y bloques. La Presencia de rocas metamórficas e intrusivas resistentes a la erosión son causa de flancos abruptos y pendientes de ríos empinados.

4.7.2.2.4 Estratigrafía

Aflora en el área de embalse, presa, aducción, conducción forzada y casa de Máquinas; rocas que corresponden al complejo metamórfico del Marañón (PE) con gneis, esquistos micaceos, filitas, y anfibolitas. El Grupo MITU (Pms-c) del permiano con areniscas, limolitas, conglomerados y vulcanitas. El Mesozoico se halla representado por el Grupo Pucará (TR-Jim) con margas y lutitas. Intrusiones batolíticas indiferenciadas del Paleozoico medio y superior compuesto por granitos y granodioritas, con menos frecuencia dioritas. Depósitos aluviales de cauce compuestos por cantos rodados y bloques con arena, no cementados, formando terrazas y conos de deyección, compuestos de arcillas, arcillas arenosas y guijarro-arenosos. La cobertura cuaternaria es reducida, las rocas afloran en los flancos y a lo largo de la conducción.

4.7.2.2.5 Estructuras

El anticlinorio principal, fallado e intrusionado por plutones batolíticos es la característica principal de esta región. El flanco Oriental del anticlinorio cuyo rumbo general es el de la Cordillera Oriental está constituido por rocas del complejo metamórfico, sirve también como basamento para todas las formaciones más jóvenes, en discordancia. El flanco oriental se halla disectado por una falla regional. Las estructuras han sufrido continuos movimientos tectónicos que llegan hasta el Cuaternario.

4.7.2.2.6 Consideraciones Geotécnicas

4.7.2.2.6.1 Materiales de Construcción

Existen materiales para presa de enrocado y tierra en volúmenes adecuados y a mediana distancia, rocas para triturar pero no en el volumen requerido, material fluvial en poco volumen a larga distancia, los factores para presa de enrocado (CM = 2.2) o tierra (CM = 2.0).

4.7.2.2.6.2 Fenómenos geotécnicos

Probable karstificación en las calizas del Grupo Pucará; los esquistos forman afloramientos con laderas inestables; la meteorización alcanza profundidades que pueden llegar a los 30 m., estas rocas están fracturadas, aunque el junturamiento es solo superficial. Las rocas del Grupo Mitu son inestables, poco compactas, forman conos de Talud. Los depósitos aluviales Cuaternarios son inestables, muy permeables y requieren ser excavados en el sitio de presa.

4.7.2.2.6.3 Descripción geotécnica de los Elementos

Por las características geológicas y geotécnicas anteriormente señaladas, se

ha descrito y calificado el Proyecto HUAL 90 en el Vol.16,Sec, 1.2. A continuación se describen las características geotécnicas de los elementos del Proyecto en los que incide factores geológicos.

Embalse.- En rocas del complejo metamórfico del Marañón. Flancos inestables debido a procesos erosionables. Sedimentación abundante en época de avenidas, que no se acumula por la fuerte pendiente pero que puede causar colmatación en el embalse (Sedimentación = 2.5).

Presa.- Se recomienda presa de tierra o enrocado debido al tipo disponible de materiales de cantera y la morfología de la sección del eje de presa.

Obras subterráneas.- En rocas del complejo metamórfico del Marañón y grupo Mitu, rocas permeables (3.0) y con dureza mediana a alta (2.4) con posibles fallas que atraviesen la zona de Obras.

4.7.2.2.6.4 Sismicidad

El Proyecto se halla ubicado en la zona 3, con sismos de escala VII y VIII (escala de Richter). El único dato histórico de intensidad en regiones cercanas a la cuenca del Huallaga y dentro de la faja de actividad sísmica lo constituye el sismo de Chachapoyas del 14 de mayo de 1928, con intensidad IX - X. Otros sismos significativos en el área señalan grado VII.

4.7.2.3 Hidrología

La estación más cercana al emplazamiento de presa proyectada está en el Puente Taruca, unos 50 Km. aguas arriba, las áreas de captación respectivas se estiman en 3,946 Km² y 7,500 Km². Sobre la base del modelo matemático de captación elaborado para esta cuenca, el caudal medio en el emplazamiento del Proyecto será de unos 150 m³/s. A fin de verificar este valor estimado del Proyecto para estudios más detallados, debería construirse una nueva estación de aforos en el emplazamiento propuesto. Disponiendo de lecturas suficientes es posible que la correlación con los registros de Puente Taruca y las varias estaciones pluviométricas instaladas en la cuenca sea productiva.

4.7.2.3.1 Avenidas

Sobre la base de las curvas envolventes deducidas para la región 7, dadas en el Volumen IX se obtuvieron los siguientes caudales máximos :

- Túnel de derivación $Q_{10} = 1,383 \text{ m}^3/\text{s}$
- Vertedero $Q_{1000} = 3,159 \text{ m}^3/\text{s}$

4.7.2.3.2 Sedimentos

No se encontró ningún dato de sedimentos relativos al río Huallaga y se tuvo que recurrir a las curvas generales deducidas en función del área de captación. En

base a estas relaciones y a las condiciones encontradas en la cuenca vecina del Mantaro, se puede estimar que el transporte total de sedimentos en el emplazamiento propuesto será del orden de 1:500,000 tons/año. En un período de 50 años este corresponde a un volumen de 50 MMC si se puede asumir una gravedad específica promedio de 1.5 tons/m³. Dicho volumen representa un 6% del volumen propuesto de reservorio.

4.7.2.3.3 Evaporación

En base al análisis regional efectuado, un reservorio ubicado en esta área (5), estaría sujeto a pérdidas de 1200 mm/año.

4.7.3 Resultados de Computadora

Los resultados obtenidos son :

- Curva de entrega de reservorio.
- Descripción de alternativas.
- Resumen de EVAL.
- Salida de detalle de la alternativa seleccionada.

Ver Figs. 4.18 y 4.19

Ver Tablas 4.7-1, 4.7-2 y 4.7-3.

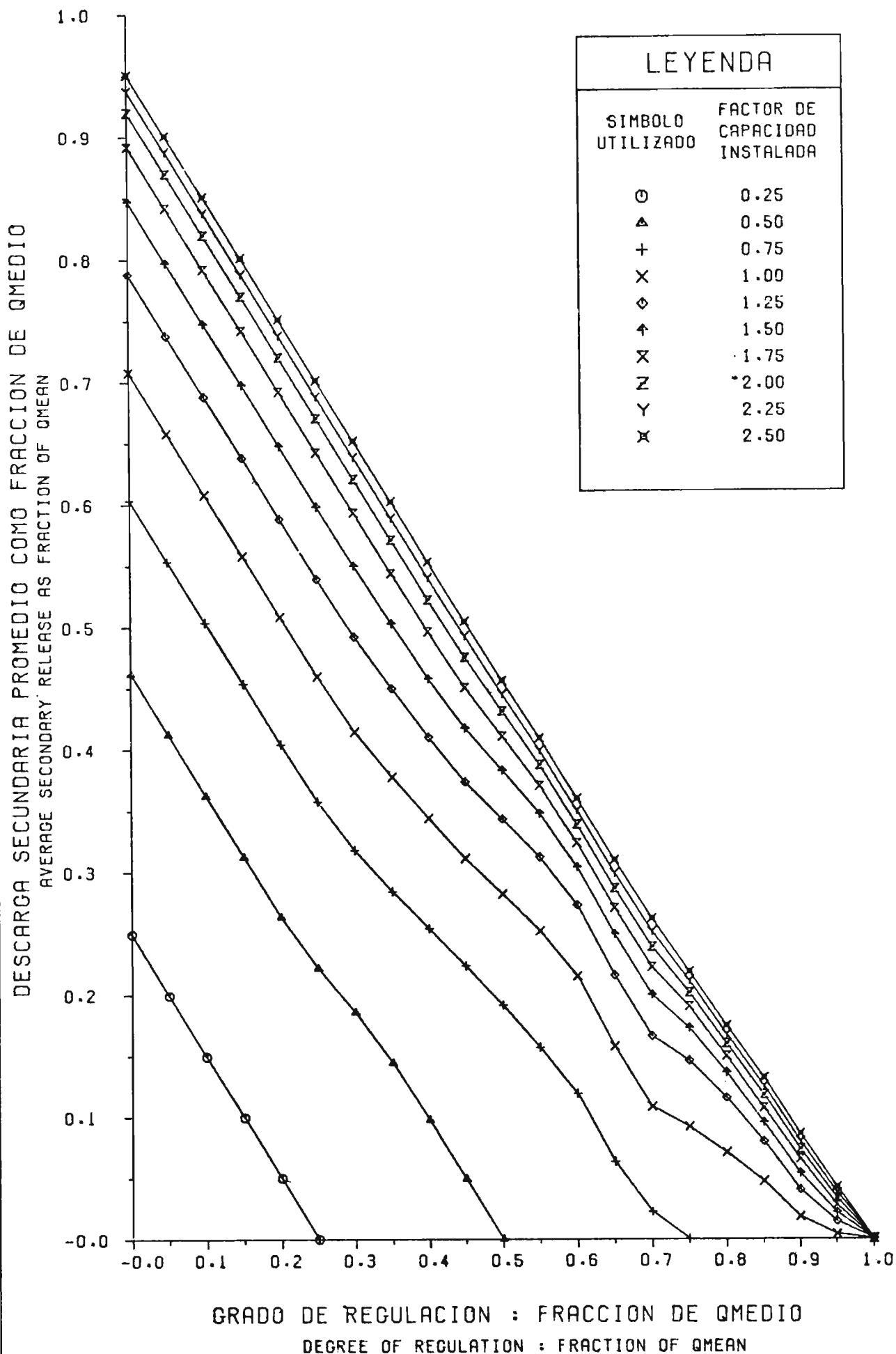
ALMACENAMIENTO EN DIAS DE QMEDIO
STORAGE - DAYS OF QMEAN

1500.0
1400.0
1300.0
1200.0
1100.0
1000.0
900.0
800.0
700.0
600.0
500.0
400.0
300.0
200.0
100.0
0.0

-0.0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0

GRADO DE REGULACION : FRACCION DE QMEDIO
DEGREE OF REGULATION : FRACTION OF QMEAN

EVALUACION DEL POTENCIAL HIDROELECTRICO NACIONAL	CURVA DE ALMACENAMIENTO Y ENTREGA FIRME STORAGE/YIELD CURVE	Fig.4.18
	CURVA NO. 230306	



EVALUACION DEL
POTENCIAL
HIDROELECTRICO
NACIONAL

CURVAS DE ENTREGA DE RESERVOIR
RESERVOIR RELEASE CURVES

CURVA NO. 230306

Fig. 4.19

DESCRIPCION DEL PROYECTO: HUAL90 =====	VERTEDERO EN TUNEL CAUDAL DE CRECIDA Q1000: 3159.(MC/S), LONGITUD: 675.0(M), FACTOR GEOLOGICO=2.2
ALTERNATIVA: 1 -----	CHIMENEA SUBTERRANEA CAIDA BRUTA MAX.: 575.(M), ALTURA VOL UTIL: 58.(M), QM CORRESP.: 149.5(MC/S), LONGITUD DEL TUNEL CORRESP.: 9200.(M)
PRESA DE ENROCADO ALTURA: 67.(M), LONG. CORONA: 200.(M), VOL PRESA: 1.10(MMC), VOL UTIL EMBALSE: 20.2(MMC), FACTOR DE MATERIAL=2.2, DE GEOLOGIA=2.2	BOCATOMA QM CORRESP.: 149.5(MC/S), PRESION DE AGUA EN LA SOLERA: 68.(M)
TIERRAS DE EXPROPIACION SUPERFICIE INCULTIV. : 1.2(KM**2)	ALTERNATIVA: 4 -----
TUNEL DE FUERZA QM: 149.5(MC/S), LONGITUD: 9200.(M), CAIDA BRUTA: 467.(M), % DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 9.3 % FACTOR GEOLOGICO=2.0	PRESA DE ENROCADO ALTURA: 67.(M), LONG. CORONA: 200.(M), VOL PRESA: 1.10(MMC), VOL UTIL EMBALSE: 20.2(MMC), FACTOR DE MATERIAL=2.2, DE GEOLOGIA=2.2
TUNEL DE DESVIO QM: 1383.3(MC/S), LONGITUD: 385.(M), CAIDA BRUTA: 15.(M), % DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 0.0 % FACTOR GEOLOGICO=2.0	TIERRAS DE EXPROPIACION SUPERFICIE INCULTIV. : 1.2(KM**2)
TUBERIA FORZADA QM: 149.5(MC/S), LONGITUD: 770.(M), CAIDA BRUTA MAX: 467.(M), FACTOR GEOLOGICO=1.9	TUNEL DE FUERZA QM: 149.5(MC/S), LONGITUD: 10700.(M), CAIDA BRUTA: 527.(M), % DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 11.4 % FACTOR GEOLOGICO=2.0
CASA DE MAQUINA AIRE LIBRE CAIDA BRUTA: 467.(M), QM: 149.5(MC/S), ALTURA VOL UTIL= 22.0 COTA DE SALIDA=1300.(M), FACTOR GEOLOGICO=0.0	TUNEL DE DESVIO QM: 1383.3(MC/S), LONGITUD: 385.(M), CAIDA BRUTA: 15.(M), % DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 0.0 % FACTOR GEOLOGICO=2.0
VERTEDERO EN TUNEL CAUDAL DE CRECIDA Q1000: 3159.(MC/S), LONGITUD: 250.0(M), FACTOR GEOLOGICO=2.2	TUBERIA FORZADA QM: 149.5(MC/S), LONGITUD: 750.(M), CAIDA BRUTA MAX: 527.(M), FACTOR GEOLOGICO=2.0
CHIMENEA SUBTERRANEA CAIDA BRUTA MAX.: 467.(M), ALTURA VOL UTIL: 22.(M), QM CORRESP.: 149.5(MC/S), LONGITUD DEL TUNEL CORRESP.: 9200.(M)	CASA DE MAQUINA ENTERRADA CAIDA BRUTA: 527.(M), QM: 149.5(MC/S), ALTURA VOL UTIL= 22.0 COTA DE SALIDA=1240.(M), FACTOR GEOLOGICO=0.0
BOCATOMA QM CORRESP.: 149.5(MC/S), PRESION DE AGUA EN LA SOLERA: 32.(M)	VERTEDERO EN TUNEL CAUDAL DE CRECIDA Q1000: 3159.(MC/S), LONGITUD: 250.0(M), FACTOR GEOLOGICO=2.2
ALTERNATIVA: 2 -----	CHIMENEA SUBTERRANEA CAIDA BRUTA MAX.: 527.(M), ALTURA VOL UTIL: 22.(M), QM CORRESP.: 149.5(MC/S), LONGITUD DEL TUNEL CORRESP.: 10700.(M)
PRESA DE ENROCADO ALTURA: 125.(M), LONG. CORONA: 335.(M), VOL PRESA: 4.90(MMC), VOL UTIL EMBALSE: 170.2(MMC), FACTOR DE MATERIAL=2.2, DE GEOLOGIA=2.2	BOCATOMA QM CORRESP.: 149.5(MC/S), PRESION DE AGUA EN LA SOLERA: 32.(M)
TIERRAS DE EXPROPIACION SUPERFICIE INCULTIV. : 6.6(KM**2)	ALTERNATIVA: 5 -----
TUNEL DE FUERZA QM: 149.5(MC/S), LONGITUD: 9200.(M), CAIDA BRUTA: 525.(M), % DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 9.3 % FACTOR GEOLOGICO=2.0	PRESA DE ENROCADO ALTURA: 125.(M), LONG. CORONA: 335.(M), VOL PRESA: 4.90(MMC), VOL UTIL EMBALSE: 170.2(MMC), FACTOR DE MATERIAL=2.2, DE GEOLOGIA=2.2
TUNEL DE DESVIO QM: 1383.3(MC/S), LONGITUD: 715.(M), CAIDA BRUTA: 15.(M), % DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 0.0 % FACTOR GEOLOGICO=2.0	TIERRAS DE EXPROPIACION SUPERFICIE INCULTIV. : 6.6(KM**2)
TUBERIA FORZADA QM: 149.5(MC/S), LONGITUD: 890.(M), CAIDA BRUTA MAX: 525.(M), FACTOR GEOLOGICO=1.9	TUNEL DE FUERZA QM: 149.5(MC/S), LONGITUD: 10700.(M), CAIDA BRUTA: 585.(M), % DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 11.4 % FACTOR GEOLOGICO=2.0
CASA DE MAQUINA AIRE LIBRE CAIDA BRUTA: 525.(M), QM: 149.5(MC/S), ALTURA VOL UTIL= 42.0 COTA DE SALIDA=1300.(M), FACTOR GEOLOGICO=0.0	TUNEL DE DESVIO QM: 1383.3(MC/S), LONGITUD: 715.(M), CAIDA BRUTA: 15.(M), % DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 0.0 % FACTOR GEOLOGICO=2.0
VERTEDERO EN TUNEL CAUDAL DE CRECIDA Q1000: 3159.(MC/S), LONGITUD: 475.0(M), FACTOR GEOLOGICO=2.2	TUBERIA FORZADA QM: 149.5(MC/S), LONGITUD: 880.(M), CAIDA BRUTA MAX: 585.(M), FACTOR GEOLOGICO=2.0
CHIMENEA SUBTERRANEA CAIDA BRUTA MAX.: 525.(M), ALTURA VOL UTIL: 42.(M), QM CORRESP.: 149.5(MC/S), LONGITUD DEL TUNEL CORRESP.: 9200.(M)	CASA DE MAQUINA ENTERRADA CAIDA BRUTA: 585.(M), QM: 149.5(MC/S), ALTURA VOL UTIL= 42.0 COTA DE SALIDA=1240.(M), FACTOR GEOLOGICO=0.0
BOCATOMA QM CORRESP.: 149.5(MC/S), PRESION DE AGUA EN LA SOLERA: 52.(M)	VERTEDERO EN TUNEL CAUDAL DE CRECIDA Q1000: 3159.(MC/S), LONGITUD: 475.0(M), FACTOR GEOLOGICO=2.2
ALTERNATIVA: 3 -----	CHIMENEA SUBTERRANEA CAIDA BRUTA MAX.: 585.(M), ALTURA VOL UTIL: 42.(M), QM CORRESP.: 149.5(MC/S), LONGITUD DEL TUNEL CORRESP.: 10700.(M)
PRESA DE ENROCADO ALTURA: 175.(M), LONG. CORONA: 346.(M), VOL PRESA: 11.77(MMC), VOL UTIL EMBALSE: 691.6(MMC), FACTOR DE MATERIAL=2.2, DE GEOLOGIA=2.2	BOCATOMA QM CORRESP.: 149.5(MC/S), PRESION DE AGUA EN LA SOLERA: 52.(M)
TIERRAS DE EXPROPIACION SUPERFICIE REGULAR : 20.3(KM**2)	ALTERNATIVA: 6 -----
TUNEL DE FUERZA QM: 149.5(MC/S), LONGITUD: 9200.(M), CAIDA BRUTA: 575.(M), % DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 9.3 % FACTOR GEOLOGICO=2.0	PRESA DE ENROCADO ALTURA: 175.(M), LONG. CORONA: 346.(M), VOL PRESA: 11.77(MMC), VOL UTIL EMBALSE: 691.6(MMC), FACTOR DE MATERIAL=2.2, DE GEOLOGIA=2.2
TUNEL DE DESVIO QM: 1383.3(MC/S), LONGITUD: 900.(M), CAIDA BRUTA: 15.(M), % DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 0.0 % FACTOR GEOLOGICO=2.0	TIERRAS DE EXPROPIACION SUPERFICIE REGULAR : 20.3(KM**2)
TUBERIA FORZADA QM: 149.5(MC/S), LONGITUD: 1020.(M), CAIDA BRUTA MAX: 575.(M), FACTOR GEOLOGICO=1.9	TUNEL DE FUERZA QM: 149.5(MC/S), LONGITUD: 10700.(M), CAIDA BRUTA: 635.(M), % DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 11.4 % FACTOR GEOLOGICO=2.0
CASA DE MAQUINA AIRE LIBRE CAIDA BRUTA: 575.(M), QM: 149.5(MC/S), ALTURA VOL UTIL= 58.0 COTA DE SALIDA=1300.(M), FACTOR GEOLOGICO=0.0	TUNEL DE DESVIO QM: 1383.3(MC/S), LONGITUD: 900.(M), CAIDA BRUTA: 15.(M), % DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 0.0 % FACTOR GEOLOGICO=2.0
	TUBERIA FORZADA QM: 149.5(MC/S), LONGITUD: 990.(M), CAIDA BRUTA MAX: 635.(M), FACTOR GEOLOGICO=2.0

TABLA 4.7-2

DESCRIPCION DE ALTERNATIVAS HUAL 90 - CONTINUACION . . .

CASA DE MAQUINA ENTERRADA
CAIDA BRUTA: 635.(M), QM: 149.5(MC/S), ALTURA VOL.UTIL= 58.0
COTA DE SALIDA=1240.(M), FACTOR GEOLOGICO=0.0

VERTEDERO EN TUNEL
CAUDAL DE CRECIDA Q1000: 3159.(MC/S), LONGITUD: 675.0(M),
FACTOR GEOLOGICO=2.2

CHIMENEA SUBTERRANEA
CAIDA BRUTA MAX.: 635.(M), ALTURA VOL UTIL: 58.(M),
QM CORRESP.: 149.5(MC/S), LONGITUD DEL TUNEL CORRESP.:10700.(M)

BOCATOMA
QM CORRESP.: 149.5(MC/S),PRESION DE AGUA EN LA SOLERA: 68.(M)

ALTERNATIVA: 7

PRESA DE ENROCADO
ALTURA: 67.(M), LONG. CORONA: 200.(M), VOL PRESA: 1.10(MMC),
VOL UTIL EMBALSE: 20.2(MMC), FACTOR DE MATERIAL=2.2,
DE GEOLOGIA=2.2

TIERRAS DE EXPROPIACION
SUPERFICIE INCULTIV. : 1.2(KM**2)

TUNEL DE FUERZA
QM: 149.5(MC/S), LONGITUD: 11800.(M), CAIDA BRUTA: 587.(M),
% DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 12.9 %
FACTOR GEOLOGICO=2.4

TUNEL DE DESVIO
QM: 1383.3(MC/S), LONGITUD: 385.(M), CAIDA BRUTA: 15.(M),
% DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 0.0 %
FACTOR GEOLOGICO=2.0

TUBERIA FORZADA
QM: 149.5(MC/S), LONGITUD: 710.(M), CAIDA BRUTA MAX: 587.(M),
FACTOR GEOLOGICO=2.0

CASA DE MAQUINA AIRE LIBRE
CAIDA BRUTA: 587.(M), QM: 149.5(MC/S), ALTURA VOL.UTIL= 22.0
COTA DE SALIDA=1180.(M), FACTOR GEOLOGICO=0.0

VERTEDERO EN TUNEL
CAUDAL DE CRECIDA Q1000: 3159.(MC/S), LONGITUD: 250.0(M),
FACTOR GEOLOGICO=2.2

CHIMENEA SUBTERRANEA
CAIDA BRUTA MAX.: 587.(M), ALTURA VOL UTIL: 22.(M),
QM CORRESP.: 149.5(MC/S), LONGITUD DEL TUNEL CORRESP.:11800.(M)

BOCATOMA
QM CORRESP.: 149.5(MC/S),PRESION DE AGUA EN LA SOLERA: 32.(M)

ALTERNATIVA: 8

PRESA DE ENROCADO
ALTURA: 125.(M), LONG. CORONA: 335.(M), VOL PRESA: 4.90(MMC),
VOL UTIL EMBALSE: 170.2(MMC), FACTOR DE MATERIAL=2.2,
DE GEOLOGIA=2.2

TIERRAS DE EXPROPIACION
SUPERFICIE INCULTIV. : 6.6(KM**2)

TUNEL DE FUERZA
QM: 149.5(MC/S), LONGITUD: 11800.(M), CAIDA BRUTA: 645.(M),
% DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 12.9 %
FACTOR GEOLOGICO=2.4

TUNEL DE DESVIO
QM: 1383.3(MC/S), LONGITUD: 715.(M), CAIDA BRUTA: 15.(M),
% DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 0.0 %
FACTOR GEOLOGICO=2.0

TUBERIA FORZADA
QM: 149.5(MC/S), LONGITUD: 815.(M), CAIDA BRUTA MAX: 645.(M),
FACTOR GEOLOGICO=2.0

CASA DE MAQUINA AIRE LIBRE
CAIDA BRUTA: 645.(M), QM: 149.5(MC/S), ALTURA VOL.UTIL= 42.0
COTA DE SALIDA=1180.(M), FACTOR GEOLOGICO=0.0

VERTEDERO EN TUNEL
CAUDAL DE CRECIDA Q1000: 3159.(MC/S), LONGITUD: 475.0(M),
FACTOR GEOLOGICO=2.2

CHIMENEA SUBTERRANEA
CAIDA BRUTA MAX.: 645.(M), ALTURA VOL UTIL: 42.(M),
QM CORRESP.: 149.5(MC/S), LONGITUD DEL TUNEL CORRESP.:11800.(M)

BOCATOMA
QM CORRESP.: 149.5(MC/S),PRESION DE AGUA EN LA SOLERA: 52.(M)

ALTERNATIVA: 9

PRESA DE ENROCADO
ALTURA: 175.(M), LONG. CORONA: 346.(M), VOL PRESA: 11.77(MMC),
VOL UTIL EMBALSE: 691.6(MMC), FACTOR DE MATERIAL=2.2,
DE GEOLOGIA=2.2

TIERRAS DE EXPROPIACION
SUPERFICIE REGULAR : 20.3(KM**2)

TUNEL DE FUERZA
QM: 149.5(MC/S), LONGITUD: 11150.(M), CAIDA BRUTA: 695.(M),
% DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 12.9 %
FACTOR GEOLOGICO=2.4

TUNEL DE DESVIO
QM: 1383.3(MC/S), LONGITUD: 900.(M), CAIDA BRUTA: 15.(M),
% DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 0.0 %
FACTOR GEOLOGICO=2.0

TUBERIA FORZADA
QM: 149.5(MC/S), LONGITUD: 1085.(M), CAIDA BRUTA MAX: 695.(M),
FACTOR GEOLOGICO=2.0

CASA DE MAQUINA ENTERRADA
CAIDA BRUTA: 695.(M), QM: 149.5(MC/S), ALTURA VOL.UTIL= 58.0
COTA DE SALIDA=1180.(M), FACTOR GEOLOGICO=0.0

VERTEDERO EN TUNEL
CAUDAL DE CRECIDA Q1000: 3159.(MC/S), LONGITUD: 675.0(M),
FACTOR GEOLOGICO=2.2

LINEAS DE TRANSMISION
TERRENO MUY ACCID. , POTENCIA CORRESP.: 760.0(MW), LONG.: 280

CHIMENEA SUBTERRANEA
CAIDA BRUTA MAX.: 695.(M), ALTURA VOL UTIL: 58.(M),
QM CORRESP.: 149.5(MC/S), LONGITUD DEL TUNEL CORRESP.:11150.(M)

BOCATOMA
QM CORRESP.: 149.5(MC/S),PRESION DE AGUA EN LA SOLERA: 68.(M)

PROYECTO HUAL90
=====

KAL	IK	QM	ICF	QT	HN	POT	E1	E2	LF	FEC	PG	INVERSION	FEC1	CESP	KESP	DUR
(-)	(-)	(M/S)	(-)	(M/S)	(M)	(MW)	(GWH)	(GWH)	(-)	(\$/MWH)	(MW)	(10 \$)	(-)	(\$/MWH)	(\$/KW)	(ANOS)
1	1	149.5	1.00	149.5	434.0	541.1	466.9	2886.7	0.708	17.608	71.4	286.8	0.231	10.03	530.	6
2	1	149.5	1.00	149.5	485.3	605.1	1503.5	2272.1	0.712	15.994	221.3	359.9	0.258	11.18	595.	6
3	1	149.5	1.00	149.5	530.0	660.8	3287.9	1376.6	0.806	13.179	471.9	446.8	0.269	11.23	676.	6
4	1	149.5	1.00	149.5	489.8	610.7	527.0	3258.0	0.708	17.807	81.1	327.3	0.233	10.14	536.	6
5	1	149.5	1.00	149.5	541.2	674.7	1676.4	2533.4	0.712	15.803	249.2	396.5	0.255	11.05	588.	6
6	1	149.5	1.00	149.5	585.8	730.4	3634.2	1521.5	0.806	13.416	527.7	502.7	0.274	11.44	688.	7
7	1	149.5	1.00	149.5	546.8	681.7	588.2	3636.7	0.708	18.742	91.0	384.5	0.245	10.68	564.	7
8	1	149.5	1.00	149.5	598.1	745.7	1852.8	2799.9	0.712	16.580	277.6	459.8	0.267	11.59	617.	7
9	1	149.5	1.00	149.5	644.6	803.7	3998.6	1674.1	0.806	13.523	586.4	557.5	0.276	11.53	694.	7

TABLA 4.7-3

SALIDA DE DETALLE DE LAS ALTERNATIVAS OPTIMAS

- HUAL 90

 * PROYECTO :HUAL90 ALTERNATIVA : 9 *
 * POTENCIA INSTALADA NUMERO : 1 *
 *
 * POTENCIA INSTALADA = 804. (MW) *
 * POTENCIA GARANTIZADA = 586. (MW) *
 * ENERGIA PRIMARIA = 3999. (GWH/ANO) *
 * ENERGIA SECUNDARIA = 1674. (GWH/ANO) *
 * ENERGIA TOTAL = 5673. (GWH/ANO) *
 * VOLUMEN UTIL = 692. (10**6 M3) *
 * CAUDAL PROMEDIO = 149. (M3/S) *
 * VOLUMEN UTIL = 54. (DIAS DE QM)*
 * FACTOR DE PLANTA = 0.81 (-) *
 * INVERSION = 557.5 (10**6 \$) *
 * FACTOR ECONOMICO = 13.52 (\$/MWH) *
 * COSTO ESP.DE ENERGIA = 11.53 (\$/MWH) *
 * DURACION DE CONSTRUC.= 7 (ANOS) *
 * BENEF.SECUND.ANUALES = 0.0 (10**6 \$) *

P R E S A S

TIPO DE PRESA : ENRROC.
 ALTURA = 175.0 (M)
 LONGITUD CORONA = 346.0 (M)
 VOLUMEN PRESA (VP) = 11.8 (10**6 M**3)
 VOL.UTIL EMBALSE (VU)= 691.6 (10**6 M**3)
 FACTOR GEOLOGICO = 2.2 (-)
 FACTOR DE MATERIAL = 2.2 (-)
 COSTO PRESA = 51.8 (10**6 \$)
 COSTO PANTALLA INYEC.= 25.9 (10**6 \$)
 COSTO TOTAL = 77.7 (10**6 \$)
 VU/VP = 58.8 (-)

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

SUPERFICIE AGR.REGUL.= 20.3 (KM**2)
 COSTO = 0.0 (10**6 \$)

T U N E L E S

TIPO DE TUNEL : ADUCCION
 NUMERO DE TUNELES = 1 (-)
 LONGITUD = 11150.0 (M)
 PENAL FALTA VENTANAS = 12.9 (\$)
 CAUDAL DE DISENO = 149.5 (M**3/S)
 DIAMETRO = 6.2 (M)
 TIPO GEOLOGICO = 2.4 (-)
 COSTO / M.LINEAL = 9508.3 (\$/ML)
 COSTO TOTAL = 106.0 (10**6 \$)

TIPO DE TUNEL : DESVIO.
 NUMERO DE TUNELES = 1 (-)
 LONGITUD = 900.0 (M)
 PENAL FALTA VENTANAS = 0.0 (\$)
 CAUDAL DE DISENO = 1383.3 (M**3/S)
 DIAMETRO = 9.5 (M)
 TIPO GEOLOGICO = 2.0 (-)
 COSTO / M.LINEAL = 4927.9 (\$/ML)
 COSTO TOTAL = 4.4 (10**6 \$)

T U B E R I A S F O R Z A D A S

LONGITUD = 1085.0 (M)
 CAUDAL DE DISENO = 149.5 (M**3/S)
 NUMERO DE TUBERIAS = 3 (-)
 CAUDAL POR TUBERIA = 49.8 (M**3)
 DIAMETRO = 3.3 (M)
 TIPO GEOLOGICO = 2.0 (-)
 COSTO/M LIN.PROMEDIO = 11772.0 (\$/ML)
 COSTO TUBERIAS = 38.3 (10**6 \$)
 COSTO VALVULAS MARIP.= 0.637 (10**6 \$)
 COSTO TOTAL = 39.0 (10**6 \$)

C A S A D E M A Q U I N A S

TIPO CENTRAL = ENTERR.
 TIPO TURBINAS = PELTON 4
 POTENCIA INSTALADA = 803.7 (MW)
 NUMERO DE TURBINAS = 6 (-)
 POTENCIA POR UNIDAD = 133.9 (MW)

CAIDA BRUTA = 695.0 (M)
 CAIDA NETA = 644.6 (M)
 CAUDAL TURBINABLE = 149.5 (M**3/S)
 COSTO OBRA CIVIL = 21.9443 (10**6 \$)
 COSTO TURBINAS = 27.2840 (10**6 \$)
 COSTO VALVULAS = 0.0000 (10**6 \$)
 COSTO COMPUERTAS = 0.1083 (10**6 \$)
 COSTO PUENTE GRUA = 1.2006 (10**6 \$)
 COSTO DESAGUE = 0.6323 (10**6 \$)
 COSTO TALLER = 0.1000 (10**6 \$)
 COSTO AIRE ACOND. = 2.2641 (10**6 \$)
 COSTO GENERADORES = 18.0666 (10**6 \$)
 COSTO TRANSFORMADORES = 7.7198 (10**6 \$)
 COSTO SUBESTACION = 2.2239 (10**6 \$)
 COSTO TOTAL = 81.5438 (10**6 \$)

M1 = 28.7 (M)
 M2 = 22.9 (M)
 H1 = 22.9 (M)
 H2 = 18.3 (M)
 DISTANCIA ENTRE EJES = 22.9 (M)
 LONGITUD TOTAL = 160.5 (M)

V E R T E D E R O

TIPO VERTEDERO = TUNEL
 CAUDAL DE CRECIDA = 3158.6 (M**3/S)
 NUMERO DE COMPUERTAS = 2 (-)
 ALTURA DE SALIDA = 12.1 (M)
 ANCHO DE SALIDA = 18.1 (M)
 ANCHO TOTAL DE SALIDA = 36.2 (M)
 DIAMETRO DEL TUNEL = 10.0 (M)
 NUMERO DE TUNELES = 1 (-)
 LONGITUD DEL TUNEL = 675.0 (M)
 TIPO GEOLOGICO = 2.2 (-)
 COSTO OBRA CIVIL = 9.0 (10**6 \$)
 COSTO COMPUERTA RAD. = 1.9 (10**6 \$)
 COSTO TOTAL = 10.9 (10**6 \$)

L I N E A D E T R A N S M I S I O N

LONGITUD = 280.0 (KM)
 TENSION = 450.0 (KV)
 TOPOGRAFIA = M.ACCID.
 COSTO TOTAL = 84.5 (10**6 \$)

C H I M E N E A D E E Q U I L I B R I O

LONGITUD TUNEL CORRESP = 11150.0 (M)
 NUMERO DE TUNELES = 1 (-)
 DIAMETRO TUNEL CORRE = 6.2 (M)
 CAIDA BRUTA MAXIMA = 695.0 (M)
 PERDIDAS LINEALES = 31.1 (M)
 ALTURA CHIMENEA = 74.7 (M)
 CAUDAL DE DISENO = 149.5 (M**3/S)
 CAUDAL POR CHIMENEA = 149.5 (M**3/S)
 DIAMETRO CHIMENEA = 9.3 (M)
 COSTO TOTAL = 0.434 (10**6 \$)

B O C A T O M A

CAUDAL DE DISENO TOT = 149.5 (M**3/S)
 COSTO TOTAL = 1.34 (10**6 \$)

4.8 PROYECTO MO 10 - RIO MOLLOCO - CUENCA DE MAJES

4.8.1 Ubicación

El Proyecto MO 10, se encuentra ubicado en el Río Molloco, o Huaruro, afluente del Río Camaná-Majes (Vertiente del Pacífico) por su margen derecha.

El acceso al proyecto puede hacerse por carretera afirmada, llegando ésta hasta cerca de la casa de máquinas. No existe acceso por carretera a las zonas de los embalses previstos.

4.8.2 Información Básica

4.8.2.1 Cartografía

Toda la zona del Proyecto cuenta con cartas 1:100,000 con curvas a nivel cada 50 m.

4.8.2.2 Geología

4.8.2.2.1 Generalidades

El Proyecto MO 10-1, se inicia en las nacientes del Río Molloco, a una cota de 4430 m.s.n.m. Las formaciones geológicas que afloran en la zona son mayormente de naturaleza volcánica. Un apófisis intrusivo se presenta en el tramo medio a inferior de la pendiente elegida para la tubería de presión.

4.8.2.2.2 Estudios Anteriores

La evaluación geológica se ha basado en las cartas geológicas a escala 1:100,000 elaboradas por INGEOMIN (hoja de Orcopampa) y en el estudio de Prefactibilidad "Centrales Hidroeléctricas Andagua y Huaruro" ejecutado por MINERO PERU en 1976. Además se hizo una inspección de campo.

4.8.2.2.3 Geomorfología

El Proyecto se desarrolla a través de dos unidades geomórficas bien diferenciadas. La primera corresponde a la zona alta, donde el Río Molloco tiene suave gradiente y cauce ancho. La segunda unidad es abrupta y de fuerte pendiente que termina en la desembocadura del Río Molloco al Río Colca. La diferencia de altura de este punto con respecto al inicio de la segunda unidad es de 2000 m., lo que da una idea de las posibilidades de aprovechamiento hidroeléctrico.

4.8.2.2.4 Estratigrafía

Dentro de la zona de interés afloran rocas volcánicas de la serie volcánica inferior (KTi-v), Grupo Tacaza (Tm-ta), Grupo Barroso y sedimentos fluvio-glaciares. La serie volcánica inferior consiste de derrames, tufos y aglomerados andesíticos. El Grupo Tacaza tiene derrames andesíticos, tufos, brechas y algunos horizontes

tes sedimentarios en la base de la formación. En conjunto, este grupo está afectado por cierto grado de tectonismo. El Grupo Barroso, igualmente tiene lavas andesíticas, brechas y tufos. Los sedimentos fluvio-glaciares se presentan en la zona alta, conformando penillanuras o planicies.

4.8.2.2.5 Características Geotécnicas de los Elementos del Proyecto

Presa Molloco: Tiene como fundamento rocas volcánicas casi horizontales que consisten en una alternancia de piroclásticos y lavas alteradas. Los estribos se encuentran cubiertos por materiales sueltos, provenientes de la alteración de la roca madre. Tienen inclinaciones de 13° a 20° . El fondo del valle está relleno por sedimentos fluviales medianamente gruesos a finos. Se espera que el espesor de estos sedimentos no sea muy considerable.

La zona de embalse es amplia con abundante relleno de materiales fluvio-glaciares y aluviales. En el Flanco Occidental del vaso se presentan sedimentos sueltos conformando un abanico aluvial que puede ser causa de fuerte sedimentación.

Para el vertedero y túnel de desvío las condiciones morfológicas y geotécnicas son buenas.

Se ha previsto que la presa será de tierra para lo cual existen abundantes canteras de materiales para filtros, y tierra para el cuerpo de la presa. Problema aparte son los materiales impermeables para el núcleo, ya que en la inspección efectuada no se han observado depósitos de finos en volúmenes suficientes. Su evaluación requerirá una mayor investigación.

Presa Japo : El fondo del valle es angosto y con poca deposición fluvial. Los estribos están conformados por tufos volcánicos que probablemente pertenecen a un horizonte del Grupo Barroso. La cerrada se ubica prácticamente en el inicio de la fuerte pendiente con que desciende el Río Molloco hasta el Río Colca. Por esta característica pueden existir problemas de fuga de agua.

La zona de embalse es bastante amplia pero muy permeable.

El Proyecto contempla construir una presa de concreto para lo cual existen materiales fluviales para agregados en volúmenes y distancias factibles.

Canal de Conducción : Aproximadamente un 20% de su longitud total se emplazará en una zona plana conformada por depósitos sueltos de fácil excavación. El tramo restante cruzará secuencias volcánicas con buenas condiciones de estabilidad y morfología.

Tubería de Presión: La pendiente tiene fuerte inclinación y en gran parte está conformada por rocas volcánicas compactas que corresponden a la "Serie Volcánica Inferior". Tiene poca cobertura detrítica y buenas condiciones de estabilidad. En la base de la ladera aflora un apófisis intrusivo.

Para la casa de máquinas al aire libre se dispone de espacio adecuado en

unas terrazas del Río Colca.

4.8.2.2.6 Sismicidad

El Proyecto se encuentra ubicado en una zona de intensa actividad sísmica, que según la información existente, se deben mayormente a factores tectónicos. También se presentan sismos de origen volcánicos pero sus efectos son menos destructivos. Esta actividad sísmica es de 7 a 8 grados de fuerza de la escala de Richter.

4.8.2.3 Hidrología

El Río Molloco o Huaruro es un afluente del Río Majes y es alimentado por una serie de lagos en el Sector Norte de dicha cuenca. Las estaciones hidrométricas de Calera y María Pérez están ubicadas aguas arriba del emplazamiento propuesto del proyecto en tanto la estación Pallca (Huaruro) está situada cerca de la confluencia con el río principal. Las longitudes respectivas de los registros de datos históricos son 9, 15 y 8 años, en la Fig.4.17 se muestra la ubicación de las estaciones existentes relativas al emplazamiento propuesto del desarrollo.

Los resultados obtenidos del modelo matemático de la cuenca del Majes, (Ver Volumen VII) indican caudales medios de 8.4 m³/s y 17.8 m³/s en los emplazamientos propuestos para regulación de reservorio y estructura de toma respectivamente. El área de captación hasta el emplazamiento de reservorio fue estimada en 685 Km².

4.8.2.3.1 Avenidas

En base a las relaciones regionales deducidas para la Región 3 se obtuvieron las siguientes estimaciones de descarga máxima en los dos emplazamientos:

Presa de Regulación

$$\text{Derivación} \quad Q_{10} = 230 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Vertedero} \quad Q_{1000} = 602 \text{ m}^3/\text{s}$$

Toma

$$\text{Vertedero} \quad Q_{1000} = 988 \text{ m}^3/\text{s}$$

Las consideraciones adicionales de los resultados obtenidos para las estaciones individuales sugerirían que éstos podrían ser tal vez estimados pesimistas, debido al considerable almacenamiento proporcionado por los lagos en el área de captación. En estudios más detallados éstos se deberían investigar en profundidad, así como las ventajas que se obtendrían en términos de la uniformización del régimen de descargas.

4.8.2.3.2 Sedimentos

Debido a que no se encontraron registros de sedimentos en la cuenca del

mayes, se tuvo que recurrir a las curvas generadas dadas en el volumen II, sección 5. Para el área de captación anteriormente mencionada y asumiendo un valor del coeficiente $C = 2$, el transporte anual de sedimentos es 600,000 ton. Sobre una vida útil asumida en 50 años, esto es equivalente a una pérdida de almacenamiento de 20 MMC o 44% del total previsto de 45.8 MMC.

4.8.2.3.3 Evaporación

De acuerdo con las relaciones deducidas para la Región 4, se podría esperar una pérdida anual de evaporación de unos 750 mm. para un reservorio construido en esta zona.

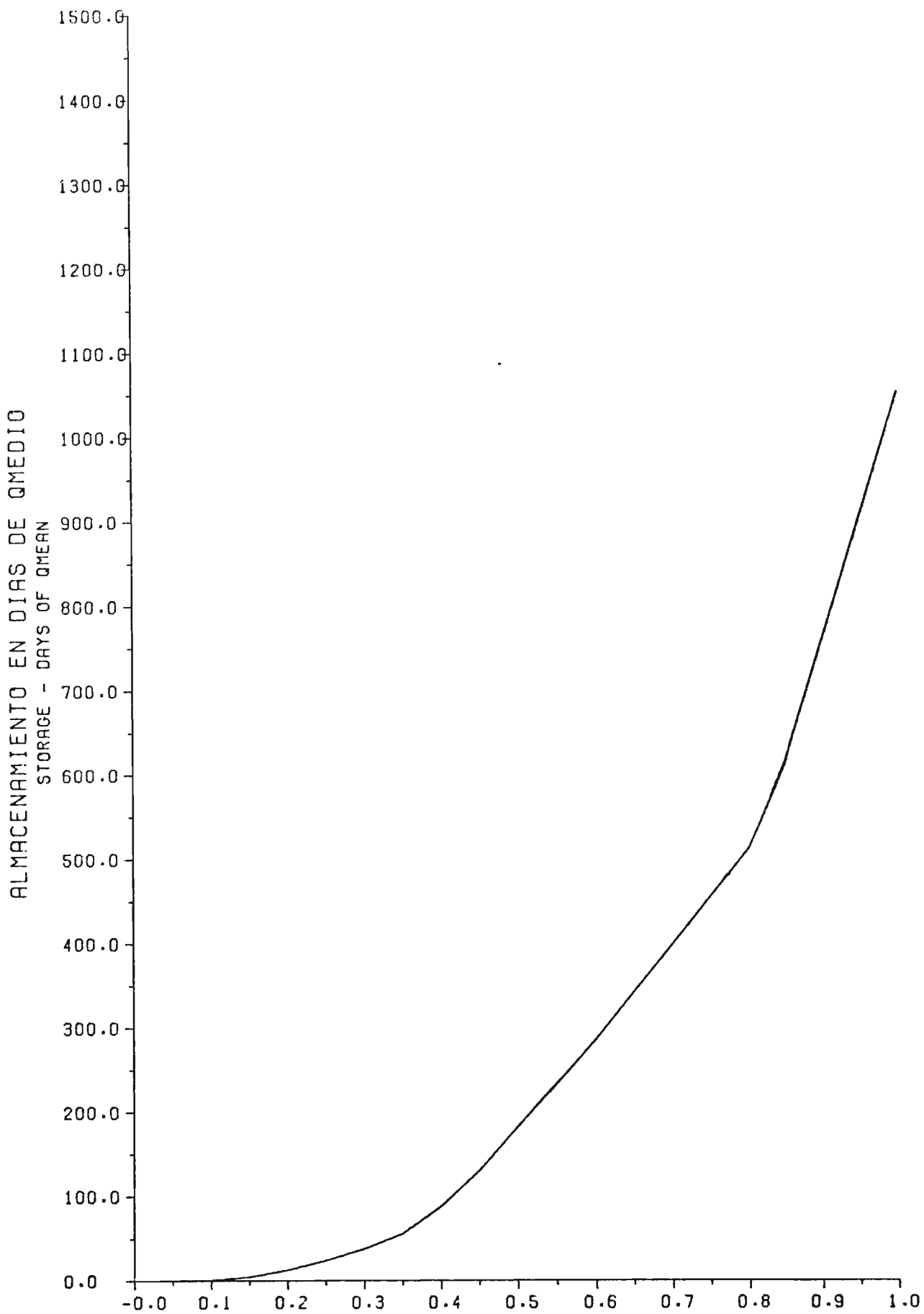
4.8.3 Resultados de Computadora

Los resultados obtenidos son :

- Curva de entrega de reservorio.
- Descripción de alternativas.
- Resumen de EVAL.
- Salida de detalle de la alternativa seleccionada.

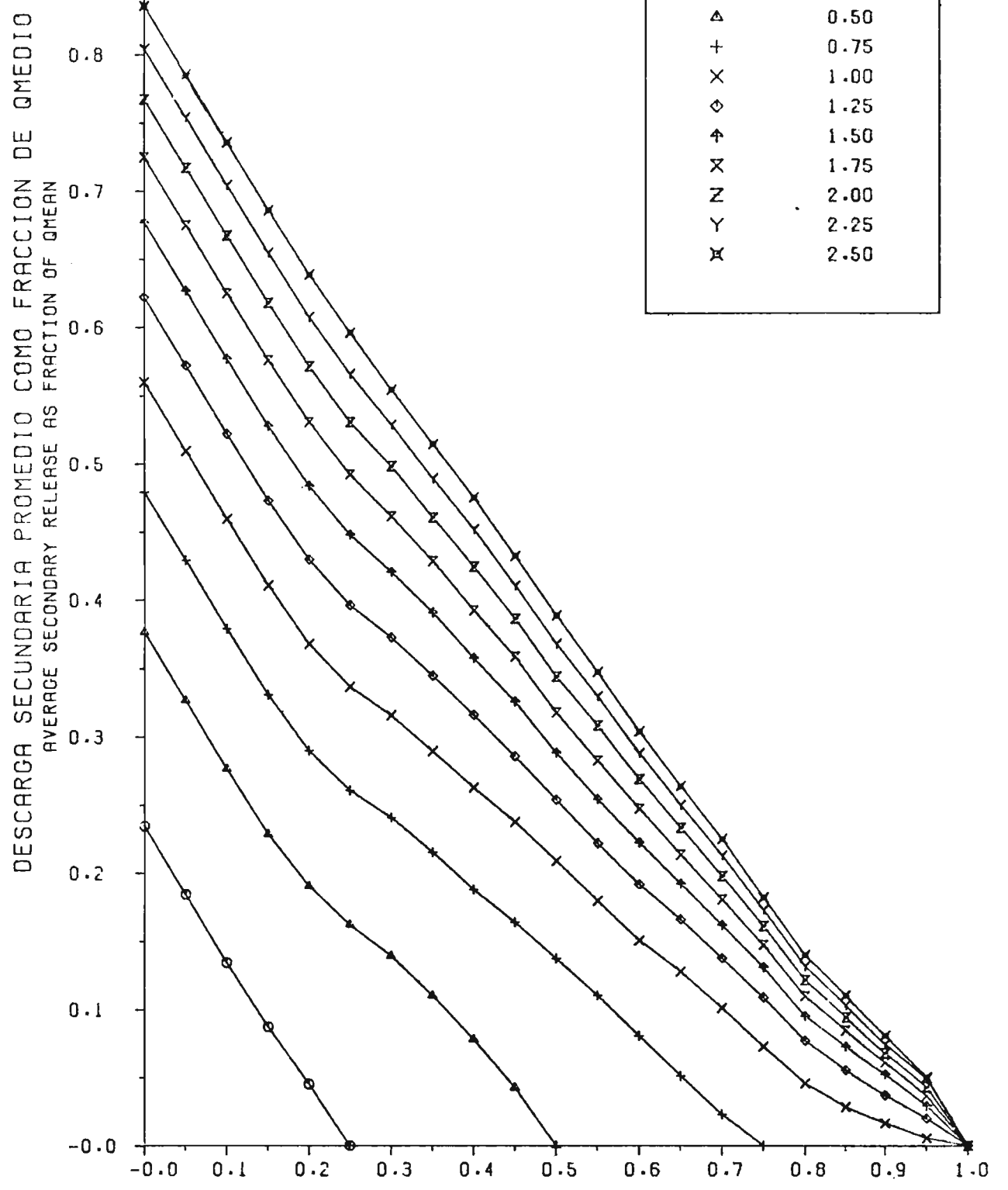
Ver Figs. 4.20 y 4.21

Ver Tablas 4.8-1, 4.8-2 y 4.8-3



GRADO DE REGULACION : FRACCION DE QMEDIO
 DEGREE OF REGULATION : FRACTION OF QMEAN

EVALUACION DEL POTENCIAL HIDROELECTRICO NACIONAL	CURVA DE ALMACENAMIENTO Y ENTREGA FIRME STORAGE/YIELD CURVE	Fig. 4.20
	CURVA NO. 204602	



LEYENDA	
SIMBOLO UTILIZADO	FACTOR DE CAPACIDAD INSTALADA
○	0.25
△	0.50
+	0.75
×	1.00
◇	1.25
⋈	1.50
×	1.75
Z	2.00
Y	2.25
⊗	2.50

GRADO DE REGULACION : FRACCION DE QMEDIO
 DEGREE OF REGULATION : FRACTION OF QMEAN

EVALUACION DEL POTENCIAL HIDROELECTRICO NACIONAL	CURVAS DE ENTREGA DE RESERVORIO RESERVOIR RELEASE CURVES	Fig.4.21
	CURVA NO. 204602	

TABLA 4.8-1

DESCRIPCION DE ALTERNATIVAS	- MO 10
DESCRIPCION DEL PROYECTO: MO10 =====	FACTOR GEOLOGICO=2.0
ALTERNATIVA: 1 -----	TUBERIA FORZADA QM: 8.4(MC/S), LONGITUD: 3300.(M), CAIDA BRUTA MAX: 1500.(M), FACTOR GEOLOGICO=2.6
PRESA DE DE TIERRA ALTURA: 70.(M), LONG. CORONA: 830.(M), VOL PRESA: 5.16(MMC), VOL UTIL EMBALSE: 225.9(MMC), FACTOR DE MATERIAL=2.4, DE GEOLOGIA=2.3	CASA DE MAQUINA AIRE LIBRE CAIDA BRUTA: 1500.(M), QM: 8.4(MC/S), ALTURA VOL UTIL= 23.3 COTA DE SALIDA=3000.(M), FACTOR GEOLOGICO=2.6
PRESA DE GRAVEDAD ALTURA: 10.(M), LONG. CORONA: 80.(M), VOL PRESA: 0.01(MMC), VOL UTIL EMBALSE: 0.9(MMC), FACTOR DE MATERIAL=2.5, DE GEOLOGIA=2.8	VERTEDERO EN CANAL CAUDAL DE CRECIDA Q1000: 988.(MC/S), LONGITUD: 310.0(M), FACTOR GEOLOGICO=2.0
TIERRAS DE EXPROPIACION SUPERFICIE REGULAR : 18.6(KM**2)	CHIMENEA ENTERRADA CAIDA BRUTA MAX.:1500.(M), ALTURA VOL UTIL: 23.(M), QM CORRESP.: 8.4(MC/S), LONGITUD DEL TUNEL CORRESP.:37600.(M)
TIERRAS DE EXPROPIACION SUPERFICIE INCULTIV. : 0.2(KM**2)	BOCATOMA QM CORRESP.: 8.4(MC/S),PRESION DE AGUA EN LA SOLERA: 33.(M)
TUNEL DE DESVIO QM: 376.9(MC/S), LONGITUD: 540.(M), CAIDA BRUTA: 15.(M), % DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 0.0 % FACTOR GEOLOGICO=2.0	ALTERNATIVA: 4 -----
CANAL DE FUERZA QM: 16.6(MC/S), LONGITUD: 11000.(M), FACTOR GEOLOGICO=2.3	PRESA DE DE TIERRA ALTURA: 70.(M), LONG. CORONA: 830.(M), VOL PRESA: 5.16(MMC), VOL UTIL EMBALSE: 225.9(MMC), FACTOR DE MATERIAL=2.4, DE GEOLOGIA=2.3
TUBERIA FORZADA QM: 16.6(MC/S), LONGITUD: 4000.(M), CAIDA BRUTA MAX: 2200.(M), FACTOR GEOLOGICO=2.3	TERRAS DE EXPROPIACION SUPERFICIE REGULAR : 18.6(KM**2)
CASA DE MAQUINA ENTERRADA CAIDA BRUTA: 2200.(M), QM: 16.6(MC/S), ALTURA VOL UTIL= 3.3 COTA DE SALIDA=2000.(M), FACTOR GEOLOGICO=2.3	TUNEL DE FUERZA QM: 8.4(MC/S), LONGITUD: 27500.(M), CAIDA BRUTA: 750.(M), % DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 34.9 % FACTOR GEOLOGICO=2.3
VERTEDERO EN CANAL CAUDAL DE CRECIDA Q1000: 988.(MC/S), LONGITUD: 310.0(M), FACTOR GEOLOGICO=2.0	TUNEL DE DESVIO QM: 376.9(MC/S), LONGITUD: 540.(M), CAIDA BRUTA: 15.(M), % DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 0.0 % FACTOR GEOLOGICO=2.0
LINEAS DE TRANSMISION TERRENO MUY ACCID., POTENCIA CORRESP.: 297.0(MW), LONG.: 1200	TUBERIA FORZADA QM: 8.4(MC/S), LONGITUD: 7300.(M), CAIDA BRUTA MAX: 750.(M), FACTOR GEOLOGICO=2.2
CHIMENEA ENTERRADA CAIDA BRUTA MAX.:2200.(M), ALTURA VOL UTIL: 3.(M), QM CORRESP.: 16.6(MC/S), LONGITUD DEL TUNEL CORRESP.:11000.(M)	CASA DE MAQUINA AIRE LIBRE CAIDA BRUTA: 750.(M), QM: 8.4(MC/S), ALTURA VOL UTIL= 23.3 COTA DE SALIDA=3750.(M), FACTOR GEOLOGICO=2.2
DESARENADOR AL AIRE LIBRE QM CORRESP.: 16.6(MC/S),PARA TURBINAR EL AGUA	VERTEDERO EN CANAL CAUDAL DE CRECIDA Q1000: 988.(MC/S), LONGITUD: 310.0(M), FACTOR GEOLOGICO=2.0
ALTERNATIVA: 2 -----	CHIMENEA ENTERRADA CAIDA BRUTA MAX.: 750.(M), ALTURA VOL UTIL: 23.(M), QM CORRESP.: 8.4(MC/S), LONGITUD DEL TUNEL CORRESP.:27500.(M)
PRESA DE DE TIERRA ALTURA: 70.(M), LONG. CORONA: 830.(M), VOL PRESA: 5.16(MMC), VOL UTIL EMBALSE: 225.9(MMC), FACTOR DE MATERIAL=2.4, DE GEOLOGIA=2.3	BOCATOMA QM CORRESP.: 8.4(MC/S),PRESION DE AGUA EN LA SOLERA: 33.(M)
TIERRAS DE EXPROPIACION SUPERFICIE REGULAR : 18.6(KM**2)	ALTERNATIVA: 5 -----
TUNEL DE FUERZA QM: 8.4(MC/S), LONGITUD: 30250.(M), CAIDA BRUTA: 2500.(M), % DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 21.0 % FACTOR GEOLOGICO=2.5	PRESA DE DE TIERRA ALTURA: 70.(M), LONG. CORONA: 830.(M), VOL PRESA: 5.16(MMC), VOL UTIL EMBALSE: 225.9(MMC), FACTOR DE MATERIAL=2.4, DE GEOLOGIA=2.3
TUNEL DE DESVIO QM: 376.9(MC/S), LONGITUD: 540.(M), CAIDA BRUTA: 15.(M), % DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 0.0 % FACTOR GEOLOGICO=2.0	TIERRAS DE EXPROPIACION SUPERFICIE REGULAR : 18.6(KM**2)
TUBERIA FORZADA QM: 8.4(MC/S), LONGITUD: 6250.(M), CAIDA BRUTA MAX: 2500.(M), FACTOR GEOLOGICO=2.7	TUNEL DE FUERZA QM: 8.4(MC/S), LONGITUD: 27500.(M), CAIDA BRUTA: 730.(M), % DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 34.9 % FACTOR GEOLOGICO=2.3
CASA DE MAQUINA ENTERRADA CAIDA BRUTA: 2500.(M), QM: 8.4(MC/S), ALTURA VOL UTIL= 23.3 COTA DE SALIDA=2000.(M), FACTOR GEOLOGICO=2.7	TUNEL DE DESVIO QM: 376.9(MC/S), LONGITUD: 540.(M), CAIDA BRUTA: 15.(M), % DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 0.0 % FACTOR GEOLOGICO=2.0
VERTEDERO EN CANAL CAUDAL DE CRECIDA Q1000: 988.(MC/S), LONGITUD: 310.0(M), FACTOR GEOLOGICO=2.0	TUBERIA FORZADA QM: 8.4(MC/S), LONGITUD: 7200.(M), CAIDA BRUTA MAX: 730.(M), FACTOR GEOLOGICO=2.2
CHIMENEA ENTERRADA CAIDA BRUTA MAX.:2500.(M), ALTURA VOL UTIL: 23.(M), QM CORRESP.: 8.4(MC/S), LONGITUD DEL TUNEL CORRESP.:30250.(M)	CASA DE MAQUINA AIRE LIBRE CAIDA BRUTA: 730.(M), QM: 8.4(MC/S), ALTURA VOL UTIL= 23.3 COTA DE SALIDA=3770.(M), FACTOR GEOLOGICO=2.2
BOCATOMA QM CORRESP.: 8.4(MC/S),PRESION DE AGUA EN LA SOLERA: 33.(M)	VERTEDERO EN CANAL CAUDAL DE CRECIDA Q1000: 988.(MC/S), LONGITUD: 310.0(M), FACTOR GEOLOGICO=2.0
ALTERNATIVA: 3 -----	CHIMENEA ENTERRADA CAIDA BRUTA MAX.: 730.(M), ALTURA VOL UTIL: 23.(M), QM CORRESP.: 8.4(MC/S), LONGITUD DEL TUNEL CORRESP.:27500.(M)
PRESA DE DE TIERRA ALTURA: 70.(M), LONG. CORONA: 830.(M), VOL PRESA: 5.16(MMC), VOL UTIL EMBALSE: 225.9(MMC), FACTOR DE MATERIAL=2.4, DE GEOLOGIA=2.3	BOCATOMA QM CORRESP.: 8.4(MC/S),PRESION DE AGUA EN LA SOLERA: 33.(M)
TIERRAS DE EXPROPIACION SUPERFICIE REGULAR : 18.6(KM**2)	ALTERNATIVA: 6 -----
TUNEL DE FUERZA QM: 8.4(MC/S), LONGITUD: 37600.(M), CAIDA BRUTA: 1500.(M), % DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 19.8 % FACTOR GEOLOGICO=2.4	PRESA DE DE TIERRA ALTURA: 70.(M), LONG. CORONA: 830.(M), VOL PRESA: 5.16(MMC), VOL UTIL EMBALSE: 225.9(MMC), FACTOR DE MATERIAL=2.4, DE GEOLOGIA=2.3
TUNEL DE DESVIO QM: 376.9(MC/S), LONGITUD: 540.(M), CAIDA BRUTA: 15.(M), % DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 0.0 %	TIERRAS DE EXPROPIACION SUPERFICIE REGULAR : 18.6(KM**2)
TUNEL DE FUERZA QM: 8.4(MC/S), LONGITUD: 27500.(M), CAIDA BRUTA: 710.(M), % DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 34.9 %	

TABLA 4.8-2

DESCRIPCION DE ALTERNATIVAS MO 10 - CONTINUACION . . .

FACTOR GEOLOGICO=2.3 QM CORRESP.: 8.4(MC/S), PRESION DE AGUA EN LA SOLERA: 33.(M)

TUNEL DE DESVIO
 QM: 376.9(MC/S), LONGITUD: 540.(M), CAIDA BRUTA: 15.(M),
 % DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 0.0 %
 FACTOR GEOLOGICO=2.0

TUBERIA FORZADA
 QM: 8.4(MC/S), LONGITUD: 7100.(M), CAIDA BRUTA MAX: 710.(M),
 FACTOR GEOLOGICO=2.2

CASA DE MAQUINA AIRE LIBRE
 CAIDA BRUTA: 710.(M), QM: 8.4(MC/S), ALTURA VOL.UTIL= 23.3
 COTA DE SALIDA=3790.(M), FACTOR GEOLOGICO=2.2

VERTEDERO EN CANAL
 CAUDAL DE CRECIDA Q1000: 988.(MC/S), LONGITUD: 310.0(M),
 FACTOR GEOLOGICO=2.0

CHIMENEA ENTERRADA
 CAIDA BRUTA MAX.: 710.(M), ALTURA VOL UTIL: 23.(M),
 QM CORRESP.: 8.4(MC/S), LONGITUD DEL TUNEL CORRESP.:27500.(M)

LOCATOMA

PROYECTO MO10
 =====

KAL	IK	QM	ICF	QT	HN	POT	E1	E2	LF	FEC	PG	INVERSION	FEC1	CESP	KESP	DUR
(-)	(-)	(M/S)	(-)	(M/S)	(M)	(MW)	(GWH)	(GWH)	(-)	(\$/MWH)	(MW)	(10 \$)	(-)	(\$/MWH)	(\$/KW)	(ANOS)
1	1	16.6	1.00	16.6	2140.5	296.3	1239.8	574.0	0.699	17.004	199.5	221.3	0.328	14.31	747.	6
2	1	8.4	1.00	8.4	2381.0	166.8	910.9	203.9	0.763	39.796	145.4	343.6	0.851	36.16	2060.	6
3	1	8.4	1.00	8.4	1354.0	94.9	518.0	115.9	0.763	60.464	82.0	296.9	1.293	54.94	3130.	7
4	1	8.4	1.00	8.4	666.7	46.7	255.1	57.1	0.763	114.773	39.7	277.5	2.455	104.28	5941.	6
5	1	8.4	1.00	8.4	648.7	45.4	248.2	55.5	0.763	117.544	38.6	276.5	2.514	106.80	6084.	6
6	1	8.4	1.00	8.4	630.7	44.2	241.3	54.0	0.763	120.492	37.4	275.6	2.577	109.47	6237.	6

TABLA 4.8-3

SALIDA DE DETALLE DE LAS ALTERNATIVAS OPTIMAS

- MO 10

*****		TIPO CENTRAL	=	ENTERR.
*****		TIPO TURBINAS	=	PELTON 4
PROYECTO :MO10	ALTERNATIVA : 1	POTENCIA INSTALADA	=	296.3 (MW)
POTENCIA INSTALADA	NUMERO	NUMERO DE TURBINAS	=	4 (-)
*****		POTENCIA POR UNIDAD	=	74.1 (MW)
POTENCIA INSTALADA	=	CAIDA BRUTA	=	2200.0 (M)
POTENCIA GARANTIZADA	=	CAIDA NETA	=	2140.5 (M)
ENERGIA PRIMARIA	=	CAUDAL TURBINABLE	=	16.6 (M**3/S)
ENERGIA SECUNDARIA	=	COSTO OBRA CIVIL	=	3.2517 (10**6 \$)
ENERGIA TOTAL	=	COSTO TURBINAS	=	8.1141 (10**6 \$)
VOLUMEN UTIL	=	COSTO VALVULAS	=	0.0000 (10**6 \$)
CAUDAL PROMEDIO	=	COSTO COMPUERTAS	=	0.0161 (10**6 \$)
VOLUMEN UTIL	=	COSTO PUENTE GRUA	=	0.4855 (10**6 \$)
FACTOR DE PLANTA	=	COSTO DESAGUE	=	0.2707 (10**6 \$)
INVERSION	=	COSTO TALLER	=	0.1000 (10**6 \$)
FACTOR ECONOMICO	=	COSTO AIRE ACOND.	=	1.0713 (10**6 \$)
COSTO ESP.DE ENERGIA	=	COSTO GENERADORES	=	4.5796 (10**6 \$)
DURACION DE CONSTRUC.	=	COSTO TRANSFORMADORES	=	3.5810 (10**6 \$)
BENEF. SECUND. ANUALES	=	COSTO SUBESTACION	=	1.5204 (10**6 \$)
*****		COSTO TOTAL	=	22.9903 (10**6 \$)
*****		M1	=	14.8 (M)
*****		M2	=	11.9 (M)
*****		H1	=	11.9 (M)
*****		H2	=	9.5 (M)
*****		DISTANCIA ENTRE EJES	=	11.9 (M)
*****		LONGITUD TOTAL	=	59.3 (M)
*****		V E R T E D E R O		
*****		TIPO DEL VERTEDERO	=	CANAL
*****		CAUDAL DE CRECIDA	=	988.4 (M**3/S)
*****		NUMERO DE COMPUERTAS	=	1.2 (-)
*****		ALTURA DE SALIDA	=	7.6 (M)
*****		ANCHO DE SALIDA	=	11.4 (M)
*****		ANCHO TOTAL DE SALIDA	=	22.7 (M)
*****		LONGITUD CANAL DESC.	=	310.0 (M)
*****		TIPO GEOLOGICO	=	2.0 (-)
*****		COSTO OBRA CIVIL	=	1.2 (10**6 \$)
*****		COSTO COMPUERTA RAD.	=	0.6 (10**6 \$)
*****		COSTO TOTAL	=	1.8 (10**6 \$)
*****		L I N E A D E T R A N S M I S I O N		
*****		LONGITUD	=	120.0 (KM)
*****		TENSION	=	230.0 (KV)
*****		TOPOGRAFIA	=	M.ACCID.
*****		COSTO TOTAL	=	9.7 (10**6 \$)
*****		C H I M E N E A D E E Q U I L I B R I O		
*****		LONGIT TUNEL CORRESP	=	11000.0 (M)
*****		NUMERO DE TUNELES	=	1 (-)
*****		DIAMETRO TUNEL CORRE	=	2.4 (M)
*****		CAIDA BRUTA MAXIMA	=	2200.0 (M)
*****		PERDIDAS LINEALES	=	58.4 (M)
*****		ALTURA CHIMENEA	=	19.8 (M)
*****		CAUDAL DE DISENO	=	16.6 (M**3/S)
*****		CAUDAL POR CHIMENEA	=	16.6 (M**3/S)
*****		DIAMETRO CHIMENEA	=	3.6 (M)
*****		COSTO TOTAL	=	0.011 (10**6 \$)
*****		B O C A T O M A		
*****		D E S A R E N A D O R		
*****		CAUDAL DE DISENO	=	16.6 (M**3/S)
*****		COSTO TOTAL	=	0.35 (10**6 \$)
*****		P R E S A S		
*****		TIPO DE PRESA	:	D.TIERRA
ALTURA	=	70.0 (M)		
LONGITUD CORONA	=	830.0 (M)		
VOLUMEN PRESA (VP)	=	5.2 (10**6 M**3)		
VOL.UTIL EMBALSE (VU)	=	225.9 (10**6 M**3)		
FACTOR GEOLOGICO	=	2.3 (-)		
FACTOR DE MATERIAL	=	2.4 (-)		
COSTO PRESA	=	18.2 (10**6 \$)		
COSTO PANTALLA INYEC.	=	14.9 (10**6 \$)		
COSTO TOTAL	=	33.0 (10**6 \$)		
VU/VP	=	43.8 (-)		
*****		TIPO DE PRESA	:	GRAVEDAD
ALTURA	=	10.0 (M)		
LONGITUD CORONA	=	80.0 (M)		
VOLUMEN PRESA (VP)	=	0.0 (10**6 M**3)		
VOL.UTIL EMBALSE (VU)	=	0.9 (10**6 M**3)		
FACTOR GEOLOGICO	=	2.8 (-)		
FACTOR DE MATERIAL	=	2.5 (-)		
COSTO PRESA	=	1.0 (10**6 \$)		
COSTO PANTALLA INYEC.	=	0.3 (10**6 \$)		
COSTO TOTAL	=	1.3 (10**6 \$)		
VU/VP	=	87.0 (-)		
*****		T I E R R A S D E I N U N D A C I O N		
SUPERFICIE AGR.REGUL.	=	18.6 (KM**2)		
COSTO	=	0.2 (10**6 \$)		
SUPERFICIE INCULTIV.	=	0.2 (KM**2)		
COSTO	=	0.0 (10**6 \$)		
*****		T U N E L E S		
TIPO DE TUNEL	:	DESVIO.		
NUMERO DE TUNELES	=	1 (-)		
LONGITUD	=	540.0 (M)		
PENAL FALTA VENTANAS	=	0.0 (\$)		
CAUDAL DE DISENO	=	376.9 (M**3/S)		
DIAMETRO	=	5.4 (M)		
TIPO GEOLOGICO	=	2.0 (-)		
COSTO / M.LINEAL	=	2622.2 (\$/ML)		
COSTO TOTAL	=	1.4 (10**6 \$)		
*****		C A N A L E S		
TIPO DE CANAL	:	ADUCCION		
LONGITUD	=	11000.0 (M)		
CAUDAL DE DISENO	=	16.6 (M**3/S)		
TIPO GEOLOGICO	=	2.3 (-)		
COSTO/M LINEAL	=	642.7 (\$/ML)		
COSTO TOTAL	=	8.9 (10**6 \$)		
*****		T U B E R I A S F O R Z A D A S		
LONGITUD	=	4000.0 (M)		
CAUDAL DE DISENO	=	16.6 (M**3/S)		
NUMERO DE TUBERIAS	=	5 (-)		
CAUDAL POR TUBERIA	=	3.3 (M**3)		
DIAMETRO	=	1.0 (M)		
TIPO GEOLOGICO	=	2.3 (-)		
COSTO/M LIN.PROMEDIO	=	3103.1 (\$/ML)		
COSTO TUBERIAS	=	62.1 (10**6 \$)		
COSTO VALVULAS MARIP.	=	0.112 (10**6 \$)		
COSTO TOTAL	=	62.2 (10**6 \$)		
*****		C A S A D E M A Q U I N A S		

4.9 PROYECTO HUA 20 - RIO HUAURA

4.9.1 Ubicación

El Proyecto HUA 20, se encuentra en la cuenca del Río Huaura (Vertiente del Pacífico) a 200 Km al Norte de la ciudad de Lima.

El acceso al proyecto puede hacerse por carretera asfaltada hasta la zona de la casa de máquinas, y existe carretera afirmada hasta aguas arriba de la toma.

4.9.2 Información Básica

4.9.2.1 Cartografía

Toda la zona del Proyecto cuenta con cartas a 1:100,000 con intervalos de curvas cada 50 m. levantada por métodos aerofotogramétricos por el Instituto Geográfico Militar. También existen cartas 1:25,000 con curvas cada 25 m., confeccionadas por la Oficina General de Catastro Rural del Ministerio de Agricultura.

4.9.2.2 Geología

4.9.2.2.1 Generalidades

El Proyecto HUA 20 - 2 está ubicado en el Río Huaura que discurre por el Flanco Occidental Andino y se desarrolla entre las cotas de 2200 y 1200 m.s.n.m. La mayor parte de este tramo se presenta encañonado. Las rocas que afloran en la zona de interés pertenecen en gran porcentaje, al Grupo Calipuy (Kti-vca), en menor proporción rocas de la Formación Chimú (Ki-chim) y rocas intrusivas del Batolito Andino.

4.9.2.2.2 Estudios Anteriores

La evaluación geológica, además de la inspección de campo, se ha basado en los levantamientos geológicos realizados por el Instituto de Geología y Minería a una escala del 1:100,000.

4.9.2.2.3 Geomorfología

El proyecto que se describe, se desarrolla dentro de la etapa Cañón del Río Huaura, característica que es más acentuada en el tramo superior a medio de la cuenca, donde se puede observar la profunda dirección ocasionada por el Río Huaura en rocas de la Formación Chimú, volcánicas Calipuy y en intrusivas del Batolito Andino. Los flancos son abruptos, a pesar de lo cual, normalmente se presentan estables. En los tramos inferiores el valle tiende a ensancharse y la acumulación fluvial es más notoria.

4.9.2.2.4 Estratigrafía

En la zona de interés afloran rocas sedimentarias, volcánicas e intrusi

vas. Las más antiguas corresponden a la Formación Chimú (Ki-chim) que consiste en areniscas margosas de grano fino a medio, color blanco a gris, en bancos gruesos y macizos. Este tipo de rocas se presentan en el eje de la presa. Las rocas volcánicas corresponden al Grupo Calipuy (Kti-vca) constituido por derrames, piroclásticos andesíticos, dacíticos y riolíticos con intercalaciones de lutitas. Las rocas intrusivas pertenecen al Batolito Andino y son mayormente tonalitas y dioritas. Las formaciones cuaternarias corresponden a depósitos fluviales concentrados mayormente a lo largo del Río Huaura y a depósitos eluviales y coluviales que se concentran en las laderas de los cerros.

4.9.2.2.5 Geología Estructural

La Formación Chimú es la que ha soportado un mayor tectonismo con desarrollo de estructuras anticlinales y sinclinales, cuyos ejes son transversales al eje del río. En las proximidades del eje de la presa se encuentra en contacto fallado, con el Grupo Calipuy. Esta formación volcánica al igual que las intrusivas se presenta poco disturbada.

4.9.2.2.6 Condiciones Geotécnicas de los Elementos del Proyecto

Presa : Se ubica aproximadamente a 500 m. aguas abajo de la confluencia de los Ríos Huaura y Checra. El fondo del valle es relativamente angosto y con abundante acumulación de materiales fluviales, cuyo espesor también debe ser considerable. Se prevé mucha excavación y alta permeabilidad. Los estribos tienen como basamento las areniscas margosas de la Formación Chimú que se presentan afectadas por intenso tectonismo. Justamente, el eje de la presa está ubicado en el flanco de un anticlinal. En el estribo izquierdo las areniscas margosas están aflorando, mientras que en el lado derecho están cubiertos por depósitos aluviales con espesor desconocido. Para el vertedero en canal es de espesor abundante.

Embalse : El área del embalse tiene como fundamento rocas de la formación Chimú, en las que se han desarrollado una serie de pliegues anticlinales y sinclinales con rumbo de ejes que son transversales al eje del río. En el lecho del río se aprecia gran acumulación de materiales fluviales, que indica notable sedimentación, este hecho se tendrá en cuenta en otras etapas de estudio del proyecto.

Túnel de Desvío : Tendrá 244 m. de longitud. El portal y la salida del túnel se ubicarán en depósitos sueltos y en roca alerada; pudiéndose esperar ciertas dificultades en cuanto a estabilidad.

Materiales de Construcción : Se ha previsto que la presa será de enrocamiento y respecto a los materiales necesarios para este tipo de presa, se puede estimar que los materiales para filtros y rocas para enrocamiento y rip rap, existen en volúmenes suficientes a distancias relativamente factibles del lugar de las obras. Los materiales impermeables no se presentan en los volúmenes requeridos y además, no se presentan concentrados en un determinado lugar; por lo que será necesario una mayor investigación para asegurar su presencia en volúmenes y distancias factibles.

Túnel de Aducción : Longitud total 26.8 Km. El portal del túnel se ubica en escombros de talud y luego de un corto trayecto cruzará los areniscos margosos

de la Formación Chimú. Este primer tramo tiene aprox. 1 Km., de este punto hasta la distancia 10.5 Km, se desarrollará en rocas volcánicas de la Formación Calipuy, que en profundidad suele presentar buenas características geotécnicas; en este punto se ubica la primera ventana (Qda. Paccha); luego, continúa en el mismo tipo de roca hasta la segunda ventana en la Qda. Picunche (Km. 20.5); prosigue en rocas volcánicas un tramo de 1.5 Km y los últimos 800 m. se desarrollará en rocas intrusivas.

Tubería de Presión: Se ubicará en una ladera de 40° de inclinación aproximadamente, la pendiente es uniforme y con poca acumulación de escombros de talud. El basamento consiste en rocas intrusivas (tonalitas y dioritas).

Casa de Máquinas: Se ha previsto ubicarla al aire libre sobre unas terrazas bajas, por lo que será necesario un muro de protección contra la acción erosiva del río. Las condiciones locales de estabilidad son buenas.

4.9.2.2.7 Sismicidad

De acuerdo a la información disponible, el proyecto HUA 20 - 2 está situado en una zona de alta sismicidad, que corresponde a los límites de 7 a 8 grados de fuerza de la escala de Richter. Este hecho se debe tener en cuenta en el diseño de las estructuras del proyecto.

4.9.2.3 Hidrología

La cuenca del Río Huaura está relativamente bien aforada, habiendo sido identificadas unas 15 estaciones hidrométricas y 36 pluviométricas. Sin embargo, aguas arriba del emplazamiento de presa elegida hay solamente tres estaciones hidrométricas con datos apreciables, y será conveniente instalar una nueva estación aguas abajo de la confluencia de los Ríos Checra y Huaura, y efectuar correlaciones con las lecturas obtenidas en Puente Arco.

Los resultados del modelo matemático desarrollado para esta cuenca se presentan en el Volumen VII e indican que el caudal medio será de unos 24.4 m³/s. El área de captación correspondiente se calculó en 1597 Km².

4.9.2.3.1 Avenidas

Sobre la base de las relaciones deducidas entre caudales máximos esperados y área de captación para la Región 3, se obtuvieron los siguientes valores de diseño:

- Túnel de Derivación	Q_{10}	=	408 m ³ /s
- Vertedero	Q_{1000}	=	1069 m ³ /s

4.9.2.3.2 Sedimentos

No se obtuvo ningún dato de sedimentos relativos a la cuenca del Huaura y así se tuvo que recurrir a los análisis regionales descritos en el Volumen II, Sección 5.

En base a estas curvas se pudo prever un transporte total de sedimentos de unos 1,500,000 ton/año. Asumiendo una gravedad específica de 1.5 ton/m³ y una vida útil del proyecto de 50 años, la pérdida total de almacenamiento de 50 MMC re presentará 51% de la capacidad total del reservorio prevista en 97.5 MMC.

4.9.2.3.3 Evaporación

El análisis llevado a cabo entre evaporación de superficies libres y altura, indica que se podría prever pérdidas por evaporación de 1500 mm/año en el reservorio propuesto.

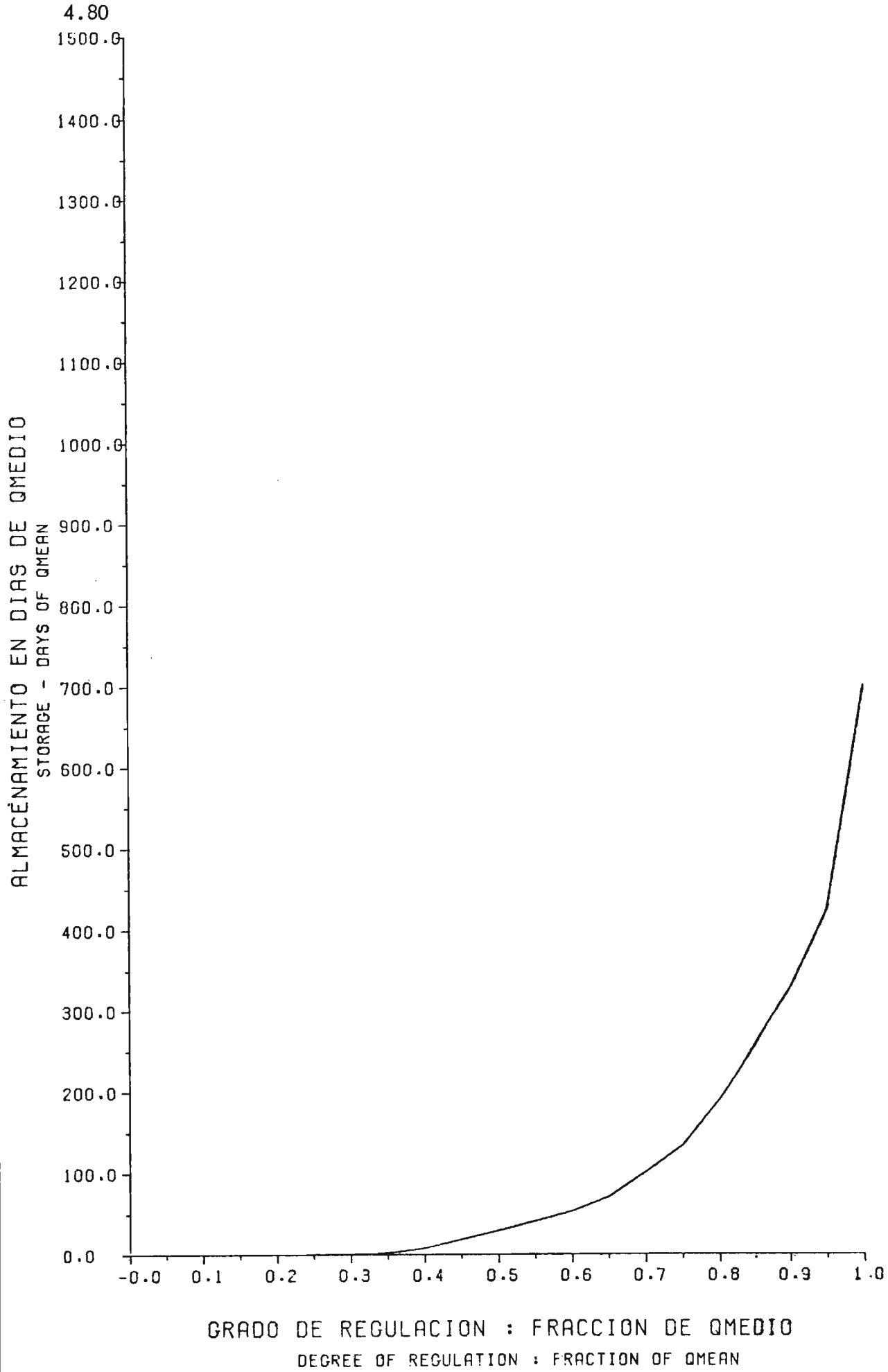
4.9.3 Resultados de Computadora

Los resultados obtenidos son :

- Curva de entrega de reservorio.
- Descripción de alternativas.
- Resumen de EVAL.
- Salida de detalle de la alternativa seleccionada.

Ver Figs. 4.22 y 4.23

Ver Tablas 4.9-1 y 4.9-2

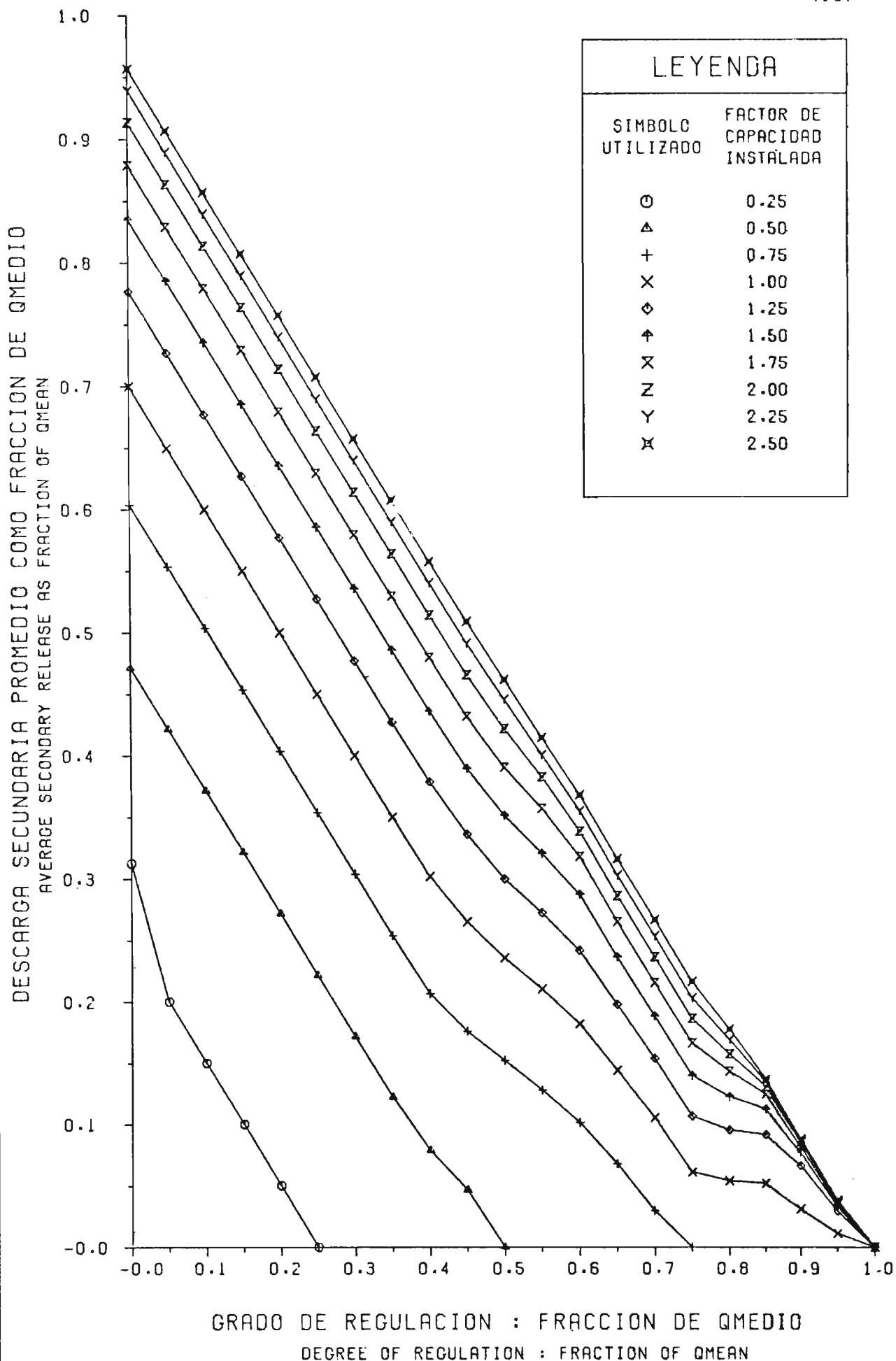


EVALUACION DEL
POTENCIAL
HIDROELECTRICO
NACIONAL

CURVA DE ALMACENAMIENTO Y ENTREGA FIRME
STORAGE/YIELD CURVE

CURVA NO. 202699

Fig.4.22



EVALUACION DEL
POTENCIAL
HIDROELECTRICO
NACIONAL

CURVAS DE ENTREGA DE RESERVOIR
RESERVOIR RELEASE CURVES

CURVA NO. 202699

Fig.4.23

TABLA 4.9-1

DESCRIPCION DE ALTERNATIVAS

- HUA 20

DESCRIPCION DEL PROYECTO: HUA20
 =====

ALTERNATIVA: 1

PRESA DE ENROCADO
 ALTURA: 40.(M), LONG. CORONA: 149.(M), VOL PRESA: 0.45(MMC),
 VOL UTIL EMBALSE: 22.7(MMC), FACTOR DE MATERIAL=2.5,
 DE GEOLOGIA=2.9

TIERRAS DE EXPROPIACION
 SUPERFICIE REGULAR : 1.4(KM**2)

TUNEL DE FUERZA
 QM: 24.8(MC/S), LONGITUD: 19000.(M), CAIDA BRUTA: 835.(M),
 % DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 7.1 %
 FACTOR GEOLOGICO=1.8

TUNEL DE DESVIO
 QM: 407.8(MC/S), LONGITUD: 244.(M), CAIDA BRUTA: 15.(M),
 % DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 0.0 %
 FACTOR GEOLOGICO=2.4

TUBERIA FORZADA
 QM: 24.8(MC/S), LONGITUD: 2950.(M), CAIDA BRUTA MAX: 835.(M),
 FACTOR GEOLOGICO=1.9

CASA DE MAQUINA AIRE LIBRE
 CAIDA BRUTA: 835.(M), QM: 24.8(MC/S), ALTURA VOL UTIL= 13.0
 COTA DE SALIDA=1365.(M), FACTOR GEOLOGICO=0.0

VERTEDERO EN CANAL
 CAUDAL DE CRECIDA Q1000: 1069.(MC/S), LONGITUD: 103.8(M),
 FACTOR GEOLOGICO=2.5

CHIMENEA ENTERRADA
 CAIDA BRUTA MAX.: 835.(M), ALTURA VOL UTIL: 13.(M),
 QM CORRESP.: 24.8(MC/S), LONGITUD DEL TUNEL CORRESP.:19000.(M)

BOCATOMA
 QM CORRESP.: 24.8(MC/S),PRESION DE AGUA EN LA SOLERA: 23.(M)

ALTERNATIVA: 2

PRESA DE ENROCADO
 ALTURA: 40.(M), LONG. CORONA: 149.(M), VOL PRESA: 0.45(MMC),
 VOL UTIL EMBALSE: 22.7(MMC), FACTOR DE MATERIAL=2.5,
 DE GEOLOGIA=2.9

TIERRAS DE EXPROPIACION
 SUPERFICIE REGULAR : 1.4(KM**2)

TUNEL DE FUERZA
 QM: 24.8(MC/S), LONGITUD: 26800.(M), CAIDA BRUTA: 1000.(M),
 % DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 9.4 %
 FACTOR GEOLOGICO=1.5

TUNEL DE DESVIO
 QM: 407.8(MC/S), LONGITUD: 244.(M), CAIDA BRUTA: 15.(M),
 % DE CORRECCION POR LONGITUD SIN VENTANAS: 0.0 %
 FACTOR GEOLOGICO=2.4

TUBERIA FORZADA
 QM: 24.8(MC/S), LONGITUD: 2100.(M), CAIDA BRUTA MAX: 1000.(M),
 FACTOR GEOLOGICO=1.9

CASA DE MAQUINA AIRE LIBRE
 CAIDA BRUTA: 1000.(M), QM: 24.8(MC/S), ALTURA VOL UTIL= 13.0
 COTA DE SALIDA=1200.(M), FACTOR GEOLOGICO=0.0

VERTEDERO EN CANAL
 CAUDAL DE CRECIDA Q1000: 1069.(MC/S), LONGITUD: 103.8(M),
 FACTOR GEOLOGICO=2.5

CHIMENEA ENTERRADA
 CAIDA BRUTA MAX.:1000.(M), ALTURA VOL UTIL: 13.(M),
 QM CORRESP.: 24.8(MC/S), LONGITUD DEL TUNEL CORRESP.:26800.(M)

BOCATOMA
 QM CORRESP.: 24.8(MC/S),PRESION DE AGUA EN LA SOLERA: 23.(M)

PROYECTO HUA20
 =====

KAL	IK	QM	ICF	QT	HN	POT	E1	E2	LF	FEC	PG	INVERSION	FEC1	CESP	KESP	DUR
(-)	(-)	(M/S)	(-)	(M/S)	(M)	(MW)	(GWH)	(GWH)	(-)	(\$/MWH)	(MW)	(10 \$)	(-)	(\$/MWH)	(\$/KW)	(ANOS)
1	1	24.8	1.00	24.8	746.6	154.6	642.0	386.2	0.759	25.008	101.7	178.0	0.477	20.31	1152.	5
2	1	24.8	1.00	24.8	895.0	185.3	769.5	463.0	0.759	25.356	122.2	216.4	0.484	20.59	1113.	6