

Universidad Nacional de Ingeniería

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



“ Proyecto Central Hidráulica de Omate - Moquegua ”

T E S I S

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

ELISEO TARAZONA VALVERDE

PROMOCION: 1983 - I

LIMA • PERU • 1987

INDICE

PROLOGO

CAPITULO I : CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

1.1 Antecedentes	12
1.2 Objetivos del proyecto	13
1.3 Alcances del proyecto	13
1.4 Ubicación y accesibilidad	13
1.5 Descripción	14
1.6 Máxima demanda	14
1.7 Características generales de la zona del proyecto	14
1.7.1 Ubicación y accesibilidad	14
1.7.2 Características geográficas y climáticas	16
1.7.3 Definición del área de influencia	17
1.7.4 Población y vivienda	17
1.7.5 Condiciones de infraestructura	18
1.7.6 Actividades económicas	21

CAPITULO II : ESTUDIO DEL MERCADO ELECTRICO

2.1 Generalidades	23
2.2 Situación actual de las demandas y del suministro de corriente eléctrica	23
2.3 Mercado energético de la Microregión	24
2.3.1 Estado socio-económico de los futuros usuarios	24
2.3.2 Posibilidades inmediatas de empleo de energía eléctrica	24
2.4 Evaluación y proyección de la demanda máxima	25
2.4.1 Proyección de la población	26
2.4.2 Pronóstico del número de viviendas	27
2.4.3 Pronóstico del número de abonados domésticos	28
2.4.4 Pronóstico del consumo de energía eléctrica por parte del sector doméstico	29
2.4.5 Pronóstico del consumo de energía eléctrica por parte del sector alumbrado público	30
2.4.6 Pronóstico del consumo comercial	30
2.4.7 Pronóstico del consumo de energía usos generales	32
2.4.8 Pronóstico del consumo de energía eléctrica industrial menor	32
2.4.9 Pronóstico del consumo neto total	32

2.4.10	Pronóstico de la energía distribuida	32
2.4.11	Pronóstico de la energía total requerida	32
2.4.12	Pronóstico de la máxima demanda de servicios	33
2.4.13	Pronóstico de la máxima demanda de alumbrado público	34
2.4.14	Pronóstico de la máxima demanda neta	34
2.4.15	Pronóstico de la máxima demanda distribuida	34
2.4.16	Pronóstico de la potencia requerida	34
2.4.17	Pronóstico de la máxima demanda requerida	34
2.5	Implementación del P.S.E. Omate – Carumas	47
2.6	Acoplamiento eléctrico de las centrales	48

CAPITULO III : HIDROLOGIA Y GEOLOGIA

3.1	Hidrología	50
3.1.1	Generalidades	50
3.1.2	Objetivo	50
3.1.3	Descripción general del estudio	50
3.1.4	Hidrología del rio Tambo	51
3.1.5	Precipitación	53
3.1.6	Evaporación y evapotranspiración	54
3.1.7	Análisis y evaluación de la información	56
3.1.8	Disponibilidad de agua en el punto de interes	56
3.1.9	Disponibilidad de agua en el "El Chorro"	58
3.1.10	Generación de datos diarios de corriente del rio Tambo en el "Chorro"	59
3.1.11	Determinación del caudal de diseño	59
3.1.12	Determinación del caudal máximo de diseño	61
3.2	Geología	61

CAPITULO IV DISEÑO DE LA CENTRAL HIDRAULICA – OBRAS CIVILES

4.1	Generalidades	65
4.2	Datos básicos de la central hidráulica	65
4.2.1	Caudal de diseño	65
4.2.2	Cálculo de la altura neta	65
4.2.3	Potencia instalada de la central	70
4.3	Obras civiles	70
4.3.1	Accesos	72
4.3.2	Campamento	72

4.4 Estructura del aprovechamiento	72
a) Bocatoma	72
b) Desarenador	74
c) Canal aductor	74
d) Canal abierto	75
e) Cámara de carga	75
f) Canal de alivio	76
g) Tubería de presión	78
h) Casa de máquinas y vivienda del operador	78
i) Caseta de guardián	79
j) Poza y canal de restitución	79
4.5 Especificaciones técnicas	81
4.5.1 Sección 1. Disposiciones generales	81
4.5.2 Sección 2. Obras temporales	83
4.5.3 Sección 3. Movimiento de tierras	86
4.5.4 Sección 4. Concreto	92
4.5.5 Sección 5. Casa de máquinas e infraestructura auxiliar	108

CAPITULO V : DISEÑO Y ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPAMIENTO ELECTROME-
CANICO

5.1 Generalidades	116
5.2 Tubería de presión	116
5.2.1 El tubo mas económico	116
5.2.2 Golpe de ariete	121
5.3 Selección de turbinas	126
5.3.1 Características principales de la central	126
5.3.2 Número de unidades generadoras	126
5.3.3 Selección previa de la turbina	127
5.4 Tubo de aspiración	133
5.5 Conjunto gobernador de velocidad	135
5.6 Alternadores	137
5.6.1 Consideraciones generales	137
5.6.2 Potencia del alternador	137
5.6.3 Velocidad de rotación	138
5.6.4 Dimensiones del generador	138
5.6.5 Tensión de generación	140

5.7	Excitatriz	141
5.8	Regulador de tensión	142
5.9	Equipo eléctrico de conexión y control	143
5.9.1	Cálculo de la corriente de corto circuito	143
5.9.2	Cálculo de los conductores	146
5.9.3	Cálculo de barras	149
5.9.4	Tablero de control	152
5.10	Puesta a tierra de equipo y maquinaria	157
5.11	Especificaciones técnicas equipamiento electromecánico	160
5.11.1	Condiciones ambientales	160
5.11.2	Requisitos de diseño	161
5.11.3	Información técnica	162
5.11.4	Repuestos y herramientas para el mantenimiento	168
5.11.5	Tubería de presión	169

METRADO Y PRESUPUESTO

BIBLIOGRAFIA

APENDICE

PLANOS

PROLOGO

Siendo la energía eléctrica un factor fundamental en el desarrollo social y económico de los pueblos, y promulgada la Ley General de Electricidad N° 23406 que dispone la Elaboración del Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica para extender progresivamente a todo el país el Servicio Público de Electricidad; y tratando de lograr una utilización de las fuentes de energía primaria existente en la zona elaboramos el Proyecto "CENTRAL HIDRAULICA DE OMATE" en el sitio denominado el "CHORRO", para su implementación y equipamiento, de acuerdo al Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica en el país; que permitirá transformar el nivel de vida de los pobladores de la Microregión que se encuentran marginados socio-económicamente.

La finalidad del Proyecto es beneficiar a la mayor cantidad de localidades de la Microregión que requieran el Servicio Eléctrico, consolidando la participación de los pobladores en el logro de la Electrificación de sus localidades, que creará una mejor situación socio-económica - sobre todo realizar una activa Promoción para que se realice el uso racional y productivo de la energía eléctrica, como factor de desarrollo.

El presente Proyecto abarca al conjunto de Centros Poblados Unidos eléctricamente por Líneas de Subtransmisión que conformarán el Pequeño Sistema Eléctrico (P.S.E.) de Omate - Carumas, que beneficiará -- aproximadamente a 11,000 habitantes, inicialmente de las Provincias - de Mariscal Nieto y Sánchez Cerro del departamento de Moquegua.

En el Primer Capítulo del Proyecto analizamos las características y condiciones socio-económicas del área de influencia del Proyecto.

Después de analizar las características generales, analizamos en - el Segundo Capítulo los requerimientos de energía eléctrica y la máxima demanda de la Microregión para satisfacer en el momento oportuno, posteriormente analizamos la disponibilidad de agua en el punto de - aprovechamiento (Río Tambo "El Chorro")

En los siguientes Capítulos se realiza el Diseño de la Central Hidráulica en lo referente a obras civiles y electromecánicas.

Finalmente preparamos el Métrado Base y Presupuesto para conocer el costo de la construcción de la Central Hidráulica.

CAPITULO I

CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

1.1 ANTECEDENTES

Con la promulgación en el año 1982 de la Ley General de Electricidad N° 23406, se establece que el desarrollo Eléctrico Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica deberá implementarse en forma planificada. En cumplimiento de la mencionada Ley ELECTROPERU a través de su Gerencia de Electrificación Provincial Distrital y Rural, en 1983, elaboró la primera versión del Plan Nacional en el cual incluye el P.S.F. Omate - Carumas.

- En Setiembre de 1985 mediante el Decreto Supremo N° 073-85-PCM se declara de urgencia la Ejecución de Programas de Desarrollo Microregional, con la finalidad de impulsar el desarrollo económico y social de las zonas deprimidas, priorizando a los Distritos de Omate, Coalaque y Quinistaquillas, Carumas, Cuchumbya, como Microregiones de segunda prioridad.
- En el año 1983 INGEMMET, a pedido de UPE - Tacna elaboró el estudio geológico y geotécnico de la Central Hidroeléctrica de Omate, concluyendo que los fenómenos geodinámicos presentes en el área de estudio no imposibilitan la factibilidad del Proyecto.

1.2 OBJETIVO Y METAS DEL PROYECTO

El objetivo fundamental de este proyecto, es propiciar la uti-lización de los limitados recursos económicos del Programa Anual de Electrificación Provincial, Distrital y Rural, para lograr el establecimiento de un Plan Armonioso de Electrificación y Desarrollo Energético en las Microregiones de Omate y Carumas.

De concretarse este Proyecto, permitirá brindar un suministro garantizado y económico de energía eléctrica, mejorando el suministro eléctrico de las localidades que cuentan con este servicio y además beneficiará con suministro eléctrico a una población adi-cional del orden de los 7,900 habitantes de la Microregión.

1.3 ALCANCES DEL PROYECTO

La meta final del presente estudio es la construcción de la - Central Hidroeléctrica de Omate, para satisfacer las necesidades eléctricas de la población de las provincias de Mariscal Nieto y Sanchez Cerro, consideradas en el Pequeño Sistema Electrico Omate Carumas.

Los estudios de Ingeniería que se ha considerado en el presente y que contemplan el Proyecto para su implementación total son:

- Parte Civil: Obras de Toma, Desarenador de dos Naves, Obras de Conducción, Cámara de Carga, Conducto Forzado, Casa de Máquinas Canal de Limpia y Rebose y Obras Misceláneas.
- Parte Electromecánica : Se optimiza en la selección adecuada de los Equipos de Generación, Equipos de Medición, Equipos de Operación y Control, Equipos de Protección y servicios Auxiliares.

1.4 UBICACION Y ACCESIBILIDAD

El sector estudiado está ubicado en el Distrito de Omate, Provincia de Sanchez Cerro, Departamento de Moquegua, en un tramo

del Río Tambo denominado el "CHORRO", llega carretera de tercer orden desde la ciudad de Arequipa y Moquegua.

1.5 DESCRIPCION

Este Proyecto contempla la electrificación de 29 localidades integradas en un Pequeño Sistema Eléctrico a través de la construcción de Líneas Primarias de 13.2 KV - 90 Km., el que tendrá como fuente de suministro la futura Central Hidroeléctrica de Omate de 900 KW, situada a orillas del Río Tambo, la cual estará equipada con dos grupos generadores de 450 KW cada uno.

1.6 MAXIMA DEMANDA

La población a beneficiarse y la máxima demanda proyectada - del P.S.E. se estima en:

AÑO	1,987	1,990	1,995	2,000	2,006
Población	1,864	10,128	12,792	13,714	14,915
Máx.deman.KW	107.4	493.9	699.5	869.3	1053.9

1.7 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA DE PROYECTO

1.7.1 UBICACION Y ACCESIBILIDAD

El sector estudiado está ubicado en el Distrito de Omate, Provincia de Sánchez Cerro y Departamento de Moquegua, en un tramo del Río Tambo denominado el "CHORRO" -- fig. N° 1 a una altitud aproximada de 1,500 m.s.n.m., -- comprendido entre las líneas numeradas de la cuadrícula transversal de Mercator.

8144 N a 8145 N
295.5 E a 297.5 E

Según la Carta Nacional escala 1:100,000 de "OMATE" - levantado por el Instituto Geográfico Militar.

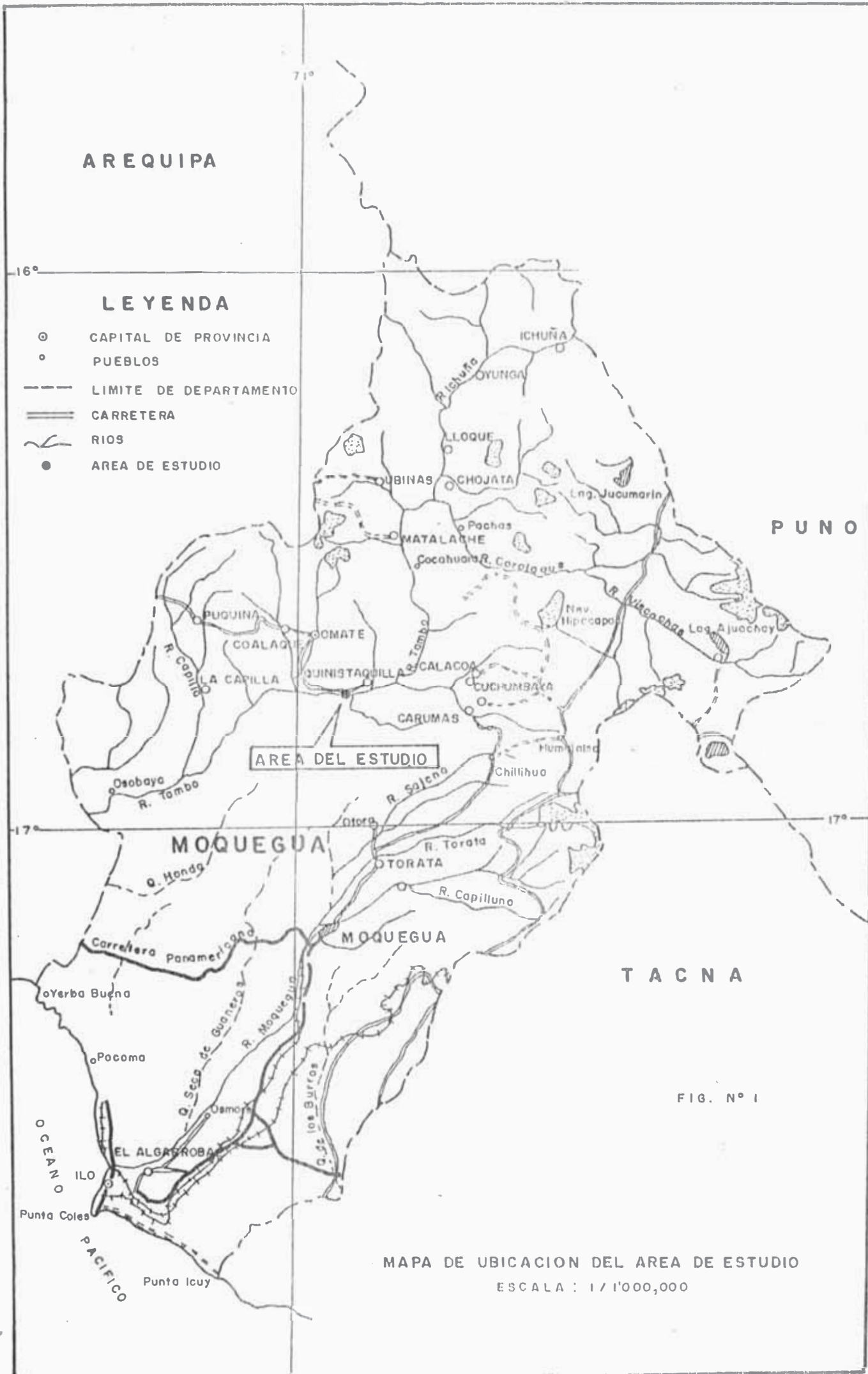


FIG. N° 1

MAPA DE UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO
ESCALA : 1 / 1'000,000

El acceso puede efectuarse desde la capital de la República hasta la ciudad de Arequipa, por vía aérea o por vía terrestre, mediante la carretera Panamericana Sur, siguiendo hasta la ciudad de Moquegua. De Arequipa sale una carretera de tercer orden que pasando por Pocsí, Puquina y Omate llega hasta el sector denominado el "CHORRO" (área del Proyecto) con una longitud aproximada de 156 Km. De la ciudad de Moquegua sale otra carretera de Tercer orden, que pasando por Torata llega hasta el "CHORRO", con una longitud aproximada de 116 Km.

1.7.2 CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS Y CLIMATICAS

El área del Proyecto se ubica dentro de la Unidad fisiográfica regional "Estribaciones de los Andes Occidentales" (W.García - 1978), que se caracteriza por mostrar una superficie accidentada, desarrollada por la profunda incisión practicada por el Río Tambo.

Localmente cabe destacar, la presencia del Cañón del Chorro labrado en depósitos coluviales, producto de un deslizamiento antiguo y rocas hipabisales, que actualmente conforman el lecho del Río en el sector del Cañón.

El clima en la zona es templado en invierno y cálido en verano, las lluvias tienen un período marcado en verano, comenzando en los primeros días de diciembre y terminando en abril. La vegetación cultivada se desarrolla en los distritos y anexos de Omate, Carumas, Coalaque, Quinistaquillas, San Cristobal y Cuchumbaya, existiendo variedad de árboles frutales, cereales, tubérculos, etc.

En las terrazas que presenta el Río Tambo sólo se cul-

tivan plantas forrajeras y algunos cereales.

Durante el verano las precipitaciones pluviales desarrollan una vegetación temporal en los cerros de la zona, que se utilizan como forraje para el ganado.

1.7.3 DEFINICION DEL AREA DE INFLUENCIA

El Proyecto Central Hidráulica de Omate conforma el Pequeño Sistema Eléctrico Omate - Carumas, como centro de Generación que suministrará energía eléctrica a 29 localidades que se ubican en un radio aproximado de 30 Km. de la Central.

1.7.4 POBLACION Y VIVIENDA

Tomando los datos de población de los Censos Nacionales de 1972 y 1981, la población actual de la Microregión Omate y Carumas se estima en 14,000 habitantes, de los cuales 59% corresponden al sector Rural y el 41% al Área Urbana conforme se indica en el Cuadro N° 1.

En las viviendas de tipo familiar predomina la construcción de adobe con techo de calamina, conformando localidades concentradas que facilitarían la electrificación.

CUADRO N° 1

CENSO NACIONAL 1,981

DISTRITO	POBLACION (HABITANT)			VIVIENDA		
	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total
Omate	1491	1551	3042	545	418	872
Coalaque	383	1110	1493	105	265	370
Quinistaqui.	201	247	448	69	57	126
Carumas	1037	2816	3858	933	443	1376
Cuchumbaya	537	1272	1809	433	230	663
San Cristobal	1792	878	2670	667	259	926
TOTAL:	5441	7874	13315	2661	1672	4333

FUENTE: Oficina Nacional de Estadística.

1.7.4.1 MOVIMIENTOS MIGRATORIOS

La tasa de crecimiento poblacional en la Microregión Omate y Carumas según los Censos de 1972 y 1981 es de 0.2%, esto comparamos con el siguiente:

CUADRO N° 2

DPTO.	POBLAC. SEGUN CENSO			TASA CRECIMIENTO % INTERCEN SOS		
	1,961	1,972	1,981	1961-72	1972-81	1961-81
Moquegua	51614	74470	101610	3.39	3.51	3.44

Tasa de crecimiento intercensal del Departamento de Moquegua, cuadro N° 2, observamos que a nivel departamental la Tasa de Crecimiento es alto con relación a la Microregión, esto es a consecuencia de la migración de los pobladores de la Microregión en estudio a las ciudades, en busca de mejores condiciones de vida, sobre todo la juventud que no cuenta en el lugar con centros de preparación.

1.7.5 CONDICIONES DE INFRAESTRUCTURA

a) Sector Educación:

En la Microregión Omate y Carumas existen 24 Colegios de Instrucción Primaria y 6 Colegios de Instrucción Secundaria y 31 locales de Educación Inicial, distribuidos en los pueblos principales y en el sector rural.

Cabe indicar que gran parte de esta población escolar es empleada en faenas agrícolas durante cierta época del año.

b) Servicio de Agua y Saneamiento:

Las poblaciones, en el área de influencia del Proyec

to, aproximadamente el 58% de los Centros Poblados cuentan con un limitado servicio de agua para uso doméstico y desagüe.

c) Servicio de Salubridad:

La población del Pequeño Sistema Eléctrico de Omate Carumas dispone solamente de Postas Médicas, las características de estos Centros Asistenciales se indican en el siguiente cuadro :

CUADRO N° 3

UBICACION	TIPO	PERSONAL PERMANENTE	CAPAC. DEL CENTRO SAL.	SERV. ELECTRICO
Omate	Centro Salud	10	10 camas	con serv.
Quinista-quillas	Posta médica	02	-	" "
Coalaque	" "	02	-	" "
Amata	" "	02	-	no tiene
Carumas	" "	04	-	con serv.
Cuchumbaya	" "	02	-	" "
Calacoa	" "	02	-	" "

d) Servicio Eléctrico:

Este servicio es limitado, escaso y deficiente, el suministro de energía eléctrica a los consumidores se realiza por medio de pequeñas plantas Diesel de 4 a 6 horas diarias, con excepción de Carumas que cuenta con una pequeña Central Hidráulica que funciona sólo 6 horas/día por ser el líquido elemento de priorización agrícola.

Las características de las pequeñas Plantas Generadoras se indican en el siguiente cuadro:

CUADRO No 04

LOCALIDAD	TIPO CENTRAL GENERADORA	POTENCIA KW	POTENCIA EFECTIVA KVA	ESTADO DE CONSERVACION
OMATE	Térmica DIESEL	100 100 125	80 80 100	Buena Buena Regular
COALAUQUE	Térmica DIESEL	11	6	Mala
QUINISTA- QUILLAS	Térmica DIESEL	30	14	Mala
CARUMAS	Hidráulica	29	20	Mala
CUCHUMBAYA	Térmica DIESEL	28	14	Mala
CALACOA	Térmica DIESEL	17	13	Mala

e) Transportes y Comunicaciones:

Fuera de toda discusión, se sabe que las carreteras correos, telégrafos y otros servicios públicos, tienen una gran importancia y una influencia decisiva en el -
desarrollo de las actividades sociales y económicas.

A continuación se describen los principales medios de comunicación:

- Carretera Arequipa - Poesi - Puquina - Omate - Quinistaquillas, de tercer orden.
- Carretera Moquegua - Torata - Omate.
- Carretera Moquegua - Torata - Carumas - Cuchumbaya.
- Carretera Moquegua - Torata - Calacoa.

Al 69% de las localidades que conforman el Pequeño Sistema Eléctrico Omate - Carumas llega carretera. Existe servicio de Radio, Correos, Telégrafos en Omate,

Coahuque, Quinistaquillas, Carumas, Cuchumbaya.

1.7.6 ACTIVIDADES ECONOMICAS

Con el Decreto Supremo N° 073-85-PCM, se prioriza programas de desarrollo Microregional dentro de un modelo de gestión descentralista, promoviendo la participación de las Comunidades y de los Gobiernos Locales, con la finalidad de impulsar el desarrollo económico y social; principalmente promoviendo un plan de desarrollo agropecuario, pequeñas agroindustrias, ganadero y otros.

Agricultura.- En la Microregión, mayormente la agricultura se desarrolla por las lluvias y un porcentaje pequeño bajo riego por gravedad, con la energía eléctrica hay posibilidades de bombear agua a ciertas extensiones de tierras altas y cultivables. La agricultura de subsistencia, característica predominante de las pequeñas ciudades agrícolas, cuya producción contribuye a satisfacer en parte las necesidades primarias del agricultor y cuyos excedentes de producción, después de satisfacer las necesidades domésticas y la demanda local, son vendidas a los mercados regionales.

Los principales productos excedentes que son vendidos fuera de la zona son: maíz, papa, alfalfa, derivados de la vid y otros frutales.

Ganadería.- En esta actividad se establece que su explotación es relativamente empírica, predominando el ganado criollo, siendo muy pocos los ganaderos que disponen de animales selectos especializados en la producción de carne y leche, se ha observado que, con el apoyo técnico y eco-

nómico se incrementaría el abastecimiento de carne a la ciudad de Moquegua, ya que existen condiciones para dicha actividad.

Otras actividades.- Aquí mencionamos al poblador de la Microregión que es trabajador del Estado, que representa un pequeño porcentaje y algunos pobladores se dedican a la artesanía.

Posibles Actividades.- En el valle de Carumas, Cuchumbaya existen vetas de metales, que han estado en explotación, con el impulso del desarrollo de la Microregión es muy posible que se reinicie esta actividad de la pequeña minería.

CAPITULO II

ESTUDIO DEL MERCADO ELECTRICO

2.1 GENERALIDADES

El cálculo estimativo de la demanda de energía es un factor - muy importante que interviene en la determinación del alcance de un Proyecto de Electrificación, conjuntamente con el tiempo que demora la ejecución de las obras, debiéndose corresponder estos dos factores de tal manera que concuerde la terminación del Proyecto con la necesidad de energía del momento, capacitando convenientemente a las centrales para atender el crecimiento inmediato de la demanda. El cálculo de las demandas es también un elemento de juicio para determinar la factibilidad y conveniencia - de ejecutar un Proyecto de esta naturaleza. Por estos motivos - hemos realizado las investigaciones necesarias con la debida cautela durante la etapa de estudios.

2.2 SITUACION ACTUAL DE LAS DEMANDAS Y DEL SUMINISTRO DE CORRIENTE ELECTRICA

Por las visitas que hemos efectuado, sabemos que la mayor parte de la electricidad generada en el área de influencia se realiza por equipos DIESEL, debido a esta situación el costo promedio de la energía es alto, siendo el consumo muy pequeño. Aparte de los centros de consumo existentes, o sea las capitales de Distri

tos, consideramos que es una necesidad primordial, el suministro de energía eléctrica a las demás localidades, ya que es un clamor general, para su desarrollo socio-económico.

Las Plantas en actual servicio, por su baja potencia, no constituyen base para el desarrollo eléctrico de la región desde que las mismas no cubren, siquiera los requerimientos mínimos de esas localidades. Bajo estas condiciones, como es obvio, no existe estructura de interconexión alguna, por lo cual se carece de facilidades de transmisión; así mismo las de distribución son tan escasas que no afectarán en forma alguna la electrificación deseada.

2.3 MERCADO ENERGETICO DE LA MICROREGION

2.3.1 ESTADO SOCIO-ECONOMICO DE LOS FUTUROS USUARIOS

El análisis de la situación actual en base a las encuestas de campo, permite conocer el estado de depresión económica y social en que se desenvuelve la región, por las constantes sequías y falta de un Plan Integral de Desarrollo.

El alumbrado, en las localidades que no tienen servicio eléctrico, se realiza con vela y en algunos casos con lámparas de kerosene.

Los limitados ingresos de los habitantes impiden considerar inicialmente aportes importantes de los futuros usuarios, constituidos en Comités de Electrificación, para la explotación de un sistema eléctrico.

2.3.2 POSIBILIDADES INMEDIATAS DE EMPLEO DE ENERGIA ELECTRICA

Las localidades que actualmente cuentan con servicio eléctrico de inmediato serán absorbidas por el sistema, ya

que esta energía les permitirá utilizar con eficiencia los aparatos electrodomésticos, plancha, radio, etc. y resolverá sus necesidades de alumbrado. Con una buena labor de Promoción y Financiamiento del Banco de la Vivienda (BANVIP) a largo plazo, de las redes de baja tensión; se incrementarían nuevos usuarios al sistema, ya que en la oficina UPE - Tacna existen varias solicitudes de los pobladores, pidiendo electrificación de sus localidades, también se conectarán al sistema en forma inmediata las siguientes cargas: las Escuelas, necesitan niveles apropiados de iluminación para llevar a cabo programas de Promoción Cultural, Social y Económica. Las Postas Médicas. Instalación de bombas de agua para el abastecimiento doméstico. El Comercio Local. El Alumbrado Público.

2.4 EVALUACION Y PROYECCION DE LA DEMANDA MAXIMA

Para la determinación del cálculo estimativo de la demanda se han tomado en cuenta los diversos factores que de una u otra manera influyen en el consumo de energía eléctrica, estos factores son:

Las condiciones socio-económicas, recursos naturales, clima, etc.

La metodología utilizada en la evaluación y proyección del consumo de energía y de la máxima demanda para cada localidad es básicamente similar a la que aparece en el V Proyecto de energía eléctrica del Perú, presentado en 1980 por la firma consultora Canadiense Montreal ENGINEERING (OVERSEAS) Limited - Monenco.

Los parámetros adoptados en las ecuaciones planteadas para la evaluación y proyección de la demanda máxima han sido tomados

del análisis de los datos estadísticos de los centros poblados - que cuentan con energía eléctrica de la región.

En los párrafos siguientes se explica, en forma secuencial, - los criterios y premisas adoptados en el desarrollo del estudio del mercado eléctrico. Los cuales deberán ser aplicados en cada localidad, en forma independiente.

2.4.1 PROYECCION DE LA POBLACION

El crecimiento poblacional (nominalmente censada) total del departamento de Moquegua ha obedecido a un ritmo más acelerado que al Nacional.

Así, para los mismos períodos, se aprecia una mayor tasa de crecimiento media anual, entre los años 1940 y 1961 esta tasa fue de 2.0 por ciento, en el período 1961-1972 la tasa media anual se incrementó significativamente a - 3.4 por ciento (1.5% más que el Nacional) y finalmente alcanzó el 3.5 por ciento en el período 1972 - 1981, uno de los más altos registrados a nivel Nacional.

CUADRO N° 5

MOQUEGUA : POBLACION TOTAL CENSADA Y TASAS DE CRECIMIENTO
1,940, 1,961, 1,972 y 1,981.

AÑO	POBLACION NOMINAL CENSADA (Habitantes)	TASA DE CRECIMIEN- TO MEDIO ANUAL (%)
1940	34,152	
1961	51,614	2.0 %
1972	74,470	3.4 %
1981	101,610	3.5 %

FUENTE: Censos Nacionales Departamento de Moquegua

ELABORADO: Oficina Regional de Estadística de Moquegua.

Las altas tasas de crecimiento medio anual del departamento de Moquegua, tiene un comportamiento diferenciado a nivel Provincial y Distrital, especialmente en el período 1972 - 1981 en donde las provincias de Mariscal Nieto e Ilo, obtienen el 4.4 y 4.8 por ciento respectivamente, mientras que la Provincia de General Sánchez Cerro muestra una tasa negativa de 0.49 por ciento.

Si bien a nivel provincial Mariscal Nieto e Ilo crecen en una tasa alta, en algunos de sus Distritos no sucede así, por el contrario destacan Carumas y Cuchumbaya con tasas negativas de -0.03 y -0.18 por ciento respectivamente en Mariscal Nieto.

Para el pronóstico de la población se adoptarán las siguientes tasas de crecimiento:

- 1% para aquellas poblaciones con tasas menores a 1% o negativas.
- Su misma tasa de crecimiento para aquellas localidades con tasas entre 1% y 2%.
- Para tasas mayores del 2% se adoptó una tasa de crecimiento del 2%.

2.4.2 PRONOSTICO DEL NUMERO DE VIVIENDAS

Para el pronóstico del número de viviendas de cada localidad, se ha tomado como dato de partida el número de viviendas del Censo de 1981, para el pronóstico del número de viviendas se ha utilizado la relación:

$$\text{N}^{\circ} \text{ de viviendas} = \frac{\text{Número de habitantes}}{\text{Habitantes por vivienda}}$$

El valor del denominador se calculó de datos de población del Censo de Población y Vivienda de 1,981 y éste se

ha mantenido inalterable durante todo el período de análisis. Habitantes por vivienda = 4.

2.4.3 PRONOSTICO DEL NUMERO DE ABONADOS DOMESTICOS

El número de abonados domésticos resulta de multiplicar la cantidad de viviendas anteriormente calculada por un coeficiente de electrificación.

DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE ELECTRIFICACION INICIAL

Para determinar el coeficiente de electrificación inicial se han tomado las siguientes consideraciones:

- Concentración de las viviendas aproximada 80 por ciento en un determinado lugar de la localidad.
- Los pobladores organizados financian el costo total de las redes de distribución secundaria (Baja Tensión) que comprende el alumbrado Público, servicio particular y conexiones domiciliarias. ELECTROPERU S.A. gestiona el préstamo por autorización del Comité de Electrificación de la localidad. El financiamiento coordinado con ELECTROPERU S.A. es más ventajoso, por ser los Proyectos de Electrificación de interés social consigue tasas de interés mucho más bajas, además se encargará de realizar la gestión ante la entidad crediticia Financiera (BANVIP) que otorgará el Préstamo para ejecutar las obras.

La entidad Financiera Banco de la Vivienda del Perú (BANVIP) exige como mínimo el 80% de contratos del global de usuarios considerados en el Proyecto de Electrificación.

Con estas premisas se ha determinado los siguientes valores en cada una de las localidades en estudio:

- El coeficiente de electrificación inicial 0.65.
- Se observa que en los primeros cuatro años el coeficiente de electrificación crece en forma más acelerada, es debido a la promoción eficiente de los Promotores de la Unidad de Proyectos de Electrificación (UPE).
- Luego crece porque la generación de energía está garantizada.
- El coeficiente de electrificación al año veinte en ningún caso superará a 0.85, según se muestra en la Tabla.

AÑO	Ce
1	0.650
2	0.673
3	0.693
4	0.711
5	0.727
6	0.741
7	0.754
8	0.766
9	0.776
10	0.786
11	0.795
12	0.803
13	0.810
14	0.817
15	0.824
16	0.830
17	0.835
18	0.840
19	0.845
20	0.850

2.4.4 PRONOSTICO DEL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA POR PARTE DEL SECTOR DOMESTICO

Para estimar este consumo, la función matemática de mejor ajuste resulta ser la de tipo potencial. Es decir de la forma:

$$Y = a x^b$$

en donde:

$$Y = \frac{\text{Consumo anual del Sector Doméstico}}{\text{Número de Abonados Domésticos}}$$

X= Número de Abonados Domésticos

a, b= Parámetros de la ecuación.

Dado que algunas localidades del área cuentan con energía eléctrica, se estimará los parámetros de la ecuación teniendo en cuenta el consumo unitario de energía según datos estadísticos Cuadro N° 6, elaborado por ELECTROSUR.

Luego, con la aplicación de esta ecuación se obtiene directamente el consumo unitario del Sector Doméstico para cualquier año. El consumo unitario anual por parte del sector doméstico se obtiene de multiplicar el consumo unitario (y) anteriormente calculado por su número de abonados domésticos (x) respectivo.

2.4.5 PRONOSTICO DEL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA POR PARTE DEL SECTOR ALUMBRADO PUBLICO

- Para estimar este consumo se ha visitado las localidades que conforman el P.S.E. y mediante la apreciación en sitio se ha determinando el consumo de energía eléctrica inicial y se ha proyectado este consumo según las consideraciones de tipo socio-económico, peculiar de cada localidad en estudio.

2.4.6 PRONOSTICO DEL CONSUMO COMERCIAL

Se ha estimado en un diez por ciento del consumo de energía eléctrica por parte del Sector Doméstico y según las consideraciones del tipo socio-económico se ha aumentado el porcentaje para el pronóstico de consumo en este rubro.

CUADRO N° 6

RESUMEN INFORMACION ESTADISTICA 1,985

FACTURACION DE ENERGIA KWH

TIPO DE CONSUMO	YACANGO		TORATA		CARUMAS		CALACOA		CUCHUMBAYA		OMATE		PUQUINA		COALAOQUE		QUINISTAQ.	
	X	KWH	X	KWH	X	KWH	X	KWH	X	KWH	X	KWH	X	KWH	X	KWH	X	KWH
ALUMBRADO PUBLICO	1	2351	1	3859	1	1234	1	270	1	229	1	1620	1	776	1	648	1	525
20 Residencial	37	1110	86	2580	26	780	-	-	-	-	52	1560	36	1080	-	-	6	180
21 Residencial	28	1377	74	5136	7	323	-	-	-	-	9	333	11	627	-	-	-	-
22 Res.Pensión Fija	1	30	5	116	95	2471	60	1740	38	960	110	5010	155	3513	35	756	35	876
23 Residencias	-	-	1	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sub total	66	2517	166	7862	128	3574	60	1740	38	960	171	6903	202	5220	55	756	35	876
30 Industrial Menor	-	-	1	737	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Minera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sub total	-	-	1	737	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40 Comercial Menor	-	-	10	577	-	-	-	-	-	-	1	30	1	51	-	-	-	-
41 Comerc.PensiónF	-	-	4	60	-	-	-	-	-	-	-	-	1	30	-	-	-	-
Sub total	-	-	14	637	-	-	-	-	-	-	1	30	2	81	-	-	-	-
50 Uso General	2	92	4	560	3	242	2	72	1	60	4	486	9	378	1	30	2	48
X= Número Abonados																		

2.4.7 PRONOSTICO DEL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA USOS GENERALES

Se considera como cargas de usos generales, la demanda eléctrica correspondiente a Escuelas, Colegios, Postas Médicas, Iglesias, Cinemas, Comisarías, etc., se ha estimado de acuerdo a las estadísticas y observaciones del área del Proyecto que estimamos en un diez por ciento del consumo del sector doméstico.

2.4.8 PRONOSTICO DEL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA INDUSTRIAL MENOR

En este rubro están considerados las posibles pequeñas industrias y artesanías que están instaladas y las que se instalarían en las localidades que cuentan con recursos propios, inicialmente se ha estimado en un cinco por ciento del consumo del sector doméstico y según observaciones en situ, se ha aumentado el porcentaje para el pronóstico de consumo en este rubro.

2.4.9 PRONOSTICO DEL CONSUMO NETO TOTAL

Es la sumatoria de los consumos de cada uno de los sectores antes descritos.

2.4.10 PRONOSTICO DE LA ENERGIA DISTRIBUIDA

Es el que se obtiene de sumar el consumo neto total - las correspondientes pérdidas de energía en la distribución. Estas pérdidas a nivel de distribución han sido estimadas en seis por ciento del consumo neto total, en todos los casos se estima un factor de pérdidas constante durante todo el período de análisis.

2.4.11 PRONOSTICO DE LA ENERGIA TOTAL REQUERIDA

Es el que se obtiene de sumar el total de energía distribuida las correspondientes pérdidas de energía en la transmisión. Estas pérdidas han sido estimadas en 1.34 por ciento inicialmente y 2.4 por ciento finalmente, de la energía distribuida.

2.4.12 PRONOSTICO DE LA MAXIMA DEMANDA DE POTENCIA DE SERVICIOS

La máxima demanda resulta de la suma aritmética de la máxima demanda de cada Sector. Se calcula a partir del consumo de energía y el número de horas de utilización (Basado en la duración diaria del servicio eléctrico y de la importancia relativa que tenga cada localidad.

Para la Microregión se han asumido los siguientes valores:

LOCALIDAD	<u>HORAS DE UTILIZACION ANUAL</u>
	AÑOS : 20
A	1900 - 2100
B	1600 - 1800
C	1400 - 1600

El criterio para clasificar las localidades en tipos A B y C, es en función de la cantidad de habitantes que tendrían al año 2006, y a consideraciones de tipo socio económico, peculiar de cada localidad en estudio.

LOCALIDAD	NUMERO DE HABITANTES AÑO (2006)
A	Más de 1,000 y/o con servicio electrico
B	de 500 a 1,000
C	menos de 500.

2.4.13 PRONOSTICO DE MAXIMA DEMANDA DE ALUMBRADO PUBLICO

La máxima demanda de alumbrado Público, se calcula a partir del consumo de energía y el número de horas de utilización anual (3650 horas).

2.4.14 PRONOSTICO DE LA MAXIMA DEMANDA NETA

Es la sumatoria de la máxima demanda de potencia de servicios y la máxima demanda de alumbrado Público.

2.4.15 PRONOSTICO DE LA MAXIMA DEMANDA DISTRIBUIDA

Es el que se obtiene de sumar a la máxima demanda neta las correspondientes pérdidas en potencia en la distribución. Estas pérdidas a nivel de distribución se han estimado en trece por ciento de la potencia neta, este factor permanecerá constante durante todo el período de análisis

2.4.16 PRONOSTICO DE LA POTENCIA REQUERIDA

Es el resultado de sumar a la máxima demanda distribuída las correspondientes pérdidas de potencia en la transmisión, estas pérdidas han sido estimadas en tres por ciento inicialmente y cinco por ciento finalmente de la máxima demanda distribuída.

2.4.17 PRONOSTICO DE LA MAXIMA DEMANDA REQUERIDA POR EL SISTEMA

Es el resultado de la suma aritmética de la potencia requerida de cada una de las localidades que conforman la Microregión, multiplicado por un factor de simultaneidad entre localidades, asumido como 0.848.

CUADRO N° 7

INFORMACION BASICA DEL SISTEMA
SISTEMA P.S.E. OMATE

NUMERO DE LOCALIDADES : 29 REGION SUR OESTE DEPARTAMENTO : MOQUEGUA PROV.: SANCHEZ CERRO
INC.DEM. REAL 0.52% CART. IGM.
IND.DEM.ASUM. 1.37% FACTOR SIMULT. ENTRE LOCALIDADES 0.848

LOCALIDAD	CATEGORIA	POBLACION 1981	FAMILIAS 1981	IND.DEMOGRAF.% REAL ASUM.	TIPO DE SERVICIO	POTENCIA TERMICA KW	ACCESIBILIDAD POR
OMATE	CAP.DE PROV	1200	287	2.00	con servicio	200	0
COGRI	ANEXO	189	40	2.00	sin servicio	0	0
QUINISTACAS	PUEBLO	248	59	-2.20	sin servicio	0	0
CHALLAHUAYO	ANEXO	285	61	1.40	sin servicio	0	0
ESCOBAYA	ANEXO	107	30	-2.70	sin servicio	0	0
SAN FRANCISCO	ANEXO	121	33	0.0	sin servicio	0	0
LINDAYPAMPA	ANEXO	106	25	1.00	sin servicio	0	0
LAJE	ANEXO	134	23	1.00	sin servicio	0	0
COALAUQUE	CAP.DE DIST	283	91	-4.20	con servicio	11	0
AMATA	ANEXO	306	56	2.00	sin servicio	0	0
ESTANQUE	ANEXO	130	34	2.00	sin servicio	0	0
DOLORES	ANEXO	135	29	1.50	sin servicio	0	0
QUINISTAQUILL	CAP.DE DIST	201	50	1.20	con servicio	30	0
CALACOA	CAP.DE DIST	1491	385	2.00	con servicio	17	0
SN.CRISTOBAL	PUEBLO	294	73	-8.20	sin servicio	0	0
SIJUAYA	ANEXO	158	41	0.90	sin servicio	0	0
MUYLAQUE	CASERIO	414	109	0.60	sin servicio	0	0
CUCHUMBAYA	CAP.DE DIST	528	151	-0.70	con servicio	28	0
HUATALAQUE	ANEXO	167	42	0.30	sin servicio	0	0
SACUAYA	ANEXO	595	142	0.40	sin servicio	0	0
YOJO	ANEXO	146	30	-3.10	sin servicio	0	0
SOQUEZANE	ANEXO	135	33	2.00	sin servicio	0	0

LOCALIDAD	CATEGORIA	POBLACION 1981	FAMILIAS 1981	IND.DEMOGRAF.% REAL ASUM.	TIPO DE SERVICIO	POTENCIA INSTALADA KW TERMICA HIDRAUL.	ACCESIBILI- DAD POR
QUEBAYA	ANEXO	116	44	1,00	sin servicio	0	cam.herradu.
CARUMAS	CAP.DE DIST	635	184	0.90	con servicio	0	carre.afirm.
ATASPAYA	CASERIO	235	60	-2.40	sin servicio	0	cam.herradu.
SOMOA	CASERIO	393	135	-3.90	sin servicio	0	cam.herradu.
CAMBRUNE	ANEXO	1063	262	0.90	sin servicio	0	carre.afirm.
SAILAPA	ANEXO	369	95	1.50	sin servicio	0	carre.afirm.
SOLAJO	PUEBLO	375	94	-0.30	con servicio	0	carre.afirm.

CUADRO N° 8

CONSUMO DE ENERGIA DEL SISTEMA EN KWH

SISTEMA P.S.E. OMATE

NUMERO DE LOCALIDADES: 29	REGION SUR OESTE					DEPARTAMENTO : MOQUEGUA					PROV. SANCHEZ CERRO				
	A	N	O	S		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
POBLACION						1864	3378	7307	10126	12105	12273	12444	12615	12792	12970
						13152	13338	13522	13714	13906	14102	14299	14499	14705	14915
NUMERO DE FAMILIAS						443	806	1785	2477	2931	2969	3012	3055	3098	3139
						3184	3225	3272	3318	3366	3415	3460	3509	3559	3608
NUMERO DE ABONADOS RES.						288	543	1110	1605	1960	2048	2129	2213	2288	2362
						2434	2500	2571	2541	2705	2772	2835	2899	2963	3026
HORAS DE UTILIZACION						1864	1796	1898	1957	2078	2097	2113	2131	2147	2163
DE SERVICIOS						2179	2196	2211	2230	2245	2264	2280	2295	2311	2326
HORAS UTILIZACION						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CARGAS ESPECIALES						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CONSUMO SERVICIOS						128974	224332	452059	615202	739427	792609	844488	897022	947999	997894
RESIDENCIAL						1048186	1096570	1149455	1200956	1250167	1303427	1355913	1408554	1462221	1515195
COMERCIAL						12897	22432	45207	61522	73944	82703	88127	98868	104567	110149
						115781	121253	127159	141158	147067	165656	172621	179547	186700	193641
USO GENERAL						12897	22432	45207	61522	73944	79264	84449	89705	94802	99792
						104821	109661	114948	120100	125015	130347	135596	140857	146226	151521
INDUST. MENOR						6448	11217	22604	30761	36969	43068	45903	54015	57170	60253
						63366	66418	69685	31106	34560	100485	104824	109117	113585	117878

A Ñ O S	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
CONS.ALUMBRADO PUBLICO	20950	37240	83690	111580	129940	131660	133590	135530	137470	139330
	141350	143220	145340	147420	149580	151790	153850	156060	158330	160550
CONS.CARGAS ESPECIALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ENERGIA VENDIDA	182166	317653	648757	830587	1054224	1129304	1196557	1275140	1342008	1407418
	1473504	1537122	1606587	1690740	1756389	1851705	1922804	1994135	2067062	2138785
PERDIDAS EN DISTRI- BUCION	10930	19059	38925	52335	63255	67760	71792	76509	80523	84445
	88410	92227	96394	101443	105382	111103	115368	119648	124023	128328
TOTAL ENERGIA DISTRI- BUIDA	193096	336712	687692	933422	1117479	1197064	1268349	1351649	1422531	1491863
	1561914	1629349	1702981	1792133	1861771	1962808	2038172	2113783	2191085	2267113
PERDIDAS EN TRANSMI- SION	2595	4630	9971	14114	17778	19669	21503	23628	25620	27661
	29793	31960	34323	37105	39557	42799	45567	48428	51418	54466
TOTAL ENERGIA REQUE- RIDA	195691	341342	697663	947536	1135257	1216733	1289852	1375277	1448151	1519524
	1591707	1661309	1737304	1829288	1901328	2005607	2083739	2162211	2242503	2321579

A Ñ O S	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
MAXIMA DEMANDA NETA	92.2	166.3	320.7	423.5	480.4	511.9	539.6	571.9	598.6	624.4
	650.1	674.1	700.7	732.6	756.8	792.4	818.0	843.5	869.3	894.4
PERDIDAS EN DISTRI- BUCION	12.1	22.0	41.7	54.5	60.6	64.5	67.8	71.8	75.0	78.0
	81.1	93.9	87.0	90.7	93.5	97.7	100.6	103.5	106.4	109.3
MAXIMA DEMANDA DIS- TRIBUIDA	104.3	188.4	362.4	478.0	541.1	576.4	607.4	643.6	673.6	702.4
	731.2	758.0	787.7	323.3	850.4	890.1	918.7	947.0	975.8	1003.7
PERDIDAS EN TRANS- MISION	3.1	5.8	11.6	15.9	18.5	20.3	22.1	24.1	25.9	27.7
	29.6	31.5	33.6	36.0	38.0	40.8	43.0	45.4	47.8	50.2
TOTAL POTENCIA	107.4	194.2	374.0	493.9	559.6	596.7	629.5	667.7	699.5	730.1
REQUERIDA	760.8	789.5	821.3	869.3	888.4	930.9	961.7	992.4	1023.5	1053.9

CUADRO N° 10
 REQUERIMIENTOS ANUALES DE ENERGIA -K W H-
 DE LAS LOCALIDADES DEL SISTEMA
 SISTEMA P.S.E. OMATE

LOCALIDAD	DISTRITO	REGION SUR OESTE		DEPARTAMENTO: MOQUEGUA		PROV.: SANCHEZ CERRO					
		1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996	1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996	1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996	1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996	1991 1992 1993 1994 1995 1996	1992 1993 1994 1995 1996				
OMATE	OMATE	166370 339162	182614 358320	198113 376017	214262 413477	231004 432832	254061 454813	270818 477286	286360 500249	304108 523704	320488 545275
COGRI	OMATE	11539 18842	12449 19370	18375 19903	13365 20437	14815 21475	15317 22566	15822 23115	16801 23670	17316 24226	17835 25347
QUINISTACAS	OMATE	0 24438	17740 25516	18741 26079	19752 26604	20242 27172	21272 27744	21771 28278	22821 28854	23370 29436	23882 30016
CHALLAHUAYO	OMATE	0 27872	19350 28447	20369 29563	21399 30143	22443 31316	23497 32455	24051 33050	25124 33647	26206 34245	26773 35408
ESCOBAYA	OMATE	0 8899	9307 9307	9307 9307	9763 9763	9763 9763	9763 9763	10647 10647	10647 10647	10647 10647	11115 11115
SN. FRANCISCO	OMATE	0 9847	0 10731	0 10731	0 10731	7746 11200	8140 11634	8984 11634	8984 12109	9392 12109	9847 12551
LINDAYPAMPA	OMATE	0 7970	0 8410	0 8410	0 8814	6385 9264	6764 9264	6764 9264	7147 9264	7577 9720	7970 10139
LAJE	OMATE	0 9349	0 9349	0 9763	0 10224	7274 10224	7662 10689	8097 10689	8495 11115	8495 11591	8941 11591
COALAUQUE	COALAUQUE	15187 32052	16710 33374	18346 36077	20106 37508	21941 40440	23951 40440	25024 43529	27230 45154	29574 46821	29574 48528

LOCALIDAD	DISTRITO	1987 1997	1988 1998	1989 1999	1990 2000	1991 2001	1992 2002	1993 2003	1994 2004	1995 2005	1996 2006
AMATA	COALAQUE	0	0	0	0	19393	20946	21983	23033	24650	25728
		26858	27956	29109	30270	31400	32582	33774	34931	36142	37360
ESTANQUE	COALAQUE	0	0	0	0	10059	10943	11412	12321	12806	13248
		13738	14232	14730	15694	16203	16716	17231	17750	18757	19286
DOLORES	COALAQUE	0	0	0	0	8182	8580	9026	9434	9890	10309
		10774	10774	11242	11676	12152	12636	12636	13568	13568	14062
QUINISTAQUILL.	QUINISTAQUILLAS	0	14879	16769	18808	19864	21003	23357	24574	25874	28556
		29984	29984	32920	34475	34475	37678	39367	41100	42880	44662
CALACOA	SAN CRISTOBAL	0	0	134008	152848	171821	190762	208545	234513	253102	272303
		290907	309990	330797	349607	368868	406549	428952	450358	473638	495909
SAN CRISTOBAL	SAN CRISTOBAL	0	32077	0	23879	25463	25983	27070	28168	29278	30398
		31523	32077	32667	33316	34415	35578	36184	37360	37971	39161
SIJUAYA	SAN CRISTOBAL	0	0	0	0	11497	11973	12406	13333	13333	13780
		14274	14730	15232	15694	16203	16203	17189	17189	17707	17707
MUYLAQUE	SAN CRISTOBAL	0	0	0	0	37766	39519	41291	43083	44933	46761
		48004	49254	50510	52431	53706	54990	56280	57617	58922	59596
CUCHUMBAYA	CUCHUMBAYA	0	0	28769	32249	35981	39220	43322	46153	49849	52874
		56029	58429	61731	64242	67688	70351	73016	75769	78567	81369
HUATALAQUE	CUCHUMBAYA	0	0	0	12015	12449	13375	13375	14316	14772	15275
		15737	16246	16246	17261	17231	17750	17750	18757	18757	19286
SACUAYA	CUCHUMBAYA	0	0	0	33334	41540	43691	45932	48216	49936	51725
		54117	55329	57786	59678	60936	62868	64821	66163	67472	69479
YOJO	CUCHUMBAYA	0	0	0	7746	8140	8537	8984	9392	9392	9847
		10266	10731	10731	11158	11634	11634	11634	12109	12551	12551

LOCALIDAD	DISTRITO	1987 1997	1988 1998	1989 1999	1990 2000	1991 2001	1992 2002	1993 2003	1994 2004	1995 2005	1996 2006
SOQUEZANE	CUCHUMBAYA	0 14730	0 15232	0 16203	10521 15716	10943 17231	11412 17750	12321 18274	12806 18799	13290 19818	14232 20352
QUEBAYA	CUCHUMBAYA	0 9805	0 9805	0 10689	7704 10689	8097 10689	8097 11158	8537 11158	8941 11591	8941 12067	9805 12067
CARUMAS	CARUMAS	0 114041	72970 118754	77334 123573	82881 126331	88115 131881	92137 136989	97697 140490	102020 145779	106445 149404	110979 154876
ATASPAYA	CARUMAS	0 23924	0 24431	0 25559	18301 25559	19266 26646	20284 27214	20776 27744	21814 28320	22359 28897	22863 29479
SOMOA	CARUMAS	0 45315	0 46549	0 47792	34622 49042	36341 50340	38081 51606	39265 52876	41079 53536	42871 54820	44089 56152
CAMBRUME	CARUMAS	0 183525	0 189585	129162 194705	136252 200923	142516 205116	149815 219342	156312 224854	166645 229324	172539 234960	178492 239486
SAILAPA	CARUMAS	0 46591	0 47835	0 49127	33430 51035	35737 52961	37469 54284	39265 56237	41079 57575	42871 59554	44721 60231
SOLAJO	CARUMAS	0 43330	0 44552	32206 45782	33898 47665	35610 48310	37342 49562	38523 50213	39712 51479	40910 52134	42116 54072

ENERGIA REQUERIDA POR		195691	341342	697663	947536	1135257	1216733	1289852	1375277	1448151	1519524
EL SISTEMA		1591707	1661309	1737304	1829238	1901328	2005607	2083739	2162211	2242503	2321579

CUADRO N° 11

REQUERIMIENTOS ANUALES DE POTENCIA - KW -
DE LAS LOCALIDADES DEL SISTEMA

SISTEMA P.S.E. OMATE

LOCALIDAD	DISTRITO	REGION SUR OESTE		DEPARTAMENTO : MOQUEGUA							PROV.: SANCHEZ CERRO		
		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996		
OMATE		78.4	97.3	105.3	113.5	122.1	133.9	142.2	149.7	158.4	166.2		
		175.2	184.3	192.5	211.0	219.9	230.0	240.3	250.7	261.3	270.8		
COGRI		8.0	8.6	9.2	9.5	10.1	10.4	10.7	11.3	11.6	11.9		
		12.5	12.7	13.0	13.3	13.9	14.5	14.8	15.1	15.3	15.9		
QUINISTACAS		12.0	12.4	13.0	13.7	14.0	14.6	14.9	15.5	15.8	16.1		
		16.3	17.0	17.2	17.5	17.8	18.0	18.3	18.5	18.8	19.0		
CHALLAHUAYO		0.0	13.5	14.2	14.9	15.5	16.2	16.5	17.1	17.8	18.0		
		18.7	19.0	19.6	19.9	20.5	21.2	21.4	21.7	21.9	22.5		
ESCOBAYA		0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	4.9	5.2	5.5	5.7	5.7		
		5.9	6.2	6.2	6.4	6.4	6.3	6.9	6.9	6.8	7.1		
SAN FRANCISCO		0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	5.6	6.1	6.1	6.4	6.6		
		6.6	7.2	7.1	7.1	7.3	7.6	7.5	7.8	7.8	8.0		
LINDAYPAMPA		0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	4.6	4.6	4.8	5.1	5.4		
		5.3	5.6	5.5	5.8	6.1	6.0	6.0	5.9	6.2	6.5		
LAJE		0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	5.2	5.5	5.8	5.7	6.0		
		6.3	6.2	6.5	6.7	6.7	7.0	6.9	7.2	7.4	7.4		
COALAUQUE		9.0	9.9	10.9	12.0	13.1	14.3	14.9	16.2	17.6	17.5		
		19.0	19.6	21.2	21.9	23.6	23.4	25.2	26.0	26.8	27.7		

LOCALIDAD	DISTRITO	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
AMATA	COALAQUE	0.0	0.0	0.0	0.0	13.6	14.6	15.3	15.9	17.0	17.6
		18.3	19.0	19.6	20.3	21.0	21.6	22.3	22.9	23.6	24.2
ESTANQUE	COALAQUE	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	7.5	7.8	8.4	8.7	9.0
		9.3	9.5	9.8	10.4	10.7	11.0	11.2	11.5	12.1	12.4
DOLORES	COALAQUE	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	5.9	6.1	6.4	6.7	7.0
		7.2	7.2	7.5	7.7	8.0	8.3	8.2	8.8	8.7	9.0
QUINISTAQUILL.	QUINISTAQUILLAS	0.0	9.1	10.3	11.6	12.2	12.8	14.3	15.0	15.7	17.3
		18.1	18.0	19.7	20.5	20.4	22.2	23.1	24.0	24.9	25.8
CALACOA	SAN CRISTOBAL	0.0	0.0	68.9	78.9	88.9	98.8	108.0	121.4	130.8	140.3
		149.5	158.8	168.9	177.8	186.9	205.5	216.0	225.8	236.5	246.6
SAN CRISTOBAL	SAN CRISTOBAL	0.0	0.0	0.0	16.8	17.8	18.1	18.8	19.4	20.1	20.8
		21.4	21.7	21.9	22.6	22.8	23.5	23.7	24.4	24.6	25.3
SIJUAYA	SAN CRISTOBAL	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	8.2	8.5	9.1	9.1	9.3
		9.6	9.9	10.2	10.4	10.7	10.6	11.2	11.2	11.4	11.4
MUYLAQUE	SAN CRISTOBAL	0.0	0.0	0.0	0.0	26.8	27.9	29.0	30.1	31.3	32.4
		33.0	33.7	34.4	35.5	36.1	36.8	37.4	38.0	38.7	38.9
CUCHUMBAYA	CUCHUMBAYA	0.0	0.0	17.0	19.2	21.5	23.5	26.0	27.7	29.8	31.6
		33.4	34.7	36.5	37.8	39.7	41.1	42.5	43.9	45.3	46.7
HUATALAQUE	CUCHUMBAYA	0.0	0.0	0.0	8.3	8.6	9.2	9.1	9.8	10.0	10.3
		10.6	10.9	10.8	11.4	11.3	11.6	11.5	12.1	12.0	12.3
SACUAYA	CUCHUMBAYA	0.0	0.0	0.0	23.6	25.2	26.4	27.7	29.0	29.9	30.9
		32.2	32.7	34.1	35.0	35.6	36.5	37.5	38.1	38.6	39.6
YOJO	CUCHUMBAYA	0.0	0.0	0.0	5.3	5.6	5.8	6.1	6.4	6.3	6.6
		6.3	7.1	7.1	7.3	7.6	7.5	7.5	7.8	8.0	8.0

2.5 IMPLEMENTACION DEL P.S.E. OMATE CARUMAS

Durante el tiempo que dure la etapa de revisión, aprobación, - búsqueda de financiamiento y construcción de la Central Hidráulica se adelantará el tendido de Líneas de Sub Transmisión, Líneas de Sub Sistema de distribución Primaria, Líneas de Sub Sistema de Distribución Secundaria por etapas.

a. Primera Etapa.-

En el año de 1986 se abanzará en la zona de Omate con el tendido de las Líneas. La Fuente de Financiamiento es el D.L. 163 y beneficiará a las siguientes localidades:

1. Omate - Quinistacas - Challahuayo
2. Omate - Cogli - Coalaque.

El Centro de Generación estará ubicado en la Central Térmica de Omate, que esta equipada con :

- 2 Grupos Volvos de 100 KW cada uno.
- 1 Grupo Sister de 125 KW

b. Segunda Etapa.-

Esta etapa contempla la implementación del tendido de líneas en el año de 1987, con Fondos provenientes del D.L. 163 para beneficiar a las siguientes localidades:

1. Carumas - Solajo - Cambrune - Saylapa - Somoa.
2. Carumas - Ataspaya - Sacuaya - Huatalaque - San Cristobal - Cuchumbaya - Quebaya - Calacoa.

El Centro de Generación estará ubicado en la localidad de Carumas.

Carumas cuenta con una Mini Central Hidráulica de 29 KW, en estado de conservación malo. Aquí se afianzará la generación, - instalando un Grupo Térmico de 350 KW para atender a las loca-

lidades antes mencionadas.

El P.S.E. Omate - Carumas se observa en el Gráfico Nº 5 .

c. Tercera Etapa.-

En esta etapa se implementará el tendido de líneas a las localidades que no han sido beneficiadas en las dos etapas anteriores.

El planteamiento de implementación por etapas del P.S.E. Omate - Carumas se debe a:

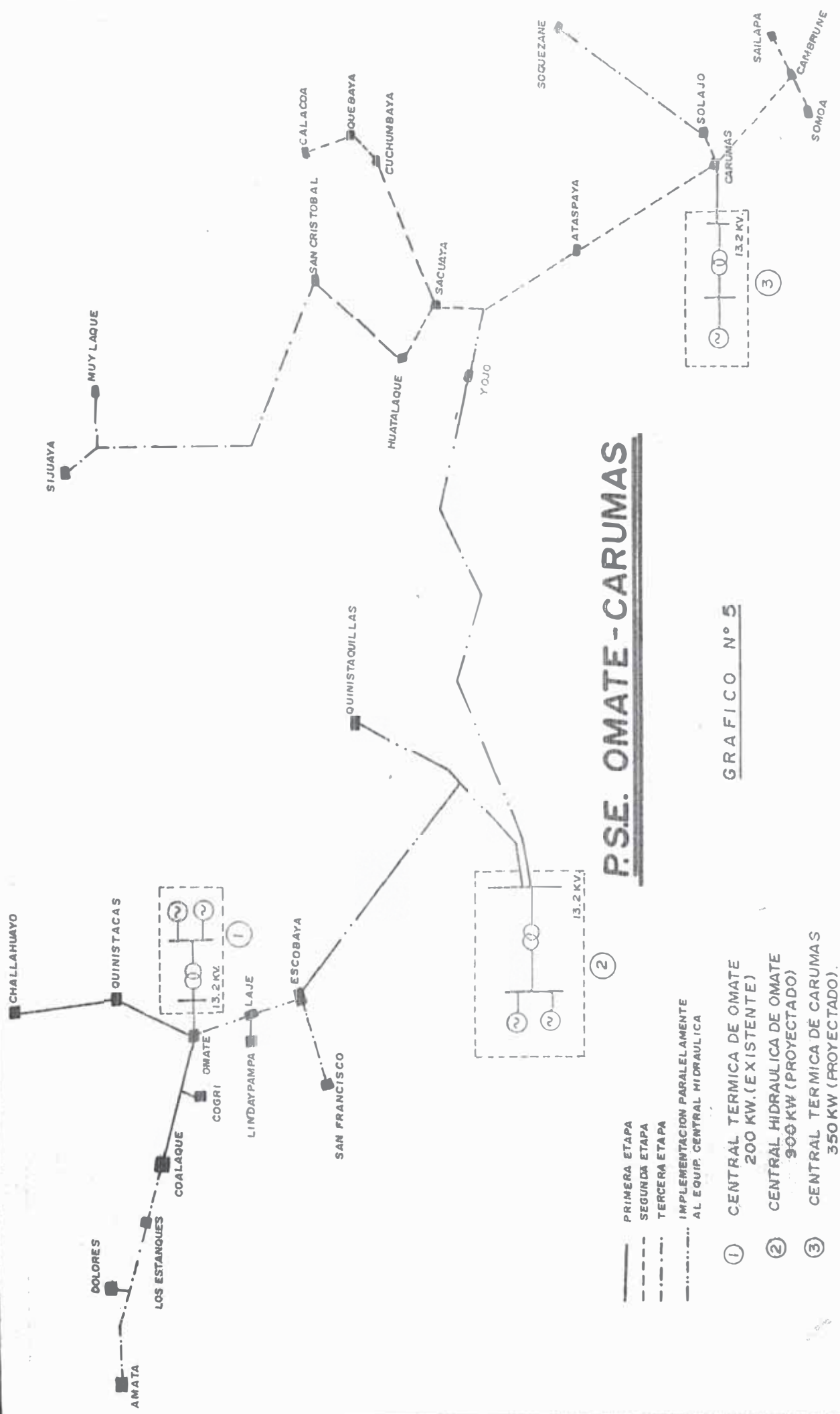
- Las poblaciones de las Microregiones deben ser atendidos en corto tiempo con la electrificación.
- La Central Hidráulica Omate entrará en operación en el año de 1990 (Supuestamente).
- Los recursos, en este caso el D.L. 163, no son suficientes para cubrir el costo de la obra en una sola etapa y en corto tiempo.

2.6 ACOPLAMIENTO ELECTRICO DE LAS CENTRALES

Para cubrir la Máxima Demanda del P.S.E. Omate - Carumas se acoplará eléctricamente la Central Hidráulica de Omate con la Central Térmica de Omate y/o Central Térmica de Carumas.

En la implementación por etapas, se preparará el Pequeño Sistema Electrico para que opere en forma interconectado.

Para este fin se tomara la debida consideración en seleccionar los equipos que serán instalados en el patio de llaves de las Centrales Térmicas de Omate y Carumas.



P.S.E. Omate - CARUMAS

GRAFICO N° 5

- PRIMERA ETAPA
- - - SEGUNDA ETAPA
- · - · - TERCERA ETAPA
- · · · · IMPLEMENTACION PARALELAMENTE AL EQUIP. CENTRAL HIDRAULICA

- ① CENTRAL TERMICA DE Omate
200 KW. (EXISTENTE)
- ② CENTRAL HIDRAULICA DE Omate
900 KW (PROYECTADO)
- ③ CENTRAL TERMICA DE CARUMAS
350 KW (PROYECTADO)

CAPITULO III

HIDROLOGIA Y GEOLOGIA

3.1 HIDROLOGIA

3.1.1 GENERALIDADES

La región de estudio del Departamento de Moquegua se ca caracteriza, entre otros aspectos, por una extremada escasez de recursos hídricos.

El estado actual del conocimiento del potencial de los recursos hídricos de escurrimiento superficial de dicha región es parcial, concentrándose la mayor parte de la información existente en los puntos de aprovechamiento, exis- - tiendo muchas áreas con poca o ninguna información.

El estudio se enmarca en la necesidad de proporcionar - al Proyecto la información hidrológica requerida para esta - blecer la potencialidad del recurso hídrico.

3.1.2 OBJETIVO

El objetivo del estudio es el establecer la disponibili - dad de los recursos hídricos superficiales en la cuenca - del Río Tambo, teniendo en cuenta su variabilidad anual interanual.

3.1.3 DESCRIPCION GENERAL DEL ESTUDIO

Para la realización del presente estudio, se ha recopi-

lado toda la información pluviométrica e hidrométrica existente en el área de estudio, así como la información de evaporación de las partes altas. Asimismo, se efectuó una recopilación de los estudios y Proyectos existentes vinculados al tema, entre los cuales cabe destacar el Estudio elaborado por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) en 1,984, denominado "INVENTARIO REGIONAL DE AGUAS SUPERFICIALES DEL SUR DEL PERU.

En el mencionado estudio incluye la cuenca del Río Tambo objeto del presente estudio.

El estudio elaborado por ONERN proporciona una metodología o procedimiento que permite establecer la disponibilidad de agua de escurrimiento superficial en cualquier punto de la cuenca estudiada, de manera que tal información pueda ser utilizada para los fines del Proyecto de aprovechamiento hidráulico.

3.1.4 HIDROLOGÍA DEL RÍO TAMBO

La cuenca del Río Tambo tiene una extensión total de 13,361 Km², de la cual 8,149 Km² corresponden a la denominada cuenca húmeda o imbrífera, llamada así por encontrarse por encima de los 3,900 m.s.n.m., límite inferior fijado al área que se estima contribuye sensiblemente al escurrimiento superficial.

La Cuenca del Río Tambo cuenta en la actualidad, en funcionamiento, con 02 estaciones de aforo en la cuenca alta: Pasto grande y Tocco, instaladas y operadas por la Southern Perú Cooper Corporation (SPCC). En la cuenca Baja existe la estación de aforos la Pascana, instalada y operada por la -

CUADRO N° 12
DESCARGAS MEDIAS MENSUALES DEL RIO TAMBO EN LA PASCANA
(m³/seg.)

AÑO	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	MEDIA ANUAL
1961-62	12.55	9.63	17.55	52.05	167.94	136.18	144.13	51.67	26.57	20.02	19.05	16.73	55.65
1962-63	14.06	9.41	7.71	24.76	121.10	291.79	91.31	44.65	33.84	27.71	24.24	20.02	57.70
1963-64	24.01	13.35	8.61	42.39	34.66	65.62	56.50	37.38	28.83	21.45	19.81	17.93	30.78
1964-65	15.11	9.23	11.58	12.13	14.74	33.18	29.35	21.12	19.45	19.90	18.35	17.36	18.35
1965-66	15.38	9.90	6.97	9.75	7.42	16.64	50.59	13.75	9.14	9.23	8.73	7.21	13.73
1966-67	6.73	8.44	7.50	14.76	8.15	51.57	79.19	40.43	25.62	20.11	16.89	12.29	24.23
1967-68	10.43	7.84	6.29	8.86	96.32	70.17	131.68	30.17	28.56	24.00	18.29	12.06	37.09
1968-69	9.50	7.42	37.94	19.24	43.56	109.50	69.23	19.30	12.85	9.64	8.40	8.78	29.06
1969-70	6.00	5.70	5.72	10.62	30.21	106.39	43.20	22.40	13.00	9.77	10.34	9.30	22.16
1970-71	6.50	5.86	5.30	10.07	38.38	131.36	73.13	25.54	11.73	10.40	10.29	8.92	27.45
1971-72	7.33	6.19	7.45	11.58	148.92	94.75	131.54	67.22	24.52	12.43	9.75	10.58	44.31
1972-73	9.85	2.02	7.97	12.52	127.67	163.17	49.85	25.04	10.13	12.26	17.61	11.30	36.68
1973-74	9.49	8.34	6.20	7.05	39.63	63.59	35.23	47.38	32.43	20.98	14.95	15.19	24.77
1974-75	16.52	7.83	10.51	16.85	37.52	127.35	87.51	48.83	30.01	23.00	18.23	12.12	35.74
1975-76	11.15	7.83	10.51	16.85	97.14	120.32	92.86	35.16	17.73	13.37	10.80	8.49	36.61
1976-77	13.00	8.38	6.98	9.61	30.74	78.47	143.80	40.29	14.33	11.36	12.71	11.58	31.58
1977-78	10.01	7.92	18.05	12.42	148.70	104.96	25.66	23.89	16.82	12.56	10.77	9.61	33.05
1978-79	7.58	8.48	9.19	16.66	31.79	28.31	37.89	23.65	13.10	9.95	9.37	9.07	16.87
1979-80	6.64	7.04	7.58	11.94	21.25	22.15	35.66	23.03	11.05	8.45	7.97	7.72	14.17
1980-81	7.81	5.48	7.36	11.80	45.93	66.93	51.92	23.63	14.02	10.92	9.81	8.33	21.73
Media	10.98	7.71	10.35	16.60	64.59	94.12	73.01	33.23	19.74	15.38	13.82	11.73	30.59

Fuente : ONERN "Aguas Superficiales del Sur del Perú"

Administración Técnica del Distrito de Riego Tambo, dependencia de la región Agraria VIII del Ministerio de Agricultura. El cuadro N° 12 ilustra las descargas medias mensuales del Río Tambo, en la estación La Pascana.

3.1.5 PRECIPITACION

Se ha observado que en la vertiente del Pacífico, la precipitación está fuertemente influenciada por la altitud. La precipitación media anual, es inferior a los 100 mm. bajo los 3,000 m.s.n.m. (ver cuadro N° 13).

CUADRO N° 13

GRADIENTE DE PRECIPITACION EN LA CUENCA DEL RIO TAMBO

(vertiente del Pacífico)

ESTACION	ALTITUD (m.s.n.m.)	PRECIPITACION MEDIA ANUAL (mm.)
1 OMATE	2,185	75.48
2 COALAUQUE	2,283	73.60
3 CARUMAS	2,985	391.99
4 PUQUINA	3,084	254.32
5 PACHAS	3,328	290.44
6 UBINAS	3,370	307.74
7 CALACOA	3,575	454.10
8 CORALAUQUE	3,600	395.00
9 ICHUÑA	3,756	521.11
10 AYAVIRI	3,906	614.01
11 PASTO GRANDE	4,550	568.70

Fuente : ONERN Aguas Superficiales del Sur del Perú.

3.1.6 EVAPORACION Y EVAPOTRANSPIRACION

La Evaporación y la Evapotranspiración en el área de estudios, han sido estimadas teniendo en cuenta el tipo de suelo, vegetación y condiciones hidrogeológicas de las zonas hidromórficas (bofedales). Asimismo, la metodología empleada ha sido seleccionada, teniendo en cuenta que parte de las tierras de la zona estudiada son de pastos naturales los que están supeditados en su desarrollo al régimen de precipitaciones.

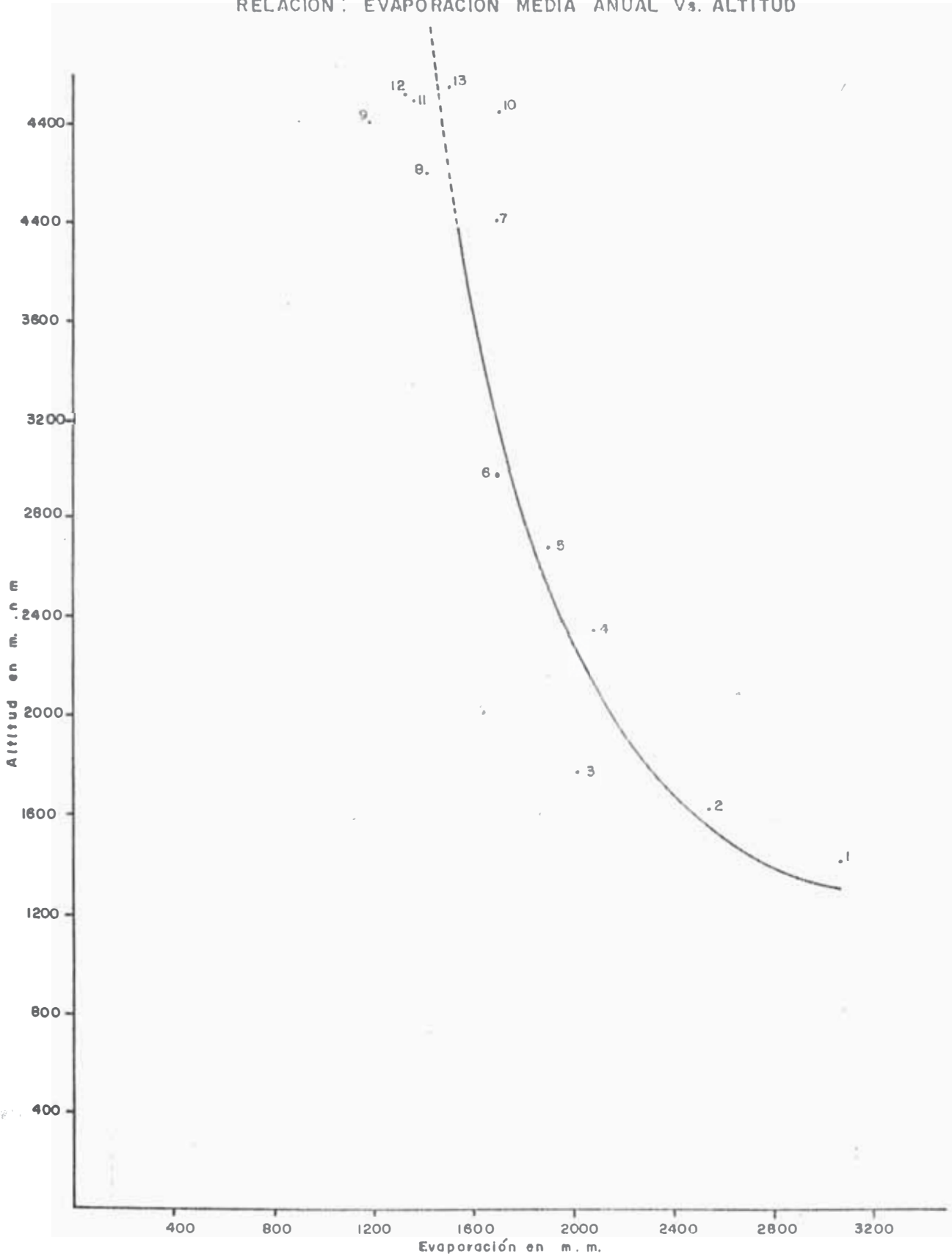
En el gráfico N° 2 se muestra la relación entre la evaporación media anual y la altitud para 13 evaporímetros ubicados en la región Sur del Perú. Asimismo, en el cuadro N° 14 se muestra en detalle la extensión y la cantidad de agua que evapotranspira en las pampas de la cuenca que integran el área de estudio.

CUADRO N° 14

EVAPOTRANSPIRACION REAL CUENCA DEL RIO TAMBO

DESCRIPCION	AREA ESTUDIADA (Ha)	EVAPOTRANSPIRACION (miles de m ³)
1. Río Patara		
a) Pampas de Pasto Grande	5,710	44,273
b) Hasta la estación Afros Pasto Grande	7,400	56,902
2. Río Vizcachas		
a) Pampas Huachunta	1,380	10,928
b) Pampas Huilaca-Chilota	2,400	16,678
c) Pampas Tanga Tangane	360	2,495
3. Río Titire		
a) Pampa Vilacje	2,720	17,397
b) Pampa Titire	1,620	10,751
4. Río Carumas		
a) Pampa Humayalso	460	3,463
T O T A L :	16,340	118,614

GRAFICO N° 2
RELACION : EVAPORACION MEDIA ANUAL Vs. ALTITUD



FUENTE : AGUAS SUPERFICIALES DEL SUR DEL PERU

Fuente : ONERN Aguas Superficiales del Sur del Perú.

3.1.7 ANALISIS Y EVALUACION DE LA INFORMACION

Uno de los aspectos más importantes de un estudio hidrológico, es la determinación de la homogeneidad y la consistencia de los datos a emplearse, fundamentalmente cuando éste se orienta a la evaluación de los recursos hídricos. La inconsistencia, llamada también error sistemática, puede producirse por factores naturales o por acción del hombre.

ONERN, ha analizado los datos pluviométricos e hidrométricos de las estaciones existentes, análisis gráfico que consistió en la determinación de saltos en las series históricas anuales, los mismos que fueron corroborados con un análisis de doble masa (denominado también de dobles acumulaciones); se hizo, asimismo, un análisis estadístico, para ver las significancias de los principales parámetros (media desviación standard) entre un período y otro, y se corrigió éstos, en los casos que fue necesario.

Las estaciones cuya información se empleó en el estudio, se seleccionaron teniendo en cuenta su ubicación dentro de la red hidrográfica, buscando que permitan dominar cuencas representativas para la calibración de los parámetros del escurrimiento superficial; asimismo, se tomó en cuenta su período de registro y su confiabilidad.

Las estaciones seleccionadas fueron: La Pascana y Pasto Grande, en la cuenca del Río Tambo.

3.1.8 DISPONIBILIDAD DE AGUA EN EL PUNTO DE INTERES

Del estudio elaborado por ONERN "Inventario de las Aguas Superficiales del Sur del Perú", el producto principal es

el Mapa de zonificación del escurrimiento superficial y las matrices de variabilidad de las descargas mensuales del período de análisis (1961 - 62/1980 - 81). El Mapa y las matrices mencionadas permiten estimar la disponibilidad de agua, expresada en una secuencia de descargas mensuales de 20 años hidrológicos, de cualquier punto de interés de la cuenca del Río Tambo.

3.1.8.1 METODOLOGIA

La Metodología desarrollada para la estimación de la disponibilidad de agua en cualquier punto de interés del área de estudio, que se describe a continuación, consta de dos etapas; en la primera se estima el caudal medio anual del punto de interés a partir del mapa de zonificación del escurrimiento superficial, y, en la segunda se multiplica dicho caudal por la matriz de variabilidad correspondiente, cuadro N° 15, generándose así una secuencia de descargas mensuales. Este procedimiento equivale a transponer el registro de una estación hidrométrica a un punto de interés.

a) Estimación del Caudal Medio Anual:

El mapa consigna para cada zona de escurrimiento, la siguiente información:

<u>ZONA DE VIDA</u>	PRECIPITACION MEDIA ANUAL MM.
Coefficiente de escorrentía	Escurrimiento superficial medio anual (mm.)
	Rendimiento unitario (lt/seg/Km ²).

Para obtener el caudal medio anual de cualquier punto de interés de la red hidrográfica del área de estudio, se procede de la siguiente manera:

- Ubicar sobre el mapa de zonificación del Escurrimiento Superficial el punto del Río del que se desea conocer su caudal medio anual.
- Delimitar el Área de Drenaje o cuenca colectora de dicho punto
- Planimetrar cada una de las zonas de escurrimiento ubicadas dentro del Área delimitada
- Conservando adecuadamente la consistencia de la escala y de las unidades, calcular la descarga parcial de cada zona de escurrimiento, multiplicando el Área determinada en el paso anterior, por el escurrimiento correspondiente.
- La descarga media anual es la sumatoria de las descargas parciales determinadas para cada una de las zonas de escurrimiento.

b) Estimación de Descargas Mensuales:

Como ya se ha mencionado, la generación de una secuencia de descargas mensuales, se realiza multiplicando el caudal medio anual estimado del punto de interés por la matriz de variabilidad correspondiente.

3.1.9 DISPONIBILIDAD DE AGUA EN "EL CHORRO"

Empleando la metodología elaborada por ONERN, se ha generado la secuencia de descargas mensuales en "El Chorro", que es el punto que nos interesa para el aprovechamiento hi

droeléctrico, ubicado en la cuenca del Río Tambo, cuya ubicación geográfica es:

Latitud : 16°46'
Longitud : 70°54'
Altitud : 1,500 (m.s.n.m.)

En el cuadro N° 16 se ilustra la disponibilidad de agua del Río Tambo en el "Chorro".

3.1.10 GENERACION DE DATOS DIARIOS DE CORRIENTE DEL RIO TAMBO EN "EL CHORRO"

Determinada la disponibilidad de agua en "el Chorro", se procedió a generar datos diarios correspondientes a años medio, húmedo y seco para la cuenca del Río Tambo.

Para ello se seleccionaron previamente las series de datos diarios que corresponden a los registros anuales representativos o considerados como años seco, húmedo y medio de la disponibilidad de agua en "el Chorro". Las series seleccionadas corresponden a los años hidrológicos siguientes:

Año Húmedo : 1971 - 1972
Año Medio : 1976 - 1977
Año Seco : 1979 - 1980

3.1.11 DETERMINACION DEL CAUDAL DEL DISEÑO

Obtenidos los 365 valores de caudales diarios para la cuenca del Río Tambo, correspondientes a cada uno de los años considerados, se procedió a ordenarlos en forma decreciente y al gráfico de las curvas de duración y persistencia respectivas, las mismas que se aprecian en el gráfico N° 3.

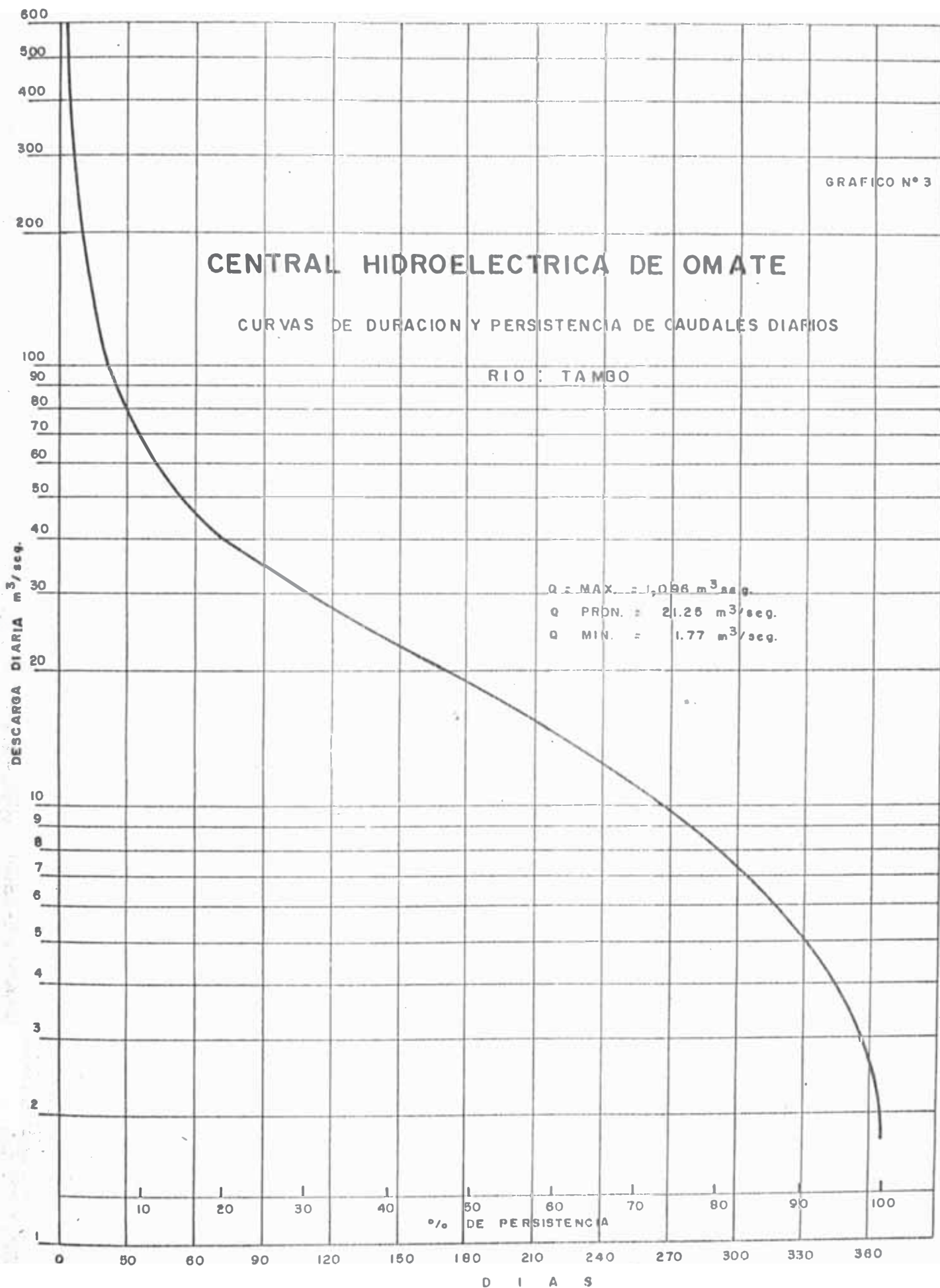
Examinando dicha curva se aprecia que el caudal mínimo -

GRAFICO N° 3

CENTRAL HIDROELECTRICA DE OMATE

CURVAS DE DURACION Y PERSISTENCIA DE CAUDALES DIARIOS

RIO : TAMBO



al 90% de persistencia, correspondiente a un año seco, arroja un valor de $4.5 \text{ m}^3/\text{seg}$.

Para nuestro caso sería óptimo tomar como caudal de diseño los aportados por un año seco, pues éste garantiza la presencia de caudal disponible, luego se ha adoptado como caudal de diseño $4 \text{ m}^3/\text{seg}$.

3.1.12 DETERMINACION DEL CAUDAL MAXIMO DE DISEÑO

Para el cálculo de las avenidas de diseño en las obras hidráulicas, se ha tomado de dato el estudio elaborado por la oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales - (ONERN) denominado cuencas de los Ríos Quilca y Tambo. En dicho estudio, en las curvas de duración mensual de los caudales diarios en la estación La Pascana, obtenemos un caudal máximo de $1,500 \text{ m}^3/\text{seg}$. Este registro lo transponemos al punto de interés, aplicando un factor 0.731; luego el caudal máximo en El Chorro será: $1096.0 \text{ m}^3/\text{seg}$.

3.2 GEOLOGIA

3.2.1 GENERALIDADES

El estudio geológico, geotécnico fue elaborado por INGEMMET, contratados por la Unidad de Proyectos de Electrificación - Tacna ELECTROPERU S.A., el cual se adjunta en el anexo.

CUADRO N° 15

MATRIZ DE VARIABILIDAD DEL RIO TAMBO EN LA PASCANA

AÑO	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGO.
1961-62	0.410	0.315	0.574	1.701	5.489	4.451	4.711	1.689	0.868	0.654	0.623	0.547
1962-63	0.460	0.308	0.252	0.809	3.958	9.538	2.985	1.459	1.106	0.906	0.792	0.654
1963-64	0.785	0.436	0.281	1.386	1.133	2.145	1.847	1.222	0.942	0.701	0.648	0.651
1964-65	0.494	0.302	0.378	0.396	0.482	1.084	0.959	0.690	0.636	0.650	0.600	0.567
1965-66	0.503	0.324	0.228	0.319	0.242	0.544	1.654	0.449	0.300	0.302	0.285	0.236
1966-67	0.220	0.276	0.245	0.482	0.266	1.686	2.588	1.322	0.870	0.659	0.552	0.402
1967-68	0.341	0.256	0.206	0.290	3.018	2.294	4.304	0.986	0.934	0.784	0.598	0.394
1968-69	0.310	0.242	1.240	0.629	1.424	3.580	2.263	0.631	0.420	0.315	0.274	0.284
1969-70	0.196	0.186	0.187	0.347	0.987	3.487	1.412	0.732	0.425	0.319	0.338	0.304
1970-71	0.212	0.191	0.173	0.329	1.274	4.294	2.390	0.835	0.383	0.340	0.336	0.292
1971-72	0.236	0.202	0.243	0.378	4.868	3.097	4.300	2.197	0.801	0.406	0.319	0.346
1972-73	0.322	0.066	0.260	0.409	4.173	5.334	1.629	0.818	0.331	0.401	0.576	0.369
1973-74	0.310	0.273	0.203	0.203	1.295	2.078	1.152	1.549	1.060	0.686	0.489	0.496
1974-75	0.540	0.256	0.344	0.551	1.226	4.163	2.860	1.596	0.981	0.752	0.596	0.396
1975-76	0.364	0.256	0.344	0.550	3.175	3.933	3.035	1.149	0.580	0.437	0.353	0.278
1976-77	0.425	0.274	0.228	0.314	1.005	2.565	4.700	1.317	0.468	0.371	0.415	0.378
1977-78	0.327	0.259	0.590	0.406	4.860	3.431	0.839	0.774	0.550	0.404	0.352	0.314
1978-79	0.248	0.212	0.300	0.544	1.039	0.925	1.238	0.773	0.428	0.325	0.306	0.296
1979-80	0.217	0.230	0.248	0.390	0.694	0.724	1.166	0.753	0.361	0.276	0.260	0.252
1980-81	0.255	0.179	0.240	0.386	1.501	2.188	1.697	0.772	0.458	0.357	0.321	0.272

Fuente : ONERN
Aguas Superficiales del Sur del Perú.

CUADRO N° 16

DISPONIBILIDAD DE AGUA DEL RIO TAMBO EN EL CHORRO
(m³/seg.)

AÑO	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGO.
1961-62	10.98	8.44	15.37	45.56	147.01	119.21	126.17	45.24	23.25	17.52	16.69	14.65
1962-63	12.32	8.25	6.75	21.67	106.00	255.45	79.94	39.08	29.62	24.26	21.21	17.52
1963-64	21.02	11.68	7.53	37.12	30.34	57.45	49.47	32.73	25.23	18.77	17.36	17.44
1964-65	13.23	8.09	10.12	10.61	12.91	29.03	25.68	18.48	17.03	17.41	16.07	15.19
1965-66	13.47	8.68	6.11	8.54	6.48	14.57	44.30	12.03	8.04	8.09	7.63	6.32
1966-67	5.89	7.39	6.56	12.91	7.12	45.15	69.31	35.41	23.30	17.65	14.78	10.77
1967-68	9.13	6.86	5.52	7.77	80.83	61.44	115.27	26.41	25.01	21.00	16.02	10.55
1968-69	8.30	6.48	33.21	16.85	38.14	95.88	60.61	16.90	11.25	8.44	7.34	7.61
1969-70	5.25	4.98	5.01	9.29	26.43	93.15	37.82	19.60	11.38	8.54	9.05	8.14
1970-71	5.68	5.12	4.63	8.81	33.59	115.00	64.00	22.36	10.26	9.11	9.00	7.82
1971-72	6.32	5.41	6.51	10.12	130.38	82.94	115.16	58.84	21.45	10.87	8.54	9.27
1972-73	8.62	1.77	6.96	10.95	111.76	142.86	43.63	21.91	8.87	10.74	15.43	9.88
1973-74	8.30	7.31	5.44	5.44	34.68	55.65	30.85	41.49	28.39	18.37	13.10	13.28
1974-75	14.46	6.86	9.21	14.76	32.84	111.49	76.60	42.74	26.27	20.14	15.96	10.61
1975-76	9.75	6.86	9.21	14.73	85.03	105.33	81.28	30.77	15.53	11.70	9.45	7.45
1976-77	11.38	7.34	6.11	8.41	26.92	68.69	125.88	35.27	12.53	9.94	11.11	10.12
1977-78	8.76	6.94	15.80	10.87	130.16	91.89	22.47	20.73	14.73	10.82	9.43	8.41
1978-79	6.64	5.68	8.04	14.57	27.83	24.77	33.16	20.70	11.46	8.70	8.20	7.93
1979-80	5.81	6.16	6.64	10.45	18.59	19.39	31.23	20.17	9.67	7.39	6.96	6.75
1980-81	6.83	4.79	6.43	10.34	40.12	58.60	45.45	20.68	12.27	9.56	8.60	7.29

CUADRO N° 17

ANALISIS DE AGUA DE LA CUENCA DEL RIO TAMBO

MUESTRA	UBICACION	pH	C.E. (mmhos/cm)	CATIONES (meq x lt)				SUMA DE CATIONES	ANIONES (meq x lt.)				SUMA DE ANIONES	SAR	BORO (p.p.m.)	CLASI- FICA- CION	
				Ca	Mg	Na	K		CO3	HCO3	NO3	SO3					Cl
1.	Toma Checa	7.2	0.84	3.1	0.65	4.2	0.16	8.1	0.0	0.2	0.0	1.0	4.9	8.1	3.0	0.9	C3S1
2.	Puente Fiscal	7.3	1.03	2.8	1.10	5.4	0.22	9.5	0.0	2.2	0.0	2.7	4.6	9.5	3.8	0.9	C3S1
3.	Toma Irrigación Mejía	7.4	0.82	3.0	1.00	3.4	0.18	7.5	0.0	2.1	0.0	1.4	4.0	7.5	2.4	0.7	C3S1
4.	Toma San José	7.3	0.82	2.8	1.00	3.6	0.17	7.5	0.0	2.2	0.0	1.3	4.0	7.5	2.6	0.5	C3S1
5.	Toma Ensenada	7.2	0.82	3.0	1.20	3.4	0.28	7.8	0.0	2.2	0.0	1.9	3.7	7.8	2.3	0.5	C3S1
6.	Toma San Francisco	7.2	0.80	2.6	1.00	3.6	0.16	7.3	0.0	2.0	0.0	1.3	4.0	7.3	2.6	0.5	C3S1
7.	La Curva-La Punta Bombón	7.1	1.01	3.0	1.20	5.2	0.18	9.5	0.0	2.4	0.0	1.7	5.4	9.5	3.5	0.7	C3S1
8.	Desagüe	7.1	1.97	4.8	2.20	9.8	0.31	17.1	0.0	3.6	0.0	0.5	13.0	17.1	5.2	2.3	C3S1
9.	Filtraciones-Irrigación Ensenada	7.7	6.93	12.0	13.00	51.0	1.50	77.5	0.0	7.0	0.0	20.5	50.0	77.5	14.4	--	C5S4
10.	Mejía - Mollendo	8.0	26.06	33.0	25.00	240.0	5.20	303.2	0.0	8.0	0.0	72.2	223.0	303.2	44.5	--	C5S4

Fuente : ONERN

CUENCAS DE LOS RIOS QUILCA Y TAMBO

CAPITULO IV

DISEÑO DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA - OBRAS CIVILES

4.1 GENERALIDADES

En este capítulo se trata de :

- Obras Civiles necesarias para su realización, como son: Obras de Toma, Desarenador, Canal de Alimentación a cielo abierto y en túnel, Cámara de CARGA, Canal de Alivio, Casa de Máquinas y Obras misceláneas.

4.2 DATOS BASICOS DE LA CENTRAL HIDRAULICA

4.2.1 CAUDAL DE DISEÑO

Del estudio hidrológico, se toma:

$$Q = 4 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

4.2.2 CALCULO DE LA ALTURA NETA (Hn)

Del perfil topográfico de la ubicación de la Central Hidroeléctrica, se observa que la altura es un parámetro restringido.

$$H_n = H_b - H_p$$

Donde :

H_b = Altura Bruta de carga

H_p = Altura de pérdidas

a) Altura Bruta H_b.-

La altura bruta se calcula con los siguientes datos:

- Cota el espejo de agua en la Cámara de Carga: 1,510.
927 m.s.n.m.

- Cota del Nivel Máximo de agua del canal de restitución
1,480.667 m.s.n.m.

$$H_b = 30,26 \text{ mts.}$$

b) Altura de Pérdidas.-

En la tubería de conducción, además de la pérdida por fricción, siempre hay otras pérdidas de energía que se deben al cambio de geometría de la sección, a la alteración del flujo, a distintos dispositivos para el control de la descarga (válvulas) y a elementos de protección (rejillas). Este tipo de pérdida de carga, se conoce como pérdida local. Su magnitud se expresa como una fracción de la carga de velocidad.

1. Pérdida por Rozamiento.-

El paso del agua por un tubo causa una disminución de presión que crece directamente con la longitud, de crece con el diámetro y varía con una potencia de la velocidad y un coeficiente llamado fricción.

Como se ha proyectado un pantalón de distribución, el diámetro no es constante a lo largo de todo el perfil, luego se calculará para ambos tramos:

TRAMO 1 :

De la fórmula de Chezy :

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \text{ metros de agua}$$

f : Coeficiente de fricción - 0.022

L : Longitud del tubo = 70.9 mts.

$$V : \text{Velocidad} = 2.4223$$

$$D : 1.45 \text{ m.}$$

$$h_{f1} = 0.3334$$

Fórmula de Darcy

$$h_f = \beta \frac{Q^2 L}{D^5}$$

Donde :

Q = caudal en m³/seg

L = longitud de la tubería en metros.

D = diámetro en m. = 1.45

$\beta = 0.002$ tuberías soldadas

$$h_{f1} = 0.3539$$

$$h_{f1} = 0.3436 \text{ mts.}$$

TRAMO 2 :

$$f = 0.027$$

$$L = 7.9 \text{ m.}$$

$$Q = 2 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$V = 2.7064 \text{ m/seg}$$

$$D = 0.970 \text{ mts.}$$

Fórmula de Darcy

$$h_{f2} = 0.735$$

$$h_{f2} = 0.0786$$

$h_f \text{ total} = 0.4222$

2. Pérdida en la rejilla de la cámara de carga

$$h_2 = K \times \frac{V^2}{2g}$$

$$K = C_f \times \left(\frac{S}{b}\right)^{4/3} \times \text{Sen } \phi$$

Donde:

Cf = coeficiente que depende de la forma de la rejilla

lla = 2.42 (sección rectangular)

S = espesor de los barrotes 0.00635 mts. ($\frac{1}{4}$ ")

b = distancia entre los barrotes 0.10 mts.

θ = 55° para limpieza a mano

K = 2.42 x (0.0147) Sen 55° = 0.050

$h_2 = 0.0025v^2$

V = velocidad de aproximación [0.5-1.2 m/s]

TOMAMOS:

V = 1.2 m/seg

$$h_2 = 0.004 \text{ mts.}$$

3. Pérdida de entrada en la tubería de presión:

$$h_3 = 0.005 v^2$$

Donde:

V = velocidad en la tubería

V = 2.4223 m/seg.

$$h_3 = 0.0294$$

4. Pérdida por curvas en la tubería de presión:

Según el perfil se consideran tres (3) cambios de dirección y un cambio de dirección en el pantalón de distribución.

$$h_4 = \alpha \beta \times \frac{v^2}{2g}$$

Esta pérdida se puede calcular aproximadamente utilizando la gráfica del libro Nozaki.

Entrando con el ángulo de curvatura (θ) calculado del perfil de la tubería :

N°	θ	$\alpha \beta$	$V^2/2g$	h_4
1	30	0.22	0.2994	0.0660
2	30	0.22	0.2994	0.0660
3	30	0.22	0.2994	0.0660
4	40.5	0.31	0.2994	0.093
5	45	0.35	0.3737	0.130

$$h_4 = 0.421$$

5. Pérdida de carga en la válvula:

$$h_5 = K \frac{V^2}{2g}$$

$$K = 0.29$$

$$h_5 = 0.0868$$

6. Pérdidas por bifurcación:

$$h_6 = \frac{KV^2}{2g}$$

$$\text{Como } \frac{Q_1}{Q_d} = 0.5 \text{ y } 90^\circ \quad K = 0.54$$

Luego :

$$h_6 = 0.162 \text{ mts.}$$

7. Pérdida en el canal de descarga:

$$h_7 = \frac{V^2}{2g}$$

$$V = 1.5 \text{ m/seg}$$

Luego:

$$h_7 = 0.115 \text{ mts.}$$

Pérdida total:

$$H_p = \text{pérdidas} = h_f + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7$$

$$H_p = 1.21 \text{ mts.}$$

4.2.3 POTENCIA INSTALADA DE LA CENTRAL

Luego la altura neta será:

$$H_n = 30.26 - 1.21$$

$$H_n = 29.05 \text{ mts.}$$

Finalmente la potencia será:

$$P = \frac{735 H_n \times Q \times N_t \times N_g}{75} \quad (\text{Kw})$$

H_n = altura neta de carga en mts.

Q = caudal de diseño m³/seg.

N_t = eficiencia de la turbina = 0.84

N_g = eficiencia del generador = 0.93

$$P = 900 \text{ KW}$$

4.3 OBRAS CIVILES

El esquema planteado consiste en captar el recurso hídrico del Río Tambo por su margen derecha en la cota 1511.97 m.s.n.m. a 680 m. en línea recta del puente Quinistaquillas, las obras de conducción serán de una longitud aproximada de 1,109 km., la cámara de carga se ubicará en la cota 1510.927 m.s.n.m., la tubería forzada recorre una ladera conformada por depósitos aluviales y la casa de máquinas, se ubicará en el talud inferior de la carretera a Omate sobre terreno de superficie plana en la cota 1481.60 m.s.n.m

Las aguas turbinadas serán devueltas al Río Tambo, mediante el canal de desfogue, para efectos de limpieza de la pre-cámara se ha previsto un canal de limpia conectada con el conducto de Ali--

vio para su posterior evacuación al Río Tambo.

Características del esquema elegido:

Cota de Toma	:	1,511.971 m.s.n.m.
Longitud de las obras de conducción:		1.109 Km.
- Canal abierto	:	0.020 Km.
- Canal cerrado	:	0.602 Km.
- Túnel	:	0.487 Km.
Cota de la cámara de carga	:	1,510.927 m.s n.m.
Cota de la casa de máquinas	:	1,481.60 m.s.n.m.
Caída bruta	:	30.26 m.
Caudal de diseño	:	4. m3/seg.
Potencia total	:	900.
Número de grupos	:	2.
Caudal por grupo	:	2.00 m3/seg.

4.3.1 ACCESOS

El acceso troncal que servirá al Proyecto, será carretera que articula Arequipa - Omate - El Chorro y/o Moquegua - El Chorro - Omate, ésta última tiene mejores condiciones de afirmado.

Accesos contemplados a la obra de aprovechamiento son las siguientes:

a) Acceso a la boca toma y desarenador:

En vista que ambas estructuras se encuentran relativamente juntas, se construirá un solo acceso, el mismo que debe ser no carrozable, desde la carretera a Quinistaquillas, que se encuentra a 60 m. aproximadamente.

b) Acceso a la Cámara de Carga:

La cámara de carga estará emplazada a 1,510.927 m.s.n.m y la carretera existente pasa por la cota 1490.00 m.s.n m. en la parte de fácil acceso distando aproximadamente 480 m., será del tipo no carrozable.

c) Acceso a la Casa de Máquinas:

El acceso a esta infraestructura se establece mediante la carretera Omate - El Chorro o viciversa, requiriendo una derivación de 50 m. aproximadamente con habilitación del 50% del tramo y el restante de la trocha - no carrozable debe ser construída.

4.3.2 CAMPAMENTOS

Para la construcción de la Central Hidroeléctrica "EL - CHORRO" - OMATE, es necesario la participación de personal profesional, técnico, administrativo y obrero. El personal técnico-administrativo podrá hospedarse en la localidad de Quinistaquillas, por la cercanía a la zona de obras.

Los campamentos típicos previstos en la etapa de ejecución, podrían ubicarse en cualquiera de las tres zonas, - quedando a criterio del contratista su elección:

- . Zona de Toma
- . Zona de Cámara de Carga
- . Zona de Casa de Máquinas

4.4 ESTRUCTURAS DEL ESQUEMA DE APROVECHAMIENTO

Las partes constitutivas del Proyecto que forman las estructuras del esquema de Obras Civiles detallaremos en sus características principales.

a) Bocatoma:

Se ha emplazado sobre el cauce del Río Tambo en su margen

derecha en una zona con adecuadas características geológicas e hidráulicas.

Las obras de captación consisten en una bocatoma convencional provisto de un barraje mixto; el caudal de diseño es, para evacuar una avenida de 1,096 m³/seg. el canal de limpia está ubicado en la margen derecha del río y en tiempo de avenidas estará completamente abierta para efectuar la limpieza del material de arrastre y disminuir el tirante de agua sobre el azud, el canal está provisto de una compuerta que será controlada desde una loza de maniobras.

El bocal tiene una longitud de 4.40 m. y está a 1,495 m. sobre el lecho del río, su emplazamiento es sobre una masa rocosa, en la margen derecha del Río Tambo aguas abajo a 13.40 m. del canal de limpia en Línea recta.

El desripador está emplazado en una masa de roca competente, la cámara es de sección rectangular con medidas variables en la longitud y anchura, como indican los planos, la regulación y limpia se efectúa por una compuerta que desemboca en el Río Tambo, a continuación de la cámara desripadora se ha provisto de una ataguía que permita controlar el caudal en tiempo de avenidas antes de la ventana de captación.

La ventana de captación tiene 3.10 m. de ancho y está protegida con una reja metálica hasta 1.10 m. de altura a continuación de la ventana de captación se enlaza al canal aductor por medio de una transición.

El resumen de las principales características de la bocatoma es el siguiente:

- Barraje : tipo Greger

- Longitud de barraje	: 40 m.
- Altura de barraje	: 02 m.
- Altura de muros de encauzamiento	: 8.50 m.
- Caudal de captación	: 4 m ³ /seg
- Ventana de captación	: 01 (una)
- Compuerta de limpia	: 02 (dos)
- Compuerta desripiadora	: 01 (una)
- Compuerta de control	: 01 (una)

b) Desarenador:

En vista de que el Río Tambo tiene una alta capacidad de arrastre de sólidos en suspensión de material como limos y arcillas, determinado por la fuerte pendiente y constitución edafológica de la cuenca receptora, para eliminar dichas partículas sólidas captadas a través de la bocatoma, se ha proyectado un desarenador entre las progresivas 0 + 040 a 0 + 102, permitiendo aumentar la vida útil de las turbinas de acuerdo a su eficiencia, las características principales del desarenador son:

. Funcionamiento en avenidas	: 5.00 m ³ /seg.
. Poza de sedimentación	: 2 naves (4 tazas)
. Partículas a eliminar	: 0.20 mm.
. Caudal de funcionamiento	: continuo
. Longitud de la cámara	: 36.00 m.
. Ancho de cada nave	: 4.50 m.
. Profundidad efectiva	: 2.25 m.
. Velocidad de flujo	: 0.25 m/seg
. Velocidad de sedimentación	: 0.0216 m/seg.

c) Canal Aductor:

Las obras de conducción están compuestas por un canal aductor abierto de sección rectangular con una longitud de 20 m. hasta su ingreso en el desarenador, a partir de la progresiva 0 + 102 continúa con un canal cerrado atravesando una ladera - de 160m. de longitud aproximadamente, para luego cruzar la ca rretera a Quinistaquillas, prosiguiendo esta obra hasta la - progresiva 0 + 530.60, el cual empalma con un túnel del tipo baúl, el mismo que tiene una longitud de 487.25 m. saliendo a 162.4 m. antes de la cámara de carga a partir de este punto - continúa el canal cerrado y la sección rectangular, hasta el ingreso en la cámara de carga.

Principales características hidráulicas de las obras de - conducción:

d) Canal Abierto:

Parámetros		<u>tipo abierto</u>	<u>tipo cerrado</u>
Caudal (Q)	=	5.m3/seg.	4 m3/seg.
Rugosidad (N)	=	0.0015	0.0015
Pendiente (S)	=	0.001	0.001
Talud (T)	=	Vertical	Vertical
Plantilla (b)	=	2.00 m.	2.00 m.
Tirante (d)	=	1.65 m.	1.36 m.
Area (A)	=	3.26 m ²	2.72 m ²
Perímetro mojado(p)	=	5.26 m.	4.72 m.
Radio hidráulico(R)	=	0.620 m.	0.576 m.
Velocidad (V)	=	1.534 m/seg.	1.47 m/seg.
Borde libre (F)	=	0.35 m.	0.64 m.

e) Cámara de Carga:

Para garantizar la disponibilidad del volumen de agua en -

todo momento para la turbina y evitar fenómenos de succión - que pudiera permitir el ingreso de aire al conducto forzado y ocasionar discontinuidad de flujo, se ha diseñado una cámara que satisface dichas condiciones, además tiene un sistema de purga para eliminar partículas sólidas, el sistema de purga está interconectado al Canal de Alivio o excedencias cuyas características hidráulicas, se detallarán separadamente la longitud del canal de alivio es de 583.10 m. incluyendo - rápidas entre las progresivas 0 + 098 - 0 + 119, 0 + 317.5 - 0 + 339 y 0 + 532 - 0 + 583.10, para descargar en el Río Tambo. Las características de la cámara de carga son:

- Longitud : 33.00 m.
- Ancho : 4.50 m.
- Rejilla de ingreso : 4.50 x 2.21 m.(ancho-alto).
- Vertedero lateral : 12.80 m.
- Tirante de agua sobre el ingreso a la tubería : 2.11 m.

f) Canal de Alivio:(albañilería de piedra)

Considerando la longitud el empalme con el canal de limpieza de la cámara de carga progresiva 0 + 00 a 0 + 098

Parámetros:

Caudal (Q) = 4. m³/seg.

Parámetros Sección rectangular

Rugosidad (N) = 0.020

Pendiente (S) = 0.001

Talud (T) = Vertical

Plantilla (b) = 2.40 m.

Tirante (d) = 1.41 m.

Area (A) = 3.38 m²
Perímetro mojado (P) = 5.22 m.
Radio Hidráulico (R) = 0.65 m.
Velocidad (V) = 1.18 m/seg.
Borde libre (F) = 0.44 m.

Progresiva 0 +- 119 - 0 + 317.5 y 0 + 339 - 0 + 359.

Caudal (Q) = 4 m³/seg.
Rugosidad (N) = 0.020
Pendientes (S) = 0.01
Talud (T) = Vertical

Plantilla (b) = 2.40 m.

Tirante (d) = 0.61 m.

Area (A) = 1.46 m²

Perímetro mojado (P) = 3.62 m.

Radio Hidráulico (R) = 0.40 m.

Velocidad (V) = 2.73 m/seg.

Borde libre (F) = 0.19 m

Progresiva 0 + 359 - 0 + 532

Caudal (Q) = 4m³/seg

Rugosidad (N) = 0.020

Pendiente (S) = 0.015

Talud (T) = Vertical

Plantilla (b) = 2.40 m.

Tirante (d) = 0.86 m.

Area (A) = 2.06 m²

Perímetro mojado (P) = 4.12 m.

Radio hidráulico (R) = 0.50 m.

Velocidad (V) = 1.94 m/seg

Borde libre (f) = 0.26 m.

g) Tubería de Presión:

El conducto forzado está constituido por una tubería de acero, después de su ensamble en cada cambio de dirección estará sustentada por macizos de concreto y en tramos rectos por apoyos espaciados a 5 m. cada uno, habiéndose determinado en total 5 macizos de anclaje y 7 apoyos .

El diámetro de la tubería se decidió bajo un criterio técnico - económico, encontrándose el más conveniente el de 57 - pulgadas (1.45 m.); el espesor se determinó considerando 50% de sobre presión en la carga estática como máximo a más de ésto se admitió los efectos de la corrosión y maniobrabilidad - según el diámetro de la tubería, quedando como único espesor el 5/16" en toda su longitud. Para efectos de facilitar las - sollicitaciones por dilatación se dispone de una junta o unión flexible tipo prensa - estopa aguas abajo del primer anclaje.

Característica hidráulica de la tubería:

- Caudal : 4.00 m³/seg.
- Diámetro Interior : 57 pulgadas
- Velocidad del régimen : 2.422. m/seg
- Pérdida de carga total : 1.21 m.

h) Casa de máquinas y vivienda del Operador:

La Casa de Máquinas estará emplazada en una terraza relativamente plana en la margen derecha del Río Tambo, en el talud inferior de la carretera a Omate, el piso termiando de la Casa de Máquinas estará sobre la cota 1481.60 m.s.n.m. con un área total de 145.08 m² y 18.27 m² la sala de mando.

La vivienda del Operador está ubicada en la cota 1481.752

con un área total de 53.54 m², la altura de instalación del equipo electromecánico estará sujeta a las medidas que proporcione el fabricante (turbina, generador, transformador, etc.) para el cálculo de la base de sustentación el Constructor deberá considerar una altura conveniente con el fin de atenuar la vibración y con armadura en tres direcciones como se recomienda con estos casos, el metrado considerado para el presupuesto es de carácter referencial.

La distribución final de los equipos a instalar en la casa de máquinas será presentada para la aprobación de los diseños y planos constructivos finales, antes de iniciar la obra por parte del Constructor.

i) Caseta de Guardián:

La Caseta de Guardián es de material noble con cobertura de calamina y tiene un área construida de 7.5 m², también dispone de una vereda de 1.00 m. de ancho con 3.00 m. de longitud en su fachada principal.

j) Poza y Canal de Restitución:

La Poza y Canal de Restitución son de sección rectangular, la profundidad y anchura de la poza podrá variar en función al cálculo por parte del Constructor disponiendo de la medida de la turbina y la tubería de descarga comerciales, las medidas indicadas en el plano no son restrictivas sino referenciales para efectos de presupuestar su costo.

Las características del canal son como se indica:

Parámetros:

Q = 2 m³/seg.

N = 0.015

S	= 0.015
b	= 1.40 m.
d	= 1.42 m.
A	= 0.588 m ²
P	= 2.24 m.
R	= 0.26 m.
V	= 3.40 m/seg
F	= 0.18 m.

4.4 Pontón:

Dentro del Proyecto se ha considerado un puente para una carga Tn20 y un vano de 5.00 m. a fin de proteger el conducto forzado que atravieza la carretera a Omate; la superestructura es de concreto ciclopeo y el tablero o loza del pontón de concreto armado con un ancho de 12.00 m., los costados están protegidos con barandas de fierro galvanizado de 2" de diámetro hasta una altura de 1m. y anclados en una viga sardinel de 0.20 x 0.60 m. de concreto armado.

4.5 ESPECIFICACIONES TECNICAS OBRAS CIVILES

4.5.1 SECCION 1: DISPOSICIONES GENERALES

1.1 OBJETO

El objeto de las presentes especificaciones técnicas, es definir las modalidades que deberán ser aplicadas - en la ejecución de la obra "CENTRAL HIDRAULICA EL CHORRO".

1.2 ALCANCE

Los trabajos a que se refieren estas especificaciones, son las que corresponden a las obras permanentes y las obras temporales correspondientes. Las obras permanentes a ejecutarse son las siguientes:

- Bocatoma
- Desarenador
- Canal de aducción
- Túnel
- Cámara de carga
- Tubería Forzada
- Casa de Máquinas
- Accesos
- Vivienda del Guardián
- Misceláneas

Las obras Temporales incluyen lo siguiente:

- Accesos
- Campamento
- Almacenaje de materiales

1.3 ESPECIFICACIONES Y NORMAS COMPLEMENTARIAS

La construcción de las obras se efectuarán de con--

formidad a las siguientes normas: ACI (American Concrete Institute), USBR (U.S. Bureau of Reclamation), ASTM (American Society for Testing Materials), DIN, ITINTEC y Reglamentos aplicables de ELECTROPERU.S.A.

En el caso de que existan discordancias entre las diferentes normas, las especificaciones técnicas, los planos y las cláusulas del Contrato, se observará el siguiente orden de prioridad acerca de la validez de los mismos:

- cláusula del Contrato
- Planos
- Especificaciones Técnicas
- Normas ACI
- Normas USBR
- Normas ASTM
- normas DIN
- ITINTEC
- Reglamentos aplicables de ELECTROPERU S.A.

1.4 INGENIERO RESIDENTE

El Contratista designará a un Ingeniero Colegiado con experiencia en trabajos similares, quien asumirá la responsabilidad de la obra.

1.5 INSPECCION

ELECTROPERU S.A. designará a un Ingeniero que estará encargado de velar directamente y permanentemente por la correcta ejecución de la obra y cumplimiento de los aspectos técnicos, plazos del Contrato, etc.

4.5.2 SECCION 2: OBRAS TEMPORALES

2.1 ALCANCE

De acuerdo con las especificaciones contenidas en esta parte, el Contratista deberá ejecutar los trabajos preparatorios y construir todas las obras temporales e instalaciones provisionales necesarias para la ejecución de las obras permanentes de la Central Hidroeléctrica EL CHORRO - OMATE, de acuerdo al programa de construcción de la obra.

El Contratista deberá mantener, mientras duren las obras, las vías de acceso temporales y definitivas, así como construir, mantener y operar los campamentos. Estos trabajos comprenderán:

- a) Desbrozar y limpiar los sitios donde se construirán obras temporales y donde se montarán las instalaciones provisionales.
- b) Suministrar, transportar al sitio de las obras e instalar en el lugar de su utilización, los equipos de construcción, maquinarias, herramientas, repuestos y otros accesorios necesarios, que no quedarán incorporados en las obras permanentes.
- c) Instalar los equipos estacionarios necesarios para la construcción de todas las obras permanentes, tales como: los de mezcla de concreto, trituración de piedra y otros agregados, depósitos, talleres, sitios de almacenamiento, oficinas de campo y cualquier otra instalación necesaria para la construcción de las obras permanentes. Igualmente servicios

higiénicos, vestuario y dormitorios.

- d) Construir las instalaciones de suministro de agua y de desagüe para las instalaciones provisionales, equipos y zonas de trabajo que lo requieran.
- e) Construir los accesos necesarios hacia las instalaciones provisionales y zonas de trabajo.
- f) Desmontar y remover los equipos e instalaciones provisionales al término de las obras permanentes.
- g) Restaurar y limpiar las áreas que fueron ocupadas durante la construcción de las obras permanentes.

Es obligación y responsabilidad exclusiva del Contratista, sin indemnización especial, los suministros, mantenimiento y operación de todas las instalaciones provisionales. El equipamiento de estas instalaciones y las zonas de trabajo, deberán tener la capacidad suficiente y necesaria para garantizar la mayor calidad posible de la ejecución de los trabajos. Asimismo, el Contratista tomará las medidas necesarias para la seguridad de su personal y el público, tales como: Cascos, equipo de primeros auxilios, alumbrado y barreras.

2.2 EQUIPOS DE CONSTRUCCION Y MAQUINARIAS

El Contratista deberá tener, en el sitio de las obras, los equipos de construcción y maquinarias necesarias de capacidades suficientes, que garanticen la mayor calidad posible de ejecución de los trabajos, siendo responsabilidad de la eficiencia y seguridad de ellos.

El Contratista deberá presentar junto con su oferta

una lista completa de los equipos y maquinarias previstos por él, con las indicaciones del número de unidades, sus sitios de utilización en las obras y sus características técnicas.

2.3 SUMINISTRO DE AGUA

El Contratista deberá construir todas las captaciones de agua requeridas por las obras y realizar la distribución correspondiente hacia las instalaciones provisionales, equipos y zonas de trabajo.

2.4 SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA

Será responsabilidad del Contratista, el suministro y distribución de la energía eléctrica hacia las instalaciones provisionales, equipo y zonas de trabajo que lo requieran. Los trabajos correspondientes deberán cumplir con las exigencias del Código Eléctrico del Perú.

2.5 ACCESO A LAS OBRAS

Dentro del alcance de las Obras Temporales, el Contratista deberá construir, mantener y remover a conformidad de ELECTROPERU S.A., los accesos temporales y otras estructuras afines que sean necesarias para conectar entre sí sus instalaciones y las zonas de trabajo. Estos accesos serán construidos a voluntad del Contratista, pero sin interferir con las obras.

Durante el período de construcción, el Contratista podrá usar las carreteras, accesos y áreas de estacionamiento existentes y las que construya, pero al terminar dicho período deberá reparar a sus expensas, todos

los daños que haya ocasionado a dichas carreteras, accesos y áreas de estacionamiento y a todas las obras anexas, de tal forma que la restauración de las mismas quede a satisfacción de ELECTROPERU S.A.

2.6 CAMPAMENTO

El Contratista instalará un Campamento, el que mantendrá y conservará mientras dure la obra, el Campamento deberá contar con las siguientes instalaciones:

- Oficinas
- Depósito para materiales
- Depósitos para combustible y lubricantes
- Depósito para herramientas
- Talleres
- Viviendas
- Comedor y Cocina
- Servicios Higiénicos

4.5.3 SECCION 3: MOVIMIENTO DE TIERRAS

3.1 ALCANCE DE LOS TRABAJOS

Abarcarán el suministro y puesta a disposición de todos los equipos, materiales y demás implementos, así como también el personal que sea necesario para realizar todos los trabajos precisos, en cuanto a excavaciones, acarreo y descarga del material excedente o también el depósito intermedio del material que se aproveche de nuevo en el relleno.

También comprende la protección de las excavaciones todos los cortes y refines de taludes, así como la preparación del fondo de las excavaciones para las obras

que se van a erigir sobre él.

También están incluidos, en esta partida, trabajos de topografía, operaciones de compactación, investigaciones de mecánica de suelos, así como todas las demás labores auxiliares y/o complementarias.

3.2 EXCAVACION SUPERFICIAL

Los materiales excavados, según las líneas mostradas en los planos o en la forma prescrita en estas especificaciones, serán clasificadas como sigue:

a) Excavación de Roca.-

La roca se define como el material que requiere el uso imprescindible de explosivos. Toda pieza de roca sólida que tenga 1 m³ ó más en volumen, se clasificará como roca:

b) Roca fisurada y suelta.-

La excavación de esta roca incluye todo tipo de roca que puede excavarse con un tractor tamaño D-8 ó similar, equipado con escarificadora sin necesidad de explosivos.

c) Excavación Común.-

La excavación común incluye todo material compuesto de piedras sueltas, gravas, arena y suelos, excepto la roca suelta antes definidas.

3.3 BASES TOPOGRAFICAS

Todos los trabajos de movimiento de tierra se realizarán de acuerdo con las medidas, ejes, gradientes y cotas que se exijan en los planos del Proyecto o los que el Ingeniero Supervisor ordene, estando el Contra-

tista obligado, antes de iniciar los trabajos en el terreno, a realizar controles terrestres de todos los datos topográficos indicados en los planos y reponer o corregir los mismos, de conformidad con el Ingeniero Supervisor, en el caso de encontrar discrepancias entre las condiciones reales del terreno y los datos de los planos.

3.4 EXCAVACIONES PARA LAS CIMENTACIONES

Estas excavaciones deben realizarse de tal forma que se obtenga una base firme y compacta que reduzca el asentamiento a un mínimo permisible, según indique el Ingeniero Supervisor.

La profundidad de excavación se guiará en forma general por las indicaciones del diseño. Sin embargo, está sujeta a las características encontradas en el subsuelo, debiendo ser fijadas y aprobadas terminantemente por la Supervisión.

3.5 EXCAVACION DEL CANAL

El Contratista realizará los trabajos de excavación del prisma del canal después de haber concluido a satisfacción, del Ingeniero Supervisor, los trabajos de excavación de plataforma y terraplén compactado. Para el caso de canales en corte y relleno compactado, éstos deben construirse siguiendo las normas establecidas.

El Contratista establecerá el método de excavación más adecuado. Se deberá poner especial cuidado en que el método de excavación no dañe los estratos previstos

para la cimentación del revestimiento cuando éste haya sido previsto.

3.6 EXCAVACION SUBTERRANEA

En subterráneo se excavará solamente el túnel en su inicio, incluyendo su empalme con el canal cerrado antes de la cámara de carga. La forma de las secciones a excavar para el túnel y el empalme, se muestran en los planos. El Ingeniero Supervisor podrá modificar durante la ejecución de la obra, el perfil de excavación.

La clasificación de la excavación del túnel, esta basada exclusivamente en la calidad de los materiales atravezados y consecuentemente en las medidas técnicas necesarias, adoptadas para proporcionar estabilidad a la sección excavada, en el perímetro del perfil definitivo con excepción de la solera. En caso de excavación por etapas, las medidas de protección tomadas en los perfiles intermedios, no influyen sobre la clasificación. La estratificación, esquistosidad, diaclasas, infiltraciones de agua, etc., tampoco influyen sobre la clasificación. La calidad del material atravezado determina también la necesidad de los revestimientos definitivos.

Principalmente se clasifica la excavación según los 4 tipos siguientes de materiales:

a) Roca tipo 1.

Se trata de roca de buena calidad y estable, en la cual el perfil excavado no requiere los medios -

para la cimentación del revestimiento cuando éste haya sido previsto.

3.6 EXCAVACION SUBTERRANEA

En subterráneo se excavará solamente el túnel en su inicio, incluyendo su empalme con el canal cerrado antes de la cámara de carga. La forma de las secciones a excavarse para el túnel y el empalme, se muestran en los planos. El Ingeniero Supervisor podrá modificar -- durante la ejecución de la obra, el perfil de excava-- ción.

La clasificación de la excavación del túnel, esta -- basada exclusivamente en la calidad de los materiales atravezados y consecuentemente en las medidas técnicas necesarias, adoptadas para proporcionar estabilidad a -- la sección excavada, en el perímetro del perfil defini-- tivo con excepción de la solera. En caso de excava-- ción por etapas, las medidas de protección tomadas en los perfiles intermedios, no influyen sobre la clasifi-- cación. La estratificación, esquistosidad, diaclasas, infiltraciones de agua, etc., tampoco influyen sobre -- la clasificación. La calidad del material atravezado determina también la necesidad de los revestimientos -- definitivos.

Principalmente se clasifica la excavación según los 4 tipos siguientes de materiales:

a) Roca tipo 1.

Se trata de roca de buena calidad y estable, en la cual el perfil excavado no requiere los medios --

de protección indicados para los tipos de roca que se definen más adelante. Sin embargo, la colocación de anclajes en cantidad no mayor de 0.3 anclajes/m². o de gunita en zonas aisladas, no dan derecho al Contratista de recibir precios diferentes al de la roca tipo 1.

b) Roca tipo 2.-

Se trata de roca ligeramente fracturada, que puede originar pequeños desprendimientos debido a su estructura o a la orientación de las fisuras con respecto al eje del túnel. En este tipo de roca, el perfil excavado con excepción de la solera, debe ser asegurado con los siguientes medios de protección en fase de avance, en un tramo hasta 100 ml. de frente o inmediatamente detrás del frente, pero sin cambio de la sección excavada.

Este tipo de roca se efectuará un revestimiento de finitivo de concreto simple.

b.1 Anclajes, de un máximo de 2.00 m. de largo en cantidad igual o mayor de 0.3 anclaje/m², en un tramo de por lo menos 5 ml. y eventual colocación simultánea de una red metálica de protección o medidas equivalentes.

b.2 Igual a lo descrito en b.1 y/o gunita simple aplicada en espesor mínimo sobre por lo menos 1/3 del perímetro del perfil, sin tomar en cuenta la solera, en tramo de por lo menos 5 ml.

b.3 Igual a lo descrito en b.2 y/o cimbras metálicas .

colocadas en serie en un tramo de por lo menos 5 ml. a una cierta distancia del frente (hasta 100 ml.) pero no inmediatamente detrás del frente de avance.

c. Roca tipo 3.-

Se trata de roca fracturada que origina desprendimientos de tamaños variables, debido a su estructura o a pequeñas fallas miloníticas o aberturas. En este tipo de roca, el perfil excavado con excepción de la solera, debe ser asegurado con los siguientes medios de protección en fase de avance, después de cada voladura (previa rectificación de los perfiles) o en un plazo no mayor de 24 horas, además de la colocación eventual de anclajes en el perímetro.

En este tipo de roca es necesario construir un revestimiento definitivo resistente de concreto armado

c.1 Cimbras metálicas colocadas en serie, en un tramo de por lo menos 5 m.l. con eventuales láminas corrugadas de acero (marciavanti) o con gunita simple.

c.2 Igual a lo descrito en c.1 y/o gunita armada aplicada sobre todo el perímetro del perfil, sin tomar en cuenta la solera, en un tramo de por lo menos 5 m.l.

d) Roca tipo 4.-

Se trata de roca fuertemente fracturada que puede originar empujes, o de material con poca cohesión (material suelto) para los cuales resulten necesari-

rios métodos de excavación especiales, tales como el sistema "Marcivant" o con escudo. En este tipo de roca el perfil excavado y eventualmente la solera, debe ser asegurado inmediatamente durante el avance con protecciones eficientes, tales como láminas corrugadas de acero (Marcivant) y las indicadas para la roca tipo 3. Se requiere eventualmente también, el soporte del frente mediante el método de avance con escudo o medidas excepcionales, como inyecciones en el frente de ataque.

En este tipo de roca es necesario construir un revestimiento definitivo más resistente al empuje, con mayor espesor de concreto y con acero de refuerzo.

4.5.4 SECCION 4: CONCRETO

4.1 ALCANCE

De acuerdo con las especificaciones contenidas en este capítulo y según se muestra en los planos o como se ordene, el Contratista deberá:

- a) Suministrar todos los materiales y equipos, fabricar transportar, colocar, acabar, proteger y curar el concreto.
- b) Construir, montar y desmontar los encofrados y andamios.
- c) Suministrar y colocar los materiales para las juntas de construcción.
- d) Suministrar y colocar los aceros de refuerzo, los estribos y los ganchos de anclaje.
- e) Dar todas las facilidades para la obtención de las

muestras requeridas.

4.2 CLASIFICACION DE LOS TRABAJOS

Los trabajos de concreto que deberá ejecutar el Contratista de acuerdo con los planos o como se ordene, se ha clasificado como se indica a continuación.

a) Trabajos de concreto en subterráneo.

Comprende el concreto a colocarse en el túnel de conducción, también está incluida en esta clasificación la gunita a ser rociada en dicho túnel.

b) Trabajos de concreto a Cielo Abierto.

Comprende el concreto a colocarse en la toma y en cualquier otra obra permanente que sea requerida por el Ingeniero Supervisor en relación con la obra principal.

4.3 COMPOSICION DEL CONCRETO

El concreto se compondrá de cemento portland, agua, agregado grueso y aditivos cuando se autorice, las dosificaciones del concreto tendrá por objeto asegurar un concreto plástico, trabajable y apropiado para las condiciones específicas de colocación y un producto que, al ser adecuadamente curado, tenga resistencia, durabilidad, impermeabilidad y alta densidad.

El Contratista será responsable por la uniformidad de color de las estructuras expuestas terminadas, incluyendo las superficies en las cuales se hayan reparado imperfecciones en el concreto.

4.4 CEMENTO

a) Tipo

El cemento que normalmente se empleará en la obra será portland tipo I y II por su resistencia moderada a la acción de los sulfatos. Este tipo de cemento deberá estar de acuerdo con las normas ASTM C - 150.

b) Ensayos requeridos.

El Contratista deberá presentar los resultados certificados por la fábrica de cemento, de los ensayos correspondientes a todo el cemento que vaya a usar en la obra.

Estos ensayos deberán ser realizados por la fábrica de cemento de acuerdo con las normas de la ASTM y su costo correrá por cuenta del Contratista. En adición a los anteriores, el Ingeniero Supervisor podrá tomar muestras del cemento en la fábrica y/o en el sitio, para hacer los ensayos que considere necesarios. No podrá emplear cemento alguno hasta que el Ingeniero Supervisor esté satisfecho con los ensayos correspondientes.

c) Almacenamiento.

Inmediatamente después que el cemento se reciba en el sitio deberá almacenarse en depósitos secos, diseñados a prueba de agua adecuadamente ventilados y con facilidad para evitar la absorción de humedad. Para evitar que el cemento envejezca indebidamente después de llegar al sitio, el Contratista deberá usar primero aquel que tenga 60 ó más días en depósito, con prioridad al que tenga menos tiempo. No se usará ningún cemento que tenga más de cuatro meses de almacenamiento

en el sitio, salvo que nuevos ensayos demuestren que esté en condiciones satisfactorias.

El cemento en sacos no deberá apilarse en hileras superpuestas de más de 14 sacos de altura para almacenamiento de menos de 30 días, no de más de 7 sacos de altura para almacenamiento de mayor duración.

4.5 ADITIVOS

Las siguientes especificaciones se refiere a los aditivos empleados en concretos vaciados y morteros como:

- a) Aceleradores de fraguado
- b) Plastificantes
- c) Retardoras del fraguado
- d) Airantes
- e) Puzolanas

El Contratista propondrá los aditivos e indicará las modalidades para la utilización de ellos, teniendo presente las limitaciones impuestas por las condiciones ambiales (lluvias, temperaturas, etc.) las normas indicadas por el fabricante de los aditivos y/o las pruebas de laboratorio ejecutadas. En caso de aditivos previamente diluidos, el Contratista deberá indicar las con--centraciones de dichas soluciones para los efectos de control y de pago.

Los aditivos aireantes estarán de acuerdo con las --normas ASTM C-260 y la cantidad de aditivos utilizados en cada mezcla será de proporción tal que provoque una inclusión de aire en el concreto fresco a la salida de la mezcladora.

La calidad de la puzolana estará de acuerdo con las normas ASTM C-402.

4.6 AGUA

El agua empleada en la mezcla y curado del concreto deberá ser limpia y fría hasta donde sea posible y no deberá contener residuos de aceites, ácidos, álcalis, sales, limo, materias orgánicas u otras sustancias dañinas y estará asimismo exento de arcilla y lodo.

La turbidez del agua no deberá exceder de 2,000 (p.p.m.). La cantidad de sulfatos expresados en anhídrido sulfúrico, será como máximo de 1 gramo por litro. Se considerará agua de mezcla el contenido de humedad de los agregados.

4.7 AGREGADOS

a. Canteras y Préstamos.-

El agregado fino y el agregado grueso se producirán de materiales adecuados obtenidos de las excavaciones requeridas o de canteras apropiadas, dentro de la zona de la obra o fuera de ella hasta un radio de 20 Km. accesible por carretera.

La aprobación de un yacimiento no implica la aprobación de todos los materiales que se extraigan de ese yacimiento.

b. Agregados finos.-

b.1. Composición.-

El agregado fino consistirá en arena natural proveniente de yacimientos aprobados o en arena producida artificialmente, la arena estará cons

titulada por fragmentos de roca limpia, duros, compactados, durables y de forma conveniente para la trabajabilidad del concreto.

b.2 Calidad.-

En general el agregado fino deberá estar de acuerdo con la norma C-33 de la ASTM. La arena no deberá contener cantidades dañinas de arcilla, limo, álcalis, mica, materiales orgánicos y otras sustancias perjudiciales.

El máximo porcentaje en peso de sustancias dañinas, no deberá exceder de los valores siguientes:

- Material que pasa por el tamiz N° 200. (ASTM C-117)	3%
- Materiales ligeros (ASTM C-330)	2%
- Grumos de arcilla (ASTM C-142)	2%
- Total de otras sustancias dañinas (como álcali, mica, limo, etc.)	2%
- El total de todas las sustancias dañinas no deberá superar.	5%

c. Agregado grueso.-

c.1 Composición.-

El agregado grueso consistirá en roca triturada o en grava obtenida de fuentes naturales, cuyo tamaño mínimo será de 4.8 mm. y su tamaño máximo de 1 ½" (38 mm.). El agregado grueso deberá estar formado de partículas duras - resistentes durables, limpias y sin recubri-

miento de materiales extraños. Estos últimos así como también el polvo que recubre los agregados, deberán ser eliminados mediante un procedimiento adecuado.

La forma de las partículas más pequeñas del agregado grueso de roca triturada, deberá ser generalmente cúbica y el agregado deberá estar razonablemente libre de partículas delgadas, planas o alargadas en todos los tamaños. Se entiende por partículas delgadas, plano o delgada, aquella cuya dimensión máxima es 5 veces mayor que su dimensión mínima.

c.2 Calidad.-

En general el agregado grueso deberá estar de acuerdo con la norma C-33 de la ASTM.

Los porcentajes de sustancias dañinas en cada fracción de los agregados gruesos en el momento de la descarga en la planta de concreto no deben superar los siguientes límites:

- Materiales que pasan por el tamiz	
Nº 200 (ASTM C-117)	0.5%
- Materiales ligeros (ASTM C-330)	2.0%
- Grumos de arcilla (ASTM C-142)	0.5%
- Otras sustancias dañinas	1.0%

El total de todas las sustancias dañinas no deben superar el 3% en peso.

4.8 TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS

a. Agregados.-

Los ensayos deberán hacerse de acuerdo con las normas aplicables de la ASTM. El Ingeniero Supervisor llevará a cabo los ensayos de rutina para el control y los análisis de agregado en las varias etapas de las operaciones de tratamiento, transporte, apilamiento, recuperación y dosificación.

El Contratista deberá proporcionar las facilidades que sean necesarias para los ensayos. El Contratista deberá suministrar muestras del agregado, del sitio que le indique el Ingeniero Supervisor, con mínimo de 30 días de anticipación a la fecha programada para comenzar la colocación del concreto

b. Concreto.-

Las resistencias a la compresión se determinarán ensayando cilindros standard de ϕ 6" x 12" de altura elaborados y curados de acuerdo con la norma C-31 de la ASTM. Se entiende por "Resistencia a la compresión", el valor promedio de las cargas de rotura de tres muestras cilíndricas de 6" x 12" sacadas de las mismas mezclas (elaborada con cemento portland) y ensayadas a los 28 días.

Las muestras para los cilindros serán tomadas y ensayadas por el Ingeniero Supervisor, de acuerdo con las especificaciones de la ASTM en vigencia. Se tomará tantas muestras como sean necesarias para obtener una información amplia de la resistencia del concreto en cada parte de la obra.

Normalmente, al principio de los trabajos de con

creto será oportuno tomar además de las tres muestras sacadas para la prueba a los 28 días tres muestras más para su ensayo de rotura a los 7 días, con el objeto de obtener una más rápida información cualitativa de los vaciados y del avance en el endurecimiento . El sacado de las tres muestras correspondientes a una prueba, deberá efectuarse por cada 200 m³ de vaciado como mínimo, o por cada vaciado de volumen inferior a los 200 m³.

La tolerancia máxima de la resistencia en cilindros aislados, será de 10%. La resistencia a los 7 días debe ser aproximadamente el 65% del valor especificado para los 28 días.

El Contratista deberá ofrecer una amplia colaboración al Ingeniero Supervisor, durante la ejecución de todas las investigaciones y pruebas, suministrando oportunamente el personal, equipo necesario, herramientas y el transporte que se solicite.

4.9 DOSIFICACION DEL CONCRETO

La dosificación de los diferentes tipos de concreto serán diseñados por el transportista, siendo responsable único del cumplimiento de las resistencias específicas para las estructuras. Estas deberán ser aprobadas por el Ingeniero Supervisor antes de comenzar los trabajos de concreto. El concreto se clasifica en base a la resistencia, a la compresión prescrita a los 28 días y en base al diámetro de los agregados, según se indica en el cuadro siguiente:

Clasificación del concreto	Resistencia a la compresión a los 28 días (Kg/cm ²) en probetas de 6" x 12"	Dimensiones a los máximos los agrega- dos. (Kg/m ³)	Dosaje m ⁿⁱ de cemen- to (kg/cm ³)
A1	280	1-1/2"	340
A2	280	3/4"	350
B1	245	1-1/2"	305
B2	245	3/4"	315
C1	210	1-1/2"	270
C2	210	3/4"	280
D1	175	1-1/2"	240
D2	175	3/4"	250
	140	3/4"	210

4.10 EQUIPO Y PROCESO DE MEZCLADO

a. Equipo.-

El Contratista deberá proveer mezcladoras capaces de cambiar en una mezcla uniforme, dentro del tiempo límite especificado, los ingredientes del concreto y de descargar esta mezcla sin segregarla. Las mezcladoras deberán garantizar una continuidad en la producción uniforme del concreto. En caso de que una mezcladora no produzca mezcla satisfactoria en todo momento, deberá ponerse fuera de uso hasta que se repare o reemplace. Las mezcladoras no se cargarán en exceso de su capacidad de régimen, a menos que se autorice específicamente.

El Contratista debe proporcionar el equipo y lo mantendrá y operará según sea necesario, para determinar y controlar con precisión la cantidad de cada ingrediente que entre al concreto. Los dosajes de cemento suelto (o en sacos) y de agregados finos y gruesos que entren en cada mezclado, se determinarán por peso o por volumen. Se puede usar un equipo pesador del tipo de romana o una balanza de pla

taforma de capacidad suficiente. El agua de mezcla se añadirá antes de cargar la mezcladora, durante la carga y después de ella.

Los ingredientes deberán pesarse por separado con la siguiente precisión:

<u>Ingredientes</u>	<u>Porcentaje por peso</u>
- Cemento	1%
- Agua	1%
- Agregado de tamaño no mayor a 38mm	3%
- Aditivos	2%

b. Tiempo de mezcla.-

El tiempo de preparación para cada mezcla, contando desde el momento en que todos los materiales sólidos están en el tambor de la mezcladora y con la condición de que toda el agua de la dosificación correspondiente haya sido añadida antes de transcurrir la cuarta parte del tiempo de mezcla, deberá ser el siguiente:

<u>Capacidad de la Mezcladora</u>	<u>tiempo mezcla</u>
1/2 metro cúbico	1 - 1/4 minutos
3/4 metro cúbico	1 - 1/4 minutos
1 metro cúbico	1 - 1/2 minutos
2 metro cúbico	2 minutos
3 metro cúbico	2 - 1/2 minutos

4.11 TRANSPORTE

El concreto deberá transportarse de la mezcladora a los encofrados con la mayor rapidez posible, antes de que empiece su fraguado inicial, empleando métodos que

impidan su segregación o pérdida de ingredientes. El equipo debe ser tal que asegure un abastecimiento continuo de concreto en el sitio de vaciado en condiciones de trabajo aceptables. No se permitirá una caída vertical mayor de 1.50 m. a menos que se provea equipo adecuado para impedir la segregación y que se autorice específicamente.

4.12 COLOCACION

Antes de efectuar cualquier vaciado de concreto, el Contratista solicitará por escrito, autorización de vaciado con 24 horas de anticipación por lo menos. El Ingeniero Supervisor dará su autorización, también por escrito, momentos antes del vaciado siempre y cuando no existan condiciones técnicas que impidan la colocación y consolidación adecuadas del concreto.

4.13 VIBRACION

La consolidación del concreto deberá realizarse por medio de vibradores a inmersión, deberán usarse vibradores aplicados a los encofrados accionados eléctrica o neumáticamente. Donde sea posible realizar la vibración por inmersión, deberán usarse vibradores aplicados a los encofrados accionados eléctricamente o con aire comprimido, previa autorización del Ingeniero Supervisor.

4.14 ENCOFRADOS

Con el objeto de confinar el concreto y darle la forma deseada, deberán emplearse encofrados donde sea necesario. Los encofrados deberán ser suficientemente

resistentes y estables a la presiones debidas a la colocación y vibración del concreto y deberán mantenerse rígidamente en su posición correcta. Los encofrados deberán ensamblarse ajustadamente para impedir que la parte final del concreto escurra a través de las juntas. La superficie de los encofrados en contacto con el concreto deberá mantenerse en condiciones aceptables y deberá reemplazarse cuando se requiera. El Contratista deberá someter a la aprobación del Ingeniero Supervisor los planos de detalle de la disposición de los encofrados. El Ingeniero Supervisor deberá también, aprobar antes de su construcción, los encofrados para elementos prefabricados. A tal fin, el Contratista presentará con suficiente anticipación, los planos detallados de construcción y si el Ingeniero Supervisor lo requiere, también los cálculos estáticos correspondientes. La aprobación por parte del Ingeniero Supervisor no examinará al Contratista de su responsabilidad, por la disposición, seguridad y resistencia de los encofrados.

4.15 DESENCOFRADO O REMOCION DE LOS ENCOFRADOS

Los encofrados deberán removerse lo antes posible, pero nunca antes de que el concreto tenga suficiente resistencia para no sufrir daños, a fin de no interferir con el curado y la reparación de imperfecciones en las superficies del concreto; para el efecto se tendra en cuenta los mínimos lapsos de tiempo transcurridos entre vaciado y desencofrado, pero en ningún -

caso deberán removerse los encofrados antes de que el Ingeniero Supervisor apruebe su remoción. Cualquier reparación o tratamiento que se requiera deberá hacerse inmediatamente y a continuación, deberá procederse con el curado especificado. La remoción de los encofrados deberá hacerse cuidando de no dañar el concreto; cualquier concreto que sufra daños por esta causa deberá repararse sin costo alguno para ELECTROPERU.

Se entenderá por lapso de tiempo entre vaciado y desencofrado, al tiempo que transcurra desde que se remata un vaciado hasta que se inicia el desencofrado. A menos que se ordene o autorice lo contrario. El desencofrado deberá hacerse gradualmente, estando prohibida las acciones de golpero, forzar a causar trepidación. En el caso de concreto normal, considerar los siguientes tiempos mínimos para desencofrar.

<u>Descripción</u>	<u>Tiempo</u>
- Columnas, muros de contención sin relleno, costados de vigas y zapatas.	18 horas
- Fondo de losas de luces cortas	10 días
- Losas de luz menor de 2 m.	3 días
- Fondo de vigas de luces cortas	16 días
- Fondo de vigas de gran luz y losas sin vigas	21 días
- Muros de contención con rellenos	7 días

Si se trata de concreto con aditivos de alta resistencia.

<u>Descripción</u>	<u>tiempo</u>
- Fondo de losas de luces cortas	4 días
- Fondo de vigas cortas	4 días
- Fondo de vigas de gran luz y losas sin vigas	7 días
- Ménsulas o voladizos pequeños	14 días
- Túnel (bóveda y Hastiales)	32 horas
- Obra de toma	24 horas

El Contratista es responsable directo de todas las obras provisionales que debe preparar para construir la estructura, en el presente caso encofrados y deberá tomar las provisiones necesarias, inclusive su diseño de tallado para garantizar su seguridad.

El Ingeniero Supervisor podrá también aceptar un tiempo menor, en base al cálculo estático y el control de la resistencia efectiva sobre muestra en función de la relación carga muerto/carga total y la curva de aumento de la resistencia del concreto, debiendo aplicarse un coeficiente de seguridad mínimo de 5.

4.16 ANDAMIOS

Se entiende por andamio, al conjunto de pilares, vigas, tablas, etc. que sirven para soportar encofrados o para otros usos en la ejecución de los trabajos. Todos los andamios deberán tener la suficiente resistencia contra golpes o acciones similares y deberán ser -
construidos de tal manera de poderlos controlar sin peligro. El asentamiento y la flexión transversal de los andamios deberá tomarse en cuenta, calculando la so

bre elevación requerido, con el fin de que la superficie exterior del concreto corresponda a los niveles indicados en los planos.

4.17 ACERO DE REFUERZO

a) Generalidades.-

El Contratista deberá detallar, suministrar, cortar, doblar y colocar todos los aceros de refuerzo, en los que están incluidos: varillas, mallas delgadas y barras de anclaje, ganchos de anclaje, según se muestran en los planos o como se ordene. Todos los refuerzos deberán estar libres de escamas oxidadas, aceite, grasas, mortero endurecido o cualquier revestimiento que pueda destruir o reducir su adherencia al concreto.

b) Materiales.-

A menos que se ordene lo contrario, los aceros de refuerzo deben ser varillas estriados o corrugados y deberán estar de acuerdo con la norma A-615 de la ASTM, el acero tendrá un límite de influencia de 4,200 Kg/cm². El Contratista deberá suministrar informes de cada ensayo, certificados por la fábrica. Las mallas de acero deberán ser de construcción soldada y deberán concordar con la norma A-185 de la ASTM.

c) Corte y doblado.-

Los aceros de refuerzo podrán doblarse en la fábrica o en el campo. Todas las dobladuras deberán efectuarse de acuerdo a las prácticas standarst a-

probadas, empleando métodos mecánicos aprobados.

No se permitirá calentar los aceros para doblarlos

No deberán usarse varillas que hayan sido enderezadas o contengan dobleces o deformaciones no indicadas en los planos.

d) Colocación.-

El Contratista deberá colocar todo el acero de refuerzo, exactamente en las posiciones mostradas en los planos u ordenadas.

e) Sujetadores.-

Todos los refuerzos deberán fijarse en sitio, por medio de soportes, espaciadores o tirantes metálicos aprobados. Estos sujetadores deberán tener suficiente resistencia para mantener el refuerzo en su sitio, durante todas las operaciones de colocación del concreto y deberán usarse de manera que no queden expuestos o no contribuyan de modo alguno a decolorar o deteriorar el concreto. No se aceptará sujetadores de madera.

4.5.5 SECCION 5: CASA DE MAQUINAS E INFRAESTRUCTURA AUXILIAR

5.1 MAMPOSTERIA

Las partidas como obras provisionales, trabajos preliminares, movimiento de tierras, obras de concreto simple y armado, se ejecutarán como se indica en las secciones correspondientes. Siempre y cuando no se indique lo contrario, el empleo de ladrillos de concreto por parte de Constructor, ciñéndose en cualquier caso a lo

especificado.

a) El Ladrillo.-

Será un producto de mezcla de hormigón de río limpio, cemento y agua en proporción 1:8 mezclado con a adecuada proporción de agua, elaborado sucesivamente a través de las etapas de mezclado, moldeado y fraguado. Todos los ladrillos que se emplean deberán tener las siguientes características:

- Resistencia: carga mínima de rotura a la compresión 7 Kg/cm².
- Durabilidad inalterable a los agentes externos.
- Textura homogénea.
- Superficie rugosa o áspera.
- Apariencia en terreno: de ángulos rectos, aristas vivas y bien definidas y caras planas.
- Dimensiones: exactas y constantes.

Se rechazarán los ladrillos que no cumplan con las características mencionadas.

b) Mortero.-

Será una mezcla de cemento y arena gruesa en proporción 1:4 ó 1:6 cemento arena deberá cumplir con las normas ITINTEC.

5.2 REVESTIMIENTOS.-

a) Tarrajes.-

Se emplearán morteros de cemento y arena en proporción de 1:5 (volumétrica). La arena será uniforme libre de arcilla, materias orgánicas y salitre.

Tendrá los siguientes espesores mínimos:

- 1.5 cm. tarrajeo en ladrillos de arcilla
- 1.0 cm. tarrajeo en ladrillos de calcareo
- 1.0 cm. tarrajeo en ladrillos de concreto.

Se limpiarán y humedecerán las superficies, según el caso antes de proceder a su tarrajeo.

5.3 PISOS

a) Falso piso.-

Llevarán falso piso todos los ambientes en contacto con el terreno. Serán de 4" y 6" de espesor, según indiquen los planos utilizando concreto en proporción 1:8 ó 1:10 de cemento y hormigón.

Se humedecerá el terreno bien nivelado compactado a máxima densidad seca utilizando cintas de mortero pobre o reglas de madera para controlar el nivel.

Las superficies se terminarán con "Paleta de Madera" cuidando que quede completamente a nivel y textura áspera.

En los ambientes que lleven pisos vinílicos se colocará una película impermeable de polietileno que puede ser Polipak o similar. Para su instalación seguirán las recomendaciones del fabricante.

b) Pisos de cemento público coloreado.-

Serán acabados con una capa de 1:5 cm. de espesor con mezcla 1:2 cemento - arena fina, espolvoreando superficialmente cemento coloreado y pulido con plancha metálica para obtener una superficie homogénea y lisa.

c) Pisos de loseta corriente.-

Se emplearán losetas corrientes de 20 x 20 m. en los ambientes indicados en los planos SS.HH. serán asentados con una mezcla de cemento-arena en proporción 1:4, la colocación será perfectamente horizontal y quedará a nivel con los pisos adyacentes.

Serán fraguados con cemento preparado con ocre del color de la loseta.

5.4 ZOCALOS

Zócalo es el revestimiento de la parte inferior de los parámetros verticales; pueden ser o no salientes del parámetro terminado y pueden llevar o no contrzócalo. Se colocará en los baños zócalo de mayólica blanca nacional de 15 x 15 cm. asentado con mezcla cemento-arena 1:5 espesor de 1.5 cm. fraguado con porcelana, tendrá una altura de acuerdo a lo especificado en el plano respectivo.

5.5 CARPINTERIA DE MADERA Y METALICA

Para las puertas se usará madera cedro nacional, que tendrá las siguientes especificaciones de calidad:

- La madera será de tipo seleccionado y totalmente seca
- Será de fibra recta u oblicua con dureza de suave a media.
- No tendrá defectos de estructura, madera tensionada, comprimida, nudos grandes, etc.
- Podrá tener nudos sanos, duros y cerrados no mayores de 40 mm.
- No se admitirá cavidades de resina mayores de 3 mm. de ancho x 200 mm. de largo.

Las superficies de los marcos se entregarán limpios y planos, con uniones ensambladas nítidas y adecuadas.

En todo caso la carpintería de madera quedará de acuerdo a lo especificado en el detalle correspondiente, con tolerancia en las medidas de 1/16" máximo.

5.6 VIDRIOS

Se llamarán vidrios simples o corrientes, al que tiene un espesor aproximado de 3 mm. y doble al que tiene un espesor aproximado de 4 mm., deberán ser de buena calidad, transparente y que no deformen la imagen, se colocarán vidrios simples o sencillos o dobles, según especificación en planos o presupuesto.

5.7 PINTURA

Toda superficie de muros de la fachada principal, fachada interior, muros interiores, se le aplicará pintura látex lavable, a dos manos sobre una capa de imprimación de pintura base y los cielos rasos se pintarán con pintura temple.

La carpintería de madera llevará 2 manos de barniz transparente, asimismo en la carpintería metálica se aplicará pintura anticorrosiva a dos manos.

5.8 CERRAJERIA

Comprende los mecanismos que sirven para asegurar el cierre de puertas y ventanas, etc. En las puertas se colocarán chapas tipo parche de 2 golpes. Las bisagras serán de 4" en número de tres por cada puerta u hoja o como se indique en los planos.

5.9 COBERTURA

Los techos consisten en elementos estructurales de madera y coberturas corrugadas dispuestas en una, dos y cuatro aguas, como se indica en los planos.

5.10 APARATOS SANITARIOS

Los aparatos sanitarios serán de losa blanca vitrificada, los inodoros tendrán tanque bajo.

5.11 INSTALACION SANITARIA

Serán de tipo empotrado, la red de agua potable llevará tubería de plástico PVC - SAP y la red de desagüe llevará tubería de plástico PVC -SAL, según lo especificado en el plano respectivo. Las cajas de registro serán de mampostería, con tapa de concreto armado, las interiores y con tapa de fierro las exteriores.

5.12 INSTALACION ELECTRICA

Serán de tipo empotrados en muros, picos y techos se usarán alambres eléctricos N° 10, 12, 14 embutidos en tuberías de plástico PVC - SEL de ϕ 3/3" y ϕ 5/6, respectivamente, según lo especificado en el respectivo plano. Las cajas utilizadas serán fabricadas por estampado de hierro galvanizado de 1/32 de espesor mínimo.

Los conductores tendrán aislamiento termoplástico para 600 voltios y serán de cobre blando, fabricados de acuerdo a las especificaciones últimas del Código Eléctrico del Perú.

Los interruptores serán de placa del tipo empotrar; se emplearán placas de material plástico de fa

bricación nacional.

Las tuberías y cajas que irán empotradas en elemento de concreto armado, se instalarán después de haber sido colocado armadura de fierro y serán asegurados. Los tubos con amarras de alambre y las cajas serán fi jadas con clavos, introduciendo papel bien acuñado - dentro de la caja.

En los muros de albañilería las tuberías empotradas se colocarán en canales verticalmente y horizontalmente, luego llenados con mortero rico en proporción 1:2 cemento - arena. Las cajas en que se instale cualquier accesorio deberán quedar al ras del acabado para lo cual se procederá a su colocación cuando ya estén hechas las cintas para el tarrajeo de los muros de albañilería.

Las tuberías y cajas serán limpiadas y secadas pre viamente, luego se pintarán interiormente con barniz aislante negro. Una vez realizada esta preparación se procederá sucesivamente de alumbrado y colocación de accesorios después de terminados los revoques del ambiente.

La altura sobre los pisos terminados, salvo otra indi cación expresa en los planos, serán como se indica a continuación:

Tablero de Distribución	1.80 mts.
Braquetes	2.10 mts.
Interruptores	1.40 mts.
Tomacorrientes	0.40 mts.

5°13 ALBAÑILERIA DE PIEDRA

EMPEDRADO.- Comprende el suministro de la mano de obra materiales y equipo y la ejecución de las operaciones necesarias para efectuar recubrimientos parciales en los taludes y fondo de los canales y drenes en los lugares de enlace entre las diferentes obras, mediante la simple colocación de piedras canteadas sin labrar, de acuerdo a lo indicado en los planos o a lo ordenado por la Supervisión.

La piedra deberá ser de buena calidad, homogénea, de forma regular, fuerte, durable y resistente a la acción de los agentes atmosféricos y no deberá tener grietas ni partes alteradas.

La piedra deberá ser extraída desde las canteras, a probadas por la Supervisión y se canteará según las dimensiones indicadas en los planos de las estructuras correspondientes. Sólo excepcionalmente se permitirá el empleo de piedras redondeadas, previa autorización de la Supervisión. Las piedras serán colocadas en una sola capa, de tal forma de obtener una superficie lo más plana posible, rellenándose los espacios mayores con piedras del tamaño adecuado, en forma tal que las irregularidades no sobresalgan más de 5 cm. encima de las secciones de diseño, ni queden mayores de 2 cm. entre ellas.

CAPITULO V

DISEÑO Y ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO

5.1 GENERALIDADES

En este capítulo se trata de:

- Optimizar en la selección adecuada de los equipos de generación, equipos de medición, equipo de operación control, equipos de protección, servicios auxiliares, etc.; considerando los siguientes factores: crecimiento de la demanda, factor económico, equipo más eficiente técnicamente y el funcionamiento interconectado de la Central Térmica de Omate con la Central Hidráulica propuesta.

5.2 TUBERIA DE PRESION

5.2.1 EL TUBO MÁS ECONOMICO

Si se adopta un diámetro pequeño resulta un golpe de ariete de mayor presión y una pérdida de energía exagerada, si se toma un diámetro grande el costo del tubo y accesorios resulta excesivo..

Ambas proposiciones son inconvenientes. El diámetro más económico para un tubo es aquél que produce la menor suma anual de gastos por concepto de capital invertido en la tubería y por concepto de energía despreciada por fricción.

Cálculo del Costo Anual de la tubería

a) Espesor de la tubería, está dado por:

$$S = \frac{H_B \times D}{2 \times K}$$

Donde :

$$H_B = H_b + H'_b$$

H_B = Presión media interna de la tubería

H'_b = Altura de sobrepresión = $0.5 H_b$

K = Esfuerzo de tensión en tuberías soldadas

$K = 800 \text{ kg/cm}^2$

$$S = \frac{H_B \times D}{16} \text{ (mm)}$$

b) El peso de la tubería está dado por :

$$P = \frac{\pi \times D \times S \times \gamma' \times L}{1000}$$

Donde :

P = Peso de la tubería en kgs.

L = Longitud de la tubería en mts.

γ' = Densidad del material = $7,800 \text{ kgs/m}^3$

$$P = 1.5315 \times D^2 \times L \times H_B$$

c) El costo de la tubería está dado por :

$$C = K_t \times P \text{ (US\$)}$$

Donde :

K_t = costo de la tubería US \$/kg.

d) Costo anual de la tubería

$$G_c = K_t \times P \times i$$

$$G_c = 1.5315 \times D^2 \times L \times H_B \times K_t \times i$$

Cálculo del Costo de Pérdida por Energía

a) Cálculo de la pérdida por fricción

$$h_f = 0.002 \frac{Q^2 \times L}{D^5}$$

b) Cálculo de la Producción de energía y su costo

$$\bar{A} = N \times f_c \times K$$

Donde :

N = Número de horas que trabaja la central

f_c = Factor de carga

K = Costo por KWH

η = Rendimiento completo del grupo

c) El valor de la energía que se pierde anualmente por fricción:

$$G_e = \bar{A} \times 9.81 \times \eta \times Q \times h_f$$

$$G_e = N \times f_c \times K \times 9.81 \times \eta \times \beta \times \frac{Q^3 \times L}{D^5}$$

$$G_e = 9.81 \times N \times F_c \times K \times \eta \times \beta \times \frac{Q^3 \times L}{D^5}$$

El costo total anual de la tubería

$$G_T = G_c + G_e$$

$$G_T = 1.5315 \times D^2 \times L \times H_B \times K_T \times i + 9.81 \times N \times f_c \times K \times \eta \times \beta \times \frac{Q^3 \times L}{D^5}$$

Derivado esta expresión e igualando a cero, obtenemos el diámetro para el cual el costo total de la tubería es mínimo y finalmente se obtiene la siguiente expresión:

$$D^7 = \frac{5 \times 9.81 \times N \times f_c \times K \times \eta \times \beta \times Q^3}{3.063 H_B \times K_t \times i}$$

Donde:

β = 0.002 para tubería de acero soldado

K = 0.30 \$/Kw -h

N = 8,400 horas de funcionamiento anual considerando

2 mantenimientos al año de 6 días por mantenimiento

to (ref. : GTZ)

$$\eta = 0.78$$

fc = Factor de carga de la central = 0.3

H_B = Presión media interna 1.5 x 29 = 43.5 mts. agua

K_t = Costo específico del acero 5.35 \$/kgs.

i = Tasa de intereses = 0.4

Obtenemos:

$$D = 1.502 \text{ mts.}$$

Cálculo del diámetro económico según estudio realizado - por la Cooperación Técnico Alemana (G.T.Z)

Se toma en cuenta el costo específico de la Central y utiliza la siguiente expresión matemática :

$$2.568 H_b \times Ca D^7 + 123.308 \times Ca D^6 = 0.075 \times Q^3 \times C/Kw$$

Donde:

H_b = altura bruta = 30.26 mts.

Ca = costo específico del acero = 5.35 US \$/kg.

Q = 4 m³/seg.

C/Kw = Costo específico de potencia = 2,500 \$/Kw

$$398.4252 D^7 + 659.6978 D^6 = 12,000$$

como se tiene un proceso iterativo el diámetro base se - puede estimar con la fórmula utilizada por OPIL - ELEC-- TROPERU.

$$D^7 = \frac{8 \times Q^3}{H_n} + 2\%$$

Donde a su vez:

$$H_n = (95 \div 98)\% \text{ de la altura bruta (*)}$$

(*) según rango establecido por OLADE para pequeñas centrales hidroeléctricas.

$$D^7 = \frac{8 \times 4^3}{0.97 \times 29} + 2\%$$

$$D = 1.4833$$

iterando con valores prácticos próximos al valor del diámetro estimado, tenemos:

$\phi_1 = 55''$	1.3970	9,041	\neq	12,000
$\phi_2 = 56''$	1,4224	10,157	\neq	12,000
$\phi_3 = 57''$	1.4478	11,388	\neq	12,000
$\phi_4 = 57.5''$	1.4605	12,050	\neq	12,000
$\phi_5 = 58''$	1.4732	12,744	\neq	12,000

$$D = 1.4605 \text{ mts.} = 57.5''$$

Dimensiones de planchas de acero suministradas por S.I.

DIMENSIONES				ROLADO	
Largo cmts.	Ancho cmts.	Espesor cmts.	pulgada	Long. cmts.	Diámetro cmts.
240	92	0.5	3/16	420	133.6901
240	152	0.64	1/4	425	135.2817
240	152	0.8	5/6	456	145.1493
240	152	0.95	3/8	475	151.1972
240	152	1.25	1/2	500	159.1549
600	152	en todos los espesores			

Conclusión:

Seleccionamos un diámetro de 145 cm. ya que es más conveniente, debido a que con un ancho comercial de 3 x 152 cm. se obtiene dicho diámetro sin desperdicio ni soldadura adicional.

Cálculo de la velocidad:

$$V = \frac{4 \times Q}{\tilde{\nu} \times D^2} \text{ m/seg.}$$

Para el caudal máximo, la velocidad del agua en la tubería, resulta en la práctica comprendida entre 2 y 6m/seg

$$V = 2.4223 \text{ m/seg.}$$

Cálculo del Espesor:

$$S = \frac{KH_B \times D + t}{20 \times T} \quad (\text{según Nosaki})$$

H_B : Altura bruta = 30.26 mts.

D = 145 cmts.

t = 0.20 ÷ 0.30 t = 0.20 cm. desgaste por corrosión.

T = 800 Kg/cm

K = 1.5 que significa 50% de sobrepresión por golpe de ariete (asumido)

$$S = \frac{1.5 \times 30.26 \times 145 + 0.20}{20 \times 800}$$

S = 0.611 cms. = 6.11 mm.

Valores recomendados:

Para diámetros de 0.8 - 1.5 mts. S mínimo = 6.0 mm.

Tomando espesor comercial de planchas

e 8.0 mm e = 5/16"

5.2.2 GOLPE DE ARLETE

Es un cambio en la presión, por arriba o por debajo de la presión normal, ocasionado por una variación en el flujo de un tubo.

Se basa en dos principios de continuidad:

1. La Conservación de la energía, y
2. La Conservación de masas.

El primero establece que la energía cinética del agua se transfiere en todo, o parte al tubo que se dilata y al agua que se comprime, tomando la forma de energía elástica.

1. Cálculo de la Celeridad:

La velocidad para la onda en un tubo se determina con la ecuación:

$$U = \sqrt{\frac{E}{P}} \times \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{\epsilon}{E_p} \times \frac{D}{S}}}$$

Donde:

U = Velocidad de una onda de presión a lo largo de un tubo m/seg.

E = Módulo de elasticidad del agua kg/m²

P = Viscosidad del agua Kg - seg²/m⁴

$\sqrt{\frac{E}{P}} = 1430$ m/seg (Velocidad de propagación del sonido en el agua).

D = Diámetro del tubo en mts.

ϵ = Módulo volumétrico de elasticidad del agua (a 20°C)

E_p = Módulo de elasticidad del material del tubo.

S = Espesor de la pared del tubo.

$\frac{\epsilon}{E_p} = 0.01$ para tubería de acero soldada.

Para nuestro caso, se debe considerar una aceleración y velocidad promedio, ya que existe cambio de sección en el pantalón de distribución.

Se calculará con la fórmula:

$$\frac{L}{U} = \frac{L_1}{U_1} + \frac{L_2}{U_2} \quad V_1 \times L_1 \times V_2 \times L_2 = V \times L$$

Donde:

L = Longitud de la tubería

Tramo	L mts	$\frac{V_i}{U_i}$ m/seg.	S pulg.	ϕ mts.	$\frac{U_i}{U}$ m/seg
H _b = 30.26 m.	70.9	2.4223	5/16"	1.45	852
Pantalón	7.9	2.7064	5/16"	0.97	961

$$\frac{77.9}{U} = \frac{7.9}{961} + \frac{70.9}{852}$$

U = 852 m/seg.

$$V = 2.4791 \text{ m/seg}$$

2. Cálculo del Tiempo Crítico:

La magnitud del cambio de la presión que ocurra cuando se varía el flujo depende de la velocidad de cambio del flujo y de la longitud de la tubería, cualquier movimiento gradual de una válvula que se hace un menor tiempo del necesario, para que una onda de presión avance desde la válvula al depósito y se refleje de retorno a la válvula, produce el mismo cambio en la presión que un cierre instantáneo.

$$T = \frac{2 L}{U}$$

Donde :

L = Longitud del tubo del depósito a la válvula en m.

$$T = 0.183 \text{ seg.}$$

Si el tiempo T de cierre de la válvula es menor de 0.183 seg, el cierre es instantáneo y el aumento de presión al final de la tubería será:

$$\Delta H = \frac{U \times \Delta V}{g}$$

$$V = V_Q - V_F \text{ Cambio de la velocidad ocasionada al cambiar la posición de una válvula } V_F=0$$

$$H = \frac{U \times V_Q}{g}$$

$$H = \frac{852 \times 2.4791}{9.81}$$

$$H = 215.31 \text{ mts.}$$

3. Cierre gradual:

Se supone que el aumento en la presión o cambio en la carga está en proporción directa con el tiempo de cierre

$$\Delta H_g = \frac{t_i \times \Delta h}{T} = \frac{2L \times \Delta V}{T \cdot g}$$

$$H_g = \frac{2L \times V}{Tg} \quad V_f = 0$$

Donde :

ΔH_g = Cambio en la carga debido al cierre gradual en mts

t_i = Tiempo para que una onda viaje desde la válvula -
hasta el depósito y se refleje en seg.

T = Tiempo real de cierre en seg.

H_g = Máxima sobrepresión.

El tiempo de cierre para que la sobrepresión al final de la tubería no exceda del 50% de la carga bruta.

$$K = \frac{H_b + H'_b}{H_b} = \frac{H_b + 0.5 H_b}{H_b}$$

El número de Allievi es:

$$\rho = \frac{UV_0}{2 \cdot g \cdot H_b} = \frac{852 \times 2.479}{2 \times 9.81 \times 30.26} = 3.557$$

Con los valores de K y ρ

Se obtiene el gráfico N° 4 el tiempo realtivo

$$\theta = 8.8$$

Por lo tanto el tiempo relativo del cierre del distribuidor será:

$$Tr = \frac{2L\theta}{U}$$

$$Tr = 1.609 \text{ seg.}$$

Como $Tr > T$, significa que la sobrepresión es inferior al valor que tendría en el caso de cierre rápido.

Finalmente el tiempo de cierre será proporcionado por el fabricante de reguladores de velocidad.

Tomando : $T = 3'$ seg del Catálogo de la Compañía Brasi-

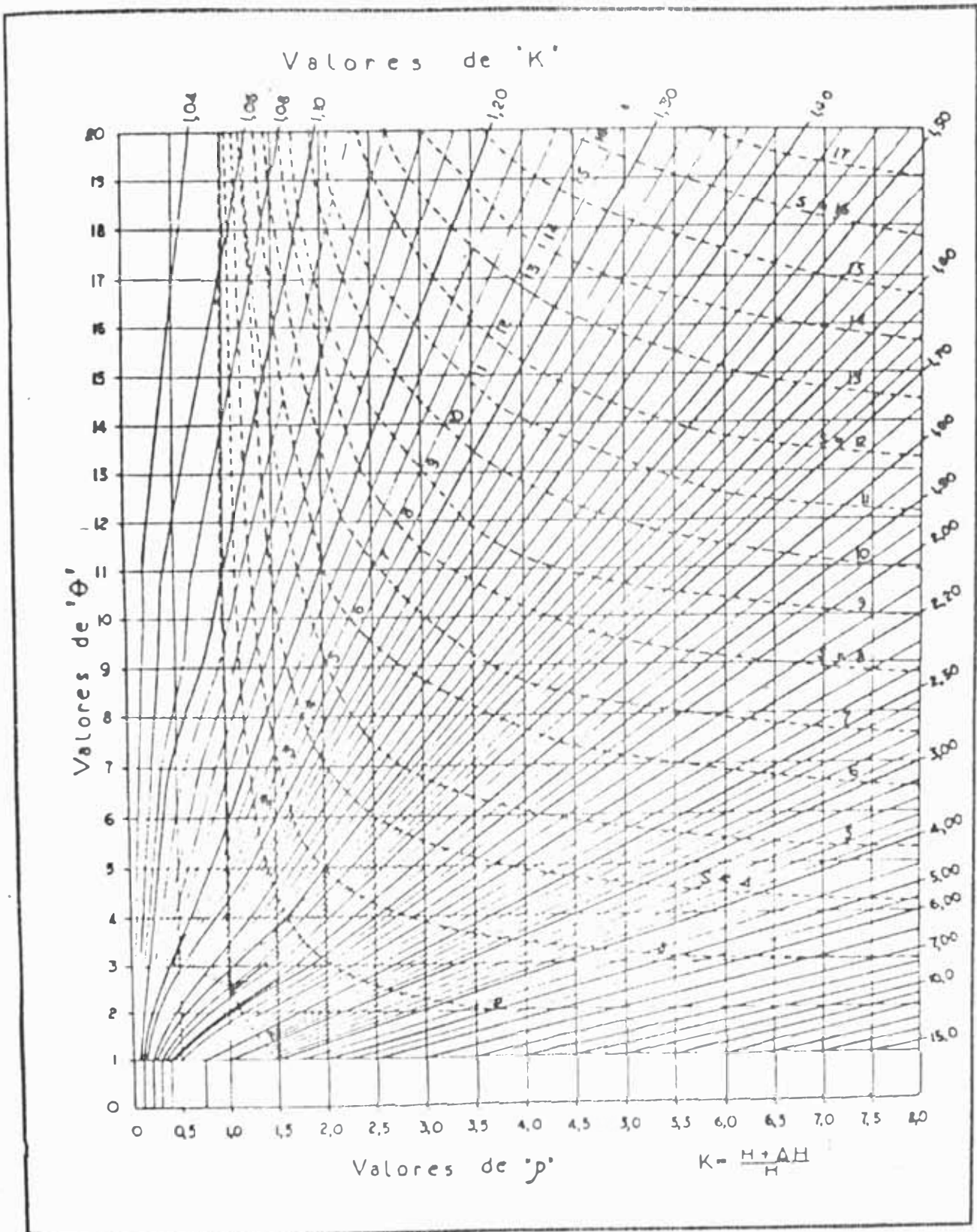


GRAFICO N° 4

OPIL

$$H_g = \frac{2 \times 77.9 \times 2.479}{3 \times 9.81}$$

$$H = 13.12 \text{ mts.}$$

Esta sobrepresión equivale al 43.36% de la altura bruta y como los espesores de la tubería han sido proyectados para resistir sobrepresiones por golpe de ariete del 50% de H_b , los efectos producidos serán mínimos.

5.3 SELECCION DE TURBINAS

5.3.1 CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LA CENTRAL

De las turbinas disponibles para una planta hidroeléctrica seleccionaremos la más adecuada, teniendo presente lo siguiente:

- Factor de carga del orden de 0.25 - 0.3, por servir a poblaciones rurales pequeñas.
- Potencia de generación para cada unidad.
- Economía del sistema y estabilidad del servicio; y
- Equipo más eficiente técnicamente.

Elementos que definen las características principales de la turbina son:

Altura bruta	30.26 mts.
Altura neta	29.05 mts.
Caudal de diseño	4.00 m ³ /seg
Potencia instalada	900 KW

5.3.2 NUMERO DE UNIDADES GENERADORAS

El fraccionamiento en unidades generadoras está condicionada por el crecimiento de la demanda en el tiempo y Programa de Desarrollo adoptado en la zona de influencia -

del Proyecto, según OLADE, si

$R > 30\%$: 1 sola etapa
$R [15 - 30\%]$: 2 etapas
$R < 15\%$: 3 etapas

donde: R = Relación de Demanda inicial a final

$$R = \frac{M_D \text{ Inicial}}{M_D \text{ Final}}$$

Luego P.C.H. de Omate

$$M_D \text{ Final} = 900 \text{ KW}$$

$$M_D \text{ Inicial} = 194.2 \text{ KW (Año 1,988)}$$

$$R = 21.5\%$$

Conclusión:

Por lo tanto adoptamos el equipamiento de la central con dos unidades generadoras de 450 KW cada uno.

5.3.3 SELECCION PREVIA DE LA TURBINA

a) Potencia que deberá generar cada unidad

$$H_n = 29.05 \text{ mts. (Altura Neta)}$$

$$Q = 2 \text{ m}^3/\text{seg (caudal)}$$

$$\eta_t = 0.85 \text{ (Eficiencia de la turbina)}$$

$$F = 60 \text{ cps. (Frecuencia de la central)}$$

$$\text{Altura sonbeel nivel del mar} = 1,500$$

Con los elementos hidráulicos del sistema se determina la potencia de cada unidad con:

$$P_u = \frac{\gamma \times Q \times H_n \times \eta_t}{75} \text{ C.v.}$$

$$P_u = 658 \text{ CV}$$

b) Velocidad angular de operación N

Por razones bien conocidas, un generador eléctrico es -
tanto más eficiente y menos costoso cuanto más rápido. -

En consecuencia, se escogerá la mayor velocidad de trabajo compatible con la resistencia de los materiales del rotor o con las limitaciones propias de la turbina, la cual descende en eficiencia si se opera en velocidad más alta de la que corresponde a cada tipo y cada presión. La velocidad específica máxima permisible para turbinas Francis según LUSCHINGER:

$$N_{S_{\text{máx}}} = \frac{6850}{H+10} + 84$$
$$N_{S_{\text{máx}}} = 259.4 \text{ r P.M.}$$

De la fórmula de la velocidad específica resolviendo para la N y considerando que se utiliza la $N_{S_{\text{máx}}}$ antes deducida las unidades resultantes serán las de mínimo tamaño, se tiene:

$$N = N_{S_{\text{máx}}} \frac{H^{1.25}}{(P_u)^{0.5}}$$
$$N = 682.0 \text{ R.P.M.}$$

Pero considerando los requisitos del generador que debe generar a 60 c.p.s. y tener un número entero de pares de polos, se obtiene:

$$P = \frac{60 f}{N} = \frac{60 \times 60}{682} = 5.3 \text{ Pares polos}$$

Para no aumentar la $N_{S_{\text{máx}}}$ y evitar el fenómeno de cavitación, se seleccionará un generador de 6 pares de polos, con lo que la velocidad angular de funcionamiento resulta finalmente de:

$$N = \frac{3600}{6}$$

$$N = 600 \text{ R.P.M.}$$

c) Velocidad específica real:

$$N_s = \frac{N \sqrt{P_u}}{H^{1.25}}$$

$$N_s = 228 \text{ R.P.M.}$$

d) Tipo de Turbina:

Refiriéndonos a la fig. N° 5 y el Cuadro N° 18, vemos que la altura de carga nos permite seleccionar dos turbinas Francis del tipo rápida.

e) Dimensiones de las Turbinas: (Preliminar)

En el presente hacemos un cálculo preliminar de las dimensiones de la turbina, con la finalidad de que nos permita dimensionar la Casa de Máquinas, las dimensiones serán dadas en forma definitiva por el fabricante de turbinas, con los datos básicos de la Central.

Se usarán los resultados de ZANOBETTI, por ser un análisis más completo para el cálculo de turbinas publicado en su libro WATER POWER DEVELOPMENT, tomos I y V 2da. ed Académica de Ciencias de Hungría, Budapest (1963).

1. Coeficiente perimétrico ϕ

$$\phi = \frac{\text{Velocidad periférica de las pal.}}{\text{Velocidad de escape del Rodete}}$$

$$\phi_1 = 0.68 + \frac{N_s}{2500}$$

$$\phi_2 = 0.68 + \frac{228}{2500}$$

$$\phi = 0.7712$$

2. Diámetro medio del rodete a la entrada del agua

$$\frac{\pi \cdot D_1 \cdot N}{60} = \phi_e \cdot (2 \cdot g \cdot H)^{0.5}$$

De donde:

$$D_1 = 84.6 \phi_e \times \frac{(H)^{0.5}}{N} \text{ mts.}$$

$$D_1 = 0.586 \text{ mts.}$$

CUADRO N° 18
 CLASIFICACION GENERAL APROXIMADA DE LAS TURBINAS SEGUN SU VELOCIDAD
 ESPECIFICA
 (Sistema Métrico)

N_s	Tipo	Caída Neta m.
< 18	Pelton 1 inyector	> 800
18 - 25	" 1 "	800 - 400
26 - 35	" 1 "	400 - 100
26 - 35	" 2 "	800 - 400
36 - 50	" 2 "	400 - 100
51 - 72	Pelton varios chiflones	400 - 100
55 - 70	Francis muy lenta	400 - 200
70 - 120	" lenta	200 - 100
120 - 200	" media	100 - 50
200 - 300	" rápida	50 - 25
300 - 450	Francis muy rápida	25 - 15
400 - 500	Hélice ultrarápida	hasta 15
270 - 500	Kaplan lenta	50 - 15
500 - 800	" rápida	15 - 5
800 - 1100	" ultrarápida	25

R f Ing° Manuel Viejo Subiracay.

Comprobando con los trabajos de standardización de turbinas hidráulicas para P.C.H. por los Ingenieros Miguel Llauri Benites y Alejandro Vega Alcázar.

La ecuación que los relaciona:

$$N = \frac{K (H)^{0.5}}{D_1}$$

Donde:

N = Es la velocidad óptima de giro en RPM (depende del diseño del rodete - diámetro y ángulo de ataque del álabes) y de su altura de trabajo.

K = Es una cte. que depende del ángulo de entrada del álabes que tiene valores típicos según el tipo de turbina Tabla N° 19

D = Es el diámetro del rodete en mts.

H = Salto neto en mts.

TABLA N° 19

VALORES DE LA CTE. K COMUNMENTE USADOS POR MUCHOS

CONSTRUCTORES DE TURBINAS

<u>Turbina</u>	<u>K</u>
Peltón - Turgo	38
Michell - Banki	38 a 39.8
Francis	40 a 74.5
Kaplan	0.725 Nq

Reemplazando valores en:

$$K = \frac{N D_1}{(H)^{0.5}}$$

$$K = 65.23$$

Conclusión:

La Cte. está dentro del rango para el tipo de turbi-

nas Francis, luego la elección de N y D, es óptima.

3. Diámetro de descarga: D_2

Relación de diámetros

$$\frac{D_2}{D_1} = 0.5 + \frac{Ns}{400}$$

$$D_2 = D_1 \left(0.5 + \frac{Ns}{400} \right)$$

$$D_2 = 0.627 \text{ mts.}$$

4. Espiral o voluta de alimentación. Como la carga de presión es menor de 60 mts. se usarán espirales de hierro fundido.

5. Area de entrada o admisión del espiral. La velocidad permisible del agua al espiral para reducir al mínimo la pérdida por fricción, es:

$$V_a = 0.20 \times (2.9 \cdot H_n)^{0.5} = 0.886 \times (H_n)^{0.5}$$

$$V_a = 4.78 \text{ m/seg.}$$

$$A_{\text{esp}} = \frac{Q}{V_a} = \frac{2}{4.78}$$

$$A_{\text{esp}} = 0.42 \text{ m}^2$$

6. Principales diámetros externos del espiral.

Las dimensiones externas de la voluta con referencia a sus radios principales varían en los intervalos que se indican

$$R_{0^\circ} = 1.8 \text{ a } 2.5 D_1$$

$$R_{90^\circ} = 1.7 \text{ a } 2.3 D_1$$

$$R_{180^\circ} = 1.5 \text{ a } 1.9 D_1$$

$$R_{270^\circ} = 1.2 \text{ a } 1.4 D_1$$

Tomando valores medios

$$R_{0^\circ} = 1.24 \text{ mts.}$$

$$R_{90^\circ} = 1.15 \text{ mts.}$$

$$R_{180^\circ} = 0.98 \text{ mts.}$$

$$R_{270^\circ} = 0.75 \text{ mts.}$$

7. Espaciamiento entre las unidades

Para un acoplamiento horizontal de la turbina y alternador y tomando en cuenta las dimensiones del alternador y turbina, tomamos:

$$E = 6.50 \text{ mts.}$$

5.4 TUBO DE ASPIRACION

En las turbinas tipo Francis el rodete está situado generalmente a una altura H_s (que no debe superar un mínimo calculado) sobre el nivel del agua en el canal de descarga y así evitar el fenómeno de la cavitación que se manifiesta en una reducción de la potencia y, por tanto, de la eficiencia de la turbina, así como vibraciones y fuertes ruidos provocados por golpes en el interior del tubo.

La experiencia ha demostrado que la cavitación es mayor:

- a) Cuando la altura de succión aumenta.
- b) Cuando la turbina funciona a mayor velocidad o presión de la normal,
- c) Cuando el material de las paletas es poroso y quebradizo.
- d) Cuando la curvatura de los pasos cambia bruscamente, facilitando la tendencia de la vena a despegarse del metal.

1. Cálculo de la altura de succión:

Teniendo en cuenta el efecto de cavitación se averigua si es posible disminuirla y así reducir las excavaciones en el canal de desfogue de la Casa de Máquinas.

De acuerdo con los resultados teóricos y experimentales de THOMA, la altura máxima de succión a que se debe insta--

lar una turbina es:

$$h_s = B' - H_n (K + C)$$

Se considerará que la eficiencia del tubo de succión η_{dt} es 0.65 de tabla N° 21 el valor de K para la N_s de funcionamiento a máxima eficiencia de la turbina es:

$$K = 0.05$$

Además se sabe que:

$$c = \frac{hd}{Hn} \text{ y } h_d = \eta_{dt} \frac{v_3^2 - v_4^2}{2g}$$

El área A_3 de entrada al tubo de sección corresponde a la - descarga de la turbina, o sea el área de D_2 .

$$A_3 = \pi \frac{D^2}{4}$$

$$A_3 = 0.31 \text{ m}^2.$$

La velocidad de entrada del agua al tubo es:

$$v_3 = \frac{Q_{un}}{A_3} = \frac{2}{0.31}$$

$$v_3 = 6.45 \text{ m/seg.}$$

Suponiendo que la velocidad de salida del agua del tubo sea cuando mucho:

$$v_4 = 1.5 \text{ m/seg.}$$

Se tiene:

$$h_d = \frac{0.65 \times 6.45^2 - 1.5^2}{2g}$$

$$hd = 1.3 \text{ mts.}$$

$$c = \frac{1.3}{27.05}$$

$$c = 0.047$$

Por otro lado, para una altura sobre el nivel del mar de - 1,500 m. de la instalación y para agua a 20° C de la tabla N° 20 , la altura barométrica de la columna de agua correspondiente a la presión barométrica es:

$$B' = 8.1 \text{ mts.}$$

Finalmente

$$H_s \leq 8.1 - 29.05 (0.05 + 0.047)$$

$$h_s \leq 5.28 \text{ mts.}$$

ya que no hay peligro de cavitación se instalarán las turbinas a una altura $h_s \leq 4.00$ con la finalidad de reducir las excavaciones.

TABLA N° 20

PRESION EN COLUMNA DE AGUA EN FUNCION DE LA ALTITUD

ALTITUD SOBRE EL NIVEL DEL MAR	0	500	1000	1500
Pa (metros de agua)	10.3	9.7	9.2	8.1

TABLA N° 21

DISEÑO HIDRAULICO DEL TUBO DE SUCCION VALORES DE K EN
FUNCION DE N_s

N_s	50	100	200	300	450	600	800	1000
K	0.01	0.02	0.03	0.08	0.22	0.50	1.00	1.60

5.5 CONJUNTO GOBERNADOR DE VELOCIDAD

Para conservar la velocidad de la turbina dentro de límites cercanos a la nominal, a pesar de los cambios de carga que inevitablemente ocurren en un sistema hidroeléctrico, es necesario el empleo de un mecanismo que cambie la admisión de agua, cada vez que cambia la carga, con el fin de no variar la frecuencia.

El Conjunto Gobernador de Velocidad a ser suministrado estará constituido básicamente por los siguientes componentes:

- Un Gobernador con accionamiento de motor eléctrico, solenoide de parada, motor de ajuste de velocidad, actuador vertical remo

to y válvula de mando para bomba manual de aceite.

- Una unidad de bombeo con motor eléctrico, bomba tipo engranaje, interruptor de flujo, interruptor de nivel y bomba manual.
- Accesorios como; interruptor de indicación de posición del servomotor y transmisor de posición, entubado, pernos de anclaje y herramientas.

Todos los dispositivos eléctricos serán para operar a 220 V, - 60 HZ, monofásico a excepción del solenoide de parada, interruptores de flujo y nivel, los cuales serán para 24 VDC.

Estará condicionado para regular la velocidad de la turbina - desde un mando remoto y manual y estará ubicado en el tablero de control y generalmente se le usará para sincronizar los generadores o para compartir la carga activa (KW) del sistema desde el mismo tablero.

Deberá estar equipado convenientemente para trabajar en forma independiente, donde la variación de carga se hace automáticamente a velocidad constante y para trabajar en paralelo con otras unidades, a fin de que se reparta en forma automática la carga entre los generadores interconectados.

También deberá tener un control de límite de carga, el que limitará la capacidad de salida del generador a cualquier valor entre cero y nominal, de tal forma que no se pueda alimentar más - carga por razones de racionalización o maniobra del sistema.

CARACTERISTICAS:

- a) Sensibilidad : graduable
- b) Regulación : permanente
- c) Tiempo de cierre, es el tiempo empleado por el regulador para cerrar la admisión a partir de la apertura plena, cuando se -

quita la carga total bruscamente : 3 seg.

d) Deberá ser accionado a control remoto.

5.6 ALTERNADORES

5.6.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Se tomarán las siguientes características:

- a) Frecuencia 60 c.p.s.
- b) Factor de potencia $\cos \phi = 0.8$ en generadores para servicio mixto de luz y fuerza, con líneas cortas.
- c) Velocidad periférica en embalamiento ($V_{max} = 50$ m/seg.), serán diseñados para funcionar con seguridad a dos veces la velocidad desarrollada a plena carga.
- d) Operación continua a plena carga sin que la temperatura en la armadura exceda de 60°C sobre el medio ambiente, - esto por la clase de aislamiento.
- e) El coeficiente de embalamiento para turbinas Francis $K = 2.0$ para el proyecto del rotor del alternador.
- f) Eficiencia máxima : 92 a 97% según tamaño
tomamos $\eta_g = 0.93$

5.6.2 POTENCIA DEL ALTERNADOR

Potencia en Bornes del Alternador = 450 KW

$$P_g = \frac{\text{Potencia en bornes}}{\eta_g}$$

$$P_g = \frac{450}{0.93} = 484 \text{ KW}$$

$$P_g \text{ KVA} = \frac{P_g \text{ (KW)}}{\cos \phi}$$

$$P_g \text{ KVA} = 605 \text{ KVA}$$

Factor de corrección por altitud en la potencia

Para altitudes mayores de 990 mts. sobre el nivel del mar,

se corrige la potencia según Tabla N° 22

$$P_{KVA} = f \times P_{KVA}$$

$$f = 1.0325 \text{ (Ref. Catálogo ALGESA)}$$

$$P_{KVA} = 1.0325 \times 605 = 625$$

Normalizado:

$$P_{KVA} = 640 \text{ KVA}$$

TABLA N° 22

FACTOR DE CORRECCION POR ALTURA

METROS	FACTOR
990	1.0000
1200	1.0125
1500	1.0325
1800	1.0500
2100	1.0700
2400	1.0900
3000	1.1300

5.6.3 VELOCIDAD DE ROTACION

El rotor de un generador de P polos en el estator gira exactamente a:

$$N = \frac{120 F}{P} \text{ R.P.M.}$$

$$P = 12 \text{ polos (6 pares de polos)}$$

$$N = \frac{120 \times 60}{12}$$

$$N = 600 \text{ R.P.M.}$$

5.6.4 DIMENSIONES DEL GENERADOR

Para el diseño de la Casa de Máquinas es necesario conocer las dimensiones de los alternadores en forma siquiera a

proximada.

$$KVA = K_p \cdot K_b \cdot B \cdot h \cdot V \cdot P \cdot Z \cdot I \times 10^{-3}$$

Donde:

K_p = Factor de paso

K_b = Factor de banda

B = Densidad en el entrehierro (0.6 a 0.85 Weber/m²)

h = Largo útil de cada conductor

V = Velocidad periférica normal

P = Número de polos

Z = Número de conductores por polo

I = Corriente en cada conductor

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot N}{60}$$

El número total de conductores PZ multiplicado por I es una función del perímetro de la armadura, luego:

$$PZI = \pi \cdot d \cdot S$$

Asignando valores más comunes a K_p y K_b , queda:

$$KVA = \frac{B \cdot h \cdot d^2 \cdot N \cdot S}{6,500}$$

VALORES USUALES DE S a 60 cps

<u>KVA</u>	<u>S Amp s/m</u>
100	18000 a 26000
1000	25000 a 40000
10,000	34000 a 52000

a) Diámetro del Generador:

Se determina a partir de la velocidad periférica límite y el factor de embalamiento de la turbina.

$$d = \frac{V_{\text{máx.}} \times 60}{\pi \times 2.0 \times N}$$

$$d = \frac{50 \times 60}{\pi \times 2.0 \times 600}$$

$$d = 0.84 \text{ mts.}$$

b) Longitud axial neta del estatos es:

$$h = \frac{6,500 \times \text{KVA}}{B \times d^2 \times N \times S}$$

$$h = \frac{6,500 \times 640}{0.65 \times 0.8^2 \times 600 \times 20,000}$$

$$h = 0.84 \text{ mts.}$$

c) Longitud axial de la carcaza será:

$$La = 0.84 + 1.5 \times \frac{\sqrt{I} \times D}{P}$$

$$La = 0.84 + \frac{1.5 \times \sqrt{I} \times 0.8}{12}$$

$$La = 1.16 \text{ mts.}$$

d) El diámetro externo de la carcaza, valdrá:

$$de = 0.8 + 3 \times 0.195$$

$$de = 1.4 \text{ mts.}$$

5.6.5 TENSION DE GENERACION

1. Tensión Preferible:

Seleccionaremos la tensión de generación tomando en cuenta el costo de equipo, que varía con la tensión en lo que respecta a aislamiento de cables, pasatapa de transformadores e interruptores, aisladores de estructura, etc., y con lo que se refiere a conductores, seccionadores, interruptores, etc. Porque si se escoge una tensión alta se gasta mucho en aislamiento y poco en cobre.

Un factor importante en la selección es el escalonamiento comercial de los elementos de control más necesarios, o sean interruptores y transformadores de corriente Para nuestro caso Generador 450 KW y factor de potencia de la carga = 0.9

a) Para 220 Voltios con 1312 amperios

- b) Para 380 voltios con 759 amperios
- c) Para 440 " " 656 amperios
- d) Para 2300 " " 125 amperios

La proposición (a) es costosa por exceso en el cobre; la (b) está mejor equilibrada respecto a cobre y aislamiento y corresponde el equipo de 800 amp., la proporción (c) es equilibrada también y le corresponde el equipo de 800 amperios; la (e) tiene exceso de aislamiento sobre cobre.

Luego de ellos se seleccionará el de 380 voltios con equipos de 800 amperios.

2. Tipo de Conexión:

En el sistema trifásico, las armónicas de tercer orden en todos los voltajes están en fase y las de orden mayor son despreciables. Si el punto neutro está aislado las armónicas dan lugar a inestabilidad del neutro o a neutro aislante, pero si éste está sólidamente conectado a tierra, las corrientes fluyen a todas las fases y vuelven a tierra, permitiendo que por el punto neutro pasen las corrientes de frecuencia mayor correspondientes a las armónicas de orden superior.

Por lo tanto los generadores trifásicos - hidráulicos estarán conectados en Y con neutro sólidamente conectado a tierra.

5.7 EXCITATRIZ

No pudiendo excitarse por sí mismo, el alternador requiere que una fuente de c.d excite su campo inductor. El consumo de corriente continua, será de 1% a 3% de la capacidad alterna, según poten-

cia y velocidad, en función inversa.

Cada alternador será equipado con su propio excitador SHUNT - montado sobre el mismo eje y girando con igual velocidad.

Una fórmula aproximada para calcular la demanda de potencia se basa en la capacidad en KW y la velocidad en RPM de la máquina, - para excitador en el mismo eje.

$$P = 10 \left(\frac{\text{KW}}{\text{RPM}} \right) 0.5$$
$$P = 10 \left(\frac{450}{600} \right) 0.5 = 8.66$$
$$P = 8.66 \text{ KW}$$

5.8 REGULADOR DE TENSION

El Regulador detecta el voltaje de salida del generador, compara una muestra rectificada de dicho voltaje contra un voltaje de referencia de un diodo Zener, para luego suministrar una corriente de campo necesaria para mantener una relación pre-determinada entre el voltaje del generador y, el voltaje de frecuencia.

El regulador de tensión será electrónico con diodos, transistores, etc. No estarán sujetos a desgaste por partes movibles y casi no serán afectados por las condiciones ambientales a vibración

CARACTERISTICAS:

- Regulación de Voltaje : menos del $\pm 0.5\%$ promedio
- Tiempo de respuesta : 16 msg
- Rango de ajuste del voltaje : $\pm 10\%$ del nominal
- Temperatura ambiente de operación : de -55°C a $+ 70^{\circ}\text{C}$
- Consumo : 60 wátios
- Tensión de alimentación : 120 VCA, 60 HZ
- Alimentación de salida al campo : 62.5 voltios máximo
- Voltaje a ser regulado : entre 120 y 600 voltios monofásico o trifásico.

Los reguladores serán administrados con su reostato de ajuste de la tensión, un transformador de potencial y un transformador de corriente.

5.9 EQUIPO ELECTRICO DE CONEXION Y CONTROL

5.9.1 CALCULO DE CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO

La reactancia sincrónica porcentual de un generador será el valor de su tensión de reactancia sincrónica a plena carga, expresada en tanto por ciento de la fuerza electromotriz del generador.

$$X_1 = \frac{X_d \times I_n}{E} \times 100$$

Para el cálculo de la corriente de corto circuito tomaremos la reactancia sub-transitoria X''_d .

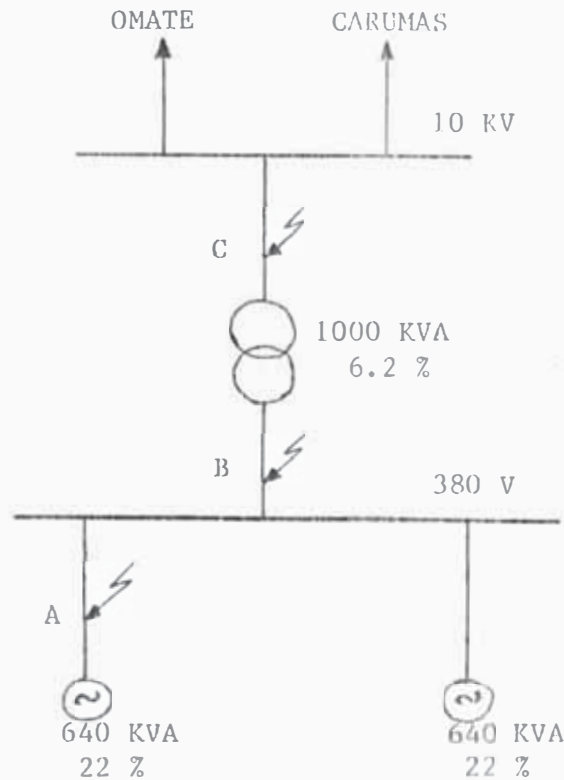
La reactancia sincrónica porcentual del transformador será el valor de su tensión de corto circuito, expresado en tanto por ciento de la tensión en bornes, o sea:

$$X\% = \frac{U_{cc}}{U_b} \times 100$$

Para el cálculo consideramos las siguientes tensiones de corto circuito.

Generador	: 22 %	640 KVA
Transformador	: 6.2%	1000 KVA

El esquema es el siguiente:



El método para la evaluación, valores por unidad; para ello se considerará como potencia base 1000 KVA.

Generadores:

Potencia unitaria : 640 KVA

Reactancia sub transitoria : $X''_d \% = 22$

$$X = \frac{22}{100} \times \frac{1000}{640} = 0.34375$$

Transformador:

Potencia unitaria : 1,000 KVA

Reactancia de corto circuito $X_{cc} \% = 6.2$

$$X = \frac{6.2}{100} \times \frac{1,000}{1,000} = 0.062 \text{ P.U.}$$

CORTO CIRCUITO EN EL PUNTO A



- Cálculo de la corriente de corto circuito de choque

Potencia de corto circuito :

$$P_{cc} = \frac{P}{X_{cc.}} = \frac{1,000}{0.34375} = 2.91 \text{ MVA}$$

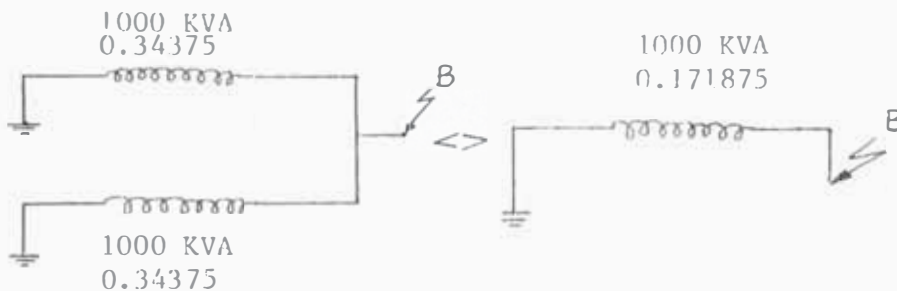
- Corriente eficaz de corto circuito de choque

$$I_{cc} = \frac{P_{cc.}}{3 U} = \frac{2.91}{3 \times 0.38} = 4.42 \text{ KA}$$

- Corriente máxima de corto circuito de choque

$$I_{ch} = 2.55 \times I_{cc} = 11.27 \text{ KA}$$

CORTO CIRCUITO EN EL PUNTO B



- Cálculo de la corriente de corto circuito de choque.

Potencia de corto circuito:

$$P_{cc} = \frac{P}{X_{cc}} = \frac{1,000}{0.171875} = 5.82 \text{ MVA}$$

- Corriente eficaz de corto circuito de choque

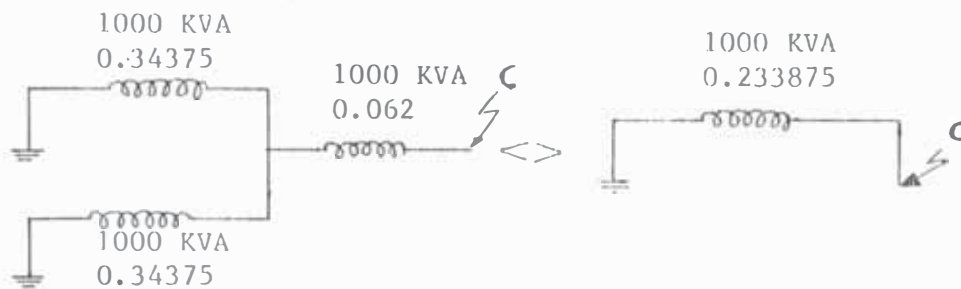
$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{3.U} = \frac{5.82}{3 \times 0.38} = 8.84 \text{ KA}$$

- Corriente máxima de corto circuito de choque

$$I_{ch} = 2.55 = I_{cc}$$

$$I_{ch} = 22.55 \text{ KA}$$

CORTO CIRCUITO EN EL PUNTO C



- Cálculo de la corriente de corto circuito de choque

Potencia de corto circuito

$$P_{cc} = \frac{P}{X_{cc}} = \frac{1000}{0.233875} = 4.28 \text{ MVA}$$

- Corriente eficaz de corto circuito de choque

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{3 \cdot U} = \frac{4.28}{3 \times 13.2} = 187 \text{ amp.}$$

- Corriente máxima de corto circuito de choque

$$I_{ch} = 2.55 I_{cc} = 477 \text{ amp.}$$

CUADRO N° 23

RESUMEN DE POTENCIA DE CORTOCIRCUITO

PUNTO	In Amp.	I _{cc} .	I _{ch} .	P _{cc} MVA
A	759.67	4.42 KA	11.27 KA	2.91
B	1,519.3	8.84 KA	22.54 KA	5.82
C	43.74	187.0 A	477.0 A	4.28

5.9.2 CALCULO DE LOS CONDUCTORES

1. Cálculo conductor alternador-barras-transformador

(0.38 KV)

a) Por límite térmico

Potencia en bornes del generador 450 KW, 3 φ 0.38 KV

F.P. = 0.9 sobre carga de 115% según el CEP.

$$I_N = \frac{P}{3V \cdot \cos \phi} = \frac{450}{3 \times 0.30 \times 0.9} = 759 \text{ amp.}$$

$$I_d = 1.15 \times 7.59 = 874 \text{ amp.}$$

Del Código Nacional de electricidad para cable unipolar con aislamiento termoplástico y directamente ente tipo NYY hasta 1 KV de 300 mm² puede transmitir 586amp y considerando los factores de corrección correspondientes el cable de 300 mm² puede transmitir 420 amp Luego: seleccionamos sistema de cables unipolares de 300 mm², dos por fase tipo NYY.

b) Por corriente de corto circuito

Los cables con aislamiento termoplástico tipo NYY pueden soportar como máximo una temperatura de corto circuito de 140° C.

El calentamiento por corriente de corto circuito está dado por:

$$\theta = \frac{K}{S^2} \times I_p^2 \times (T + \Delta t)$$

donde:

θ = Calentamiento en ° C.

S = Sección del conductor en mm²

K = Cte. que depende del material conductor

$K_{cu} = 0.0058$

I_p = Corriente permanente de corto circuito -
en amp.

T = Tiempo desde la iniciación del corto circuito hasta la desconexión del interruptor en segundos.

Δt = Tiempo adicional para tener en cuenta el

calentamiento producido por la corriente -
de corto circuito de choque en segundos a-
proximadamente 0.1 seg.

$$T = t_R + t_i$$

t_R = Tiempo de desconexión del relé considere-
mos el caso más crítico el tercer escalón
del relé de distancia ó sea 0.7 seg.

t_i = Tiempo de apertura del interruptor 0.2 seg

Para calcular el calentamiento producido por -
las corrientes de corto circuito, en los cables
3 x 300 mm² consideraremos la I en la barra de
0.38 mm² KV de 8,840 amperios

$$\theta = \frac{0.0058}{(300)^2} (8,840)^2 \times (0.7 + 0.2 + 0.1)$$

$$\theta = 14.8$$

Valor por muy debajo del máximo permitido.

c) Por caída de tensión despreciable.

en conclusión seleccionaremos:

- Alternador - barras de baja tensión - sistema
de cables unipolares con aislamiento termo-
plástico dispuesto en triángulo de 300 mm², -
dos por fase tipo NYY.

- Barra de baja tensión - transformador 1000KVA
sistema de cables multipolar con aislamiento
termoplástico 3 x 400 mm² uno por fase, tipo
NYY.

2. Cálculo conductor: Transformador - Barra 13.2 KV.

a) Por límite térmico:

$$P = 1000 \text{ KVA}$$

$$V = 13.2 \text{ KV}$$

$$I_N = \frac{P}{\sqrt{3}V} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 13.2} = 43.74 \text{ amp.}$$

- Por límite térmico sería suficiente el de 10 mm^2
- Por corto circuito también soporta el conductor de 10 mm^2
- Caída de tensión : Despreciable
- Sin embargo se adopta cable multipolar con aislamiento de papel de $3 \times 35 \text{ mm}^2$ tipo NKY o similar.
- Por previsión para cubrir la parte de las descargas atmosféricas no controladas.

5.9.3 CALCULO DE BARRAS

a) Efectos electrodinámicos

La fuerza máxima producida por un corto circuito está dado por :

$$F_{\text{máx}} = 2.04 \times \frac{L}{D} \times (I_{\text{cha}})^2 \times 10^{-2}$$

donde :

I_{cha} = corriente de corto circuito trifásico de choque asimétrico en KA.

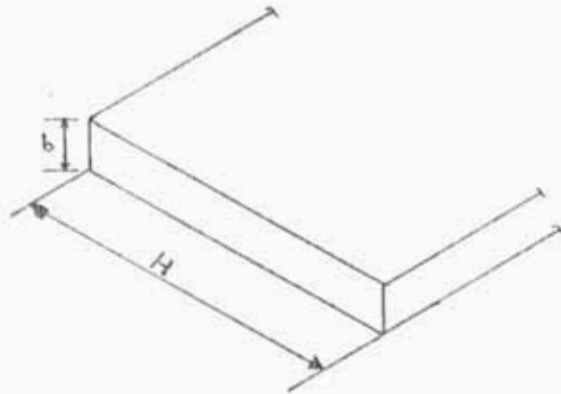
$F_{\text{máx}}$ = Fuerza máxima producida en un corto circuito en Kgr.

L = Distancia entre apoyos (aisladores) en cm.

D = Distancia entre conductores en cm.

I_{cca} = Corriente eficaz de corto circuito 3ϕ asimétrico en KA

Momento resistente M_R momento actuante M_a para disposición horizontal.



$$\sigma_{\text{rotura cobre}} = 1100 \text{ Kgr/cm}^2$$

Reemplazando valores en M_R

$$MR_H = \frac{275}{3} \times b \times H^2$$

$$MR_V = \frac{275}{3} \times H \times b^2$$

I_H = Momento de inercia con respecto al ancho

H, b = Ancho y espesor de la platina de cobre respectivamente.

b) Efectos Térmicos

$$\theta = 35 + \frac{K}{S} \times I_p^2 \times (t + \Delta t) \times 10^2 \text{ } ^\circ\text{C.}$$

$$K = 0.0058 \text{ para el cobre}$$

$$S = \text{Area de la barra en cm}^2$$

t = Tiempo desde el inicio del corto circuito hasta la desconexión del interruptor en seg. = $0.7 + 0.2 = 0.9 \text{ seg.}$

$$\Delta t = 0.6 \times \left(\frac{I_{cc}}{I_p}\right)^2$$

$$\theta \leq 200 \text{ } ^\circ\text{C.}$$

c) Resonancia

$$F_n = 112 \times \frac{E \cdot I}{G \cdot L^4}$$

$$F_n > 1.1 \times (2 F_e)$$

f_e = Frecuencia de la red = 60 Hz.

E = Módulo de elasticidad = 1.25×10^6 Kg/cm²

I = Momento de inercia cm⁴.

G = Peso de la barra en Kg/cm

L = Longitud de la barra en cm.

d) Flecha

$$f = \frac{5.G.I^4}{384.E.I}$$

$$f\% < \frac{F}{L} \times 100$$

Calcularemos las barras para la corriente de corto circuito más desfavorable.

$$I_{cca} = 15.31 \text{ KA}$$

$$I_{cha} = 2.55 \times 15.31 = 38.28 \text{ KA}$$

$$L = 100 \text{ cm.}$$

$$D = 27.5 \text{ cm.}$$

$$F_{m\acute{a}x} = 2.04 \times \frac{100}{27.5} (38.38)^2 \times 10^{-2}$$

$$F_{m\acute{a}x} = 108.7 \text{ Kgr.}$$

$$M_a = \frac{108.7 \times 100}{8} = 1358.7 \text{ kg. cm.}$$

$$M_R = \frac{275}{3} b.H^2 \quad b = 01. H$$

$$M_R \geq M_a$$

$$M_R = M_a$$

$$\frac{275}{3} \times 0.1 \times H^3 = 1358.7$$

$$H = 5.3 \text{ cm.}$$

$$b = 0.16 \text{ cm. } 0.53$$

Tomamos:

$$H = 60 \text{ mm.}$$

$$b = 5 \text{ mm.}$$

Con estos valores M_R será

$$M_R = \frac{275}{3} \times 0.5 \times (6)^2 = 1,650 \text{ Kgr. cm.}$$

1650 1358

Efectos térmicos

$$\theta = 35 + \frac{0.0058}{(6 \times 0.5)^2} \times (4.5)^2 \times (0.9 + 3.39) \times 10^2 \text{ } ^\circ \text{C.}$$

$$t = 0.6 \left(\frac{15.31}{4.5} \right)^2 = 3.39$$

$$\theta = 40.6 \text{ } ^\circ \text{C.}$$

La máxima temperatura admisible para el cobre es
200° C.

$$200^\circ \text{ C} > 40.6 \text{ } ^\circ \text{C.}$$

Resonancia :

$$f_n > 1.1 \times (2 \times Fe) \Rightarrow f_n > 132$$

$$I = \frac{bh^3}{1.2}$$

$$I = \frac{0.5 \times (6)^3}{12} = 9 \text{ cm}^4$$

$$G = 0.0267 \text{ Kg/cm}$$

$$E = 1.25 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_n = 112 \sqrt{\frac{1.25 \times 10^6 \times 9}{2.67 \times 10^{-2} \times (100)^4}} = 229.9$$

Comparemos el valor obtenido $f_n = 229.9 > 132$, -
se concluye que no se produce resonancia con la -
red.

Flecha

$$f = \frac{5 \times 2.67 \times 10^{-2} \times 100^4}{384 \times 1.25 \times 10^6 \times 9} = 0.0031 \text{ cm.}$$

Seleccionamos platinas de cobre de las siguientes
dimensiones:

$$H = 60 \text{ mm.}$$

$$b = 5 \text{ mm.}$$

5.9.4 TABLERO DE CONTROL

a) Características

Tipo : Autosoportado
Montaje : Interior
Dimensiones: Frente - 900 mm.
Fondo - 800 mm.
Altura - 2200mm.
Tensión : 280/220 V (60Hz)
N° unidades: 4

b) Sistema de Fuerza 380/220 V

El generador provee un sistema de generación trifásico de cuatro conductores que permiten una tensión de - 380 V, 60 Hz. entre fases y de 220 V, 60 Hz entre fase y neutro.

Los dispositivos ubicados en el interior del tablero permiten controlar y utilizar la energía generada en - 380/220 V. Se ha previsto, un interruptor principal "CB" que permite la conexión del generador a la barra de salida (380 V) desde la cual, mediante otro interruptor - de potencia, se conecta a la sub estación elevadora des de la cual es distribuida la energía al pequeño sistema eléctrico asociado a la Central.

c) Sistema de Control y Supervisión 24 Vcc

El sistema de control y supervisión a instalarse en el tablero, permitirá centralizar las diversas señales de alarma previstas para el control y dar órdenes de actuación de las protecciones correspondientes, asimismo, sirve para dar las señales ópticas y acústicas que permitan una rápida actuación del personal.

Dicho sistema también controlará el inicio de opera-

ción de la turbina, la regulación de velocidad y regulación de tensión y dará mando de parada a la misma.

Las señales de control que supervisará el tablero son:

- Nivel de aceite del Gobernador
- Mínima velocidad (falla de rotor)
- Flujo de aceite del Gobernador
- Temperatura de la turbina
- Sobrevelocidad
- Baja frecuencia, mínima tensión
- Actuación del interruptor (sobrecarga y/o Cortocircuitos).

Las respuestas en función a las señales recibidas serán:

- Alarma acústica (sirena)
- Alarma óptica (lámpara de señalización)
- Apertura del interruptor (vía bovina de disparo)
- Parada de la turbina (vía solenoide de parada)

Adicionalmente el sistema tendrá dos pulsadores para reposición de alarmas y prueba de lámparas.

d) Principales componentes:

d.1 Interruptor de potencia

Cada generador de la central será suministrado con un interruptor de potencia tripolar, el cual estará instalado en su respectivo tablero de control.

Características básicas de estos interruptores:

GENERADOR N° 01 - GENERADOR N° 02

Capacidad : 800 A

Tensión nominal : 380 V

Capacidad de ruptura :

Bovina de disparo remoto : sí

Bovina de mínima tensión : sí

Contacto auxiliar : sí

Mando manual por : manija

BARRA 380 V - TRANSFORMADOR 1000 KVA

Capacidad : 1600 A

Tensión nominal : 380 V

Capacidad de ruptura :

Bovina de disparo remoto : sí

Bovina de mínima tensión : sí

Contacto auxiliar : sí

Mando manual por : palanca

Todos los interruptores están provistos de una unidad de disparo.

d.2 Módulo de protección de baja frecuencia y sobretensión:

Este módulo tiene como propósito proteger al regulador de voltaje, la excitatriz del campo al generador y a cualquier otro equipo o componente para que pueda resultar dañado por hacer funcionar el generador en forma prolongada a velocidades o frecuencias más bajas que la nominal o por condiciones de sobretensión.

Especificaciones técnicas básicas:

- Tensión de alimentación : 120 V VAC

- Frecuencia : 60 Hz

- Umbral de baja frecuencia: 4-7 Hz debajo de nominal

- Límite de ajuste de sobretensión: 125% al 150% del -

nominal.

d.3 Tacómetro controlador

Es un instrumento que sirve para medir la velocidad en RPM y proveer de señales para alarma y/o disparo por condiciones de sobrevelocidad de la unidad turbina-generador al circuito de control para detener la máquina.

Será suministrado de las siguientes características

- Modelo : normal (standard)
- con salida auxiliar de 0 - 1.0 MA DC para el medidor analógico de RPM
- Salidas para alarma y/o disparo.
- Alimentación auxiliar de 2Y VDC/240 VAC (Dual)
- Montaje interior de tablero.
- Con salida adicional de 4 - 20 MA DC para cualquier otra aplicación.
- Rango de frecuencia hasta 20,000 Hz.
- Voltaje límite AC 20 MV
- Sensibilidad AC 50 MV

d.4 Controlador de temperatura

El controlador de temperatura sirva para, a través de sensores (termocuplas) montados en los cojinetes de la turbina, medir la temperatura de los rodamientos y proveer de señales para alarma y/o disparo para detener la turbina en casos de sobretemperaturas peligrosas para las máquinas.

Características del instrumento:

- Indicador análogo con dos salidas

- Para trabajar con entradas de termocuplas de rango 0 -- 300°C de temperatura
- Salidas con relés de 1.0 amp.
- Montaje empotrado en tablero de control.

5.10 PUESTA A TIERRA DE EQUIPO Y MAQUINARIA Y LA CONEXION A TIERRA

5.10.1 OBJETIVOS

Los fines de la puesta a tierra de la maquinaria de las Centrales eléctricas son:

- a) Fijar el nivel de potencial de todas las masas metálicas con respecto al suelo.
- b) Proteger las máquinas y los aparatos de las sobretensiones.
- c) Asegurar la protección del personal en lo que se refiere a los peligros de la corriente eléctrica.

5.10.2 DIMENSIONADO

Por lo que se refiere al dimensionado de los sistemas de tierra, con el fin de proteger debidamente al personal y equipos del peligro de la corriente eléctrica, se consideran las siguientes características:

- La tensión de contacto, y
- La tensión de paso.

Estos valores, por normas no deberán superar los 125 voltios.

a) Resistencia de una varilla

$$R_v = \frac{P}{2\pi \cdot L} \times \left(\ln \frac{4L}{d} - 1 \right)$$

R_v = Resistencia de una varilla en OHM

P = Resistividad del terreno en Ω -m a la profundi--

dad de empotramiento.

L = Longitud de la varilla en metros (consideraremos 2.5 mts.)

d = Diámetro de la varilla en m.

P (Ω -m)	Diámetro varilla	Rv Ω
100	3/4"	33.50
	1"	31.67
150	3/4"	50.26
	1"	47.51
200	3/4"	67.01
	1"	63.35
300	3/4"	100.52
	1"	95.02
400	3/4"	134.03
	1"	126.70

La resistencia máxima de las conexiones a tierra, no deberá superar de 10 Ω según el C.N.E. para potencias mayores de 500 KVA.

b) Resistencia de un conjunto de varillas

$$R = R_v \frac{(1 + \alpha B)}{N}$$

$$\alpha = \frac{re}{a} \quad re = \frac{L}{\ln \left(\frac{4L}{d} \right)}$$

R = Resistencia total del sistema de varillas en Ω

R_v = Resistencia de una varilla en Ω

re = Radio de un hemisferio equivalente a una varilla en m.

a = Distancia entre varillas en m.

N = Número de varillas

d = diámetro de una varilla en m.

L = Longitud de una varilla en m.

B = Factor diferencial que depende del número de varillas.

$$r_e = \frac{2.5}{\ln\left(\frac{4 \times 2.5}{0.254}\right)} = 0.4184$$

$$a = 2.5 \text{ m.}$$

$$\alpha = \frac{0.4181}{2.5} = 0.167$$

$$N = 2 \quad B = 1.7$$

$$N = 3 \quad B = 2.25$$

$$N = 4 \quad B = 2.75$$

i) Para dos varillas

$$R = R_V \left(\frac{1 + 0.167 \times 1.7}{2} \right) = 25 \quad \text{como máximo}$$

$$R_V = 38.94$$

$$R_V = \frac{R_V (2.11 \cdot L)}{\ln\left(\frac{4L}{D}\right) - 1} = \frac{R_V (2.11 \cdot L)}{\ln\left(\frac{4L}{D}\right) - 1}$$

$$\rho = \frac{38.94 \times 2 \times \tilde{l} \times 2.5}{\left(\ln\left(\frac{4 \times 2.5}{0.0254}\right) - 1\right)} = 122.93 \quad \Omega \cdot \text{m.}$$

$$\rho = 122.93 \quad \Omega \cdot \text{m.}$$

ii) Para tres varillas

$$N = 3$$

$$R = R_V \left(\frac{1 + 0.617 \times 2.25}{3} \right) = 25$$

$$R_V = 54.52$$

$$\rho = \frac{54.52 \times 2 \times \tilde{l} \times 2.5}{\left(\ln\left(\frac{4 \times 2.5}{0.0254}\right) - 1\right)}$$

$$\rho = 172.2 \quad \Omega \cdot \text{m.}$$

5.10.3 SECCION DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA

La Sección del conductor de puesta a tierra está dado por:

$$S = I_a \left(\frac{33 t}{\log \frac{t_m - T_a}{234 + T_a} + 1} \right)^{1/2} \times 0.5067 \text{ mm}^2$$

S = Sección del conductor de puesta a tierra en mm²
Ia = Corriente de corto circuito asimétrica en KA
t = Tiempo de duración del defecto
Ta = Temperatura media del terreno al nivel donde va enterrado el conductor, consideremos 18° C
Tm = Temperatura máxima permitida en el cobre, 200° C
Calcularemos para el más crítico falla trifásica a tierra.

$$t = t_R + t_i$$

t_R = Tiempo de desconexión del relé de distancia, consideraremos el 2do. escalón 0.4 seg.

t_i = Tiempo de desconexión del interruptor = 0.2 seg.

$$t = 0.4 + 0.2 = 0.6 \text{ seg.}$$

Para valores de corriente de corto circuito hasta de 5

$$S = 5 \times \left(\frac{33 \times 0.6}{\log\left(\frac{200 - 18}{234 + 18} + 1\right)} \right)^{\frac{1}{2}} \times 0.5067 \text{ mm}^2$$

$$S = 23.20 \text{ mm}^2$$

Corriente de falla KA	Sección mm ²
5	25
7.5	35
10	50

5.11 ESPECIFICACIONES TECNICAS EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO

5.11.1 CONDICIONES AMBIENTALES

Los equipos suministrados por los proveedores deberán ser diseñados para un funcionamiento seguro y confiable en las condiciones ambientales siguientes:

- Altitud : 1,500 m.s.n.m.
- Clima : - Seco y frío durante el invierno.
- Seco y temperado durante el verano
- Humedad promedio 75%
- Temperatura : - Promedio diario 15°
- Promedio anual máximo 25°
- Promedio anual mínimo 6°
- LLuvia : Promedio anual 200 m.
- Sísmicas : El proyecto está ubicado en una región de -
alta actividad sísmica.

5.11.2 REQUISITOS DE DISEÑO

Los datos de diseño y especificación del equipo que se indican a continuación, se consideran suficientes para - que el fabricante pueda ofrecer los equipos generadores - de su propio diseño y que cumplan con los servicios especificados.

La Central operará con un caudal de 4 m³/seg con una - caída neta de diseño de 29.05 m., como la Central se va a equipar con dos grupos, un grupo sólo operará con un volumen justo encima de 2 m³/seg.

La capacidad total de la Central ya instalada es de aproximadamente 900 KW., la capacidad instalada será proporcionada por dos grupos de 450 KW, capaces de operar - por largos períodos aproximadamente 135 KW sin cavitación

El equipo será de un diseño ya probado, seguro y adecuado para ser operado desde un tablero de control, poniendo especial énfasis de que sea de operación y mantenimiento sencillo.

Las turbinas deberán ser suministradas con válvulas de ingreso para su aislamiento durante su mantenimiento o cierre prolongado. Los alternadores deberán ser adecuados para una operación en paralelo y en sincronización con los equipos DIESEL e Hidroeléctricos existentes.

5.11.3 INFORMACION TECNICA

1) TURBINAS

a) Información del Diseño Hidráulico

- Nivel del vertedero en la cámara de carga: 1510.927 m.s.n.m.
- Nivel espejo de agua en la descarga: 1480.667 m, s.n.m.
- Caída bruta : 30.26 m.
- Pérdida estimada de la caída: 1.21 m.
- Caída neta : 29.05 m.
- Caudal unitario : $2 \text{ m}^3/\text{seg}$
- Potencia en eje. : 658 C.V.
- Dimensiones del conducto de agua: las turbinas serán alimentadas por una tubería simple de 1.45 m. de diámetro y longitud de la tubería de 78.8 m. - que se bifurcará hacia las turbinas de diámetro : 0.97 m.

b) Cavitación

Las turbinas deberán estar garantizadas para una operación sin excesivo desgaste debido a Cavitación. En general, se definirán dichos desgastes como excesivos cuando éstos perjudiquen el funcionamiento, eficiencia, potencia o seguridad de la turbina. Se de

berá garantizar la profundidad máxima producida por cavitación, de acuerdo a las normas IEC.

c) Materiales

El sistema de conducción de agua incluirá un desarenador, a fin de minimizar el ingreso de sedimento abrasivo de la turbina. Sin embargo, se espera que el agua que ingrese a la turbina cierto contenido de sedimento. Por lo tanto, los materiales de la turbina se seleccionarán por su resistencia a la abrasión.

d) Válvula de ingreso

La válvula de ingreso deberá tener acción hidráulica y asimismo, cierre ayudado por contrapeso. El tiempo de cierre será tal que la alza de presión en las tuberías no excederá al 40% de sobrepresión.

La alimentación hidráulica se realizará desde el equipo de bombeo de aceite del regulador.

2) REGULADORES DE VELOCIDAD

El regulador deberá proveer un control de velocidad simple para el generador de la turbina y ajuste para la caída de velocidad, límite y control de carga y sincronización desde el tablero de control.

Deberá tener suficiente capacidad para funcionar sin inestabilidad en toda circunstancia, a fin de que se pueda obtener un rápido ajuste que asegure el mejor control posible de velocidad.

El regulador deberá ser adecuado para arranque en

frío y se proveerá facilidades para cierres de emergencia, las cuales incluirán cierres en caso de pérdida de presión del aceite del Regulador.

Todos los dispositivos eléctricos serán para operar a 220 V, 60 Hz, monofásico a excepción del solenoide de parada, interruptores de flujo y nivel, los cuales serán para 23 VDC.

Estará condicionado para regular la velocidad de la turbina desde un mando remoto y manual y estará ubicado en el tablero de control y generalmente se le usará para sincronizar los generadores o para compartir la carga activa (KW) del sistema desde el mismo tablero.

Deberá estar equipado convenientemente para trabajar en forma independiente a velocidad constante y para trabajar en paralelo con otras unidades a fin de que se reparta en forma automática la carga entre los generadores interconectados.

También deberá tener un control de límite de carga, el que limitará la capacidad de salida del generador a cualquier valor entre cero y nominal, de tal forma que no se pueda alimentar más carga por razones de racionalización o maniobra del sistema.

Características:

- a) Sensibilidad : graduable (0.4)
- b) Regulación : permanente
- c) Tiempo de cierre, es el tiempo empleado por el regulador para cerrar la admisión o partir de la apertura plena, cuando se quita la carga total bruscamente.

te: 3 seg.

d) Deberá ser accionado a control remoto.

e) Aumento de velocidad máxima con desconexión del 100 % de la carga eléctrica 20%.

3) ALTERNADORES

Los alternadores deberán tener una capacidad nominal de por lo menos 640 KVA a 40° C que es la temperatura permitida por la clase de aislamiento y serán de 0.38 KV trifásicos 60 Hz, para un funcionamiento máximo continuo, con polo saliente, sin escobillas y aislamiento clase "F", La capacidad máxima deberá corresponder a la potencia máxima de la turbina utilizando la caída neta máxima y con una máquina en funcionamiento. Los Generadores serán del tipo autoventilación y con condiciones de protección mínimo necesario

Los alternadores cumplirán con las últimas normas internacionales como IEC, ANSI, VDE u otras aplicables, serán diseñados de acuerdo a las condiciones climáticas y de altitud especificada.

Asimismo, deberán tener capacidad para soportar un exceso de velocidad igual a la velocidad sin carga de la turbina. El diseño será realizado teniendo en cuenta que los Generadores deben soportar una corriente de falla de 10 KA trifásica.

Tabla técnica

Carcasa tipo	: a prueba de goteo
Potencia	: 640 KVA
Factor de potencia $\cos \phi$: 0.8

Conexión del estator	: estrella (Y)
Número de terminales	: 6
Tensión nominal	: 0.38 KV
Frecuencia nominal Hz.	: 60
Velocidad nominal R.P.M.	: 600
Velocidad de embalamiento R.P.M.	: 1200
Clase de aislamiento	: F
Servicio	: Continuo
Montaje	: Horizontal

4) REGULADOR DE TENSION

El regulador automático de tensión deberá ser adecuado para la operación de los generadores en paralelo. Los reguladores de tensión cumplirán con las últimas normas internacionales como IEC, ANSI u otras aplicables.

Características:

- Regulación de voltaje : menos del $\pm 0.5\%$ promedio
- Tiempo de respuestas : 16 msg
- Rango de ajuste del voltaje: $\pm 10\%$ del nominal
- Temperatura ambiente de operación : de -55°C a $+ 70^{\circ}\text{C}$
- Consumo : 60 watos
- Tensión de alimentación : 110 VCA, 60 Hz.
- Alimentación de salida al campo : 62.5 voltios máximo
- Voltaje a ser regulado : Entre 120 y 600 voltios - monofásico o trifásico.

Los reguladores serán administrados con un reostato de

ajuste de la tensión, un transformador de potencial y un transformador de corriente.

5) INTERRUPTOR TRIPOLAR (DISYUNTOR)

El Disyuntor a instalarse en la Central Hidráulica deberá ser para instalación al anterior, en tablero.

a) Características Eléctricas:

Tensión nominal de servicio : 0.380 KV

Frecuencia : 60 Hz

Corriente nominal : 800 amp. - 1600 Amp.

Capacidad de interrupción : 45 KA - 56 KA

Acción de dispositivo de mando: tripolar.

b) Sistema de mando y control

Bovina de cierre : 24 Vcc

Bovina de disparo : 24 Vcc

Deberá estar diseñado para ser accionado en forma manual.

6) SISTEMA DE EXCITACION

El sistema de excitación debe ser capaz de mantener la tensión en los bornes del generador dentro de un margen razonable. Deberá cumplir con las normas ANSI, IEC, etc., la excitatriz irá montado a un extremo del eje del rotor y lo constituye la armadura y puente rectificador de onda compelta giratorios y el campo estacionario que será alimentado con corriente continua del regulador de voltaje del tablero de control de la Central.

7) TABLERO DE CONTROL Y MEDIDA

Las siguientes especificaciones determinan desde el

punto de vista técnico, el suministro y montaje, listo para la operación de los Tableros de Control con los - equipos y aparatos eléctricos de mando, señalización - medida, protección, alarmas y conexiónado.

Los materiales a utilizarse deberán ser de la mejor calidad y cuidadosamente elaborados y trabajados, los tableros deberán ser del tipo autosoportados y fabricados a base de planchas y perfiles del acero.

En la parte frontal de los Tableros, deberán estar instalados los aparatos, instrumentos y equipo de señalización. Todos los Tableros deberán tener acceso tanto por la parte anterior como posterior.

Tableros a ser suministrados:

- Dimensiones indicadas en la memoria
- Tablero servicios auxiliares - 24 Vcc
- Tablero del Grupo Generador
- Tablero de Sincronización
- Tablero de servicios auxiliares-380-220 Vac
- Tablero de salida al transformador 1000 KVA

5.11.4 REPUESTOS Y HERRAMIENTAS PARA EL MANTENIMIENTO

Se requiere que el fabricante y/o Contratista incluya en su oferta los precios para los repuestos detallados. Asimismo, deberá especificar las cantidades adicionales o los repuestos adicionales con los precios respectivos que se consideren necesarios para la operación y mantenimiento de los equipos incluidos en su oferta, por un período de cinco (5) años. Asimismo, el Contratista deberá proporcionar una lista de las herramientas e instrumentos

necesarios para el mantenimiento de los bienes.

5.11.5 TUBERIA DE PRESION

La presente especificación técnica cubre los aspectos de fabricación, montaje, inspecciones, pruebas y transporte de la tubería de presión

5.11.5.1 CONDICIONES GENERALES PARA LA FABRICACION

El conducto forzado estará formado por:

- Tubo de admisión
- Tramos de tubería recta
- Juntas de dilatación
- Codos
- Bridas

El corte doblado, soldado y agujereado (huecos) de las partes del conjunto deberán ser efectuadas con uniformidad y precisión adecuadas.

Las uniones de las partes metálicas se harán mediante soldadura manual de arco eléctrico.

Las partes metálicas soldadas (interior) deberán ser esmeriladas antes de ser arenadas a metal blanco.

Las partes metálicas del conjunto, tanto interior como exterior, serán previamente arenadas a metal blanco, antes de pintado.

5.11.5.2 REQUERIMIENTOS TECNICOS

Las partes del conjunto serán fabricadas de acuerdo a los planos aprobados, debiendo cumplir con los requerimientos siguientes:

- Tubo de admisión:

Será provisto de aros de anclaje y estará com-
puesto por una pieza tronco-cónica, un segmen-
to de tubería recta provista de una brida s--
tandard soldado al extremo libre.

- Juntas de Dilatación:

Serán fabricados con superficies de desliza--
mientos cobreado y provisto de bridas standard
soldadas en ambos extremos, con sus respecti-
vas empaquetaduras y prensa estopa ajustable
por pernos.

Las Juntas de dilatación serán instaladas a -
la salida del tubo de admisión y de anclaje.

Tramos de Tubería Recta

Estarán constituidos por segmentos de una lon-
gitud no mayor de 6 metros. Para segmentos de
tubería recta de más de 3 mts. de longitud po-
drán suministrarse hasta en dos partes, los -
que serán soldados circunsferencialmente.

Para el caso de tubería embriada ésta debe
rá estar provista de bridas standard al ini--
cio y al final de cada tramo. Para tramos de
tubería, han de ser soldados en la obra por -
aspectos de diseño, éstos deberán llevar bri-
das al inicio del primer segmento y al final
del último segmento.

La tubería será convenientemente cimentada
mediante anclajes los cuales serán de concreto

Codos: Estarán provistos de bridas standard,

soldadas en ambos extremos y provistos de aros de anclaje para concreto.

- Bridas:

Las Bridas podrán fabricarse con piezas soldadas, el suministro comprende pernos y empaquetaduras.

5.11.5.3 MATERIAL

Calidad de Material:

Todas las partes del conjunto serán fabricadas a partir de planchas de acero laminadas en caliente y sin decapar, de acuerdo a la siguiente especificación: ASTM A-36, ITINTEC EG-26 y SIDERPERU PG-E-24.

5.11.5.4 TRATAMIENTO SUPERFICIAL

La tubería de presión deberá ser arenada a metal blanco antes de ser pintada.

5.11.5.5 ACABADO (Pintado)

Las piezas metálicas que proveerá el fabricante deberán tener una protección total contra la corrosión.

- Acabado interior:

Será efectuado tan pronto se realice el arenado a metal blanco, en condiciones ambientales que no afecten el proceso con una capa de pintura asfáltica de un espesor seco mínimo de 15 micrones (0.15 milímetros).

- Acabado exterior

Será efectuado tan pronto se realice el arena

do a metal blanco, en condiciones ambientales que no afecten el proceso y en la forma siguiente:

- . Una capa de pintura anticorrosiva (epoxi-cromato de Zinc) con un espesor seco mínimo de 15 micrones.
- . Una capa de acabado de pintura epoxi-color verde nilo de espesor seco de mínimo 100 micrones.

5.11.5.6 INSPECCIONES Y PRUEBAS DURANTE LA FABRICACION

Cada una de las partes de la tubería de presión, durante el proceso de fabricación será sometida a prueba de inspecciones de acuerdo con las normas y métodos establecidos.

ELECTROPERU supervisará las pruebas efectuadas por el Constructor durante la fabricación, de tal forma de verificar el nivel de la calidad solicitado y el avance de fabricación. El fabricante deberá dar las facilidades al personal de ELECTROPERU para el cumplimiento de esta función. En el cuadro N° 1 se indican las inspecciones y pruebas a ejecutarse durante la fabricación de cada una de las partes de la Tubería de presión.

5.11.5.7 MONTAJE

- Almacenamiento del Suministro:

El arreglo de los terrenos y el material necesario para la descarga y el almacenamien-

to del suministro, estarán enteramente a cargo del Contratista y para ello deberá almacenar sus materiales en un área apropiada dentro de su campamento, para luego efectuar su montaje en sitio. Los materiales antes de utilizarse en el montaje deberán ser protegidos.

- Manutención:

El Contratista debe suministrar e instalar todo el material y equipos para la manutención entre los lugares de almacenamiento y montaje en sitio, es decir, máquinas de carga, medios de izamiento, vías de tránsito, carros de transporte, accesorios de fijación y otros.

- Planos de Montaje:

El Constructor debe someter a la aprobación de ELECTROPERU todos los planos, esquemas y notas relativas a las instalaciones y el material de montaje.

- Ensamble:

Las partes de la tubería de presión serán armadas en el sitio, de manera de asegurar la impermeabilidad mediante soldaduras o bridas.

Las tuberías deben ser convenientemente tendidas durante todas las operaciones de almacenamiento, manutención y colocación en sitio, por medio de tirantes apropiados, evitando su deformación.

- Verificación de la exactitud del Montaje:

El Contratista entregará a ELECTROPERU para su aprobación los procedimientos al montaje necesarios antes del inicio del mismo.

Dentro del procedimiento del montaje el Contratista deberá contemplar los aspectos sobre alineamientos y empalmes en las condiciones siguientes:

- . La posición real de los centros de gravedad de los dos extremos de la tubería deberán presentar su desalineamiento inferior menos de 10 mm.
- . La separación de raíz de los biseles no excederá a 5 mm., el cordón de soldadura a bisel simple y de penetración completa.

5.11.5.8 PRUEBA HIDRAULICA

- Alcance de la Prueba

La prueba hidráulica se efectuará una vez concluido el montaje.

- Procedimiento a emplear en la Prueba Hidráulica:

La tubería será sometida a la presión máxima de operación. Se asegurará la estanqueidad en la base de la tubería, mediante las válvulas de protección de las turbinas.

Una vez que la tubería está totalmente llena se deberá incrementar la presión, llevando la sobrepresión de acuerdo a los siguientes criterios.

1. Elevar la presión hasta alcanzar la carga

estática máxima.

2. La sobrepresión prevista más allá de esta

carga estática.

5.11.5.9 TRANSPORTE

- Responsabilidad:

El Contratista será el único responsable - directo de la forma de embalaje de los diversos componentes de la tubería de presión, de tal forma de prevenir cualquier deterioro durante el transporte.

M E T R A D O

Y

P R E S U P U E S T O

RESUMEN GENERAL

I	OBRAS CIVILES	I/. 45'919,837.40
II	OBRAS ELECTROMECHANICAS	7'314,122.00
	TOTAL GENERAL :	I/. 53'233,959.40 =====

CENTRAL HIDRAULICA EL CHORRO - QMATE

POTENCIA : 900 KW

COSTO TOTAL \$: 2'661,697.97

COSTO KW - INSTALADO : 2,957.44 \$/KW

CAMBIO : 1 \$ = I/. 20.00

FECHA : DICIEMBRE DE 1,986.

RESUMEN DEL PRESUPUESTO OBRAS CIVILES

1.00	TRANSPORTE DE EQUIPO Y MAQUINARIA	I/.	127,331.00
2.00	OBRAS PRELIMINARES		321,841.00
3.00	REPLANTEO Y CONTROL TOPOGRAFICO		41,800.00
4.00	BOCATOMA		4'560,453.82
5.06	DESARENADOR INCLUYE TRANSICIONES		912,664.93
7.00	OBRAS DE CONDUCCION		24'758,603.51
8.00	CAMARA DE CARGA		499,307.19
9.00	TUBERIA DE PRESION		3'232,264.39
10.0	CASA DE MAQUINAS		347,215.55
11.0	VIVIENDA DEL OPERADOR		149,203.45
12.0	CASETA DE GUARDIAN		21,538.43
13.0	VARIOS		84,609.74
14.0	CANAL DE ALIVIO		1'532,804.03
15.0	OBRAS MISCELANEAS		146,232.86
	TOTAL DE GASTOS DIRECTOS		36'735,869.90
	GASTOS GENERALES Y UTILIDADES 25%		9'183,967.50
	T O T A L :		45'919,837.40
			=====

FECHA : DICIEMBRE 1,986.

P R E S U P U E S T O

PROYECTO : C.F. EL CHORRO - OMATE

OBRAS CIVILES

FECHA : DICIEMBRE 1, 1986

PARTIDA	DESCRIPCION	METRADO		C O S T O S		
		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
01.00	Transporte de maquinaria y equipo (Tractor D6-C), cargador Frontal compresora, motobomba de 4", mezcladora vibradora y otros.				GLOBAL	127,331.00
02.00	Obras Preliminares Campamento, Oficinas, almacenes, servicios higiénicos, limpieza, arreglo y construcción de trochas de acceso, carteles y cercos.				ESTIMADO	321,841.00
03.00	Replanteo, control topográfico				ESTIMADO	41,800.00
04.00	Bocatoma					
04.01	Ataguías para desvío y encausamiento del río		90	24.27	2,184.30	
04.02	Movimiento de tierras					
.02.1	Excavación bajo agua	m3.	3,343.00	122.14	408,314.02	
.02.2	Excavación en seco	m3.	367.20	29.47	10,821.38	
.02.3	Excavación en roca	m3.	362.00	500.31	181,112.22	
.02.4	Relleno de espaldones	m3.	2,915.35	75.19	219,205.17	
04.03	Albañilería de piedra asentada en concreto F'c = 175 Kg/cm ²	m2.	44.66	371.28	16,581.36	
.03.1	e = 0.50 m.	m2.	38.16	334.15	12,751.16	
.03.2	e = 0.25 m.					
04.04	Obras de concreto					
.04.1	Concreto ciclopeo F'c = 175 Kg/cm ² con 30% de piedra max.20"					
	Barraje					
	a) Concreto	m3.	1,623.51	701.28	1,138,535.09	
	b) Encofrado y desencofrado	m2.	720.00	55.92	40,262.40	
.04.2	Pozo amortiguadora					
	a) Concreto	m3.	632.20	701.28	443,349.22	
	b) Tubería P.V.C. SAP Ø 3" Clase 7.5	m1.	32.00	154.83	4,954.56	
.04.3	Piso del canal de limpieza					
.04.4	Empedrado aguas abajo de la poza amortiguadora con piedras de 24" de diámetro mínimo	m3.	179.97	701.28	126,209.36	
.04.5	Muros de encausamiento					
	a) De la margen izquierda	m2.	377.00	168.50	63,524.40	

PROYECTO : C.H. EL CHORRO - OMATE

FECHA : DICIEMBRE 1, 1986

OBRAS CIVILES

PARTIDA	DESCRIPCION	METRADO		C O S T O S		
		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
	a.1 Concreto ciclopeo F'c = 175 Kg/cm ²	m3.	1,112.19	701.28	779,956.60	
	a.2 Encofrado y desencofrado	m2.	697.22	55.92	38,988.54	
	b) De la margen derecha					
	b.1 Concreto F'c = 175 Kg/cm ² 30% p6	m3.	543.00	701.28	380,795.04	
	b.2 Encofrado y desencofrado	m2.	238.00	55.92	13,308.96	
04.6	Bocal y canal de limpieza					
	a) Concreto F'c = 175 Kg/cm ²	m3.	233.13	1,034.09	241,077.40	
	b) Encofrado y desencofrado	m2.	793.08	55.92	44,349.03	
	c) Acero fy = 4200 Kg/cm		14,632.00	15.89	232,502.48	
04.7	Rejilla de ventana de captación 3.10 x 1.40 m. (ancho x alto)	pza	1	3,045.40	3,045.40	
04.8	Estructuras metálicas					
8.1	Compuerta de 80" x 80" tipo ARMCO modelo 50-10 mecanismo de IZAJE CPE - 2	pza	1	38,756.10	38,756.10	
8.2	Compuerta de 56" x 40" tipo ARMCO modelo 50-10 mecanismo de IZAJE CPE - 2.	pza	1	19,378.05	19,378.05	
8.3	Compuerta de 40" x 40" tipo ARMCO modelo 50-10 mecanismo de IZAJE CPE - 2.	pza	1	21,531.17	21,531.17	
8.4	Compuerta de 80" x 66" tipo ARMCO modelo 50-10 mecanismo de IZAJE CPE - 2.	pza	1	31,973.78	31,973.78	
04.9	Varios					
9.1	Ranuras para atagüa o compuerta de emergencia de 3"	m1.	13	729.27	9,480.51	
9.2	Baranda de fierro galvanizado de ø 2"	m1.	77.50	483.95	37,506.12	4'560,453.82
05.00	Desarenador					
05.01	Movimiento de tierras					
1.1	Excavación de material suelto	m3.	1,310.00	22.07	28,911.70	
1.2	Relleno con material propio	m3.	252.00	51.75	13,041.00	
05.02	Obras de concreto					
2.1	Concreto armado de F'c = 175 Kg/cm ²					
	a) Concreto	m3.	496.45	1,034.09	513,373.98	
	b) Encofrado y desencofrado	m2.	691.20	55.92	38,651.90	
	c) Acero fy = 4200 Kg/cm ²	Kg	10,660.56	15.89	169,396.30	

PARTIDA	DESCRIPCION	METRADO		C O S T O S		
		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
02.02	Concreto simple de f'c = 175 Kg/cm ² 25% P.M. Máx 4"	m3.	17.40	701.28	12,202.27	
02.03	Concreto en proporción 1:12 cemento - hormigón en solado 0.10 m	m2.	349.20	59.61	408.81	
05.03	Estructuras metálicas					
03.1	Compuerta de 40" x 20" tipo ARMCO modelo 50-10 mecanismo de IZAJE HB-30.	pza	2	12413.97	24,827.94	
03.2	Compuerta de 32" x 72" tipo ARMCO modelo 10-00 mecanismo de IZAJE HPB-24.	pza	2	8,553.16	17,106.32	
05.04	Varios					
04.1	Baranda de fierro galvanizado Ø = 2"	m1.	16.40	483.95	7,936.78	
04.2	Juntas de desplazamiento con rompe aguas de P.V.C (Water Stop) de 8"	m1.	99.00	108.65	10,756.35	
06.00	Transiciones					
06.01	De ingreso y salida del desarenador					
	a) Excavación de material suelto	m3.	253.48	22.07	5,594.30	
	b) Concreto de f'c = 175 Kg/cm ²	m3	35.50	1,034.09	36,710.20	
	c) Encofrado y desencofrado	m2	176.80	55.92	9,886.66	
	d) Acero fy = 4200 Kg/cm	kg.	1,501.60	15.89	23,860.42	912,664.93
07.00	Obras de Conducción					
07.01	Movimiento de tierras					
07.01.1	Excavación de la Plataforma					
	a) Material suelto	m3.	13,154.79	29.47	387,671.66	
	b) Material suelto rocoso	m3.	6,087.80	88.56	537,364.37	
07.01.2	Excavación de caja de canal					
	a) Material suelto	m3.	2,741.70	79.90	219,061.83	
	b) Material rocoso	m3.	17.76	500.31	8,885.50	
07.02	Obras de Concreto					
02.1	Canal rectangular abierto de 0 + 19.50 a 0 + 0.40					
	a) Concreto f'c = 175 Kg/cm ²	m3.	26.24	1,034.09	27,134.52	
	b) Encofrado y desencofrado	m2.	82.00	55.92	4,585.44	
	c) Acero fy = 4200 Kg/cm ²	Kg.	749.07	15.89	11,902.72	

PARTIDA	DESCRIPCION	METRADO			C O S T O S		
		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL	TOTAL	
02.2	Canal rectangular cerrado de 0 + 100 a 0 + 530.60 a) Concreto f'c = 175 kg/cm ² b) Encofrado y desencofrado c) Acero fy = 4200 Kg/cm ²	m3. m2. Kg.	828.77 3,638.57 28,263.70	1,034.09 55.92 15.89	857,022.77 203,468.83 449,110.19		
02.3	Canal rectangular cerrado de 1 + 17.85 a 1 188.25 a) Concreto f'c = 175 kg/cm ² b) Encofrado y desencofrado c) Acero fy = 4200 kg/cm ²	m3. m2. kg.	320.35 1,090.56 11,662.18	1,034.09 55.92 15.89	331,270.73 60,984.12 185,312.04		
07.03	Junta de desplazamiento con rompe aguas de PVC (Water Stop) de 6" cada 20 m. de 6"	m1. m1.	202.00 75.00	108.65 85.50	21,947.30 6,412.50		
07.04	Túneles						
04.01	Excavación subterránea en roca tipo III	m3.	3,167.125	794.60	2,516,597.53		
04.02	Gunita hasta 35 mm.	m2.	1,835.96	97.96	179,850.64		
04.03	Concreto tipo B2 (245 Kg/cms ²)	m3.	1,067.08	1,071.73	1,143,621.65		
04.4	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cms ²	kg.	41,282.08	15.89	655,972.25		
04.05	Inyecciones sin tensión y sin soporte	U	56.00	226.76	12,698.56		
04.06	Encofrado metálico	m2.	5,769.04	2,935.97	16,937,728.36	24,758,603.5	
08.00	Cámara de carga						
08.01	Movimiento de tierras						
01.01	Excavación de material suelto	m3.	616.69	29.47	18,173.85		
08.02	Obras de Concreto						
02.01	Concreto fy = 175 Kg/cm ²	m3.	83.60	1,034.09	86,449.92		
02.01	Encofrado y desencofrado	m2.	411.35	55.92	23,002.69		
02.03	Acero fy = 4200 Kg/cm ²	Kg.	6,788.12	15.89	107,863.22		
02.04	Revestimiento con mortero de cemento más impermeabilizante SIKA	m2.	334.50	78.20	26,157.90		
08.03	Canal de Alivio						
03.01	Movimiento de tierras a) Excavación de la plataforma						

PARTIDA	DESCRIPCION	METRADO		C O S T O S		
		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
03.02	a.1 En material suelto b) Excavación de la caja del canal Concreto f'c = 175 Kg/cm ² a) Concreto b) Encofrado y desencofrado c) Acero fy = 4200 Kg/cm ² .	m3. m3. m3. m2. kg.	85.00 192.60 48.15 171.20 3,929.04	29.47 79.90 1,034.09 55.92 15.89	2,504.95 15,388.74 49,791.43 9,573.50 62,432.44	
08.04	Estructuras metálicas					
04.01	Compuerta de 80" x 66" tipo ARMCO modelo 10-00 y mecanismo de IZAJE HPB - 24	pza	1	31973.78	31,973.78	
04.02	Compuerta de 28" x 20" tipo ARMCO modelo 50-10 y mecanismo de IZAJE HB - 30	pza	1	14519.74	14,519.74	
08.05	Varios					
05.01	REjilla de 4.50 m. x 2.70 m. (ancho x alto)	pza	1	8,525.72	8,525.72	
05.02	Escalera de platina 1/4" x 3"	pza	1	1,403.83	1,403.83	
05.03	Escalera de fierro platinado de 3/8" x 3"	pza	1	1,498.85	1,498.85	
05.04	Baranda de fierro galvanizado $\phi = 2"$	ml.	5.00	483.95	2,419.75	
08.06	Transición de ingreso a la Cámara de Carga					
06.01	Movimiento de tierras					
06.02	a) Excavación en material suelto Obras de Concreto	m3.	41.65	29.47	1,227.42	
	a) Concreto f'c = 175 Kg/cms ²	m3.	11.07	1,034.09	11,447.38	
	b) Encofrado y desencofrado	m2.	47.60	55.92	2,661.79	
	c) Acero fy = 4200 Kg/cm ² .	Kg.	903.64	15.89	14,358.84	
08.07	Juntas de contracción con rompe aguas de PVC 8"	ml.	73.00	108.65	7,931.45	499,307.19
09.00	Tubería de presión					
09.01	Movimiento de tierras					
01.01	Excavación para plataforma de tubería forzada en material suelto	m3.	3,829.40	22.07	84,514.86	
09.02	Obras de Concreto					
02.01	Anclajes y apoyos					

PARTIDA	DESCRIPCION	METRADO		C O S T O S		TOTAL
		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL	
09.03	a) Concreto 175 Kg/cm2 con 25% P.M. (mol 6")	m3.	200.14	701.28	140,354.18	
03.01	b) Encofrado y desencofrado	m2.	279.45	55.92	15,626.84	
	c) Acero fy = 4200 Kg/cm2	kg.	2,361.24	15.89	37,520.10	
09.04	Tubería de presión de acero, incluye colocación y pruebas	Tn.	22.8	128,920	2,939,376.00	
	Tubería de acero 57½" φ (e = 5/16")	pza	1.00	4,064.61	4,064.61	
09.05	Junta de dilatación	pza	7.00	475.00	3,325.00	
09.06	Soportes metálicos en apoyos	pza	2.00	3,741.40	7,482.80	3'232,264.39
10.00	Válvula de compuerta de 38"					
10.01	Casa de Máquinas					
01.01	Movimiento de tierras	m2	229.63	17.90	4,110.38	
01.02	Nivelación del terreno	m3.	46.84	22.07	1,033.76	
10.02	Excavación para cimentación					
02.01	Obras de Concreto cimple					
02.02	Cimiento, corrido con mezcla cemento, hormigón 1:10 43% de p.g. máx. 6"	m3	21.41	701.28	15,014.40	
	Sobrecimientos con mezcla cemento - Hormigón 1: 8 + 25% de p.m. máx. 3"					
	a) Concreto	m3.	4.85	701.28	3,401.21	
	b) Encofrado y desencofrado	m2.	39.87	121.56	4,846.60	
10.03	Obras de concreto armado					
03.01	Zapatas					
	a) Concreto f'c = 175 Kg/cm2	m3	1.04	1,034.09	1,075.45	
	b) Encofrado y desencofrado	m2	3.18	121.56	386.56	
	c) Acero fy = 4200 Kg/cm2	Kg	140.35	15.89	2,230.16	
03.02	Columnas					
	a) Concreto f'c = 210 Kg/cm2	m3.	7.10	1,240.91	8,810.46	
	b) Encofrado y desencofrado	m2.	92.22	121.56	11,210.26	
	c) Acero fy = 4200 Kg/cm2	Kg	890.96	15.89	14,157.35	

PARTIDA	DESCRIPCION	METRADO		C O S T O S		
		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
03.03	Vigas a) Concreto f'c = 210 Kg/cm2 b) Encofrado y desencofrado c) Acero fy = 4200 KG/cm2	m3. m2. Kg	13.62 131.97 1,575.89	1,240.91 131.56 15.89	16,901.19 17,361.97 27,040.89	
03.04	Ménsulas a) Concreto f'c = 210 Kg/cm2 b) Encofrado y desencofrado c) Acero fy = 4200 Kg/cm2	m3. m2. Kg.	0.30 3.90 296.35	1,240.91 121.56 15.89	372.27 474.08 4,709.00	
10.04	Muros de albañilería					
04.01	Muros de ladrillos K.K. de arcilla a) De cabeza b) De sogá	m2 m2	266.07 18.04	251.63 147.02	66,951.19 2,652.24	
10.05	Tarrajeo y revoques					
05.01	Tarrajeo de interiores	m2.	380.15	39.77	15,118.57	
05.02	Tarrajeo de exteriores	m2.	293.95	46.63	12,774.31	
05.03	Vestidura de derrames	m1.	133.75	7.95	1,063.31	
10.06	Estructuras de madera y coberturas					
06.01	Tijerales de madera tornillo según plano	pza	07.	1,367.42	9,571.94	
06.02	Correas de madera tornillo de 2" x 3" x 3m.	pza	98.	54.78	5,368.44	
06.03	Calaminas de Zinc de 3' x 6'	pcha.	144.	157.50	22,680.00	
10.07	Carpintería de madera					
07.01	Puertas de madera cedro tipo tablero rebajado	m2.	11.46	481.50	5,517.99	
07.02	Puertas de madera cedro tipo contraplacadas con triplay e=4mm.	m2.	8.08	332.00	2,682.56	
07.03	Ventanas de madera cedro según diseño	m2.	29.09	298.80	8,692.09	
10.08	Carpintería metálica					
08.01	Tapas de fierro para canaletas de cables e=1/4"	m1.	32.10	121.03	3,885.06	
10.09	Pisos y Pavimentos					
09.01	Falso piso de 3"	m2.	147.69	386.28	57,049.69	
09.02	Piso de cemento pulido	m2.	147.69	180.50	26,658.05	

PARTIDA	DESCRIPCION	METRADO		C O S T O S		
		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
11.01	Trabajos preliminares					
01.01	Nivelación	m2.	87.84	17.50	1,537.20	
01.02	Agua para la construcción	Est.			285.00	
11.02	Movimiento de tierras					
02.01	Excavación de zanjas	m3.	13.43	22.07	296.40	
11.03	Obras de concreto simple					
03.01	Cimientos corridos con mezcla cemento-hormigón 1:10 + 30% de p.g. máx. 6"	m3.	13.43	701.28	9,418.19	
03.02	Sobrecimientos con mezcla cemento-hormigón 1:8 + 25% de p.m. máx. 3"					
	a) Concreto	m3.	2.97	701.28	2,082.80	
	b) Encofrado	m2.	25.60	56.37	1,443.07	
11.04	Obras de concreto armado					
04.01	Vigas y dinteles					
	a) Concreto f'c = 175 Kg/cm2	m3.	1.62	701.28	1,136.07	
	b) Encofrado y desencofrado	m2.	13.56	56.37	764.38	
	c) Acero fy = 4200 Kg/cm2	Kg.	175.02	15.89	2,781.07	
11.05	Muros de albañilería					
05.01	Muros de ladrillo K.K. de arcilla					
	a) De cabeza	m2.	70.42	251.63	17,719.78	
	b) De sogá	m2.	12.04	147.02	1,770.12	
10.06	Tarrajeo y revoques					
06.01	Tarrajeo de interiores	m2.	104.37	39.77	4,150.80	
06.02	Tarrajeo de exteriores	m2.	63.82	46.63	2,975.93	
06.03	Vestidura de derrames	m1.	64.26	7.95	510.87	
11.07	Estructuras de Madera y Cobertura					
07.01	Tijerales de madera tornillo según plano					
	a) Tipo 1	pza	03	1,010.50	3,031.50	
	b) Tipo 2	pza	04	984.54	3,938.16	
	c) Tipo 3	pza	02	886.08	1,772.16	

PARTIDA	DESCRIPCION	METRADO		C O S T O S		
		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
07.02	Correas de madera tornillo de 2" x 3" x 3m.	pza	102.	54.78	5,587.56	
07.03	Calamina de Zinc de 3' x 6'	pcha.	64.	157.50	10,080.00	
11.08	Carpintería de madera	m2.	3.78	481.50	1,820.07	
08.01	Puertas de madera cedro tipo tablero rebajado	m2.	5.04	332.00	1,673.28	
08.02	Puertas de madera cedro tipo contraplacadas con triplay e = 4 mm.	m2.	8.12	298.80	2,426.26	
08.03	Ventanas de madera cedro según diseño					
11.09	Pisos y pavimentos					
09.01	Falso piso de 3"	m2.	48.16	386.28	18,603.24	
09.02	Contrapiso	m2.	44.78	60.60	2,713.67	
09.03	Piso de cemento pulido	m2.	3.38	180.50	610.09	
09.04	Piso de vinílico	m2.	44.78	106.96	4,789.67	
09.05	Vereda	m2.	34.80	126.37	4,397.68	
11.10	Contrazócalo					
10.01	Contrazócalo de madera 3/4" x 2" con rodón de 3/4" x 3/4"	m1.	85.50	21.21	1,813.46	
11.11	Zócalo					
11.01	Zócalo de mayólica blanca	m2.	8.15	177.22	1,444.34	
11.12	Cerrajería					
12.01	Bisagras capuchinas aluminizadas de 4" x 3"	pza	15.00	38.85	582.75	
12.02	Accesorios de cierre					
	a) Chapa de embutir de dos golpes	pza	02	529.57	1,059.14	
	b) Chapa 1.60 para puertas interiores, con dos llaves y cerrojo de doble golpe con manija	pza	03	129.42	388.26	
11.13	Vidrios					
13.01	Simples	pza	87.30	46.09	4,023.66	
11.14	Pintura					
14.01	Látex en muros interiores	m2.	104.37	12.01	1,253.48	
14.02	Látex en muros exteriores	m2.	63.82	12.01	766.48	
14.03	Látex en cielo raso	m2.	48.16	10.50	505.68	

PARTIDA	DESCRIPCION	METRADO		C O S T O S		
		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
12.04	a) Concreto	m3.	0.69	701.28	483.88	
04.01	b) Encofrado y desencofrado	m2.	11.12	56.37	626.83	
	<u>Obras de Concreto armado</u>					
	<u>Columnas</u>					
	a) Concreto f'c = 175 Kg/cm2.	m2.	0.60	701.28	420.77	
	b) Encofrado y desencofrado	m2.	4.801	56.37	270.58	
	c) Acero fy = 4200 Kg/cm2	Kg.	56.65	15.89	900.17	
04.02	<u>Vigas y dinteles</u>					
	a) Concreto f'c = 175 Kg/cm2.	m3.	0.67	701.28	469.86	
	b) Encofrado y desencofrado	m1.	6.41	56.37	361.33	
	c) Acero fy = 4200 Kg/cm2	Kg.	59.50	15.891	945.46	
12.05	<u>Muros de albañilería</u>					
05.01	Muros de ladrillo K.K. de arcilla					
	a) De cabeza	m2.	13.59	251.63	3,419.65	
12.06	<u>Tarrajeo y révoques</u>					
06.01	Tarrajeo de interiores	m2.	15.63	39.77	621.61	
06.02	Tarrajeo de exteriores	m2.	19.38	46.63	903.69	
06.03	Vestidura de derrames	m1.	17.70	7.95	140.72	
12.07	<u>Estructura de madera y coberturas</u>					
07.01	Viguetas de madera tornillo de 2" x 4" x 3.70 m.	pza.	3.	91.30	273.90	
07.02	Correas de madera tornillo de 2" x 2" x 3.60	pza.	06.	43.82	262.92	
07.03	Calaminas de zinc de 3' x 6'	pcha.	10.	157.50	1,575.00	
12.08	<u>Carpintería de madera</u>					
08.01	Puerta de madera cedro tipo tablero rebajado	m2.	1.89	481.50	910.04	
08.02	Ventanas de madera cedro según diseño	m2.	3.241	298.80	968.11	
12.09	<u>Pisos y pavimentos</u>					
09.01	Falso piso de 3"	m2.	5.23	386.28	2,020.24	
09.02	Piso de cemento pulido	m2.	5.23	180.50	944.02	
09.03	VEreda	m2.	3.00	126.37	379.11	
12.10	<u>Contrazócalo</u>					

13

PARTIDA	DESCRIPCION	METRADO		C O S T O S		TOTAL
		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL	
10.01	Contrzcalo de cemento H = 0.10 m.	m1.	8.10	5.86	47.47	
12.11	CERRAJERIA					
11.01	Bisagras capuchinas aluminizadas de 4" x 3"	pza	03	38.85	116.65	
11.02	Accesorios de cierre a) Chapa de embutir de dos golpes	pza	01	529.57	529.57	
12.12	Vidrios					
12.01	Simples	pza	35.00	46.09	1,613.15	
12.13	Pintura					
13.01	Látex en muros interiores	m2.	15.63	12.01	187.72	
13.02	Látex en muros exteriores	m2.	19.38	12.01	232.75	
13.03	Esmalte en carpintería de amdera	m2.	10.26	7.84	80.44	21,538.43
13.00	Varios					
13.01	Limpieza permanente de la obra	G L O B A L			4,000.00	
13.02	Canaleta para cables					
02.01	Excavación	m3.	6.74	79.90	538.53	
02.02	Concreto f'c = 175 Kg/cm2.	m3.	5.30	1,034.09	5,480.68	
13.03	Plataforma para generador					
03.01	Excavación	m3.	0.80	79.90	63.92	
03.02	Concreto f'c = 175 Kg/cm2.	m3.	2.00	1,034.09	2,068.18	
03.03	Encofrado y desencofrado	m2.	4.00	55.92	223.68	
03.04	Acero fy = 4200 Kg/cm2	Kg.	36.60	15.89	581.57	
13.04	Plataforma para alternador y otros					
04.01	Concreto f'c = 175 kg/cm2	m3.	9.66	1,034.09	9,989.31	
04.02	Encofrado y desencofrado	m2.	7.96	55.92	445.12	
04.03	Acero fy = 4200 kg/cm2	Kg.	176.78	15.89	2,809.03	
13.05	Pozo de restitución					
05.01	Excavación	m3.	14.20	79.90	1,134.58	
05.02	Concreto f'c = 175 kg/cm2	m3.	19.36	1,034.09	20,019.98	
05.03	Encofrado y desencofrado	m2.	17.70	55.92	989.78	
05.04	Acero fy = 4200 Kg/cm2.	Kg.	1,650.42	15.89	26,225.17	

PARTIDA	DESCRIPCION	METRADO		C O S T O S		
		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
13.06	Canal de Restitución					
06.01	Excavación	m3.	10.53	79.90	841.35	
06.02	Concreto f'c = 175 kg/cm2	m3.	5.21	1,034.09	5,387.61	
06.03	Encofrado y desencofrado	m2.	9.23	55.92	516.14	
06.04	Acero fy = 4200 kg/cm2.	kg.	207.37	15.89	3,295.11	84,609.74
14.00	Canal de Alivio					
14.01	Movimiento de tierras					
01.01	Excavación de la plataforma en material suelto	m3.	1,651.86	29.47	48,680.31	
01.02	Excavación de caja de canal en material suelto	m3.	1,779.19	79.90	142,157.28	
14.02	Albañilería de piedra asentada en concreto f'x = 140 kg/cm2 y emboquillado con mezcla 1:3 cemento:arenas	m2.	1,246.57	592.90	739,091.35	
14.03	Concreto simple f'c = 175 kg/cm2 para loza de canal	m3.	176.22	1,034.09	182,227.34	
14.04	Canal cerrado. Concreto armado en loza y muros					
04.01	Concreto f'c = 175 kg/cm2	m3.	10.45	1,034.09	10,806.24	
04.02	Encofrado y desencofrado	m2.	55.68	55.92	3,113.63	
04.03	Acero fy = 4200 kg/cm2.	Kg.	2,735.63	15.89	43,469.16	
14.05	Rápidas					
05.01	En progresiva 0 + 098					
	a) Concreto f'c = 175 kg/cm2.	m3.	14.22	1,034.09	14,704.76	
	b) Encofrado y desencofrado	m2.	31.43	55.92	1,757.57	
	c) Acero fy = 4200 kg/cm2.	Kg.	441.96	15.89	7,022.74	
	d) Albañilería de piedra asentada en concreto f'c 140 Kg/cm2. y emboquillado con mezcla 1:3 cemento - arena	m2.	61.24	592.90	36,309.20	
05.02	En progresiva 0 + 317.5					
	a) Concreto f'c = 175 kg/cm2.	m3.	15.94	1,034.09	16,483.39	
	b) Encofrado y desencofrado	m2.	31.43	55.92	1,757.57	
	c) Acero fy = 4200 kg/cm2.	kg.	495.37	15.89	7,871.43	
	d) Albañilería de piedra sentada en concreto f'c = 175 Kg/cm2.	m2.	61.01	592.90	36,172.83	
05.03	En progresiva 0 + 532					
	a) Concreto f'c = 175 kg/cm2.	m3.	59.51	1,034.09	61,538.70	
	b) Encofrado y desencofrado	m2.	258.00	55.92	14,427.36	

PROYECTO : C.H. EL CHORRO - OMATE

OBRAS CIVILES

FECHA: DICIEMBRE 1, 1986

PARTIDA	DESCRIPCION	METRADO			C O S T O S	
		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
15.00	c) Acero fy = 4200 kg/cm2.	kg.	3,378.25	15.89	53,680.39	
	d) Albañilería de piedra asentada con concreto f'c = 140 kg/cm2. y emboquillado con mezcla 1:3 cemento-arena	m2.	187.20	592.90	110,990.88	
	e) Tubería PVC, SAP Ø 2" clase 7.5	ml.	3.50	154.83	541.90	1'532,804.03
15.01	Obras misceláneas					
01.01	Pontón					
	Estribos de concreto ciclopeo					
	a) Concreto f'c = 175 kg/cm2 + 30% P.G. m.ax, 10"	m3.	202.02	701.28	14,167.59	
	b) Encofrado y desencofrado	m2.	219.70	55.92	12,285.62	
01.02	Loza y viga sardinel de concreto armado					
	a) Concreto f'c = 210 kg/cm2.	m3.	25.00	1,240.91	31,022.75	
	b) Encofrado y desencofrado	m2.	30.89	55.92	1,727.37	
	c) Acero fy = 4200 kg/cm2.	Kg.	1,227.00	15.89	19,497.03	
01.03	Baranda de F°G° de Ø 2"	ml.	10.00	483.95	4,839.50	
15.02	Muro de contención de piedra de Junta Seca	ml.	20.00	558.50	11,170.00	
15.03	Estructura portante móvil y polipasto de accionamiento manual para grúa de 7 toneladas.	pza.	01	51,523.00	51,523.00	146,232.86
	TOTAL DE GASTOS DIRECTOS :					36'735,869.90
	GASTOS GENERALES Y UTILIDADES 25% :					9'183,967.50
	T O T A L :					45'919,837.40

M E T R A D O

PROYECTO C.H. EL CHORRO - OMATE EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO

FECHA : DICIEMBRE 1, 1986

ITEM	E S P E C I F I C A C I O N E S	M E T R A D O			C O S T O S		
		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL	TOTAL	
1.0	<u>TURBINA</u> Tipo FRANCIS, eje horizontal Caudal normal: 2 m ³ /seg. incluye principales elementos que puedan tener una vida útil relativamente corta.	global	02				
2.0	<u>REGULADOR DE VELOCIDAD (Gobernador)</u>	global	02				
3.0	<u>VOLANTE Y ACOPLAMIENTO</u>	global	02				
4.0	<u>ALTERNADOR</u> Potencia : 640 KVA, 60 Hz Tensión nominal : 380 V	global	02				
5.0	<u>VALVULA DE CIERRE</u>	global	02				
6.0	<u>TABLERO DE SERVICIOS AUXILIARES 24 Vcc</u> Según dimensiones y características especificadas Interruptor bipolar 500 V - 100 A, montaje fijo mando - manual con relés termomagnéticos Zócalo portafusible 500 V - 25 A con cartucho fusible de 2 A Amperímetro de bovina móvil: escala 0-50A-C.P. 1.5 para lectura directa C.C. Voltímetro de bovina móvil escala 0-50V-C.P. 1.5 para C.C. Resistencia de calefacción 220 V - 100 W Rectificador entrada: 220 V, 60 Hz. 1 φ, salida 24 Vcc	cjto. pza. pza. pza. pza. pza. pza.	01 02 02 01 01 01 01				

ITEM	E S P E C I F I C A C I O N E S	METRADO			C O S T O S	
		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL	T O T A L
7.0	Interrupitor bipolar 500 V-15A montaje fijo, mando manual con relés termomagnéticos	pza.	04			
	<u>TABLERO CONTROL PROTECCION Y MEDIDA ALTERNADOR 1-2-640 KVA</u>	cjto.	02			
	Interrupitor tripolar 660 V - 800 A, mando manual Bovina de apertura : 24 Vcc Con contactos auxiliares : 3 NA + 3 NC Con relés termomagnéticos incorporados	pza.	01			
	Transformador de corriente 800/5A, 20 VA, clase 1.0, 1 KV, 60 Hz.	pza.	03			
	Transformador de corriente 800/1A, 5 VA, clase 1.0, 1 KV, 60 Hz.	pza.	01			
	Transformador de tensión 380/110 V - 30 VA, clase 1, 60 Hz.	pza.	03			
	Voltímetro electromagnético Conexión a transformador: 380/110 V, 60 HZ Escala 0 - 500 V, clase de precisión 1.5	pza.	01			
	Commutador de voltímetro 660 V, 20 A, 3 polos	pza.	01			
	Amperímetro electromagnético Conexión a transformador 800/5A Rango : 5 A, escala 0 - 800 A Clase de precisión : 1.5, 60 Hz.	pza.	03			
	Watímetro electrodinámico Conexión a transformadores: 800/5A, 380/110 V, 60 Hz. Escala 0 - 500 KW Clase de precisión 1.5	pza.	01			
Cosfímetro electrodinámico Conexión a transformadores: 800/5A, 380/110V, 60 Hz.	pza.	01				

ITEM	E S P E C I F I C A C I O N E S	METRADO			T O T A L
		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	
	Clase de precisión 1.5	pza.	01		
	Frecuencímetro de láminas vibrantes Tensión: 110 V, 60 Hz Escala : 55 - 65 Hz, clase de precisión : 1.5	pza.	01		
	Contador trifásico de energía activa 3 x 380/110V, 3 x 800/5A, 60 Hz clase de precisión 20	pza.	01		
	Regulador de tensión	pza.	01		
	Reostato de ajuste de tensión	pza.	01		
	Resistencia de calefacción 220 V - 100 W	pza.	01		
	Conmutador de sincronización 600 V 20A con 6 polos				
	Zócalo portafusible 500 V 25A Con cartucho fusible 500 V - 2A	cjto.	01		
	Pulsador 250 V, 4A (prueba de lámparas)	pza.	01		
	Pulsador 250 V, 4A (cancelación sirena)	pza.	01		
	Pulsador 250 V, 4A (normalización)	pza.	01		
	Contactador auxiliar: señalización 24 Vcc	pza.	14		
	Contactador auxiliar: normalización 24 Vcc	pza.	04		
	Relé de sobre tensión - baja frecuencia	cjto.	01		
8.0	<u>TABLERO DE SERVICIOS AUXILIARES 380 V - 220 V, 60 Hz</u>				
	Interruptor tripolar 500 V - 100A Montaje fijo, mando manual, con relé termomagnético	pza.	01		
	Interruptor bipolar 500 V - 20 A, montaje fijo, mando manual con relé termomagnético	pza.	04		

ITEM	E S P E C I F I C A C I O N E S	METRADO			C O S T O S	
		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL	T O T A L
9.0	<p><u>BRAZO DE SINCRONIZACION</u></p> <p>Voltmetro electromagnético doble Rango : 2 x (0 - 110V) Escala : 2 x (0 - 500V) Clase de precisión: 1.5</p> <p>Frecuencímetro doble de láminas vibrantes Tensión : 2 x 110 V Escala : 2 x (55...65 Hz) Clase de precisión: 1.5</p> <p>Sincronoscopio electrodinámico Tensión : 2 x 110 V Clase de precisión : 1.5</p> <p>Caja de resistencias para sincronoscopio</p> <p>Portalámpara 500 V 2 A con socket Bayoneta con lámpara incandescente 110 V, 5 W</p>	pza.	01			
10.0	<p><u>TABLERO SALIDA A TRANSFORMADOR 1000 KVA-380/10000 V</u></p> <p>Interrupctor tripolar 660 V - 1600 A Montaje fijo, mando manual, bovina de apertura 24 Vcc Contactos auxiliares 3 NA + 3 NC Con relés termomagnéticos incorporados</p> <p>Pulsador 250 V - 4 A (Prueba lámparas)</p> <p>Contactador auxiliar : tensión nominal 24 Vcc</p> <p>Relé de sobre corriente a tiempo fijo (51 N) Corriente nominal 2.5/5A, 60 Hz</p> <p>Máxima corriente instantánea : 3 - 6 In</p>	pza. cjto. cjto. pza. pza. pza.	01 01 02 01 01 01			

PROYECTO : C.H. EL CHORRO - OMATE

EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO

FECHA : DICIEMBRE 1, 1986

ITEM	E S P E C I F I C A C I O N E S	METRADO		C O S T O S		
		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL	T O T A L
	Temporización : 0.2 - 8 seg. Portalámpara de señalización 60 V _A 1.2 W Sobrecorriente a tierra BUCHHOLZ alarma BUCHHOLZ desconexión Reserva Resistencia calefacción 220 V, 100 W	pza.	04			
		pza	01			

P R E S U P U E S T O

PROYECTO : C.H. EL CHORRO - OMATE

EQUIPAMIENTO ELECTROMECANICO

FECHA : DICIEMBRE 1, 1986

ITEM	E S P E C I F I C A C I O N E S	METRADO		C O S T O S (intis)		
		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL	T O T A L
I	<u>SUMINISTRO</u>					
1.0	Turbina (incluye seguro, flete marítimo)	global	02		1'238,168.00	
2.0	Regulador de velocidad (incluye seguro y flete marítimo)	global	02		414,110.00	
3.0	Volante y acoplamiento (incluye seguro y flete marítimo)	global	02		244,904.00	
4.0	Alternador (incluye seguro y flete marítimo)	global	02		1'416,232.00	
5.0	Válvula de cierre (incluye seguro y flete marítimo)	global	02		209,475.00	
6.0	Conjuntos de tablero de control	global	02		1'004,361.00	
7.0	Otros componentes que se requieran para la operación del equipo (incluye herramientas y repuestos)	global	varios		122,364.00	
II	<u>SERVICIOS</u>					
1.0	Inspección y pruebas en fábrica		global		100,320.00	
	Transporte Puerto Peruano a Obra y almacenamiento		global		161,568.00	
	Montaje e instalación y recepción		global		1'183,600.00	
	Gastos generales		global		1'219,020.00	
	TOTAL EQUIPAMIENTO ELECTROMECANICO				7'314,122.00	

B I B L I O G R A F I A

1. CENTRALES HIDROELECTRICA : G. ZOPETTI
2. TURBOMAQUINAS HIDRAULICAS : JUAN M. POLO ENCINAS
3. CENTRALES ELECTRICAS : E.SANTO POTES
4. ENERGIA HIDROELECTRICA : VIEJO SUBICARAY Y ALONSO
5. ESTACIONES DE TRANSFORMACION y
DISTRIBUCION (ENCICLOPEDIA CEAC) : JOSE RAMIREZ VASQUEZ
6. ESTACIONES TRANSFORMADORAS Y DE
DISTRIBUCION : G. ZOPETTI
7. DISEÑO HIDRAULICO : STIATOSLAV KROCHIN
8. GUIA PARA LA ELABORACION DE ES-
TUDIOS CENTRALES HIDROELECTRICAS : TSUGUO NOSAKI
9. MINI CENTRALES ELECTRICAS LEFFEL : I.S.SERVICE CENTER CORP.
SERCENCO.
- 10 GENERADORES SINCRONO 8 y REGULA-
DORES DE TENSION. : NEGRINI.