

# Universidad Nacional de Ingeniería

Programa Académico de Ingeniería  
Mecánica y Eléctrica



*Proyecto de la Central Hidroeléctrica de  
Llunchicate Bagua Grande - Amazonas*

**TOMO 1**

**TESIS**

*Para Optar el Título Profesional de  
INGENIERO ELECTRICISTA*

**Oscar Wilde Revilla Tafur**

*Promoción 1977 - 2*

**Lima - Perú**

**1983**

A MIS PADRES, A MI HERMANO RUDECINDO  
Y A MI ESPOSA MIRIAM MINAYA :

Por su sacrificado afán de que culmine  
esta meta y a mi querida Esposa, por su  
invalorable apoyo y cariñoso aliento.

## INDICE

INTRODUCCION	4
1.0.0 JUSTIFICACION DEL PROYECTO	6
1.1.0 Introducción	7
1.2.0 Ubicación	
1.3.0 Vías de Acceso	
1.4.0 Estudios Previos	8
1.5.0 Situación actual del servicio eléctrico	9
1.6.0 Aspecto socioeconómico del distrito de Baqua Grande	10
1.7.0 Mercado eléctrico	11
1.7.1 Oferta existente	
1.7.2 Estudio de la demanda	
2.0.0 MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO	22
2.1.0 Introducción	23
2.2.0 Estudio de alternativas	
2.2.1 Reconocimiento de campo	
2.2.2 Alternativa óptima	28
2.2.3 Características técnicas de la alternativa seleccionada	29
2.2.4 Costo de la alternativa	30
2.2.5 Comparación técnico-económica con una central térmica equivalente	31
2.2.6 Comparación de alternativas	33
2.2.7 Justificación económica: Relación B/C	34
2.2.9 Beneficios del Proyecto	
2.3.0 Potencial hidráulico disponible	36
2.4.0 Topografía del Proyecto	
2.4.1 Generalidades	
2.4.2 Alcances	
2.4.3 Salto hidráulico	37
2.5.0 Geología, mecánica de suelos y análisis químico de aguas	38

2.6.0	Potencia de la hidroeléctrica	40
2.7.0	Alcances del estudio definitivo	41
2.8.0	Descripción de obras civiles	
2.8.1	Bocatoma	
2.8.2	Canal de aducción	43
2.8.3	Desarenador - Cámara de carga	44
2.8.4	Casa de fuerza	45
2.8.5	Canal de descarga	49
2.8.6	Canal de drenaje	
2.8.7	Canal de limpia del desarenador	50
2.8.8	Cerco del perímetro	
2.8.9	Apoyos y anclajes de la tubería forzada	51
2.8.10	Canales existentes	
2.9.0	Descripción de obras electromecánicas	51
2.9.1	Generalidades	
2.9.2	Tubería forzada	52
2.9.3	Grupos hidráulicos	53
2.9.4	Subestación de salida	
2.9.5	Tableros de control y comando	54
2.9.6	Servicios auxiliares de la Central	55
3.0.0	CALCULOS JUSTIFICATIVOS	56
4.0.0	ESPECIFICACIONES TECNICAS	61
4.1.0	Especificaciones técnicas de obras e- lectromecánicas	62
4.1.1	Turbinas	
4.1.2	Alternadores	63
4.1.3	Transformadores	65
4.1.4	Tableros de comando y control, sin sincronización y servicios auxiliares	66
4.1.5	Sistema de puesta en tierra	70
4.1.6	Servicios auxiliares de la Central	
4.1.7	Cables	73
4.1.8	Ferretería	
4.1.9	Tubería forzada	
4.1.10	Especificaciones técnicas generales del equipo electromecánico de la Central	76

4.2.0	Especificaciones técnicas de obras civiles	77
4.2.1	Generalidades	
4.2.2	Materiales	80
4.2.3	Obras de concreto	84
4.3.0	Especificaciones técnicas de montaje de maquinaria y equipo de la Central	88
4.3.1	Turbina y alternador	
4.3.2	Tableros	89
4.3.3	Cableado	
4.3.4	Subestaciones	90
5.0.0	METRADO Y PRESUPUESTO	91
5.1.0	Obras civiles	92
5.2.0	Obras electromecánicas	102
	CONCLUSIONES	105
	ANEXOS	109
<u>ANEXO I</u>	ESTUDIO GEOLOGICO	110
<u>ANEXO II:</u>	ESTUDIO DE SUELOS	128
<u>ANEXO III:</u>	ESTUDIO HIDROLOGICO	133
<u>ANEXO IV:</u>	ESTUDIO SOCIOECONOMICO DEL DISTRITO DE BAGUA GRANDE	155
	BIBLIOGRAFIA	166
	RELACION DE PLANOS	167

## INTRODUCCION

La imperiosa necesidad de zonas tan deprimidas como Baqua Grande, en Amazonas, de contar con energía eléctrica permanente para impulsar su desarrollo en todos los aspectos, ha hecho posible la identificación de la alternativa hidroeléctrica de LLUNCHICATE, cuya economía como proyecto, se ubica en la solución a corto plazo de tan urgente problema.

El proyecto de la Central Hidroeléctrica de LLUNCHICATE, ha sido concebido con el espíritu amazonense que me anima y ojalá esta experiencia sirva a todos aquellos que ven como secreto del desarrollo de nuestro país, a la generación hidroeléctrica y mucho más si piensan primero en su pequeña Patria.

Se aborda el diseño de la hidroeléctrica de LLUNCHICATE, haciendo un análisis previamente de sus recursos económicos, para saber qué recursos se van a transformar una vez que se disponga de la energía eléctrica; luego se investiga ampliamente la hidrología, geología y la mecánica de suelos del área del proyecto y sólo así se determina, que se puede aprovechar la infraestructura del Canal "Ventura" existente, en un 90% sin revestirlo con concreto y se dimensiona los muros y cimientos de las obras civiles con aptitud para una vida media de la Central de por lo menos 35 años.

Se ha diseñado una Bocatoma subterránea, debido a la enorme cantidad de materiales flotantes que la quebrada Llunchicate arrastra en épocas de avenida. El Canal Aductor tiene una longitud de 3,500 m., de los cuales prácticamente se construirá solamente 350 m. puesto que el canal "Ventura" puede adaptarse

a las necesidades hidráulicas del proyecto con muy poca inversión. La Cámara de Carga está diseñada en forma de desarenador, y su volumen de almacenamiento de agua es suficiente para no producir depresiones en la tubería forzada por falta de agua, cuando la carga eléctrica lo demanda súbitamente. Su sistema de regulación de caudal a base de compuertas de izaje manual y la rejilla ubicada antes de la entrada de agua a la tubería forzada, impiden eficientemente que objetos flotantes entren a las máquinas de la Central, y de que siempre se disponga del caudal de agua suficiente.

La Tubería Forzada es de acero laminado, con diámetro suficiente para producir el mínimo de pérdidas sin afectar mayormente su costo de adquisición. A nivel del piso de la Casa de Máquinas soporta una presión hidráulica estática de 42.88 m. y es en el mismo nivel que se bifurca en dos tuberías de 740 mm. de diámetro, para alimentar a dos grupos hidráulicos de 530 KW cada uno. La división de la potencia de la Central en dos grupos Francis, es oportuna para la utilización del 100% del recurso hídrico y para las labores de mantenimiento.

La generación en cada alternador se hace a 440 V, cuya tensión se eleva a 13.8 KV para la Línea de Transmisión, mediante una subestación de salida de relación de transformación 0.44/13.8 KV.

No podemos terminar estas líneas sin testimoniar nuestro agradecimiento a nuestro Profesor y amigo, Ing. Víctor J. Chávez cuyo apoyo y colaboración son realmente invalorables en la culminación de este trabajo.

## 1.0.0 JUSTIFICACION DEL PROYECTO

1.1.0 Introducción

1.2.0 Ubicación

1.3.0 Vías de Acceso

1.4.0 Estudios Previso

1.5.0 Situación actual del Servicio Eléctrico

1.6.0 Aspecto Socioeconómico del Distrito de  
Bagua Grande

1.7.0 Mercado Eléctrico

1.7.1 Oferta Existente

1.7.2 Estudio de la Demanda



### 1.1.0 INTRODUCCION

El presente estudio consiste en establecer los lineamientos necesarios y suficientes para ejecutar la construcción de la Central Hidroeléctrica de LLUNCHICATE, como parte del Proyecto de Electrificación del Complejo Productivo de Baqua Grande en el Departamento de Amazonas. - Las investigaciones para cimentar este estudio, se han realizado en el campo de los recursos económicos, de la problemática socio-económica, de los aspectos geotopográficos, hidrológicos y de mecánica de suelos.

### 1.2.0 UBICACION

La ciudad de Baqua Grande está ubicada en la - margen izquierda (aguas abajo) del río Utcubamba, en el kilómetro 235 de la carretera Marginal de la Selva, en el Departamento de Amazonas, provincia de Bagua, a 400 m.s.n.m. y a 05 46' 40" de Latitud Sur y 78 25' 46" de longitud oeste de Greenwich. La Central hidroeléctrica de LLUNCHICATE se construirá a la altura del Km. 250 de la carretera Marginal, junto a la desembocadura de la quebrada Llunchicate en el Utcubamba, margen derecha (aguas abajo).

### 1.3.0 VIAS DE ACCESO

La carretera de Penetración a la Selva, Olmos-

Corral Quemado (en el río Marañón), pasa por la ciudad de Bagua Grande y une a ésta con las ciudades de Pedro Ruíz, Moyobamba y Tarapoto. De Pedro Ruíz, a 60 Km. del área del proyecto, parte la carretera troncal a Chachapoyas-Cajamarca. Debido al aspecto productivo, en el Proyecto existe una red de trochas carrozables. Por vía aérea el acceso es a través del aeropuerto "El Valor" en Bagua Grande.

#### 1.4.0 ESTUDIOS PREVIOS

En la actualidad no existe estudios concluidos, ni proyecto de electrificación del distrito de Bagua Grande, sin embargo se está llevando a cabo un estudio de factibilidad de un Proyecto de Irrigación "MAGUNCHAL" que incluye como un objetivo secundario el aprovechamiento hidroeléctrico de parte de las aguas del canal principal, para la generación aproximada de 14 MW de potencia eléctrica, en dos centrales ya ubicadas mediante un estudio de pre-prefactibilidad. Este proyecto por su envergadura no constituye una solución del problema energético a corto plazo, pudiendo servir a largo plazo como una posibilidad de incrementar la oferta de energía eléctrica, formando un solo sistema de explotación. Existen algunos estudios efectuados sobre problemas socio-económicos regionales y microregionales que de una forma u otra abarcan a nuestro objeto de investigación o

tienen relación con él. Así se tomará como referencia al Proyecto de Desarrollo Agropecuario Jaén-Baqua-San Ignacio, el cual constituye un estudio socioeconómico elaborado por CENCI-RA ZA-II en 1975. Similarmente, en el año de 1978, el OR No 1 del INP, realizó una evaluación socioeconómica regional, que incluye a Lambayeque, Cajamarca y Amazonas. Un aporte de singular importancia constituye el Diagnóstico Socioeconómico y Programa de Inversiones a Corto Plazo de la Microregión Jaén, Baqua y San Ignacio, cuyos resultados son aportes a la solución de los problemas económicos regionales y microregionales, particularmente de los Complejos Productivos Territoriales de Jaén, Baqua y San Ignacio. Este estudio fue elaborado en 1981 por un equipo de investigación polivalente, en el seno del Ministerio de Agricultura, Región Agraria XV-Cajamarca.

#### 1.5.0 SITUACION ACTUAL DEL SERVICIO ELECTRICO

Actualmente la ciudad de Baqua Grande tiene servicio eléctrico y está a cargo de la Municipalidad; contando para tal efecto con un grupo electrógeno de 100 kW de potencia, con las siguientes características :

##### MOTOR

Marca	Rockford (Volvo Penta TD100A)
Modelo	PTA-11434-D

Potencia : 135 HP

Año de instalación : 1974

GENERADORES

Marca : Pellizzari

Potencia nominal : 63 KVA

Factor de potencia : 0.8

Tensión nominal : 230 V

Frecuencia : 60 Hz

Velocidad de régimen : 1,200 RPM

Fases : 3

Serie : 2018636

Unidades : Dos gemelos movidos por el motor

Año de instalación : 1974

El servicio eléctrico es deficiente y de baja calidad, por cuanto la distribución de energía eléctrica se hace en baja tensión no obstante que las líneas son de gran longitud.

1.6.0 ASPECTO SOCIOECONOMICO DEL DISTRITO DE BAGUA GRANDE

Para comprender en forma amplia el impulso al desarrollo que constituirá la Central Hidroeléctrica de LLUNCHICATE, su estudio se efectuará mediante un enfoque integral que incluye los recursos naturales, económicos y humanos - en su área de influencia, así como el análisis de la estructura sectorial y territorial.

Con mayor detalle se trata este aspecto en el Anexo IV.

## 1.7.0 MERCADO ELECTRICO

### 1.7.1 Oferta Existente

La oferta existente está conformada por la Central Térmica de Baqua Grande con una potencia de 100 KW. Esta central presta servicios desde las 18.30 a las 02.00 horas (7 1/2 horas). Este reducido número de horas de servicio determina el alto costo del combustible, que incluso obliga al Municipio a subsidiar el servicio.

Esta oferta cubre sólo el 11% de la demanda eléctrica de la población y en forma deficiente.

Asimismo, se ha encuestado 17 grupos electrógenos privados con una potencia total de 140 KW, los cuales son utilizados en el sector comercial e industrial.

### 1.7.2 Estudio de la Demanda

Debido a que la oferta de electricidad es deficiente, las estadísticas de consumo por los abonados no son suficientes para efectuar un estudio completo de la demanda máxima a partir de éstas. Sin embargo, las mismas han servido de referencia para realizar una encuesta de demanda eléctrica en la población. Según esta encuesta, los abonados se han clasificado en cinco sectores: doméstico, co-

mercial, alumbrado público, industrial y de cargas especiales.

#### 1.7.2.1 Sector Doméstico

La encuesta realizada en la ciudad de Baqua Grande para el estudio socioeconómico, permite clasificar a los usuarios en las categorías A y B. La categoría A corresponde a los usuarios de ingresos económicos inferior y medio, y la categoría B a los usuarios de ingresos económicos superior. Los porcentajes estimados para cada categoría son los siguientes:

- Categoría A: 45% del total de usuarios
- Categoría B: 55%

#### a) Pronóstico de Población

Se obtiene de proyectar en forma exponencial durante el período de análisis, los datos de población que indica el Censo Nacional de 1981, con las tasas de crecimiento vegetativo promedio anual calculadas para el período intercensal de 1972-1981, en base a los datos proporcionados por el Departamento de Demografía de la ONE. A continuación

se muestra, para algunos años el período de análisis, los valores así obtenidos para la población urbana. (ver páginas siguiente).

b) Pronóstico del Número de Viviendas

El número de viviendas de cada localidad se obtiene a partir de la siguiente relación:

$$\frac{\text{Número de habitantes}}{\text{Habitantes por vivienda}}$$

Esta relación se considera constante durante todo el período de análisis.

El número de habitantes por vivienda también se obtiene del Censo de 1981. El pronóstico del número de viviendas se muestra en el Cuadro No 1.3 (ver página siguiente).

c) Pronóstico del Número de Abonados Domésticos

Para eleaborar el cuadro de pronóstico de abonados domésticos, se tiene en cuenta que: en cada localidad a electrificar existe un porcentaje de población que no usufructuará de los beneficios que aporta la electricidad, tanto por ser población ur-

CUADRO No 1.1 : DATOS DE LA ONE

LOCALIDAD	POBLACION URBANA		TASA DE CRECIMIENTO ANUAL (%)
	1972	1981	
Bagua Grande	5,043	9,348	7.0

CUADRO No 1.2 : PROYECCION DE LA POBLACION

LOCALIDAD	AÑOS				
	1981	1983	1990	1995	2000
Bagua Grande	9,348	10,702	17,186	24,104	33,807

CUADRO No 1.3 : PRONOSTICO DE VIVIENDA

LOCALIDAD	Hab/viv	AÑOS			
		1983	1990	1995	2000
Bagua Grande	5	2,140	3,437	4,821	6,761

CUADRO No 1.4 : PRONOSTICOS DEL No ABONADOS DOMESTICOS

LOCALIDAD	CATEG	AÑOS			
		1983	1990	1995	2000
Bagua Grande	A	934	1,500	2,104	2,951
	B	1,142	1,834	2,572	3,607



bana periférica u otros motivos, este porcentaje lo estimamos en un 3%. Ver Cuadro No 1.4

Consumo Sector Doméstico (SD).-

El consumo neto de energía se calcula de acuerdo a la encuesta realizada para cada categoría:

Ver Cuadro 1.5 y 1.6.

Por lo tanto el consumo neto de energía en el sector doméstico - de Baqua Grande en el año de 1983 sera:

CATEGORIA A;  $934 \times 768 = 717,312$  KWH

CATEGORIA B:  $1142 \times 1382 = 1'578,244$  KWH

TOTAL:  $2'295,556$  KWH

1.7.2.2 Sector Alumbrado Público (SAP)

El alumbrado público funcionará de las 18.00 a las 06.00 horas (12 horas). En las calles se instalarán lámparas de vapor de mercurio de 80 W y en los parques el mismo tipo de lámparas, pero de 125 W.

El metrado de calles y parques - determina la cantidad de cada tipo de lámparas, así tenemos:

Alumbrado de calles:  $205 \text{ lámp} \times 80 \text{ W/lámp} = 16.4 \text{ KW}$

Alumbrados de parques: 24 lámp.  
 x 125 W/lámp = 3.0 KW

Total : 19.4 KW

Consumo neto de energía 1981:

19.4 x 4380 = 84,972 KWH

Consumo neto de energía 1983:

= 97,284 KWH

#### 1.7.2.3 Sector Comercial (SC)

En Baqua Grande se ha efectuado una encuesta con el fin de determinar el número de establecimientos comerciales y el consumo de energía individual, provistos por el servicio eléctrico municipal o por sus propios grupos electrógenos. El Cuadro NO 1.7 - nos muestra la clasificación de los establecimientos comerciales y su consumo promedio.

#### 1.7.2.4 Séctor Industrial (SI)

El cálculo del consumo industrial para la ciudad de Baqua Grande, se basa en la encuesta realizada para este fin. El consumo industrial está constituido fundamentalmente por talleres de metal-mecánica, soldadura, molinos de pilar arroz y café, un aserradero, una fábrica de hielo y otras actividades relacionadas con la agro-industria.

CUADRO No 1.5 : CATEGORIA A

ARTEFACTO	CAN	KW/ ART.	TOTAL KW	HRS/ AÑO	KWH/ AÑO
Lámparas	4	0.100	0.400	1,700	680
Radio	1	0.025	0.025	360	9
Plancha	1	0.800	0.800	80	64
Otros	-	0.150	0.150	100	15
Total KWH/AÑO/ABONADO					768

CUADRO No 1.6 : CATEGORIA B

ARTEFACTO	CAN	KW/ ART	TOTAL KW	HRS/ AÑO	KWH/ AÑO
Lámparas	5	0.100	0.500	2,000	1,000
Radio	1	0.025	0.025	400	10
Plancha	1	1.000	1.000	72	72
Refriger.	1	0.125	0.125	1,400	175
Televisor	1	0.050	0.050	700	35
Licuadaora	1	0.100	0.100	50	5
Ventilador	1	0.100	0.100	750	75
Otros	-	0.100	0.100	100	10
Total KWH/AÑO/ ABONADO					1,382

CUADRO No 1.7 : CONSUMO NETO DE ENERGIA SECTOR COMER-  
CIAL - AÑO 1981

USUARIOS	CAT	CANT	CONSUMO U. KWH	CONSUMO T. KWH
Casas Comerciales	A	13	3,300	42,900
Casas Comerciales	B	56	1,500	84,000
Restoranes	A	8	4,908	39,264
Restoranes	B	24	1,275	30,600
Hoteles	A	4	4,824	19,296
Hoteles	B	3	2,900	8,700
Grifos	-	3	5,052	15,156
Farmacias	-	3	1,440	4,320
A. de Transportes	-	2	800	1,600
Otros	-	-	1,000	1,000
TOTAL				246,836

Según la cantidad de máquinas y equipos instalados en cada taller, se han clasificados éstos en las categorías A' y B correspondiendo mayor consumo a la categoría A. Las instalaciones de los molinos son similares y las horas de servicio diario promedio es de 8 horas. La fábrica de hielo funciona 10 horas con una demanda de 5 KW. En el Cuadro No 1.8 se puede apreciar el consumo neto de energía en el sector.

Para hacer el pronóstico de la demanda en este sector, se estima su crecimiento en el orden del 3% anual.

#### 1.7.2.5 Sector Cargas Especiales (SCE)

En este sector se considera las cargas que aparecen en el Cuadro No 1.9. Para el pronóstico de la demanda en este sector se estima un crecimiento anual del 2%.

#### 1.7.2.6 Demanda Neta Total de Bagua Grande

El consumo neto total de energía en Bagua Grande se calcula sumando los consumos netos de los sec

tores anteriormente estudiados.  
De este modo tomando en cuenta los porcentajes de crecimiento anual para cada sector, se obtiene la siguiente demanda neta para 1983:

DEMANDA NETA TOTAL; 3'361,841 KWH

#### 1.7.2.7 Demanda Bruta Total

Se calcula sumando a la demanda neta total las correspondientes pérdidas de energía en la distribución, las cuales se han estimado en 10% de la Demanda Bruta Total. La demanda máxima de potencia (DMP) se obtiene aplicando un factor de carga de 0.52 a la potencia media correspondiente al consumo Bruto Total de energía. El factor de carga se estima, tomando en cuenta el correspondiente peso del consumo comercial e industrial sobre el total.

En consecuencia, la Demanda Máxima de Potencia para el año 1983:

Demanda Neta Total=3'361,841 KWH

Pérdidas 10% de DBT= 373,538 KWH

Demanda Bruta Total=3'735,379 KWH

P. Media Anual = 3'735 379 KWH = 426 KW  
8,760 H

Factor de Carga = 0.52

Demanda Máx. de Potencia = 426 KW =  
0.52  
= 819 KW

#### 1.7.2.8 Pronóstico de la Demanda Máxima de Potencia

Se calcula tomando la tasa de crecimiento anual de 4.0% que equivale al promedio ponderado de las tasas de crecimientos de los respectivos sectores de consumo. Se justifica esta consideración en cuanto el consumo industrial y comercial de la ciudad se va a incrementar a un ritmo mayor que el incremento del consumo de los otros sectores, debido a la ubicación estratégica de Bagua Grande y a los programas de desarrollo que viene aplicando el Gobierno en esta región. Como consecuencia de esto el factor de carga va a aumentar y el comportamiento de la demanda máxima de potencia va a ser muy aproximado al Cuadro No 1.10

CUADRO No 1.8 : CONSUMO NETO DE ENERGIA DEL SECTOR INDUSTRIAL - AÑO 1981

USUARIOS	CATE	CAN	CONSUMO U KWH/A	CONSUMO T. KWH/A
Taller Mecan.	A	7	21,689	151,823
Taller Mecan.	B	8	9,671	77,368
Molinos	-	3	81,176	243,528
Fáb de Hielo	-	1	54,750	54,750
Aserradero	14.9	2	37,031	74,063
Otros	-	-	--	8,000
<b>Total</b>				<b>609,532</b>

CUADRO No 1.9 : CONSUMO NETO DE ENERGIA DEBIDO A CARGAS ESPECIALES. AÑO 1981

USUARIOS	KW	HORAS /AÑO	KWH/ AÑO
Posta Médica	3.0	1,200	3,600
Municipalidad	3.5	1,022	3,577
H.E.C. No 25	2.0	900	1,800
Colegio Secundario	3.0	1,095	3,285
Colegio Primario	2.0	1,095	2,190
Bancos	2.0	780	1,560
Mercado de Abastos	4.5	2,000	9,000
Minst. Agricultura	2.0	1,000	2,000
Entel Perú	2.5	1,208	3,020
Parroquia	1.5	848	1,272
Puesto de la G.C	2.0	950	1,900
Fines deportivos	5.0	1,000	5,000
<b>TOTAL</b>			<b>38,204</b>

CUADRO No 1.10 : DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA

Año	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
DMP (KW)	819	886	921	958	996	1036	1078	1121
Año	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	
DMP (KW)	1166	1212	1261	1311	1364	1418	1475	

## 2.0.0 MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

2.1.0 Introducción

2.2.0 Estudio de Alternativas

2.3.0 Potencial Hidráulico disponible

2.4.0 Topografía del Proyecto

2.5.0 Geología, mecánica de suelos y análisis químico de aguas

2.6.0 Potencia de la hidroeléctrica

2.7.0 Alcances del estudio definitivo

2.8.0 Descripción de obras civiles

2.9.0 Descripción de obras electromecánicas



### 2.1.0 INTRODUCCION

El presente capítulo corresponde al desarrollo de Ingeniería del Proyecto, la misma que comienza con un estudio de Alternativas de ubicación de la Hidroeléctrica mediante la cual se determina su ubicación definitiva en la Quebrada Llunchicate, siendo tal motivo el objeto de su denominación.

Una vez seleccionada la Alternativa óptima, se realizan los estudios de Hidrología, topografía, geología y mecánica de suelos con el fin de disponer de los elementos necesarios que condicionan el diseño a nivel constructivo de la Central.

Como parte final se hace una descripción de las obras civiles y electromecánicas de la Central. Es necesario precisar que en este capítulo los estudios básicos de Ingeniería, tales como hidrología, geología y mecánica de suelos se mencionan en forma resumida, estando desarrollados ampliamente en los Anexos respectivos.

### 2.2.0 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

#### 2.2.1 Reconocimiento de campo

La semana del 14 al 18 de julio de 1981, se efectuó reconocimientos de fuentes hidráulicas posibles de utilizar en hidro

eléctricas, en la comprensión de Bagua Grande. Este reconocimiento de campo ha permitido realizar investigación geológica, recoger datos de caudal, caída de agua, muestras de suelo, etc., y luego de su estudio en gabinete, ha permitido elaborar las siguientes alternativas :

a) Alternativa No 1 : RIO UTCUBAMBA

Esta alternativa plantea la utilización del río Utcubamba captando sus aguas a la altura del Km. 259 de la carretera Bagua-Chachapoyas, a una altitud de 487 m.s.n.m. y a 2 Km del Puerto Naranjitos (aguas abajo). Las aguas se conducirán mediante un canal aductor que pasaría por unas sementeras de arroz (terreno llano) en la margen derecha hasta la quebrada de naranjitos, en la cual se construiría un canal-puente de 12 m. de luz para evitar los efectos de las avenidas de ésta.

De este punto continuaría el canal, también en terreno llano hasta el Puerto de Naranjitos, recorriendo aproximadamente 1.8 Km. En el Puerto Naranjitos, a 472 m.s.n.m. se ubicaría la cámara de carga, tubería forzada y casa de fuerza, devolviendo las aguas turbinadas al río Utcubamba.

El caudal que se puede derivar del río - Utcubamba es de 8 m<sup>3</sup>/seg, dejando margen para 24 m<sup>3</sup>/seg. que plantea captar el proyecto de irrigación Maqunchal, a 6 Km aguas arriba de la bocatoma propuesta.

El salto provocado es de 15 m. con el cual la potencia obtenible sería de 960 KW. Esta posibilidad es atractiva, sin embargo, en el lugar de emplazamiento de la casa de fuerza, tubería forzada y cámara de carga, el terreno presenta problemas geológicos de consideración, lo que hace imposible esta alternativa.

b) Alternativa No 2 : QUEBRADA LLUNCHICATE

Esta alternativa corresponde a la captación de las aguas de la Quebrada Llunchicate, a 3.5 Km del río Utcubamba, por la margen derecha y del cual es afluente. Se presentan dos variantes. La primera - corresponde a aprovechar el canal de riego Unión, cuya bocatoma está a una altitud de 536 m.s.n.m. y tiene una longitud aproximada de 5 Km. Esta variante ha sido desechada en el mismo reconocimiento de campo, por cuanto las laderas en las que se ubica el canal presentan mucha inestabilidad, lo que sería un riesgo constante para el sistema de aducción.

La segunda variante corresponde a aprovechar el canal de riego Ventura, cuya bocatoma se ubica aproximadamente a 1 Km. de la bocatoma del canal Unión, aguas abajo y a una altitud de 505 m.s.n.m. El eje del trazo de este canal se ubica al lado derecho de la quebrada y tiene una longitud de 3.5 Km., atravesando en un 90% terrenos llanos de sembríos de arroz, a los cuales proporciona sus aguas. A la altura del fundo Alcántara, el canal se divide en dos canales menores con sus respectivas compuertas, uno va a Hishquiaco y el otro va a irrigar el fundo Alcántara (Plano No OC-01).

El aprovechamiento de este canal implica ampliar las dimensiones de su sección (actualmente conduce un gasto máximo de 200 Lt/seg.), para conducir 3 m<sup>3</sup>/seg. y continuar con un trazo nuevo de canal, - desde la compuerta del fundo Alcántara hasta las laderas del fundo Villalobos - en donde se emplazará el desarenador, cámara de carga y tubería forzada, obteniendo una caída de 44 m. La casa de fuerza se ubicará en la parte baja de la colina, en terreno llano, utilizado actualmente en sembrío de arroz.

El acceso a esta zona, es mediante una

trocha de carretera de 6 Km desde Puerto Motupe sobre el río Utcubamba, el que se cruza en "lancha cautiva". Desde Puerto Motupe a Bagua Grande la distancia es de 12 Km. siguiendo la carretera marginal - que pasa por esta ciudad.

c) Alternativa No 3 : QUEBRADA NARANJOS

La concepción de esta alternativa corresponde al Coaité Departamental de Amazonas, CODESA, que en la perspectiva de solucionar el problema energético de Bagua Grande, dispone la elaboración del Proyecto "Central Hidroeléctrica de Naranjos". El análisis de esta alternativa se hace fundamentalmente a partir de los datos proporcionados por la Oficina del Ministerio de Agricultura-Bagua Grande y por la División de Hidrología del SENAMHI.

Geográficamente la quebrada de Naranjos se ubica en el distrito de Cajaruro, jurisdicción de la provincia de Bagua, aproximadamente a 8 Km. de Bagua Grande siguiendo el curso del río Utcubamba, aguas arriba. Desemboca en este río en el río, en el lugar denominado Naranjos. Tiene un caudal promedio de 2.85 m<sup>3</sup>/seg. con 70% de persistencia anual, según los registros de la Estación Hidrológica Naranjos No 21501 del SENAMHI efectuados -

durante los años de 1968 a 1976. Distribuye sus aguas mediante 8 canales a 3,648 .8 Ha de cultivo de arroz y a aproximadamente 50 Ha. de pastos (datos de la Oficina del Ministerio de Agricultura). Esta situación hace imposible utilizar las aguas de esta Quebrada para generación de electricidad, por cuanto esto implicaría cortar el suministro de agua, por lo menos a tres canales de irrigación para obtener el caudal necesario que justifique la construcción de una hidroeléctrica que satisfaga la demanda eléctrica de la zona en estudio por lo menos durante 5 años, además los saltos que se provocarían no son de considerable altura.

#### 2.2.2 Alternativa Optima

La alternativa No 2, en su variante canal Ventura, es la alternativa óptima. Desde el punto de vista enegético cubre la demanda eléctrica de Bagua Grande durante 10 años, a partir de su entrada en servicio, que se supone será el año 1983. Luego su explotación será como una central de base, su construcción es económica, por cuanto se aprovecha la infraestructura existente del canal Ventura, en una longitud de 3,150 m. en el cual solamente se ampliará su sección.

La geología del suelo del canal existente es en un 85% de material plástico o -suelo vegetal, el cual favorece la conducción de agua sin necesidad de revestido de concreto. El trazo de canal nuevo hasta la zona de caída, será de sólo 350 m., en terreno que ofrece buenas condiciones geológicas.

Por otro lado no se interrumpe de ningún modo el flujo productivo agropecuario en la zona de influencia del canal Ventura, porque este se rediseñará para un caudal de 3.191 m<sup>3</sup>/seg. de los cuales 100 lt/seg. corresponderá a las 200 Ha. que irriga actualmente y los 3.091 m<sup>3</sup>/seg. restantes serán para producir 1,060 KW en la que denominaremos "CENTRAL HIDROELECTRICA DE LLUNCHICATE".

### 2.2.3 Características técnicas de la Alternativa Seleccionada

Las características técnicas principales son:

- a) Cota de captación : 505 m.s.m..
- b) Canal aductor
  - Longitud : 3.5 Km.
  - Caudal de diseño de 3.15 Km de canal : 3.191 m<sup>3</sup>/s.
  - Caudal de diseño de 0.35 Km de canal, (desde cámara de carga al canal Ventura) : 3.091 m<sup>3</sup>/s
- c) Tubería forzada
  - Material ; Acero G.B

-Diámetro : 42"  
-Longitud : 193 m.

d) Turbinas tipo Francis, eje horizontal,

una descarga.

- Unidades : 2  
-Caída útil : 42.88 m  
-Potencia instalada : 2x530 KW

e) Línea de transmisión

-Longitud : 18 Km  
-Tensión de operación : 13.8 KV

f) Subestación de salida : 0.44/13.8 KV

#### 2.2.4 Costo de la Alternativa

El costo total de la Hidroeléctrica de Llunchicate, incluyendo ingeniería, gastos generales e imprevistos, se estima asciende a \$ 1'423,843.=

Este costo se invertiría en la construcción de la hidroeléctrica en una sola etapa, siendo las partidas, las siguientes:

##### 2.2.4.1 Obras civiles

Incluye bocatoma, canal aductor, desarenador-cámara de carga, canal aliviadero y de limpia, casa de máquinas y canal de descarga:  
= \$ 296,890.=

##### 2.2.4.2 Equipo electromecánico

Incluye turbinas, generadores, tableros de control-comando y sincronización, tubería forzada, 18 Km de línea de transmisión a 13.8 KV y subestación de salida a -



0.440/13.8 KV : \$ 1'126,953.=

2.2.5 Comparación técnico-económica con una Central Térmica equivalente

Para hacer una comparación técnico-económica de la Hidroeléctrica en estudio, con una central térmica equivalente, se ha excluido las redes y subestaciones de distribución secundaria, por ser comunes a ambas alternativas.

Los costos se distribuyen en la forma siguientes:

A. Costo de la Central hidroeléctrica

- Costo de inversión

a) Obras electromecánicas:

-Costo de maquinaria y equipo electromecánico : \$ 833,101.70

-Costo de montaje de maquinaria y equipo electromecánico : \$ 90,630,00

-Gastos generales, supervisión técnica e ingeniería (22%): \$ 203,220.98

-Costo total obras electromecánicas : \$1126,953,00

b) Obras civiles

-Costo de ejecución de obras civiles : \$ 224,416,90

-Gastos generales, supervisión técnica e ingeniería 20% \$ 44,983,37

-Subtotal de obras civiles : \$ 269,900,27

. 32 .

-Imprevistos(10%) : \$ 26,990.02

-Costo total de obras civiles : \$ 296,890.30

-Costo total de la inversión : \$1423,843.00

-Costo del KW instalado : \$ 1,343.00

- Costos anuales de operación y mantenimiento

Se asumen y serán del orden del 1.5% del costo de inversión; en base a los gastos de operación y mantenimiento que ocasionan otras centrales hidráulica de similar potencia en el país. Estos gastos ascienden a \$ 21,358.00

B. Costo de la central térmica equivalente (1060 KW)

-Costo de inversión

Se considera la instalación en la ciudad de Baqua Grande, de dos Grupos electrógenos de 600 KW cada uno, de modo que también satisfagan la demanda eléctrica en el mismo número de años que la central hidráulica, es decir, hasta el año 1992, en el cual se coparía el total de la potencia instalada (1060 KW) de esta última. El costo incluye la reposición de equipo para una vida útil de 15 años de la central térmica (la central hidráulica tendría u

una vida útil mínima de 30 años).

De acuerdo a esta consideración el

costo de inversión es de \$ 280'

000,000.= ó \$ 560,000.=

- Costos anuales de operación y mantenimiento

a) Costos fijos anuales:

-Mantenimiento : \$34,720.00

-Operación, seguros  
y gastos generales: \$ 8,960.00

-Total costos fijos  
anuales : \$43,680.00

b) Costos variables anuales:

-Energía anual pro-  
ducida : 6'390,917KW

-Consumo de combus-  
tible (\$0.03KWh) : \$608,415.00

-Consumo de lubri-  
cantes(\$0.06/KWh) : \$ 38,346.00

-Gastos variables  
total : \$646,761.00

c) Costos anuales de operación y  
mantenimiento : \$690,441.00

2.2.6 Comparación de alternativas

La serie de anualidades con tasas del 13% y 17% y considerando una vida útil de 30 años para la central hidráulica y de 15 años para la central térmica, sería la siguiente para cada alternativa:

ALTERNATIVA	Tasa de Interés (%)	
	13	17
C. Hidráulica	211,353.4	265,610
C. Térmica	746,441	195,622

Los valores anteriores permiten deducir que la alternativa hidráulica es la más conveniente, con una relación beneficio-costos B/C de 1.65 y 1.31 para las tasas de 13% y 17% respectivamente

#### 2.2.7 Justificación económica: Relación B/C

La evaluación de la relación B/C nos indica que la alternativa de la central hidráulica permite su explotación y funcionamiento, cubriendo con sus ingresos netos a los costos netos en condiciones solventes del 1.65 y 1.31 con tasas del 13% y 17% respectivamente.

#### 2.2.8 Pronóstico de la producción de energía

Se ha pronosticado que la producción de energía en la Central Hidroeléctrica de Llunchicate se efectuará con una operación de la Central de 30 años y una potencia instalada al 8avo. año de operación, a partir del cual teabajará en base del sistema

#### 2.2.9 Beneficios del Proyecto

En el cuadro siguiente se da un resumen de los beneficios del Proyecto, teniendo en cuenta que el costo es de US\$ 0.03 kWh.

AÑO	PRODUCCION KWH	VENTAS US\$ = 500	BENEFICIO SUPLEMEN. US \$	BENEFICIO TOTAL US \$
1983	3'133,379	94,001.37	94,001.37	188,002.74
1984	3'965,904	118,977.12	118,977.12	237,954.24
1985	4'211,664	126,349.92	126,349.92	252,699.84
1986	4'473,693	134,210.79	134,210.79	268,421.58
1987	4'453,102	142,593.06	142,593.06	285,186.12
1988	5'051,081	151,532.43	151,523.43	303,064.86
1989	5'368,903	151,067.09	161,067.09	322,134.18
1990	5'707,922	171,237.66	171,237.66	342,475.32
1991	6'069,593	182,087.79	182,087.79	364,175.58
1992	6'455,472	193,664.16	193,664.16	387,328.32
1993	6'867,216	206,016.48	206,016.48	412,032.96
1994	7'306,607	219,198.21	221,198.21	438,396.42
1995	7'775,542	233,266.26	233,266.26	466,532.52
1996	8'276,052	248,281.56	248,281.56	496,563.12
1997	8'810,313	264,309.39	264,309.39	528,618.78
1998	9'380,646	281,419.38	281,419.38	562,838.76
1999	9'989,544	299,686.32	299,686.32	599,372.64
2000	10'639,661	319,189.83	319,189.83	638,379.66
2001	10'639,661	319,189.83	319,189.83	638,379.66
2002				
2012	10'639,661	319,189.83	319,189.83	638,379.66

### 2.3.0 POTENCIAL HIDRAULICO DISPONIBLE

El estudio hidrológico de la cuenca de la Quebrada Llunchicate, que se incluye en el anexo III, revela como caudal de diseño de la Hidroeléctrica de LLUNCHICATE, un caudal equivalente a 3.091 m<sup>3</sup>/seg, valor obtenido en base a un análisis estadístico de los registros de la Estación Hidrológica No 21502 - del SENAMHI, ubicada en la Quebrada Lluchicate, y a un estudio Meteorológico de la Zona de ubicación del Proyecto..

El Balance Hidrológico de la Cuenca de la Quebrada de Llunchicate, permite establecer el caudal de estiaje (2.80 m<sup>3</sup>/seg) y el caudal de máxima avenida (88 m<sup>3</sup>/seg), incluido su período de retorno, que constituyen datos claves para el diseño y dimensionamiento de las obras de captación de la Central.

### 2.4.0 TOPOGRAFIA DEL PROYECTO

#### 2.4.1 Generalidades

El estudio topográfico se circunscribe - al levantamiento topográfico de la zona destinada al Proyecto Hidroeléctrico, comprendiendo trabajo de campo y de gabinete.

#### 2.4.2 Alcances

El estudio topográfico consiste en lo siguiente:

- a) Levantamiento general de la zona del Proyecto, con curvas de nivel cada 5 m. a escala 1:2,500.
- b) Trazo a nivel del eje del canal aductor, con estacado de la franja topográfica, en el tramo desde la cámara de carga hasta el empalme con el canal Ventura (350 m.) y el levantamiento del mismo a escala 1:2,500.
- c) Planimetría del terreno de emplazamiento de bocatoma, cámara de presión, tubería forzada, casa de máquinas y canal de descarga, con curvas de nivel tomadas cada metro. Las escalas están de acuerdo a las normas técnicas vigentes.

#### 2.4.3 Salto Hidráulico

La altura bruta que se obtiene en la zona es de  $457.16 - 413.04 = 44.12$  (Plano OC-10-PG-12).

Es necesario precisar que la altura se calcula a partir del nivel de agua del canal de descarga, al nivel de agua en la cámara de carga. Las pérdidas de conducción se calculan solamente en este tramo.

Las pérdidas ascienden a 1.236 m. de agua que restados de la altura bruta, se obtiene una altura neta de 42.88 m.

En consecuencia la potencia instalada de la central será de 1.060 KW y su potencia garantizada en cualquier época del año será de 960.5 KW.

El déficit por efecto del estiaje será - de  $1060.0 - 960.5 = 99.5$

Para cubrir este déficit podría disponerse de un reservorio de regulación diaria, pero Bagua Grande dispone de un Grupo Electrógeno de 100 KW de potencia, que se prefiere para solucionar este problema. - La solución es económicamente saludable, en la medida que el grupo electrógeno funcionará pocas horas en los meses que se presentan sequías. La construcción de un reservorio de regulación para servicio de sólo 3 horas diarias demanda una inversión de 24 millones de soles. De ahí la preferencia al grupo electrógeno, que además tendrá una vida útil, debido al tipo de servicio que prestará.

#### 2.5.0 GEOLÓGIA, MECÁNICA DE SUELOS Y ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUAS

Para diseñar las obras civiles de la central, se requiere de cuantiosa información a cerca de la conformación geológica del suelo y de su capacidad portante, a fin de determinar la arquitectura hidráulica de las obras y el tipo -



de estructura mas conveniente, para garantizar la estabilidad de las mismas por lo menos durante el período de vida media, considerada (35 años).

De igual modo, para la preparación de los concretos se requiere saber si los depósitos aluviales (canteras de hormigón) de la Quebrada son adecuados, así como la composición química de las aguas a utilizar. El análisis químico de las aguas de la Quebrada Llunchicate, cuyos resultados se muestran en el Item 3.3.4 del ANEXO III, sirven también para seleccionar la maquinaria y equipos de la Central y recomendar su mantenimiento más adecuado.

En el ANEXO I (Estudio Geológico) se muestra más detalladamente la geología de cada una de las áreas de emplazamiento de la bocatoma, canal aductor, cámara de carga, área de caída y casa de máquinas de la Central y de acuerdo a sus recomendaciones se ha previsto el dimensionamiento de las obras civiles y el uso de revestidos de concreto o nó en el canal aductor. Complementando esta información, en el ANEXO II que corresponde a Estudio de suelos, se obtiene resultados muy importantes en lo que concierne a la resistencia del suelo en la zona de la cámara de carga y casa de máquinas; derivándose de ellos la concepción de la cimentación utilizando zapatas y suficientes dimen

siones en las vigas de cimentación y portantes.

#### 2.6.0 POTENCIA DE LA HIDROELECTRICA

El estudio hidrológico y el estudio topográfico demuestran el caudal de diseño de la Central y la caída neta, siendo éstos de 3.091 m<sup>3</sup>/seg. y 42.88 m. respectivamente. Debido a que el caudal de diseño no corresponde al caudal mínimo -MINIMORUM- de la Quebrada Llunchicate, sino a un caudal que tendría una persistencia del 92% anual, y que además las labores de mantenimiento en una central se facilitan cuando la potencia total está dividida en dos o más grupos hidráulicos, seleccionaremos dos grupos de generación de 1.545 m<sup>3</sup>/seg. de caudal y cada uno, y 42.88 m. de caída útil.

Considerando además un rendimiento total de las máquinas de cada grupo hidráulico igual a 81.5% la potencia de cada grupo sera:

$$P = 9.81 \eta_T \eta_G Q \cdot H_a$$

donde :

$\eta_T$  = Rendimiento de la turbina

$\eta_G$  = Rendimiento del generador

Q = Caudal (m<sup>3</sup>/seg)

H<sub>a</sub> = caída útil (m)

$$\eta_T \eta_G = 81.5\%$$

$$P = 9.81 \times 0.815 \times 1.545 \times 42.88 = 530 \text{ KW}$$

siendo la potencia total de la Central :

$$P_t = 2 \times 530 = 1,060 \text{ KW}$$

### 2.7.0 ALCANCES DEL ESTUDIO DEFINITIVO

La presente etapa de estudio de la Hidroeléctrica de Llunchicate comprende el cálculo y diseño de las obras electromecánicas y civiles de la Central, las cuales se insertan en el capítulo de Cálculos Justificativos.

### 2.8.0 DESCRIPCION DE OBRAS CIVILES

#### 2.8.1 Bocatoma

La bocatoma se ubica en un brazo de la Quebrada Llunchicate, como puede apreciarse en el Plano No UC-02-PG-04; esta ubicación tiene doble ventaja, debido a que por un lado se puede regular la entrada de agua a este brazo de quebrada, colocando piedras y otros objetos en el cauce de la Quebrada Llunchicate, para lo cual el terreno ofrece condiciones muy favorables; y por otro lado se evita que las máximas avenidas de la quebrada La Bellaca perjudiquen el sistema aductor.

La bocatoma se ha diseñado teniendo en cuenta que las máximas avenidas la Quebrada Llunchicate arrastra grandes bloques de piedra y otros materiales flotantes. La orientación de los barrajes y la ubicación de los muros de encauce en forma longitudinal al curso de las aguas

impide que sean golpeadas directamente por el ariete de las avenidas. (Plano No OC-03-PG-05). La rejilla de platina de fierro de 1?2"x2", colocada sobre el canal de captación impide la entrada de sólidos de más de 4 cm. de diámetro al desarenador, esto facilita la labor de mantenimiento de éste.

El canal de captación de 6 m. de longitud está diseñado para captar 3.5 m<sup>3</sup>/seg. de agua, y al abrirse un abanico a la entrada del desarenador facilita la decantación del material flotante al reducir la velocidad del agua.

El desarenador tiene una longitud de 11.20 m., con un depósito de sedimentación de 1.30 m. de ancho, inclinado hacia la compuerta de limpia de 0.90 x 0.90 m. El ancho del desarenador es de 3.70 m. y tiene hacia el lado del río un vertedero de regulación de 8.15 m. de longitud y al lado opuesto un borde libre de 0.60 m. de altura.

Las dos compuertas de plancha de fierro fundido de 1.50 x 1.65 m. permiten una buena regulación del caudal, sin embargo, después de las compuertas se ha diseñado otro vertedero de 7.20 m. de largo, luego del cual, entrará al canal aductor

3.191 m<sup>3</sup>/seg. de agua (Ver Plano OC-03--PG-05).

#### 2.8.2 Canal de Aducción

El canal aductor tiene una longitud de - 3,500 m., de los cuales 3,150 m. serán -  
construidos utilizando la infraestructura del canal de riego existente denominada "Ventura". Este tramo será diseñado para conducir 3.191 m<sup>3</sup>/seg., de los cuales 0.100 m<sup>3</sup>/seg. corresponden al riego de las 200 Ha. que irriga en la actualidad. Los 350 m. restantes corresponde a un trazo nuevo, prolongación del canal Ventura y será diseñado para conducir 3.091 m<sup>3</sup>/seg.

Los tramos comprendidos entre las correlativas 0 a 960m., 2,200 a 2,700 m. y 3,000 a 3,200 m. serán revestidos con concreto. Los demás tramos no llevarán revestimiento de concreto, pero según las condiciones del terreno llevarán revestimiento de tierra compacta.

En el plano de secciones del canal (Plano No OC-05-PG-07), se especifican las características de cada tramo.

Es necesario precisar que el diseño del canal en el tramo que se aprovecha al Canal Ventura, se hace fundamentalmente para aumentar la sección de éste y mejorar

los taludes. Con esto obviamente se obtiene una gran economía en el movimiento de tierras.

- a) Movimiento de tierra.- La excavación de la plataforma y caja del canal se ejecutará adoptando las medidas convenientes y ciñéndose a lo especificado en los planos. Realizada la excavación se procederá a compactar el fondo y taludes. En los tramos en que el canal va sin revestimiento de concreto los taludes de la plataforma se perfilarán en la relación 1.5:1. En donde se precisa rellena, se efectuará primero éste y después la compactación. La losa de fondo del canal irá apoyada sobre un solado y/o capa compactada de hormigón de 10 cm. de espesor.
- b) Obras de concreto simple.- Donde se requiera se empleará un concreto simple de  $f'_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ . con 30% de p.m de  $\emptyset \text{ max} = 6''$ , tanto para los taludes como para la losa del fondo.
- c) Juntas de construcción.- Serán de asfalto y tendrán una abertura de 1". Se colocarán cada 3 metros de distancia.

### 2.8.3 Desarenador-Cámara de Carga

Se ha diseñado un desarenador junto a la cámara de carga a fin de que la superficie libre del agua, en esta última sea - más grande. El desarenador funciona para velocidades de sedimentación de 0.16 m/seg., para granos de arena fina de diámetro 0.30 mm. El vertedero permite una regulación del caudal hasta 3.091 m<sup>3</sup>/seg. Para el mantenimiento se ha previsto una compuerta de limpia de 1.34 x 0.82 m. En la cámara de carga se ha diseñado dos compuertas de regulación de 1.26 x 1.80 m. con el fin de obtener un fácil manejo de éstos y buena precisión en la regulación del caudal.

Para su construcción se seguirán las especificaciones de los planos. Los muros y el fondo de la estructura serán de concreto ciclópeo, equivalente a una  $f'_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  más 20% de p.m.

#### 2.8.4 Casa de Fuerza

a) Explicación.- Se realizará una explanación en la cota 417 m.sn.m., una área de 35 x 40 m. y 1.5 m. de profundidad, conforme al plano No OC-10-PG-12. El talud de corte en esta zona será menor de 1:1; realizada esta operación se ejecutará una compactación hasta lograr un estado uniforme

del terreno.

b) Excavación de cimentación.- Se realizará la excavación de zanjas para la cimentación de acuerdo a los planos respectivos; se apisonará convenientemente el fondo del solado.

c) Colocación de armadura y cimentación de concreto simple.- Antes de vaciar el concreto se debe refinar la verticalidad de las paredes y los lugares por donde deban circular las carretillas y el personal, para evitar el derumbe de los bordes.

Se debe comprobar que el fierro de las columnas esté colocado en posición definitiva, de acuerdo a los alineamientos, a los ejes del trazado y a los recubrimientos mínimos exigidos. Se comprobarán además que estén previstos los pases de tuberías, canal de descarga y otras instalaciones. La calidad del concreto será similar a un  $f'_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$  con 30% de piedra grande.

El concreto será batido en mezcladora, transportado en carretillas y surtido en las zanjas en forma alternada con la piedra desplanadora, cuidando de verter primero una capa de concreto -



antes de echar las piedras desplazadoras independientemente, de manera que cada piedra quede completamente en-- vuelta en concreto. Una vez alcanzada la altura indicada en los planos, se debe colocar piedras de tal modo - que sobresalgan sobre este nivel, con el propósito de lograr una mayor adherencia con el sobrecimiento que se ha de construir a continuación en la progresión de los trabajos.

- d) Sobrecimientos.- Se debe constuir luego del endurecimiento de los cimientos. El espesor y la altura deben ceñirse a lo especificado en los planos. Será de concreto simple de una resistencia similar a 175 Kg/cm<sup>2</sup>, con el - 30% de p.m. de tamaño máximo 6".
- e) Muros.- Se deben tomar las precauciones necesarias para el asentado de la drillos. Simultáneamente a la ejecución de los muros, se deben preveer - los espacios y canales para la instalación de tuberías y cajas de luz, - etc. a fin de evitar picados posteriores.

Con la finalidad de lograr una mayor y efectiva estabilidad en la albañilería de ladrillos, los muros portantes

serán reforzados con columnas de concreto afirmado y vigas, las mismas - que se especifican en los planos de estructuras. Durante la ejecución, - el muro y las columnas serán construidos en forma tal que trabajen como conjunto por lo que es preciso que los ladrillos queden endentados hasta el vaciado del concreto.

- f) Revoques.- Para revestir las paredes se empleará mortero de cemento y arena en la proporción de 1:4 de 1.5 cm. de espesor, a plomada y uniforme.
- g) Enchape del baño.- La mayólica será blanca de 15 x 15 cm., se colocará sobre tarrajeo primario. El relleno de juntas se hará con porcelana.
- h) Pisos.- Todos los ambientes de la casa de fuerza tendrán falso piso donde irá piso de concreto. El llenado de falso piso se hará por paños alternados cuya dimensión máxima será de 6.0 m. El concreto será de  $f'_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ . No deben llenarse paños inmediatamente vecinos. Se cuidará que la rugosidad asegure una buena adherencia entre falso piso y piso definitivo. El piso definitivo será de un espesor de 3 cm. y se usará un mortero de 1:3.

i) Carpintería de madera.- Se emplearán marcos y puertas de ventanas de 11/2" x 4" y 11/2" x 3". La fijación será mediante tornillos, teniéndose la precaución de dejar los tacos a ras con el plomo de derrame.

Las puertas y ventanas serán de cedro nacional.

j) Cerrajería.- Chaspas serán del tipo FORTE, con llave a ambos lados, Los picaportes serán de 8" para las puertas y de 3" para las ventanas. Serán de aluminio.

Las bisagras serán de acero de 4" y colocadas en número de 4 para cada puerta exterior y en número de 3 para cada puerta exterior.

#### 2.8.5 Canal de Descarga

El canal de descarga irá a desembocar en la Quebrada Llunchicate, Captará las aguas turbinadas de la Central y se construirá de concreto simple los 30 primeros metros, de 1.40 de ancho, de sección rectangular y una pendiente de 2%. En el tramo final de 170 m., el canal será sin revestido.

#### 2.8.6 Canal de Drenaje

En el Plano ilo OC-09-PG-11, se dan las especificaciones de un canal de drenaje -

que servirá para evacuar las aguas subterráneas que existen en la zona de la casa de fuerza. Este canal debe tener una pendiente de 2% en dirección al canal de descarga. Este canal tiene 0.50 m. de ancho x 2.00 m. de profundidad. Su construcción se ceñirá estrictamente a las especificaciones del plano.

#### 2.8.7 Canal de Limpia del Desarenador

Será de 1.22 m. de ancho, de sección rectangular, construido los primeros 40 m. después de la cámara de carga con concreto simple  $f'_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ . más 30% p.m. y el resto sin revestir. Las aguas de este canal pueden ser utilizadas en riego en las zonas aledañas de la Central, por esta razón no se considera necesario diseñar este canal hasta la trocha de carretera, como se muestra en los planos.

#### 2.8.8 Cerco del perímetro

Se ha previsto la construcción de un cerco perimétrico a base de columnas de concreto de 0.15 x 0.15 x 2.00 m. y malla metálica tejida en forma de rombo (4"), con alambre de F G No 10 AWG. Este cerco termina en una puerta de entrada de 5.00 m. de ancho construido con tubo de F G  $\varnothing 2"$  y malla metálica especificada líneas arriba (Plano No 09-PG-11).

#### 2.8.9 Apoyos y Anclajes de la Tubería Forzada

Se construirá de acuerdo a las especificaciones dadas en los planos.

#### 2.8.10 Canales existentes

En el área destinada a la casa de fuerza existe el canal Villalobos que por razones de la obra debe modificar su trazo - tal como se indica en los planos. Se recomienda revestir este canal en un radio de influencia de 50 m. de la Central.

### 2.9.0 DESCRIPCION DE OBRAS ELECTROMECHANICAS

#### 2.9.1 Generalidades

La hidroeléctrica de Llunchicate funcionará con las aguas de la Quebrada del mismo nombre, captando 3.091 m<sup>3</sup>/seg., mediante bocatoma ubicada en la cota 500 m.s.n.m. y conducidas por un canal aductor de 3,500 m. hasta una cámara de carga ubicada en la cota 457.16 m.s.n.m. De esta cámara de carga parte una tubería forzada de acero fundido de 42"Ø hasta la cota 414.19 m.s.n.m., en donde se bifurca mediante un pantalón de distribución de 42"Ø a 29 1/2Ø, cada tubería de 29 1/2Ø alimenta con 1.545 m<sup>3</sup>/seg. de agua a un grupo hidráulico de 530 KW, compuesto de una turbina tipo Francis, eje horizontal, una descarga y un alternador acoplado axialmente a la turbina.

De cada generador salen 6 cables monofásicos, dos por fase tipo NYY, 400 mm<sup>2</sup>-0.6/1KV hacia las barras de 440 V.

En la casa de fuerza irá instalado también un grupo electrógeno de 100 KW. 230 V., que será trasladado de la ciudad de Baqua, en donde funciona en la actualidad. Este grupo suplirá las deficiencias de agua en el estiaje.

De cada alternador de este grupo saldrán cables monofásicos tipo NYY 1x120 mm<sup>2</sup>-0.6/1 KV y se conectarán las barras de distribución a 440 V, las cuales se interconectarán con la subestación de salida mediante cables NYY 400 mm<sup>2</sup>-0.6/1KV, para la elevación de la tensión a 13.8 KV. Los bornes de alta tensión de la subestación se conectarán con las barras de distribución a 13.8 KV, mediante cables Eo/E, 12,000/15,000 V. para 13.8 KV, 3 x 16 mm<sup>2</sup> NYY, desde las cuales sale un cable similar a través de un ducto de eternit de 4" Ø empotrado en el patio de la casa de fuerza, hasta la cabeza terminal instalada en el poste de salida (Tipo S-5) de la línea de transmisión a Baqua Grande.

#### 2.9.2 Tubería Forzada

La tubería forzada es de acero grado B,

cuyo diámetro interno es 1047.8 mm. constante hasta un pantalón de distribución junto a la casa de fuerza que empalma -- con dos tubos de 740.9 mm. de diámetro interno, los cuales conectan con el cono de acople a las turbinas. Tiene una longitud de 193 m. y soporta una carga hidrostática de 42.97 m. en la parte inferior.

### 2.9.3 Grupos Hidráulicos

Serán dos, compuestos cada uno por una turbina Francis, eje horizontal, una des carga acoplada directamente a un alternador trifásico de 530 KW-440 V, 60 Hz. Ambos grupos descargarán las aguas turbinadas a una misma fosa de aspiración, que conecta con el canal de descarga. La fosa de aspiración será diseñada y construida por el Contratista que ejecute el montaje de obras electromecánicas.

### 2.9.4 Subestación de salida

Estará constituida por dos transformadores de potencia, trifásicos de 662.5 KVA y relación de transformación 0.440/13.8 KV. La potencia en el lado de alta tensión se hará con disyuntores automáticos, en tanque de aceite de volumen reducido y seccionadores de tipo interior para 15 KV y 400 A. La interconexión entre ca-

da transformador de 662.5 KVA y los elementos de protección se hará mediante cables subterráneos tipo NKY 0.6/1 KV para 13.8 KV de 3 x 16 mm<sup>2</sup>, RM, en canalera de concreto diseñada con perfiles de fierro para soporte del conductor (Plano OE-01/PG-20).

Para la protección del personal y los equipos, todas las partes metálicas de la subestación, las mallas de protección mecánica, tableros y carcasa de generadores deben ser conectados al sistema de puesta a tierra (Plano OE-02/PG-19). La protección de la Central contra sobretensiones de origen atmosférico será con tres pararrayos tipo LV de autoválvula de 15 KV, instalados en la estructura de salida S-5 de la línea de transmisión y conectados a su respectivo pozo de tierra.

#### 2.9.5 Tableros de Control y Comando

Para la atención de cada grupo hidráulico, los servicios auxiliares de la Central y la línea de transmisión, se dispondrá de sendos tableros de control y comando, así como un tablero de sincronización para la puesta en paralelo de los dos grupos; serán de baja tensión y pintados con pintura al horno. Junto a los



los tableros de servicios auxiliares irán montados los tableros del grupo eléctrico. Los gabinetes de alta tensión vendrán en bloque y tendrán instalados - en su interior el disyuntor automático - en baño de aceite y el seccionador. Junto al pasadizo de las oficinas de la Central irá instalado un subtablero de 230V, en donde irán instalados los interruptores de alumbrado y tomacorrientes de la Central.

En los tableros de control y comando de los grupos hidráulicos vendrán instaladas dos lámparas incandescentes de emergencia, a 110 Vdc.

#### 2.9.6 Servicios Auxiliares de la Central

aparte de los que se menciona en Especificaciones Técnicas, la Central dispondrá de una grúa de 6 toneladas, montada sobre un caballete metálico móvil, para facilitar las labores de mantenimiento.

### 3.0.0 CALCULOS JUSTIFICATIVOS

A. Selección del tipo de turbina

B. Tubería forzada

#### A. SELECCION DEL TIPO DE TURBINA

La selección del tipo de Turbina se ha efectuado utilizando la fórmula de CAHNERER y deducida por comparación para una serie de turbinas semejantes, cuya expresión es la siguiente :

$$N_s = n \frac{N^{0.5}}{H^{1.25}} \quad (1)$$

En donde :

$N_s$  = Número específico de revoluciones

$n$  = Velocidad de rotación en RPM.

$N$  = Potencia en el eje de la turbina en HP.

$H$  = Salto neto en ,m.

Desde que la potencia de la Central se reparte en dos grupos hidráulicos por razones de la carga, del mantenimiento y del caudal de estiaje, cada grupo trabajará con 1.545 m<sup>3</sup>/seg. y puesto que la eficiencia hidráulica para turbinas modernas puede aceptarse entre 85% y 95%, la potencia máxima en el eje de la turbina la podemos calcular con la siguiente expresión:

$$N = \frac{1000 QHn}{76} \quad \text{en HP.} \quad (2)$$

En la cual :

$Q$  = 1.545 m<sup>3</sup>/seg.

$H$  = 42.88 m.

$n$  = 85% eficiencia.

Reemplazando valores en (2), obtenemos :

$N$  = 740 HP.

El número de revoluciones de la turbina está ligado a la frecuencia ( $f$ ) y al número de polos ( $p$ ) del generador síncrono

por la siguiente expresión :

$$n = \frac{120f}{p}$$

La frecuencia (f) es de 60 Hz. y el generador síncrono será de 10 polos, por lo tanto la turbina girará a 720 RPM, entonces de (1) obtenemos el número específico de revoluciones de la turbina :

$$N = 178.49$$

Este valor corresponde a una FRANCIS normal, eje horizontal, una rueda y una descarga para salto de 42.88 m.

### B. TUBERÍA FORZADA

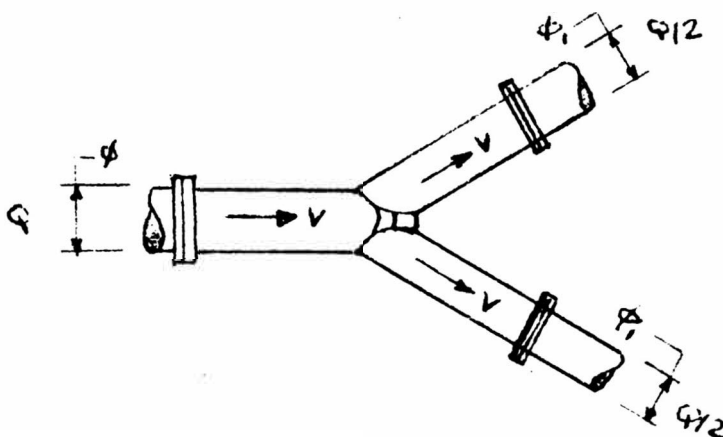
La tubería forzada se ha calculado siguiendo el procedimiento recomendado por el Ing. T. Hozaki en su libro "Guía para la elaboración de Proyectos de Pequeñas Hidroeléctricas destinadas a la Electrificación Rural del Perú" (GPPH), empleando las tablas 17.1 y 17.2 que aparecen a continuación, se ha obtenido para un caudal de 3.091 m<sup>3</sup>/seg :

Diámetro = 1047.8 mm. Acero Grado B

Espesor = 9.5 mm.

Peso = 260 Kg/m. incluyendo pernos y accesorios de montaje.

En la bifurcación de la tubería en la casa de máquinas, el diámetro respectivo es  $1047.8/1.4142 = 740$  mm. Cuya deducción la podemos ver con ayuda del siguiente gráfico:



Por la relación de continuidad tendremos:

$$VA = V.A_1 + V.A_1$$

siendo, A = Sección del tubo principal

$A_1$  = Sección del ramal de tubería

$\phi$  = Diámetro del tubo principal

$\phi_1$  = Diámetro del ramal

V = Velocidad del agua

Expresando las secciones en función de sus respectivos diámetros y eliminando la velocidad que es común a ambos miembros de la relación de continuidad, ésta se convierte en:

$$\frac{\pi \phi^2}{4} = \frac{\pi \phi_1^2}{4} + \frac{\pi \phi_1^2}{4}$$

simplificando :

$$\phi^2 = 2\phi_1^2$$

Despejando  $\phi_1$ , obtenemos

$$\phi_1 = \frac{\phi}{\sqrt{2}} \quad \text{ó}$$

$$\phi_1 = \frac{\phi}{1.4142}$$

La sobrepresión por golpe de ariete para cierre repentino de la válvula de admisión de la turbina se calcula con la siguiente expresión:

$$h = Uv/g \quad (\text{m. de agua})$$

donde :

$$U = 1420 / \sqrt{1 + KR}, \quad \text{velocidad de la onda de sobrepresión en la tubería (m/seg)}$$

$$V = \text{Velocidad del agua en el momento del cierre repentino (m/seg)}$$

$$g = 9.81 \text{ m/seg}^2$$

$$K = \frac{E_0}{E} = 0.010$$

$E_0$  = Módulo de elasticidad del agua

$E$  = Módulo de elasticidad del acero

$$R = \frac{1047.8 \text{ mm}}{9.5 \text{ mm}} = 110.06 \text{ (diámetro tubo/espesor)}$$

luego :

$$U = 1420 / \sqrt{1 + 0.010 \times 110.06}$$

$$U = 979 \text{ m/seg}$$

De la tabla No 17.1 de T. NÓZAKI (GPPH) derivamos el valor de la velocidad del agua en la tubería en el momento de producirse el cierre repentino, siendo su valor

$V = 3.4 \text{ m/seg}$ , con la cual podemos calcular la sobrepresión en la tubería:

$$h = 979 \times 3.4 \times 9.8$$

$$h = 374 \text{ m. de agua}$$

El tiempo que demora la onda de sobrepresión para viajar desde la válvula de admisión a la cámara de carga será:

$$t = 2e/u \quad (\text{en segundos})$$

donde :

$$e = 193 \text{ m (longitud de la tubería de diámetro constante } \phi = 1047.8 \text{ mm)}$$

$$u = 979 \text{ m/seg}$$

luego :

$$t = \frac{2 \times 193}{979}$$

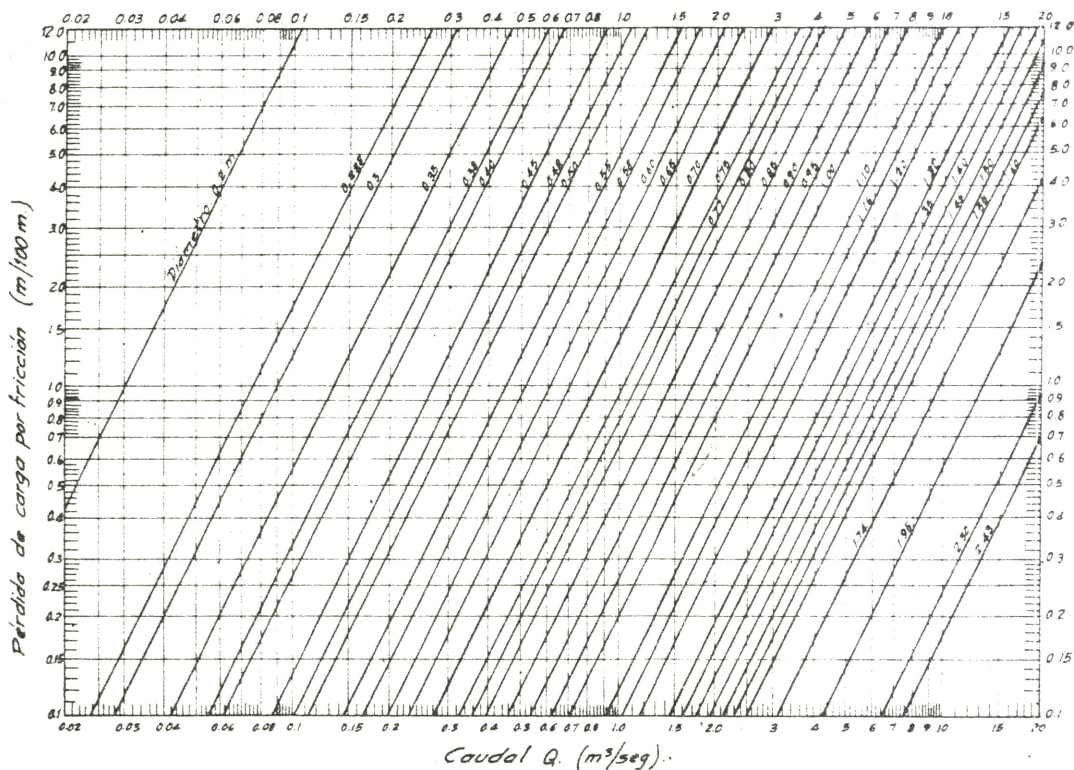
$$t = 0.39 \text{ seg.}$$

Contamos con tubería de acero con espesor de 9.5 mm y 1047.8 mm (42") de diámetro que puede soportar 416 m. de agua de presión absoluta, incluido el golpe de ariete.

TUBERIAS DE PRESION

Formula de Manning  $h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$ ;  $f = \frac{124.6n^2}{D^{1.48}}$ ;  $L=100$ ;  $n=0.014$   
 $V^2 = \frac{1.49Q^2}{D^4}$ ;  $\frac{V^2}{2g} = \frac{0.0827Q^2}{D^4}$ ;  $f = \frac{0.02442}{D^{1.48}}$   
 $\therefore h_f = \frac{0.02442}{D^{1.48}} \frac{100}{D} \frac{0.0827Q^2}{D^4}$

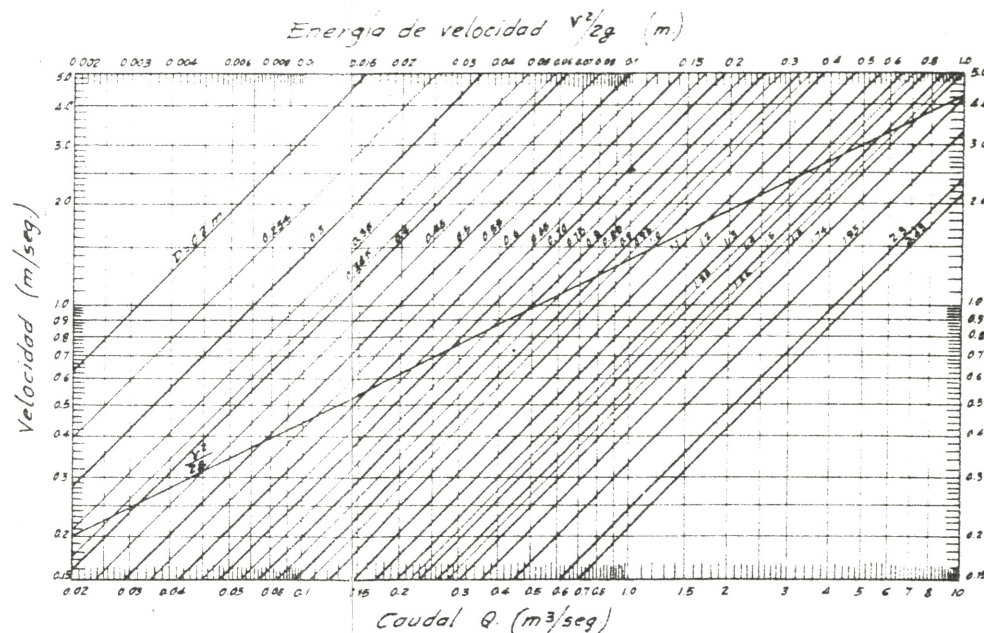
1.- Pérdida de carga por fricción en tuberías de presión



1.- Ejemplo

$D=0.77$  m.  $Q=3$  m<sup>3</sup>/s Longitud de tubo = 150 m.  
 Subir desde  $Q=3$  hasta encontrar la línea de  $D=0.77$ , la proyección de este punto sobre el eje "Pérdidas de carga" da: 7.3 m/100m; en consecuencia para la tubería de 150 m de longitud, la pérdida será  $7.3 \times 1.5 = 10.95$  m

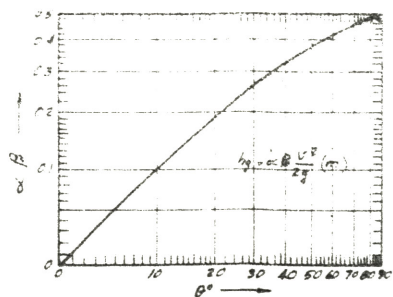
2.- Relación entre caudal velocidad y  $\frac{V^2}{2g}$  (m)



2.- Ejemplo

$D=0.95$  m.  $Q=1.5$  m<sup>3</sup>/seg a) Velocidad=? b) Energía de velocidad=?  
 a) Subir desde  $Q=1.5$  hasta encontrar la línea de  $D=0.95$ , la proyección de este punto sobre el eje de "Velocidad" da:  $V=2.10$  m/seg.  
 b) Desde el punto de intersección de  $V=2.10$  m/seg con la línea de  $\frac{V^2}{2g}$ , se levanta la perpendicular hasta encontrar en el eje de Energía de Velocidad "el valor de  $\frac{V^2}{2g} = 0.235$  m.

3.- Coeficiente de pérdida por curva



3.- Ejemplo

$\theta = 26^\circ$ ;  $\frac{V^2}{2g} = 0.23$  m.  $h_g =$  pérdida de carga = ?  
 Subiendo desde  $\theta = 26^\circ$  se intercepta la curva en un punto que corresponde a  $\alpha \approx 0.23$   
 $h_g = 0.23 \times 0.23 = 0.053$  m.

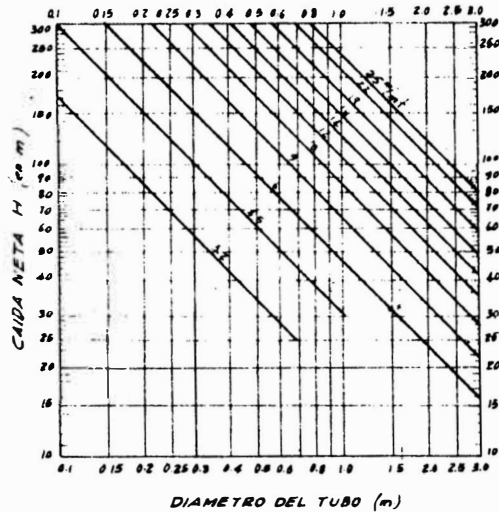
4.-Relación entre Diámetro y Espesor de Tubería con altura de caída neta

$$t = \frac{PD}{2f} \quad t = \frac{1.5HD}{20f} + 0.15 \text{ (cm)}$$

$$P = \frac{1.5H}{10} \quad f = 750 \text{ kg/cm}^2 \quad t = 0.15 \text{ cm}$$

$$t = \frac{1.5HD}{20 \cdot 750} + 0.15 = \frac{H \cdot D}{10000} + 0.15 \text{ (cm)}$$

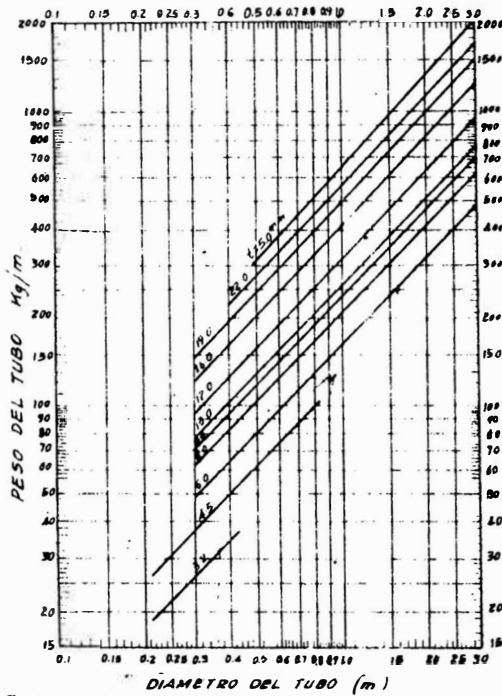
$$H = \frac{10000}{D} (t - 0.15) \text{ (m)}$$



4.-Ejemplo

H=250 m D=0.8 m t=?  
 Hay que buscar el punto de intersección de la línea vertical de D=0.8 y la línea Horizontal de H=250, encontrándose un espesor de 22 mm

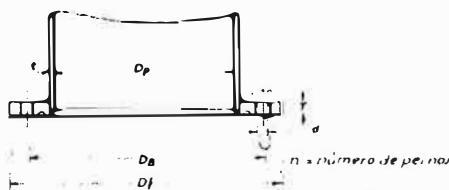
5.-Peso y Diámetro de tubo de presión (Incluyendo alas, pernos, etc.)



5.-Ejemplo

T=16mm D=0.8m. Peso = Kg/m  
 Se sube desde D=0.8 hasta encontrar la línea de t=16mm, la proyección de este punto sobre el eje de 'Peso del Tubo da P=335 Kg/m.

6.- Dimensión standard de alas



t	Up	285	385	480	570	770	960	1160
Df	405	505	610	700	910			
Dp	355	455	550	650	854			
T	12	12	15	15	18			
d	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"			
n	12	16	20	20	24			
Df	405	505	610	700	910	1100	1316	
Dp	355	455	550	650	854	1044	1256	
T	15	15	18	18	20	20	22	
d	3/8"	3/8"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	
n	12	16	20	24	28	32	32	
Df	410	510	616	710	920	1100	1326	
Dp	360	460	556	656	860	1050	1258	
T	16	16	20	20	22	22	26	
d	3/4"	3/4"	1"	1"	1"	1"	1 1/8"	
n	16	16	22	24	28	32	32	

7.- Peso de las Juntas de Expansión (Pj)

Cuando D=1.0m y L=1.0m  
 Pj = 27 veces el peso del tubo normal  
 Cuando D=1.0m a 2.0m y L=1.0m  
 Pj = 30 veces el peso del tubo normal  
 Cuando D=2.0m a 3.0m y L=1.0m  
 Pj = 31 veces el peso del tubo normal

Ejemplo

T=9mm D=1.5m  
 Peso de Junta de Expansión es:  
 Pj = 335 kg x 3 = 1050 kg



#### 4.0.0 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

##### 4.1.0 Especificaciones técnicas de obras electromecánicas

4.1.1 Turbinas

4.1.2 Alternadores

4.1.3 Transformadores

4.1.4 Tableros de comando y control, sincronización y servicios auxiliares

4.1.5 Sistema de puesta en tierra

4.1.6 Servicios auxiliares de la Central

4.1.7 Cables

4.1.8 Ferretería

4.1.9 Tubería forzada

4.1.10 Especificaciones técnicas generales del equipo electromecánico de la Central

##### 4.2.0 Especificaciones técnicas de obras civiles

4.2.1 Generalidades

4.2.2 materiales

4.2.3 Obras de concreto

##### 4.3.0 Especificaciones técnicas de montaje de maquinaria y equipo de la Central

4.3.1 Turbina y alternador

4.3.2 Tableros

4.3.3 Cableado

4.3.4 Subestaciones

#### 4.1.0 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE OBRAS ELECTROMECA NICAS

##### 4.1.1 Turbinas

Las turbinas serán diseñadas con las siguientes características:

- Caída : 52.8 m.
- Caudal : 1.545 m<sup>3</sup>/seg
- Potencia : 530 KW (a una altitud de 500 m.s.n.m.)
- Velocidad de Régimen : 720 RPM
- Velocidad de Embalamiento : 100%

Las turbinas serán del tipo Francis, eje horizontal, una rueda, cámara cerrada y una descarga.

El acoplamiento al generador se hará en fora directa y coaxial al eje del rotor. Estará equipada con los siguientes accesorios:

- . Una válvula de compuerta de ingreso a la turbina.
- . Un cono de empalme entre turbina de presión y válvula de entrada a la turbina.
- . Un tacómetro
- . Un vacuómetro
- . Un manómetro
- . Un juego de herramientas esenciales

El fabricante que suministre el equipo, indicará en su oferta las características del material empleado en la construcción de las diferentes partes de la turbina y las partes sometidas a desgaste - que requieren cambios periódicos, incluyendo el intervalo de dichos períodos. Indicará asimismo, el tipo, características y consumo de lubricantes. Además proporcionará dimensiones, pesos y planos de montaje.

Los reguladores de velocidad de las turbinas serán a presión de aceite, automáticos y manuales, e incluirán la limitación de apertura y el mando de cierre rápido.

El sistema tendrá control de repetición en los tableros de mando, para variar la velocidad, control de apertura, cierre rápido en caso de emergencia, (como falta de presión de aceite en los reguladores, fallas eléctricas o sobrevelocidad). Poseerá alarma óptica y acústica en el tablero de mando, para control de presión de aceite en los reguladores, empaquetamiento y cualquier otra falla que a juicio del fabricante deba tener alarma óptica y acústica.

#### 4.1.2 Alternadores

Los alternadores serán dos sincros, trifásicos, eje horizontal para acoplamiento directo al eje de la turbina tipo Francis, con las siguientes características:

- Potencia a 600 m.s.n.m. : 662.5 KVA
- Frecuencia : 60 Hz
- Tensión : 440 V
- Factor de Potencia : 0.8
- Velocidad : 720 RPM
- No de polos : 10

Deberán producir 530 KW a la tensión, frecuencia y  $\cos \phi$  indicados.

El aislamiento deberá ser tropicalizado y poseerán autoventilación.

La excitatriz deberá ir instalada coaxialmente con el eje del rotor y tendrá una potencia de 10 KW a 110 Vdc.

El fabricante deberá proporcionar los siguientes datos:

- Marca y procedencia
- Potencia a 600 m.s.n.m.
- Velocidad de régimen (no mayor de 720 RPM)
- Tipo de rotor
- Conexiones del estator
- Resistencia por fase medida en frío
- Tensión de cortocircuito
- Impedancia directa
- Impedancia de cuadratura

- Pérdida en el cobre
- Pérdida en el fierro
- Pérdidas rotacionales
- Rendimiento
- Pérdidas en la excitatriz
- Dimensiones y pesos

El sistema de regulación del voltaje será automático y manual, utilizando un regulador automático de sectores rodantes y un reóstato de campo manual, con su respectivo conmutador de automático a manual.

#### 4.1.3 Transformadores

La elevación de la tensión de 440 V a 13,800 V se hará por medio de transformador de potencia, trifásico, en baño de aceite autoenfriado, con las siguientes características:

- Potencia a 600 m.s.n.m. : 1325 KVA
- Frecuencia : 60 Hz
- Tensión nominal primaria: 440 V,  $\pm$  5%
- Tensión secundaria en vacío : 13.8 KV
- Bornes del primario : 3
- Bornes del secundario : 3
- Grupo de conexión : Dyll
- Tipo de aislamiento : Clase A (ITINTEC)
- Montaje : Interior
- Normas de fabricación : ITINTEC

- Porcentaje de sobrecarga permanente : 10%
- Porcentaje de sobrecarga en 3 hrs. : 20%
- Temperatura ambiente : 40 C

Los transformadores constarán con los si guientes accesorios:

- Conmutador maniobrable a mano de taps (TAPS), con transformador sin carga pa ra variar la tensión de 5 y 10%
- Tanque conservador de aceite
- Válvula de filtro
- Asas y ganchos de suspensión
- Bornes de puesta a tierra
- Grifo de toma de muestras de aceite
- Grifo de vaciado y llenado
- Ruedas orientables en dos sentidos per pendiculares
- Relé Buccholz
- Termostato

El fabricante proporcionará los siguien tes datos:

- Tensión de cortocircuitos a 75 C
- Pérdida en el hierro
- Dimensiones y peso

#### 4.1.4 Tableros de comando y control, sincroni zación y servicios auxiliares

Serán del tipo autotransportado construi dos con perfiles "L" de 2" x 2" x 1/8

y chapa de acero en tres a cuatro de sus caras según la protección y los equipos que lleve. En la cara frontal llevarán perforaciones donde aparecerán los aparatos y llaves de mando.

La medición para cada grupo se hará en - baja tensión con aparatos de la clase y precisión adecuadas.

Cada grupo tendrá un tablero de medición y otro de comando. El tablero de medición estará compuesto por:

- Tres amperímetros
- Un voltímetro con conmutadores
- Un megavatímetro
- Un cosfímetro
- Un contador de energía reactiva
- Un frecuencímetro
- Un contador de energía activa
- Un fasímetro

El tablero de comando estará compuesto - por:

a) Equipo de control de la turbina, compuesto por:

- Control de velocidad
- control de apertura
- Control de urgencia

b) Equipo de protección, compuesto por:

- Control de falla general
- Control de presión de aceite del re

gulator

- Control de puesta a tierra del esta  
tor
- Control de pérdidas de la tensión
- Control de ensayo de los circuitos  
de la bocina
- Control de excitación
- Control de velocidad
- Control de sobre-corriente
- Control de sobre-carga
- Control de sobre-tensión
- Control de desexcitación rápida

c) Equipo de regulación de voltaje, com-  
puesto por:

- Reóstato de campo para ajuste manual
- Regulador automático
- Cambiador de manual a automático

Este equipo llevará instalado un --  
transformador de tensión y otro de co  
rriente totalmente independientes. En  
este tablero irá instalado lo siguiente:

- Llave de conmutación de fases
- Llave de puesta fuera de circuito -  
la bocina
- Llave de sincronización
- Llave de alumbrado de emergencia
- Llave de lámparas de señalización -  
de defectos del sistema

Los tableros tendrán el equipo de me-



dición y comando de la línea de salida a 13.8 KV

El tablero de medición estará compuesto por:

- Tres amperímetros
- Un kilovatímetro
- Un contador de energía activa
- Un voltímetro con conmutador

La medición se hace en baja tensión.

El tablero de comando tendrá la llave de llegada en A.T., desde la subestación, las barras bus, la llave de seccionamiento de la salida.

Estos gabinetes tendrán aislamiento para 17.5 KV. El tablero de sincronización tendrá el siguiente equipo:

- Un doble frecuencímetro
- Un doble voltímetro
- Un voltímetro cero
- Una llave de sincronización

El tablero de servicios auxiliares de la Central llevará un interruptor de alimentación a 230 V., sendos interruptores para la llegada de corriente del cuarto de baterías a 110 V y 24 V, un interruptor para la alimentación del rectificador, interruptor de salida a 230 V al subtablero de alumbrado y tomacorrientes de la casa de fuerza, y todos los interruptores ne-

cesarios para los servicios auxiliares.

En este tablero se instalará también la desconexión de la bocina.

Para la medición de alimentación a 230 V, llevará un voltímetro y un kilovatímetro hora; y para la medición de corriente continua llevará un voltímetro de escala 0-150 y otro de escala 0-40 V.

#### 4.1.5 Sistema de puesta en tierra

Todas las partes metálicas de las cabinas de transformación, tableros de control y comando, alternadores y pararrayos deberán ser conectados al sistema de puesta de tierra compuesto de un cable de cobre electrolítico desnudo No 1 AWG, conectado a un tubo de cobre tipo Copper Weld, de 2"Ø x 2.50 m. de longitud. (Ver Plano No OE-02/PG-19).

#### 4.1.6 Servicios auxiliares de la Central

##### 4.1.6.1 Equipo de corriente continua

El equipo de corriente continua para los servicios auxiliares de iluminación de emergencia estará compuesto por:

- Rectificador de selenio (o similar), con todo su equipo incluyendo voltímetro y amperímetro

tro de medición, de 110 Vdc y alimentado con 220 V y 60 Hz.

- Batería de acumuladores con capacidad de 50 A.h/ 10 horas cada una y acoplados para producir 110 y 24 V.

La batería de acumuladores se instalará en el ambiente diseñado especialmente para este fin. (Ver Plano OE-02/PG-19).

#### 4.1.6.2 Equipo de Telefonía

La Central dispondrá de un equipo de teléfono para facilitar la comunicación de la casa de fuerza con la ciudad de Baqua Grande. La línea será montada utilizando la posteraía de la línea a 13.8 KV a una distancia mínima de 1.5 m. por debajo de los conductores de alta tensión. Se empleará un solo conductor de alambre de hierro galvanizado No 10 AWG. El teléfono irá instalado en la oficina de la casa de fuerza.

#### 4.1.6.3 Equipo Contra Incendio

Se instalará dos extinguidores de tetracloruro de carbono de 25 Kg. de peso, uno en la puerta general de entrada a la casa de

fuerza y otro en el pasadizo de la oficina (Ver Plano OE-02/PG-19).

4.1.6.4 Transformador para servicios auxiliares

El transformador que elevará la tensión del grupo electrógeno de 230 a 440 V para su interconexión con las barras de distribución a 440 V, servirá también para los servicios auxiliares de la central, para lo cuales interconectará mediante un interruptor el lado de 230 V al tablero de servicios auxiliares. Será trifásico, en baño de aceite, refrigeración natural y tendrá las siguientes características:

- Potencia a 600 m.s.n.m.: 125KVA
- Frecuencia : 60 hz
- Fases : 3
- Tensión primaria : 230V
- Tensión secundaria bajo carga : 440V
- Aislamiento : Clase A
- Fabricación según normas : ITIN-TEC
- Bornes del primario : 3
- Bornes del secundario : 3

- Grupo de conexión :
  - Montaje : Interior
  - Temperatura ambiente : 40°C
- Tendrán los accesorios y datos especificados en el Item 4.1.3

#### 4.1.7 Cables

Todos los cables a utilizarse en el equipamiento de la Central, serán seleccionados adecuadamente para cada función.

Los cables de 230 V tendrán aislamiento de 1 KV, los cables para uso en 13.8 KV tendrán un aislamiento de 17.5 KV. En los circuitos de mando y protección se exigirá un aislamiento mínimo previsto en el Código Eléctrico del Perú.

#### 4.1.8 Ferretería

El fabricante proporcionará los soportes para los cables, cabezas terminales, transformadores, tuberías, etc. En todo caso proporcionará los planos de toda la ferretería que se adapte a su equipo.

#### 4.1.9 Tubería Forzada

La tubería de presión será suministrada con el siguiente diseño para trabajar bajo las condiciones de:

- Sato bruto : 44.12 m. (salto neto = 42.88 m.)
- Caudal : 3.091 m<sup>3</sup>/seg
- Altitud : 600 m.s.n.m.

- Diámetro interno : 1047.80 mm. ( $\emptyset$  ext. =42")
- Espesor mínimo : 9.52 mm.
- Material : acero grado B
- Peso : 260 Kg/m (incluye - pernos y accesorios de anclajes)
- Tramos no mayores : 5 m.
- Longitud  $\emptyset$  1047.8 mm. : 190 m.
- Longitud  $\emptyset$  740.9 mm. : 2.40 m.

La tubería llevará un pantalón de distribución de 1047.8 mm.  $\emptyset$  a 740.9 mm.  $\emptyset$ , con ángulo de 60 y dos codos de 150 , para alimentar a las respectivas turbinas. El espesor es de 9.52 mm., y la longitud de cada tubo después del empalme con el pantalón de distribución es de 2.50 m.

La tubería será fabricada con planchas de acero laminado, grado B, a base de soldadura al arco. Cada tramo llevará en sus extremos bridas standard de acero forjado de 483/4  $\emptyset$  exterior, diámetro de círculo de pernos 451/4", 32 huecos de 11/4"  $\emptyset$ , para pernos de 1-5/8"  $\emptyset$  x 81/2". La tubería será proporcionada con tres juntas de dilatación telescópica, para una variación total de 6". Los codos serán de 170°, 166°, y 173° (Ver Plano No

OC-10), Llevarán en sus extremos igualmente el tipo de bridas ya especificadas. El cono de admisión a la cámara de carga será de diámetro mayor 1.42 m. y de longitud mínima 0.80 m. La tubería será proporcionada cubierta exterior e interiormente, con tres capas de pintura bituminosa negra, salvo los extremos por soldar en el sitio de uso, los cuales serán cubiertos con pintura diluible fácilmente con gasolina al momento de soldar. Después de soldar, se aplicará a los extremos tres capas de la pintura ya mencionada. Se usará una lámina de 1/8" de empaquetadura por fricción, en forma de anillo que se ubicará en el círculo de cerradura. Deberá proveerse un exceso de 5% de pernos y empaquetaduras. La sucesión de los trabajos de montaje de la tubería estará ligado a los trabajos de ingeniería civil, por lo que el Contratista deberá tener en cuenta en su calendario de avances de obra. El montaje se comenzará por la parte inferior, después del montaje de las turbinas, acoplado en primer lugar el tubo de acceso a la turbina. Los codos previstos serán colocados sobre los ancla-

jes y asegurarlos mediante pernos de anclaje. Las uniones de los diferentes tramos de la tubería se hará mediante bridas con empaquetaduras bien aseguradas mediante pernos.

Una vez terminado el montaje de la maquinaria y tubería, deberá procederse a pruebas, sometiéndole a posibles golpes de ariete.

#### 4.1.10 Especificaciones técnicas generales del equipo electromecánico de la Central

4.1.10.1 El fabricante de la turbina, generadores, tableros, transformadores y tubería forzada, deberá proporcionar los siguientes documentos:

- Esquema de principio
- Planos de montaje
- Catálogos de mantenimiento
- Relación del equipo y herramientas para el montaje y mantenimiento.

Piezas de recambio necesarias.

4.1.10.2 El fabricante pondrá equipo auxiliar que no se describa en las especificaciones presentes, cuando lo considere necesario.



#### 4.2.0 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBRAS CIVILES

##### 4.2.1 Generalidades

###### 4.2.1.1 Ejecución de obras

La ejecución de toda obra se hará de acuerdo a las especificaciones técnicas aplicables a obras de ingeniería civil, dadas por la Dirección General de Electricidad y se exigirá la dirección de un Ingeniero Residente. Su ejecución estará estrictamente supeditado a la especificación de los planos.

El personal obrero estará capacitado para realizar este tipo de trabajo y en aquellos casos en que se manejen máquinas o sistemas especiales, deberán ser manejados por personal especializado debidamente protegido con máscaras contra polvo y cascos protectores de P.V.C. rígidos.

El equipo, maquinaria, cables, ganchos y todo accesorio en general, deben estar en buen estado de conservación y sin deterioro que pudiera poner en peligro la seguridad del personal.

El contratista está obligado a

seguir los planos y especificaciones, proporcionar la calidad y cantidad de materiales destinados y la mano de obra necesaria para toda la obra.

#### 4.2.1.2 Caseta de guardiana y control

el Contratista debe construir y mantener en buen estado durante la construcción de la obra una caseta provisional a prueba de lluvia, viento, sol, con luz y ventilación apropiadas. Debe estar ubicada en un lugar conveniente y central, con el objeto que no represente obstáculo para el desarrollo de la obra.

El área mínima de la caseta será de 50 m<sup>2</sup>. Además como el Contratista está obligado a proteger todos los materiales que se adquieran para la obra contra daños de toda clase, debe construir un almacén dispuesto en forma tal, que los trayectos a recorrer por obreros en el movimiento de materiales de construcción sean los más cortos posibles.

#### 4.2.1.3 Replanteo

Para iniciar este trabajo, el --  
Contratista debe recibir la apro-  
bación del Ingeniero Inspector.  
El contratista deberá determinar  
en la forma más precisa y exacta,  
el replanteo de las obras hidráu-  
licas que va a construir (ejes -  
de construcción, dimensiones de  
algunos de los elementos y sus  
niveles correspondientes), y es-  
tablecer marcar y señales fijas  
de referencia, con carácter per-  
manente unos y auxiliares con  
carácter temporal.

Las demarcaciones que brinde el  
replanteo deberán ser exactas y  
precisas, claras, seguras y esta-  
bles según sea la importancia de  
los ejes y elementos replantea-  
dos.

Los ejes de construcción de la  
bocatoma, canal de aducción, ca-  
mara de carga, tubería forzada,  
casa de fuerza, así como los ni-  
veles correspondientes, deberán  
materializarse en forma segura y  
permanente, mediante hitos de  
concreto o estacas de madera.

#### 4.2.2 Materiales

Se utilizarán los siguientes materiales:

##### 4.2.2.1 Cemento Portland

Cumplirá con la especificación -  
de cemento portland (ASTM C150)

##### 4.2.2.2 Agregados

a) Agregado fino, que pase como  
mínimo 99% por el tamiz No 4,  
que no contenga arcilla o mate-  
rial pasante la malla No 200, en  
caso contrario deberá ser elimi-  
nado mediante lavado correspon-  
diente.

b) Agregado grueso, gravas o pie  
dra chancada, que queda rete-  
nida el 95% en la malla No 4, no  
debe contener tierra o arcilla -  
(material pasante en la malla No  
200), en porcentaje que exceda -  
el 1% en peso. El tamaño máximo  
del agregado grueso para concre-  
to armado será el pasante por el  
tamiz 2 1/2.

##### 4.2.2.3 Barras de acero para armadura

Serán de acero dulce endurecido,  
laminados en caliente, permitién-  
dose el uso de superficie lisa u  
nicamente para diámetros menores  
de 1/4" y superficie arrugada de

acuerdo a la Norma ASTM-A-305 para diámetros superiores a 1/4".

#### 4.2.2.4 Ladrillos de arcilla calcinada

serán con una salida del 75% o más de su volumen nominal, tipo bloque King Kong (Perú) 24 x 14 x 10 cm. y además que cumpla con las siguientes características:

- Consistencia porosa o poco dura.
- Peso específico de 1.4 a 1.6 gr/cm<sup>3</sup>.

Resistencia mínima a la compresión de 70 a 100 Kg/cm<sup>2</sup>.

Resistencia mínima a la flexión de 10 Kg.

- Porcentaje de absorción de agua sin límite.
- Coeficiente de saturación sin límite.

#### 4.2.2.5 Morteros

Constituido por mezcla plástica de cemento Portland, arena y agua. Se usará con ladrillos de arcilla cocida en albañilería, en muros portantes y para elementos de relleno y acabados en la siguiente dosificación:

	Muro Por- tan- te	Muro no P y. aca bados
Tipo	M-1	S-2
Proporción cemento-arena	1:3	1:5
Resistencia mínima en compresión	175	60
% encoqimiento lineal promedio 40 H	0.22	--
Retención de aqua	35	--

#### 4.2.2.6 Carpintería metálica y de madera

Se empleará perfiles planos y maderas nacionales para puertas, ventanas, rejas, armaduras de techo encofrados y deberá reunir los siguientes requisitos:

- a) Resistencia y durabilidad, adicional para albergar y sostener los paños que correspondan.
- b) Flexibilidad suficiente mediante diseño e instalación adecuada que evite roturas y desprendimiento de vidrios, sostenidos en ella, debido a deformaciones que sufren los paños bajo acción de cargas sísmicas.
- c) La madera que deberá usarse con fines estructurales para armaduras de techo, deberá estar

libre de defectos como nudos, desviaciones de fibras, rajaduras, alabeos, etc., que disminuyen la resistencia.

#### 4.2.2.7 Vidrios

Serán transparentes, dobles (3 mm. de espesor), colocar empleando técnicas aconsejables que prevengan efectos de variaciones de temperatura y sismos.

#### 4.2.2.8 Pinturas

a) Pintado de superficies de albañilería:

Impremate: para sellar la porosidad de la superficie y suministrar una capa impermeable de protección contra la alcalinidad y humedad que contiene la superficie

- Pintura interior: formulada a base de látex sintético.

- Pintura exterior: acabado mate, similar a Glide en base de látex polivinílico.

b) Pintado de superficie de metal:

con pintura anticorrosiva de gran contenido de cromato de zinc, especialmente para hierro galvanizado.

c) Pintado de superficie de madera: con barniz marino o similar.

#### 4.2.2.9 Material para coberturas de techos

Se usará planchas corrugadas gris asbesto cemento (sobre armadura de techo inclinada) con cumbrera corrugada movable, sujetadas con ganchos galvanizados de 10 y 14 cm. Además llevará canaletas rectas con enchufe de 12.5 cm. de diámetro y largo útil de 230 cm. y canaletas terminales con tubo de bajada de 12.5 cm. de diámetro y 45 cm. de largo y ganchos de sujeción para canaletas de 12.5 cm. de diámetro.

#### 4.2.2.10 Pernos para uso estructural

El diámetro debe ser mayor que 13 mm. Los pernos de 9 mm. sólo podrán ser empleados para partes no estructurales.

### 4.2.3 Obras de concreto

#### 4.2.3.1 Generalidades

Se utilizarán como materiales barras de acero para armadura, cemento Portland, agregados, agua, los mismos que deberán almacenar



se de modo que se evite deterioro o mezcla de sustancias extrañas.

#### 4.2.3.2 Dosificación

Debe dosificarse para asegurar una resistencia a la compresión - promedio, lo suficientemente alta para suministrar:

- a) La resistencia necesaria para tomar las cargas de diseño.
  - b) Debe ser lo suficientemente trabajable y que permita las obras de operación de colocación.
- Con la finalidad de que la dosificación de mezcla de concreto - alcance resistencia necesaria, se recomienda que sea siempre una dosificación en peso.

#### 4.2.3.3 Mezcla de concreto

El concreto se debe mezclar hasta que exista una distribución uniforme de materiales.

Durante el vaciado, el concreto se "chuzará" por medios apropiados, cuidando de que se acomode perfectamente en las aristas del encofrado y envuelva a las barras de la armadura.

#### 4.2.3.4 Encofrados

Tendrán formas y dimensiones de los elementos estructurales indicados en los planos y deben ser arrastrados en forma conveniente para mantenerlos en su posición y evitar que se deformen.

#### 4.2.3.5 Estructura del encofrado

La madera deberá poseer resistencia y solidez necesaria para soportar la carga muerta del concreto y además cargas vivas de construcción (vibradores, trabajadores, carretillas, equipos, etc.) sin deformarse o pandearse. Los tableros para encofrar el canal de alimentación, muros de la bocatoma, cimientos de los anclajes, apoyos y cimentación de la casa de fuerza deben ser construidos en forma durable, asegurándose un diseño fuerte y sólido.

#### 4.2.3.6 Armaduras

Deben quedar aseguradas en una posición de tal modo que no sean desplazadas durante la colocación del concreto.

Se deben evitar realizar empalmes de las barras de lozas y vigas en zonas de máximos esfuerzos.

#### 4.2.3.7 Juntas de construcción

Las juntas de construcción no indicadas en planos estructurales se ubicarán y harán de manera que no disminuyan significativamente la resistencia de la estructura.

Las juntas de construcción de pisos quedarán cerca de la mitad de la luz de losas y vigas

#### 4.2.3.8 Curado de concreto

El concreto de cemento Portland de todos los elementos estructurales se debe mantener en estado de humedad por lo menos hasta después de 7 días del vaciado. Como el clima es caluroso se tomará la precaución pertinente para reducir la temperatura del concreto y evaporación del agua dando atención adecuada a los ingredientes y a métodos de elaboración, manipuleo, colocación, protección y curado.

#### 4.2.3.9 Desencofrado

Se hará de modo que no se ponga en peligro la estabilidad de la estructura. Se podrá retirar los costados de vigas y columnas

después de 24 horas de colocado el concreto siempre que haya endurecido suficientemente.

#### 4.2.3.10 Resanes y picados

Comprende todo lo que por defecto o error de construcción o rectificación posterior de planos o especificaciones, deberá ser enmendado, picado los excesos y rellenando los defectos hasta enparejar la zona afectada por el resto del elemento. Deben ser ejecutadas cuidadosamente.

### 4.3.0 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MONTAJE DE MAQUINARIA Y EQUIPO DE LA CENTRAL

#### 4.3.1 Turbina y Alternador

Se realizará de acuerdo a los planos del fabricante, respetándose con la mayor exactitud las cotas, ángulos y ubicación de las distintas partes. Se cuidará de conseguir una buena estanquidad de las tuberías, uniones, bridas, etc. Es indispensable lograr un alineamiento perfecto del eje de la rueda con el eje del alternador. El montaje de la turbina se realizará por etapas coordinando con el vaciado de concreto, previsto en los planos de ingeniería civil, el cual estará a cargo del contratista de obras de inge

niería civil.

El contratista cuidará de realizar una limpieza de todas las partes de la turbina, antes y después de realizado el vaciado de concreto.

#### 4.3.2 Tableros

Se fijarán en los perfiles de anclaje de las canaletas debidamente alineadas y niveladas, tal que permitan unir los diferentes paneles sin esfuerzos perjudiciales.

#### 4.3.3 Cableado

Se realizará de acuerdo a los planos respectivos. En las canaletas el orden de los cables será el siguiente, empezando por la parte más pegada al suelo:

- Alta tensión

Baja tensión

- Comando y control

En las canaletas que tengan contacto con el exterior se proveerá de protegerlas contra el ingreso de agua, animales, etc. logrando una perfecta estanquidad.

Los terminales de los conductores serán trabajados de tal manera que ofrezcan seguridad de servicio y no se deterioren.

Los diferentes conductores deberán ser señalizados con números y/o letras de tal manera que no ofrezcan dificultades

en el mantenimiento.

Se respetará sobre todo para los conductores de potencia, los radios de curvatura mínima permitida por los fabricantes. Las uniones y terminales de platinas y barras de cobre serán untadas (entre platinas) con resina neutra.

Para el circuito de puesta a tierra se construirá el pozo de puesta a tierra de acuerdo al Plano PG-No 19, y el circuito se tendrá en forma continua sin cortar el conductor utilizándose para el efecto las grapas edecuadas, los soportes de cables, pernos, espirales, etc. Terminado el montaje se procederá a pintar el local y todo el equipo que lo necesitara, retocando si fuera necesario los tableros.

#### 4.3.4 Subestaciones

En general los equipos que conforman las subestaciones, tienen especificaciones de montaje muy completas, proporcionadas por los fabricantes, pero a continuación se dan algunas indicaciones adicionales: Todos los equipos deberán ser trasladados desde los almacenes hasta las arcas de montaje teniendo cuidado de no realizar maniobras que puedan dañar los aparatos y conexiones interiores y haciéndose responsable el Contratista de los deterioros que se produzcan.

5.0.0 METRADO Y PRESUPUESTO

5.1.0 Obras Civiles

5.2.0 Obras Electromecánicas

5.0.0 PRESUPUESTO Y METRADO

5.1.0 OBRAS CIVILES

ITEM	DESCRIPCION	METRADO		C O S T O		
		U.	CANT.	UNIT.	PARCIAL	TOTAL
<u>I.- OBRAS PRELIMINARES</u>						
1.01	Transporte equipo, personal.				450,000	
1.02	Campamentos.	m2	50	11,593	579,650	
1.03	Replanteo	m1	4,300	105	451,500	
1.04	Limpieza y acondicionamiento de caminos, desbroce	m1	1,450	2,400	3'480,000	
						4'961,150.=
<u>II.- BOCATOMA</u>						
<u>Movimiento de tierra:</u>						
2.01	Excavación de oja y explanación del desarenador, canal de captación	m3	189	1,577	298,053	
2.02	Excavación de zanjas para muros del desarenador, vertedero y muros de enlace	m3	150	1,550	232,500	
2.03	Apisonado y relleno compacto para losas y cimientos	m3	92	680	62,560	
						593,113.=





ITEM	DESCRIPCION	METRADO			C O S T O	
		U.	CANT.	UNIT.	PARCIAL	TOTAL
Carpinteria metálica						
2.14	Barandas de F <sup>o</sup> G <sup>o</sup> de 1 1/2".	m2	7.6	10,500	79,800	
2.15	Rejilla de fierro (canal de captación	m2	7.5	15,000	112,500	
2.16	Compuerta de 1.50 x 1.65 m.	U	2	250,000	500,000	
2.17	Compuerta de 0.90 x 0.90 m	U	1	180,000	180,000	
2.18	Atarúas de madera de 0.25 x 0.30 x 2.20m	U	2	5,200	10,400	
						862,700.=
						13'421,731.=

### III.- CAHAL ADUCTOR

3.01	Excavación de plataforma en suelo aluvio-coluvial	m3	8,295	1,550	12'857,250
3.02	Excavación de plataforma en roca suelta	m3	685	2,306	1'579,610
3.03	Excavación de caja en suelo aluvio-coluvial	m3	6,454	1,550	10'003,700
3.04	Excavación de caja en roca suelta	m3	1,398	2,306	3'223,788
3.05	Revestimiento con concreto simple $f'_c=140$ Kg/cm <sup>2</sup>	m3	1,760	23,169	40'777,440
3.06	Encofrado con madera apropiada	m2	3,067	2,820	8'648,940
3.07	Juntas asfálticas	m1	3,149	1,500	4'723,500

81'814,228.=

ITEM	DESCRIPCION	METRADO			C O S T O	
		U.	CANT.	UNIT.	PARCIAL	TOTAL
<u>IV.- CAMARA DE CARGA Y DESARENADOR</u>						
4.01	Excavación en roca suelta	m3	622	2,306	1'434,322	
4.02	Concreto simple $f'_c=175$ Kg/cm <sup>2</sup> con 30% de p.m. $\emptyset$ máx. 4".	m3	128	25,171	3'221,888	
4.03	Compuerta metálica con marco y mecanismo de izaje de 1.26 x 1.80 m.	U	2	250,000	500,000	
4.04	Compuerta metálica con marco y mecanismo de izaje de 0.82 x 1.34 m.	U	1	180,000	180,000	
4.05	Rejilla de protección	U	1	91,125	91,125	
4.06	Concreto armado $f'_c=175$ Kg/cm <sup>2</sup>	m3	26	41,980	1'091,480	
4.07	Encofrado con madera apropiada	m2	427	2,820	1'204,140	
						7'722,965.=
<u>V.- ANCLAJES Y APOYOS DE LA TUBERIA FORZADA</u>						
5.01	Excavación a mano en roca suelta	m3	600	2,306	1'383,600	
5.02	concreto simple $f'_c=175$ Kg/cm <sup>2</sup> , con 30% de piedra mediana tamaño 8".	m3	688	25,135	17'292,880	
						18'676,480.=
<u>VI.- CASA DE FUERZA</u>						
6.01	Excavación y explanación para ubicación de casa fuerza	m3	2,100	1,550	3'255,000	

ITEM	DESCRIPCION	METRADO			C O S T O	
		U.	CANT.	UNIT.	PARCIAL	TOTAL
6.02	Excavación a mano en suelo aluvial:					
	-Cimientos corridos y zapatas	m3	57.8	1,550	89,590	
	-Fosa de aspiración y canal de descarga	m3	43.5	1,550	67,425	
6.03	Cimentación:					
	-Concreto ciclópeo en cimientos corridos, mezcla 1:1, con 30% de p.g., Ø max. 6"	m3	57.8	23,169	1'339,168	
6.04	Concreto simple en sobrecimientos, mezcla 1:8, con 30% de p.m., Ø máx 4" ( $f'_c=175$ Kg/cm <sup>2</sup> ). Incluye encofrado	m3	6.1	25,135	153,323	
6.05	Zapatas de concreto armado con varillas de acero corrugado según planos ( $f'_c=175$ Kg/cm <sup>2</sup> ). Incluye encofrado	m3	1.75	43,180	75,565	
6.06	Columnas de concreto armado con refuerzo, según planos ( $f'_c=175$ Kg/cm <sup>2</sup> ). Incluye encofrado	m3	9.15	43,180	395,097	
6.07	Vigas de amarre y portantes de concreto, según planos ( $f'_c=175$ Kg/cm <sup>2</sup> ). Incluye encofrado	m3	4.8	43,180	207,264	
6.08	Muros de ladrillo king-kong, asentado con mortero de cemento 1:4					
	-De cabeza	m2	344.75	5,513	1'900,606	
	-De soqa	m2	121.30	3,820	463,366	
6.09	Armadura de techo de madera y cobertura de Eternit, incluyendo encañado	m2	321	15,900	5'103,105	

ITEM	DESCRIPCION	METRADO			C O S T O	
		U.	CANT.	UNIT.	PARCIAL	TOTAL
6.10	Falso piso y piso de cemento coloreado	m2	31.5	23,169	729,823	
6.11	Tarrajeos y revoques interior y exterior, pasta de cemento mezcla 1:4	m2	1160	856	992,789	
6.12	Veredas de concreto simple, incluido revestimiento con 30% de p.m. máx. 3" ( $f'_c=140 \text{ Kg/cm}^2$ )	m3	10	23,169	231,226	
6.13	Contrazócalos de cemento coloreado de 0.10 m. de alto	m	149	450	63,360	
6.14	Pintura exterior e interior	m2	1160	1,100	1'275,760	
6.15	Puertas de madera y fierro, incluyendo cerrajería:					
	-Tipo P-1: 3.20x3.10 m. (reja de fierro)	U	1	105,000	205,000	
	-Tipo P-1: 2.20x1.00 m. (reja de fierro)	U	1	108,000	108,000	
	-Puerta 2.20x1.20 m. (contraplacada)	U	1	35,000	35,000	
	-Puerta 2.10x0.90 m. (contraplacada)	U	4	25,000	100,000	
	-Puerta de tubo F°G°, 2"Ø y malla metálica según plano	U	1	42,000	42,000	
6.16	Ventanas de madera, incluido vidrios semi-dobles translúcidos:					
	-Ventana de 1.20 x 1.00 m.	U	7	22,000	154,000	
	-Ventana de 0.60 x 0.40 m.	U	1	5,000	5,000	
	-Ventana de 2.80 x 0.75	U	9	38,000	342,000	
	-Ventana de 1.40 x 0.75	U	1	20,000	20,000	
	-Ventana de 2.00 x 1.20	U	1	35,000	35,000	
6.17	Otros:					
	-Malla metálica tejida rombo 3/4"-Ø AWG 16	m2	8.60	3,600	30,960	

ITEM	DESCRIPCION	METRADO			C U S T O	
		U.	CANT.	UNIT.	PARCIAL	TOTAL
	-Malla metálica tejida rombo 4"-Ø AWG 10	m2	16.3	6,700	109,210	
	-Concreto simple $f'_c=140$ Kg/cm2 para canaletas	m3	3.42	23,169	79,238	
	-Tubo de eternit 4" Ø	m	15	2,500	37,500	
	-Perfil en L de 2" x 2" x 1/8	m	22.80	1,500	34,200	
	-Perfil de 2" x 1/4"	m	67.50	1,300	97,750	
	-Planchas de fierro estriadas de 1/8"x0.40	m2	8.80	4,400	38,720	
					17'806,065.=	

6.18 Instalaciones eléctricas:

-Caja de madera de 0.25x0.40x0.15 m. para tablero de control de alumbrado y tomacorriente	U	1	2,200	2,200
-Interruptor-fusible de cuchilla, 230 V, 15 A, 3Ø	U	4	6,380	25,520
-Interruptor-fusible de cuchilla, 230 V, 15 A, 1Ø	U	3	2,900	8,700
-Interruptor tripolar de 230 V, 10 A	U	4	870	3,480
-Interruptor unipolar de 230 V, 10 A	U	8	480	3,840
-Artefacto tipo A2 de CITECIL o similar para fluorescentes tipo 40 W-T-12-48"	U	8	2,500	20,000
-Artefacto tipo A2 de CITECIL o similar para fluorescente tipo 30 W-T-12-36"	U	9	1,140	10,260
-Lámpara fluorescente de arranque instantáneo, blanca fría tipo 40 W-T-12-48", 220V, 60 Hz, con reactancia y cebador	U	24	4,955	118,920
-Lámpara fluorescente de arranque rápido, blanca fría, tipo 30 W-T-12-36", 220 V, 60 Hz, con reactancia y cebador	U	18	4,705	84,690
-Lámpara incandescente de 50 W, 220 V, 60Hz	U	5	250	1,250
-Socket de porcelana, con rosca Goliat	U	5	350	1,750
-Conductor de cobre con aislamiento, tipo -				

ITEM	DESCRIPCION	METRADO			C O S T O	
		U.	CANT.	UNIT.	PARCIAL	TOTAL
	TW, No 14 AWG	m	660	136		92,480
	-Cable de cobre desnudo, 7 hilos, No 1 AWG, para puesta a tierra	m	50	1,033		51,650
	-Tomacorrientes de porcelana, 220 V, 15 A, 3 Ø	U	7	1,050		7,350
	-Tomacorrientes de porcelana, 220 V, 15 A, 1 Ø	U	19	630		11,970
	-Tubo de copper weld de 1" Ø x 2.50 m. para electrodo puesta a tierra	U	1	18,000		18,000
	-Conector de cobre tipo AB, 1" Ø	U	1	2,500		2,500
	-Pozo de tierra de concreto simple $f'_c=140$ Kg/cm <sup>2</sup> , según plano No. CE-02	m <sup>3</sup>	0.20	27,000		5,400
	-Excavación en pozo de tierra colo-aluvial	m <sup>3</sup>	1.50	1,830		2,745
	-Cable de cobre 2x6 mm <sup>2</sup> , tipo NKY, 0.6/1KV	m	62	2,600		99,200
	-Poste de C.A.C., tipo 9.00/200/120/225	U	2	68,350		136,730
	-Pastoral tipo parabólico doble de C.A.V.	U	2	18,170		36,340
	-Luminaria tipo BIH-100-UNITEC de JOSFEL o similar	U	4	48,351		193,404
	-Lámpara de mercurio 80 W, 60 Hz, incluyen do balastro y condensador	U	4	7,900		31,600
	-Tubo de PVC-Liviano 1" Ø	m	6	860		5,160
	-Tubo de PVC-Liviano 3/4" Ø	m	20	600		12,000
	-Tubo de PVC-Liviano 1/2" Ø	m	155	440		68,200
						1'055,389. =

## 6.19 Instalaciones sanitarias:

	-Tubo de F <sup>OG</sup> 3/4 Ø	m	221	1,580		349,180
	-"T" de F <sup>OG</sup> 3/4 Ø	U	3	700		2,100
	-Llave de paso de bronce de 3/4" Ø	U	2	2,430		4,860
	-Codo de 90° de F <sup>OG</sup> 3/4" Ø	U	6	490		2,940

ITEM	DESCRIPCION	METRADO			C O S T O	
		U.	CANT.	UNIT.	PARCIAL	TOTAL
	-Sumidero de F cromado	U	2	1,450	2,900	
	-Ducha de F cromado	U	1	3,200	3,200	
	-Grifo de F cromado	U	1	3,600	3,600	
	-Grifo de bronce	U	1	1,600	1,600	
	-Lavatorio de loza, color blanco	U	1	22,250	22,250	
	-Water-tanque de loza, color blanco	U	1	54,900	54,900	
	-Papelerera de F cromado	U	1	6,400	6,400	
	-Toallero de F cromado	U	1	6,100	6,100	
	-Tubo PVC, 4" Ø	m	11	2,000	22,000	
	-Tubo PVC, 2" Ø	m	3	1,550	4,650	
	-"Y" de PVC, de 4" Ø a 2" Ø	U	3	960	2,880	

489,560.=  
 19'351,014.=

VII.- CANAL DE DESCARGA

7.01	Excavación a mano de la caja del canal en roca suelta	m3	476	2,306	1'097,656	
7.02	Revestimiento con concreto simple, $f'_c=140$ Kg/cm <sup>2</sup> , los 30 primeros metros (incluye encofrado)	m3	37	23,169	857,253	1'954,909.=

VII.- CANAL DE LIMPIA DEL DESARENADOR

8.01	Excavación a mano de la caja del canal en roca suelta	m3	70	2,306	161,420	
8.02	Revestimiento con concreto simple, $f'_c=140$ Kg/cm <sup>2</sup> , los 40 primeros metros (incluye encofrado)	m3	24	23,169	556,056	717,476.=



ITEM	DESCRIPCION	METRADO		C O S T O	
		U.	CANT.	UNIT.	PARCIAL
<u>IX.- CANAL DE DRENAJE</u>					
9.01	Excavación a mano de la caja del canal en suelo aluvial	m3	24	2,306	25,366
9.02	Colocación de grava, canto rodado, etc	m3	24	6,200	68,200
					93,566.=
<u>X.- CERCO PERIMETRICO</u>					
10.01	Excavación de cimientos de columnas en suelo aluvial	m3	1.9	2,306	4,381
10.02	Columnas de concreto armado, $f'_c=175$ Kg/cm <sup>2</sup>	m3	2.5	43,160	107,950
10.03	Malla metálica, tejida rombo 4" $\emptyset$ AWG 10	m2	367	6,700	2'592,900
					2'705,231.=
SUBTOTAL DE OBRAS CIVILES					: 151'418,750.=
GASTOS GENERALES, SUPERVISION TECNICA, INGENIERIA, IMPREVISTOS, (30%)					: <u>45'425,625.=</u>
COSTO TOTAL DE OBRAS CIVILES					: 196'844,375.=

5.2.0 OBRAE ELECTROMECANICAS

ITEM	DESCRIPCION	METRADO		C O S T O		
		UNID	CANT	UNIT.	PARCIAL	TOTAL
1.01	Tubería forzada comprende: Tubería de acero grado B, de Ø interno = 1047 mm., espesor 9.52 mm., incluido "y" de 1047.8 mm., a 740.9 mm. y tubos de Ø interno = 740.9 mm., bridas, pernos, anclajes, codos y conos de admisión según especificaciones técnicas y planos. (193 m. de longitud)	Tn	51.4	2'400,000	123'360,000	
1.02	Maquinaria y equipo electromecánico. compuesto por: -Turbinas tipo Francis, 530 KW, 720 RPM eje horizontal, una descarga. -Generador 530 KW, 230 V, 60 Hz, 3 fases. 720 RPM, con excitación acoplado directamente a la turbina -válvula de control -Regulador de velocidad -Tableros de control con sincronización -Repuestos y herramientas según especificaciones técnicas	Cjto	2	100'723,200	201'446,400	
1.03	Transformador de potencia, trifásico, en baño de aceite, autorefinado de 662.5 KVA, 0.44/12.8 KV + 5%, 60 Hz, según especificaciones técnicas	U	2	12'960,000	25'920,000	
1.04	Transformador de potencia, trifásico, en baño de aceite, autorefinado de 125 KVA, 230/440 V, ± 2.5%, 60 Hz, según es					

ITEM	DESCRIPCION	METRADO		C O S T O		
		UNID	CANT	UNIT	PARCIAL	TOTAL
	pecificaciones técnicas	U	1	4'200,000	4'200,000	
1.05	Rectificador de selenio, con voltímetro y amperímetro de medición de 110 Vdc, alimentado a 220 V y 60 Hz, incluido accesorios de montaje	Cjto	1	1'400,000	1'400,000	
1.06	Acumuladores de 12 Vdc c/u, con capacidad de 50 Ah/10 horas	U	10	60,000	600,000	
1.07	Equipo de teléfono compuesto por: -Dos teléfonos -Línea telefónica de alambre de F G No 10 AWG, 19 Km -Accesorios de montaje	cjto	1	6'2000,000	6'200,000	
1.08	Extinguidores de tetracloruro de carbono de 25 Kg	U	2	94,000	188,000	
1.09	Grúa de 6 Tn. incluido caballete móvil de tubo de F G de 4" Ø, 4.50 m. alto y 5.00 m. de largo	Cjot	1	4'000,000	4'000,000	
1.10	Cable subterráneo tipo NYY para 13.8 KV de 3 x 16 mm <sup>2</sup> , rm	m	37	16,035	593,295	
1.11	Cable subterráneo tipo NYY 0.6/1 KV, 1 x 120 mm <sup>2</sup> , rm	m	33	21,100	696,300	
1.12	Cable subterráneo tipo NYY 0.6/1 Kv, 1 x 165 mm <sup>2</sup> , rm.	m	225	28,900	6'502,500	

ITEM	DESCRIPCION	METRADO		COSTO		
		UNID	CANT	UNIT	PARCIAL	TOTAL
1.13	Cabeza terminal tipo botella exterior para cable NYY, 3x16 mm <sup>2</sup> , rm 13.8 KV	U	1	28,900	283,500	
1.14	Cabeza terminal tipo botella interior para cable NYY, 3x16 mm <sup>2</sup> , rm, 13.8 KV	U	1	282,800	282,800	
1.15	Grupo electrógeno, 100 KW, 230 V, 60 Hz, existente (valor actual)	Cjto	1	20'000,000	20'000,000	
TOTAL PROVISIONES DE MAQUINARIA, EQUIPOS Y MATERIALES DE OBRAS ELECTROMECANICAS					:	395'974,095.=
MONTAJE ELECTROMECANICO DEL EQUIPO Y MAQUINARIA DE LA CENTRAL, INCLUIDO SERVICIOS AUXILIARES					:	<u>42'480,970.=</u>
SUB TOTAL OBRAS ELECTROMECANICAS					:	438'455,065.=
GASTOS GENERALES, INGENIERIA, SUPERVISION, UTILIDADES E IMPREVISTOS (30%)					:	<u>131'536,620.=</u>
TOTAL OBRAS ELECTROMECANICAS					:	569'991,685.=
COSTO TOTAL DE LA CENTRAL = COSTO DE OBRAS CIVILES + COSTO DE OBRAS ELECTROMECANICAS					:	766'836,060.=

## CONCLUSIONES

### CONCLUSIONES ECONOMICAS

- a. El Distrito de Bagua Grande, junto con los Distritos de Cajaruro y Jamalca, forman un complejo productivo territorial dinámico dentro de la Microregión Jaén-Bagua-San Ignacio, siendo su producción especializada de alta rentabilidad.
- b. La producción de energía eléctrica, que tiene gran importancia para el sector productivo, como para el bienestar de la población, no ha recibido la atención necesaria, frenando enormemente el desarrollo económico y social de los Distritos de Bagua Grande y alrededores.
- c. Los objetivos fundamentales del proyecto de electrificación de Bagua Grande son :
  - c.1 Crear las condiciones e incentivar el desarrollo de diferentes industrias utilizando la energía eléctrica y métodos automatizados y semiautomatizados para una mayor productividad y descartar los métodos artesanales tradicionales en la zona.
  - c.2 Contribuir al desarrollo del sector agropecuario mediante la utilización de la energía eléctrica para el sistema de riego (mediante bombas) y operación de otros equipos en la transformación de lácteos y preparación de forrajes y pastos.
  - c.3 Contribuir a la integración regional y nacional de la población del área de influencia del proyecto, proporcionándoles energía eléctrica durante las 24 horas del día, permitiéndoles usar los medios moder-

nos de comunicación.

- c.4 Elevar el nivel de vida y mejorar el bienestar de la po  
blación beneficiaria de energía eléctrica.
- d. El costo del KW instalado en la Central Hidroeléctrica de LLunchicate, sin considerar el costo de la Línea de Transmisión a Baqua Grande (18 Km), asciende a \$1,447.00, al cambio de s/500.00 por dolar americano (Setiembre de 1981).
- e. La demanda de fluido eléctrico, los recuesos tanto naturales como económicos de Baqua Grande, la disponibilidad de insums a nivel nacional, la tecnología y el marco institucional, jus  
tifican la asignación de recursos financieros para la construcción y explotación de la Hidroeléctrica de LLunchicate.
- f. La razón por la cual el costo del KW instalado en la Hidroeléctrica de LLunchicate es relativamente barato, radica en que las obras civiles son de pequeña magnitud, el canal aduc  
tor es corto y el suelo en cuanto a su contextura no demanda mucha inversión para su excavación. Además se dispone de abundante material de construcción y ya existen vías de acceso al lugar de la obra.

#### CONCLUSIONES TECNICAS

- a. La capacidad instalada de la Hidroeléctrica de LLunchicate asciende a 1,060 KW, que cubrirá satisfactoriamente la deman  
da eléctrica de Baqua Grande hasta el año 1989, según demues  
tra el estudio de demanda. Se considera que hasta aquel año entrará en servicio la Hidroeléctrica de Maqunchal, considerada como un proyecto de mediano plazo en la actualidad.
- b. En épocas de máximo estiaje en la cuenca del proyecto, y cuando se presente déficit de agua, entrará en funcionamien-

to el Grupo Electrónico Diesel de 100 KW, que actualmente opera en la ciudad de Baqua Grande; en la casa de fuerza se ha diseñado la ubicación de este grupo.

- c. En la construcción de la Central se aprovechará la infraestructura existente del canal "Ventura" para el canal aductor y el canal "Villalobos" para el canal de descarga. Ambos canales existentes atraviesan suelos compuestos por limo o arcilla por lo cual su superficie se presenta impermeabilizada por lo que no es necesario su revestimiento con concreto.
- d. Definitivamente, el agua de la quebrada de Llunchicate y el material de río almacenado en diferentes canteras en el área del proyecto pueden utilizarse para la preparación de las mezclas de concreto en la construcción de la Hidroeléctrica.



**A N E X O S**

ANEXO I

1.0.0 ESTUDIO GEOLOGICO

1.1.0 GENERALIDADES

1.1.1 Finalidad del informe

El presente informe tiene por objeto describir las condiciones geológicas del Proyecto Hidroeléctrico de Llunchicate, el cual está destinado a cubrir la urgente demanda de energía eléctrica de la densamente poblada ciudad de Baqua Grande y su área de influencia.

1.1.2 Ubicación del área del Proyecto

El área del Proyecto se halla ubicada en la margen derecha del río Utcubamba y aproximadamente a 15 Kms. aguas arriba de la ciudad de Baqua Grande (ver el Plano de ubicación adjunto), dentro de la provincia de Baqua en el departamento de Amazonas.

1.1.3 Fuentes de información

Información Topográfica.- En la actualidad no existe aún levantamiento topográfico hecho por el Instituto Geográfico - Militar. En cambio ya se dispone de un levantamiento planimétrico de drenaje a escala 1:100,000 a base del levantamiento de radar SLAR efectuado por la Cía. -

Aeroservice de USA para el Servicio Geológico del Perú, con dicho plano se ha preparado el plano de ubicación del área del Proyecto. Para la preparación del plano geológico se ha tomado el plano de levantamiento topográfico del proyecto.

Información Geológica.- Se ha consultado los siguientes:

- a) Mapa Geológico del Perú, a escala 1:1'000.000. 1975. INGEMMET.
- b) Mapa Geológico preparado por PETROPERU a escala 1:500,000.
- c) Plano de Interpretación Geológica de Radar SLAR por Aeroservice para INGEMMET.
- d) Informe: Sinopsis de la Geología del Perú por E. Bellido. 1969. INGEMMET.
- e) Informe Geológico del P.H. Rentama. - ELECTROPERU-INIE
- f) Informe Geológico: Geología del Departamento de Cajamarca. E. Suyo R. ELECTROPERU-INIE. 1981.

#### 1.1.4 Alcances del presente estudio

El presente estudio se ha realizado luego de efectuarse minuciosas exploraciones evaluando otras alternativas que pudiesen ser atractivas en cuanto a su aprovechamiento hidroeléctrico. De este modo se exploró la quebrada Llunchicate,

considerándose en ella dos alternativas:  
1) aprovechar el canal Unión, y 2) aprovechar el canal Ventura que se halla aguas abajo de la toma del canal Unión. Otra posibilidad que se estudió fue el aprovechamiento del río Utcubamba por su margen derecha para conseguir la caída y casa de máquinas cerca de la población de Naranjitos. Esta posibilidad fue desechada por presentar problemas geológicos de asentamientos visibles en la margen derecha del río Utcubamba frente al Puerto de Naranjitos. En cuanto a las alternativas existentes en la quebrada de Llunchicate, se consideró que la alternativa de aprovechar el canal Unión presenta problemas geológicos además de ser el más largo. Los problemas geológicos del canal Unión son principalmente por la inestabilidad de las laderas. En resumen el presente informe es fruto de una exploración y evaluación de alternativas habiéndose escogido la alternativa de la quebrada Llunchicate aprovechando el canal Ventura, cuya bocatoma se halla aguas abajo de la bocatoma del canal Unión.

## 1.2.0 CONDICIONES GEOLOGICAS GENERALES

### 1.2.1 Rasgos Geomorfológicos

La conjunción de procesos geodinámicos - internos y externos han esculpido el relieve en el área del estudio dándole una incidencia predominante de degradación - o destrucción del relieve por agentes de la geodinámica externa.

En cuanto a geodinámica interna la zona presenta un alineamiento de la Cordillera Oriental que es paralelo al alineamiento del río Utcubamba, es decir, debido a los procesos orogénicos la Cordillera oriental que sigue un rumbo NO-SE está controlando no sólo el curso del Utcubamba en esta zona, sino que también todas las formaciones geológicas en la ladera del Proyecto hidroeléctrico se ven con un rumbo NO-SE concordante.

En cuanto la geodinámica externa es el río Utcubamba el principal agente geológico, éste no sólo ha erosionado profundamente y lateralmente su valle, dándole un suave relieve al paisaje, sino también - como constructor ha depositado extensos campos aluviales antiguos que se hallan a gran distancia aún hasta 10 o más Kms del actual cauce del río Utcubamba, los cuales están conformando depósitos alu-

viales en terrazas que en algunos lugares alcanzan hasta más de 50 mts. sobre el nivel del río Utcubamba actual.

Los depósitos aluviales actuales del Utcubamba se hallan en ambas márgenes en forma apreciable, sobretodo hacia la margen derecha. Otro agente geológico de la geodinámica externa lo constituye el intemperismo, el que expone como muestra la inestabilidad de laderas sobre todo en asentamientos que se pueden ubicar en donde las rocas o depósitos son altamente arcillosos en su composición y se hallan en fuerte pendiente.

#### 1.2.2 Materiales Geológicos

Rocas.- Se observa el predominio de rocas sedimentarias, siendo principalmente rocas arcillosas (lutitas y lodolitas), luego areniscas (areniscas cuarcíferas y arcillosas) y algo de rocas volcánicas en forma de lavas intercaladas en areniscas cuarcíferas; la roca volcánica es andesita.

Depósitos o suelos.- Se observa el predominio de depósitos aluviales y residuales de tipo arcilloso.

entre los depósitos aluviales tenemos los recientes que se hallan en las riberas del Utcubamba y afluentes del mismo.

Estos se hallan conformados por cantos - rodados, gravas, arena, bloques rodados y limo. También se observan depósitos aluviales antiguos en terrazas, los cuales muestran capas potentes arcillosas, horizontes de cantos rodados y bolones, a veces de grava. Los depósitos residuales se hallan en las partes altas de las colinas y sus suaves faldas, muchas de estas superficies se encuentran en la actualidad con sombríos al igual que las suaves faldas de las terrazas aluviales.

### 1.2.3 Secuencia Estratigráfica

En el área de estudio se hallan las siguientes unidades estratigráficas:

#### Cuaternario

Depósitos aluviales recientes: limo, arena, grava, cantos y bloques rodados.

Depósitos aluviales antiguos en terrazas: arcilla, limo, arena, grava, cantos y bloques angulosos.

Depósitos residuales: arcilla

#### Terciario

Formación Huayllabamba: estratos de arenisca roja arcillosa.

#### Cretáceo Superior-Terciario Inferior

Formación Chota: arenisca cuarcífera en contacto irregular con rocas volcánicas andesíticas en lavas porfiríticas. Las

areniscas pueden estar intercaladas con los estratos volcánicos.

#### 1.2.4 Rasgos Geo-estructurales

Las formaciones geológicas por lo general se presentan con buzamiento (o inclinación) moderado (no menor de 30°) y con un rumbo paralelo al alineamiento de la Cordillera Oriental de los Andes y el río Utcubamba que poseen rumbo NO-SE.

Las rocas arcillosas por lo general se encuentran densamente fracturadas y propensas a asentamientos. En cambio las areniscas muestran por lo general un fracturamiento menos denso. Si las rocas son areniscas cuarcíferas, éstas se muestran aún más estables y menos fracturadas.

#### 1.2.5 Rasgos Hidrogeológicos

Considerándose a la zona con una tasa de precipitación y esorrentía fluvial anual de consideración, se estima que la masa de agua subterránea tiene mucha importancia y sobre todo las cualidades de permeabilidad de los materiales geológicos.

Haciendo una revisión de las propiedades de ellos tenemos: que las areniscas cuarcíferas poco fracturadas no son permeables si el fracturamiento es considera-



ble entonces esta misma roca puede ser permeable través de sus fracturas; en la inspección del Proyecto hemos observado poco fracturamiento. La roca volcánica también se observó bastante firme, poco fracturada y con seguridad no permeable. Las rocas areniscas arcillosas que se observan bastante fracturadas se consideran altamente permeables. Las rocas arcillosas aunque densamente fracturadas no son permeables por lo general sino en forma relativa y aisladamente por sectores, los cuales son propensos a asentamientos por el peso del agua presente entre las pequeñas fracturas. Si las rocas arcillosas no muestran muchas fracturas se comporta impermeablemente. Los depósitos aluviales tanto recientes como los antiguos (de terrazas) se comportan con alta permeabilidad sobre todo en los paquetes con granulometría gruesa (cantos rodados, grava y arena) y son impermeables en los estratos con granulometría fina (arcilla y limo). Los depósitos residuales se comportan como materiales impermeables. Las áreas con terrenos sembrados con arroz por estar expuestos a constantes riegos muestran una granulometría que tiende a ser fina (limo y

arcilla), por ende se comporta mayormente impermeable.

### 1.3.0 INGENIERIA GEOLOGICA DEL PROYECTO HIDROELECTRICO LLUNCHICATE

El área del Proyecto Hidroeléctrico Llunchicate es accesible desde la ciudad de Bagua Grande haciendo primero un recorrido de aproximadamente 10 Kms. por carretera (la que va a Chanchanoyas), se llega al Puerto Hotupe en el que mediante balsa cautiva se cruza el río Utcubamba desde el costado de la carretera (margen izquierda del río) a la margen opuesta (margen derecha); de aquí se continúa mediante una trocha aproximadamente 7 Kms. hasta llegar al Fundo Díaz, que está en la parte media del alineamiento del Proyecto (ver Plano de Ubicación No 01). A continuación se hace la descripción ingeniero-geológica del Proyecto.

#### 1.3.1 Zona de Captación

La quebrada Llunchicate es un afluente del río Utucubamba por su margen derecha. Discurre en su cauce con moderada pendiente pero acarrea materiales de diversa granulometría: bloques subredondeados, grava, arena y limo, los que se observan en sus dos orillas. El punto en el que se ubicará el barraje de la bocatoma del Proyecto es el mismo que ocupa la bocatoma del actual canal Ventura, que se usa

en regadío.

Estribo Izquierdo.- Se halla conformado primero por una franja de depósitos aluviales recientes conformado por cantos rodados, limo y gravas, cuya profundidad debe alcanzar hasta 30 mts., casi de inmediato, pero en contacto irregular se observan depósitos aluviales en terrazas conformando principalmente por copas de limo y grava intercaladas en ladera con suave pendiente, estos depósitos deben tener un espesor de aproximadamente 15 mts. o más. A continuación se estima debe hallarse un afloramiento de rocas arcillosas con buzamiento moderado (subhorizontal) recubierto por suelo residual de poco espesor, no más de 1 metro.

Estribo Derecho.- Presenta una franja más angosta de depósito aluvial reciente con granulometría semejante a la descrita en el estribo opuesto. Luego se estima puede hallarse restos de depósitos aluviales antiguos, es decir, de terrazas con granulometría variada, principalmente capas de limo y grava con posición horizontal en forma de repisas recostadas al montículo a cuyo pie empieza el canal Ventura. Luego la colina que presenta suelo de origen residual arcilloso con

espesor de 1 a 2 mts., debe interiormente recubrir una formación de rocas arcillosas; la pendiente de la colina es suave y estable.

Lecho del río.- Se halla recubierto de material generalmente de granulometría gruesa: bloques y cantos rodados, grava, arena y limo. El máximo espesor del depósito aluvial debe tener cerca de 40 mt. de profundidad, bajo el lecho del río.

#### 1.3.2 Zona del Desarenador

Se considera que debe emplazarse en la margen derecha de la quebrada Llunchicate, en suelo de tipo aluvial antiguo o sea en terraza aluvial siguiendo el curso del canal Ventura. La quebrada no parece tener mucha capacidad de carga, sin embargo, los bloques que arrastra, se recomienda construir defensas no sólo para la zona de captación sino también para el desarenador. El emplazamiento del desarenador no ofrece otros problemas geológicos.

#### 1.3.3 Zona del Canal

Se ha considerado un canal de 3,500 mts. de longitud, incluidos los 350 mts. que se aprovechará del canal Ventura. También se ha considerado aprovechar el mismo emplazamiento de este canal en sus

3,500 mts. iniciales desde su captación en la quebrada Llunchicate. Sin embargo, este canal tendrá que ser ensanchado de acuerdo a las necesidades del Proyecto hidroeléctrico. Más detalles se describen a continuación (para describir el canal se ha marcado las progresivas cada 50 mts., en el croquis geológico), se han definido tres tramos:

1.3.3.1 Tramo en depósito aluvial antiguo (terrazas).

Desde el desarenador hasta la progresiva 1000 mts. el canal transcurre sobre el suelo de depósito aluvial antiguo. Este debe tener un espesor variable hasta un máximo de 30 mts. Este depósito presenta en superficie un suelo más arcilloso debido al uso del riego, debajo del suelo vegetal (1 a 2 mts.) se deben hallar capas intercaladas de arena, limo, grava y cantos rodados. Estos depósitos se comportan permeables en las capas con granulometría gruesa (desde arena hasta cantos rodados) y en forma impermeable si se trata de capas de limo o arcilla. Las laderas ve-

cinas son de suave pendiente hasta casi planas, por tanto no presentan problemas de estabilidad de laderas. Debido a que el terreno es arcilloso el canal puede ir sin revestimiento de concreto.

1.3.3.2 Tramo en ladera con rocas blandas

Desde la progresiva 1,300 mts. - hasta la de 1,000 mts. el canal discurre en ladera con pendiente moderada, se ha podido apreciar afloramiento que se halla con suave buzamiento recubiertas con suelo vegetal de tipo residual. En este tramo la mayor parte contiene rocas arcillosas, lutitas y limolitas de la Formación Chiriaco, a veces se encuentran pocos afloramientos de areniscas - arcillosas como el observado en la progresiva 500 - 600 mts. Esta arenisca arcillosa se observa con buzamiento subhorizontal y pertenece a la Formación Huaylla bamba. En algunos lugares de este tramo las laderas son inestables sobre todo si se trata de -

laderas con rocas arcillosas como la detectada en la margen derecha del canal Ventura en la progresiva 600 a 700 mts. Allí se ha observado asentamientos de la ladera arcillosa, ello mayormente parece ser causado por el humedecimiento del pie de la ladera arcillosa por el agua del propio canal Ventura. Probablemente la ladera también es algo permeable por contener un porcentaje de arena. Se recomienda descargar la ladera sobre el canal dándole un talud adecuado y revestir con concreto desde la progresiva.

#### 1.3.3.3 Tramo en ladera con rocas duras

Este es el último tramo del canal y comprende desde la progresiva 0+000 a 300 mts. Este es el tramo con mejores condiciones geológicas de todo el alineamiento del canal. Se halla conformado por un macizo rocoso en forma de colina, conteniendo areniscas cuarcíferas poco fracturadas que parece contener capas intercaladas de rocas volcánicas de tipo

lava, de composición andesítica. En cualquiera de los dos tipos de rocas, son de buenas propiedades mecánicas y no muestran hallarse alteradas. El canal no presentará problemas de inestabilidad de laderas, pero deberá ir revestido ligeramente para no tener pérdidas de agua.

#### 1.3.4 Zona para la Cámara de Carga

Se hallará emplazada en la colina de roca dura que en este lugar muestra composición volcánica andesítica. No ofrece problemas geológicos. Presenta una delgada capa de suelo residual no mayor de 1 metro

#### 1.3.5 Zona para la Tubería Forzada y Vertedero de Demasía

La ladera que se piensa aprovechar para emplazar la tubería forzada no ofrece ningún problema geológico; la roca que la conforma es volcánica andesítica, tiene una cobertura de suelo coluvial-residual de poco espesor en la parte alta y del tipo coluvial al pie de la ladera, - junto a la trocha que va hacia Puerto Ho tupe la ladera es estable. El depósito coluvial-residual de la parte alta es de tipo arcilloso fundamentalmente, mientras



que al pie de la ladera el depósito coluvial es una mezcla heterogénea de materiales de grano grueso (bloques y cantos anquulosos) y grano fino (arcilla mayormente).

#### 1.3.6 Zona para la Casa de Máquinas

Se ubicará al pie de la colina descrita en el párrafo anterior (ver Plano Geológico), el cual debe contener una mezcla de depósitos coluviales con depósitos aluviales antiguos. Si la ubicación se hace en la planicie donde actualmente se halla la trocha y campos de sembríos de arroz, entonces el suelo debe tener sólo materiales de tipo aluvial.

### 1.4.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 1.4.1 Conclusiones

- 1) La zona de Captación o Bocatoma.- Presenta en ambos estribos depósitos aluviales recientes y antiguos (restos de terrazas). Las laderas son estables y con suave pendiente. Por el tamaño de algunos bloques que ha acarreado la quebrada en épocas de lluvia es necesario diseñar la bocatoma en forma apropiada a este fenómeno.
- 2) La zona para el Desarenador.- Se proyecta emplazarlo en suelo aluvial antiguo (terrazas) y no ofrece proble-

mas geológicos

- 3) La zona para el Canal.- El canal será aproximadamente de 3,500 mts., utilizando 1,150 mts. del alineamiento del existente canal Ventura y el resto se diseña sobre una colina rocosa. El - presenta tres tramo: un primer tramo en suelo aluvial de terraza (2,500 m.) un segundo en rocas blandas arcillosas (700 mts.), que muestra un solo - lugar inestable por asentamiento en - la progresiva 600 a 700 m., y un último tramo de rocas duras, areniscas y volcánicas andesíticas. Las condiciones geológicas del canal son aceptables.
- 4) Las zonas para la Cámara de Carga y - Tubería Forzada.- Se hallan ubicadas en una ladera rocosa estable, cuyas - rocas son areniscas y roca andesita - con poca cobertura de suelo residual. Las condiciones geológicas son buenas.
- 5) La zona para la Casa de Fuerza.- Se ubica en suelo aluvial reciente con algo de suelo coluvial que contiene arcilla con cantos angulosos de andesita. El lugar se estima geológicamente bueno. Incluso no presenta problemas de laderas, pues es estable.

1.4.2 Recomendaciones

- 1) Debe preverse defensas contra las avenidas de la quebrada Llunchicate.
- 2) Recomiéndase recubrir el canal en el tramo de rocas blandas y dar estabilidad a la obra. No es necesario taparlo.
- 3) Recomiéndase corregir el talud de la ladera en el tramo de rocas blandas - donde operan asentamientos.
- 4) Como material de concreto se puede aprovechar el que hay en la quebrada Llunchicate, cerca de la bocatoma y casa de máquinas. Este material favorece los costos de construcción.

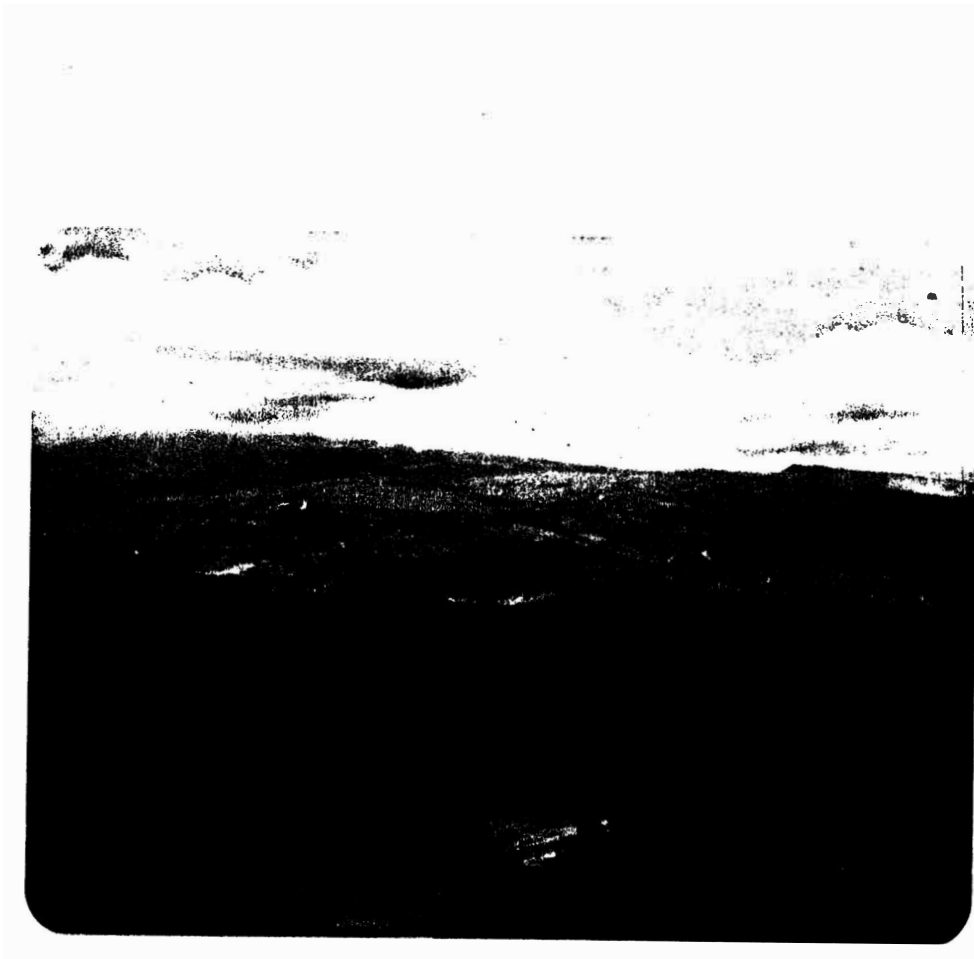


FOTO PANORAMICA DE LA ZONA DE CAIDA DE LA CENTRAL.  
No puede ser más elocuente la vista de la conformación geológica del suelo.

ANEXO II

2.0.0 ESTUDIO DE SUELOS

2.1.0 GENERALIDADES

El estudio de mecánica de suelos para fines de cimentación de la casa de fuerza y cámara de carga de la Hidroeléctrica, se ha realizado con exploraciones del terreno donde se ubicaran estas obras. En base a excavaciones tipo calicata a cielo abierto, se han extraído muestras y ejecutado pruebas de campo. La ubicación de calicatas se muestra en el plano geobólico (Plano No 02/PG-0 ).

2.2.0 INVESTIGACIONES REALIZADAS

Para llevar a cabo el estudio de mecánica de suelos, se ha realizado las siguientes excavaciones:

- a) Una calicata a cielo abierto No 1, en el lugar de emplazamiento de la cámara de carga, de 0.60 c 0.60 y 0.80 m. de profundidad.
- b) Tres calicatas a cielo abierto Nos. 2, 3,4, en el lugar de emplazamiento de la casa de fuerza, de 0.70 x 0.70 y 0.90 m. de profundidad.

2.3.0 ENSAYOS REALIZADOS

Las pruebas efectuadas son las siguientes:

- a) Ensayos Standard: análisis granulométrico y límites de consistencia. Para el análisis

granulométrico se han usado las mallas Nos. 4, 6, 10, 16, 20, 30, 40, 100, 120 y 200. - Los resultados se muestran en los Gráficos de Análisis Granulométricos, Curvas de Fluidez y Plasticidad.

2.4.0 CUADRO INDICADOR DE LAS PRINCIPALES PROPIEDADES DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS

a) Ver cuadro en la página siguiente:

b) Nomenclatura empleada:

- Contenido natural de humedad	:	Wn
-Peso específico	:	Pe
- Límite plástico	:	Lp
- Límite líquido	:	Ll
- Índice de plasticidad	:	Ip
Índice de fluidez	:	If
- Índice de tenacidad	:	It
Grado de consistencia	:	Kw
Índice de grupo	:	Ig
- Muestra 1	:	M <sub>1</sub>
- Muestra 2	:	M <sub>2</sub>
Muestra 3	:	M <sub>3</sub>
- Muestra 4	:	M <sub>4</sub>
- Calicata 1	:	C <sub>1</sub>
- Calicata 2	:	C <sub>2</sub>
- Calicata 3	:	C <sub>3</sub>
Calicata 4	:	C <sub>4</sub>

2.5.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

2.5.1 Conclusiones

CUADRO INDICADOR DE LAS PRINCIPALES PROPIEDADES DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS

DENSIDAD	CALICATA	N DE MUE	RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS									DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFIC S.U.C.S	CLASIFIC A.A.S.HO	CALIDAD COMO SUB-BASE
			%		%		%		%						
			Wn	Pe	LL	LP	IP	If	Lt	Kw	Iq				
1.8	C <sub>1</sub>	M <sub>1</sub>	9.72	2.50	47.00	36.63	10.37	8.60	1.21	3.59	0	Areno-limoso Color amarrillento con poco contenido de materia orgánica, plasticidad baja, comprensibilidad media	SM A-2.-5 (0)	Varia de regular a buena	
1.8	C <sub>2</sub>	M <sub>2</sub>	13.85	2.47	55.00	35.13	19.87	14.33	1.39	2.10	13	Limo-arcilloso. Color oscuro con alto contenido de materia orgánica, plasticidad alta, comprensibilidad alta, cons. m-d	OH A-7-5(13)	De pobre a regular	
1.8	C <sub>3</sub>	M <sub>3</sub>	16.29	2.38	49.50	29.79	19.71	3.94	5.00	1.68	13	Limi-arcilloso Color oscuro con alto contenido de mat. org. plasticidad baja, comprensibilidad de baja a media	OL A-7-6(13)	De pobre a regular	
1.8	C <sub>4</sub>	M <sub>4</sub>	14.52	2.63	49.20	25.89	23.31	8.45	2.76	1.49	13	Arcilloso con limo Color Oscuro, plasticidad baja, comprensibilidad baja a media, consistencia media dura.	CL A-7-6(13)	De pobre a regular	

- a) De acuerdo a los sistemas utilizados en la clasificación de suelos (SUCS y AASHO), el suelo del lugar de emplazamiento de la cámara de carga es arenolimoso y el suelo del lugar de emplazamiento de la casa de fuerza es limo arcilloso
- b) En general, el suelo donde se construirá la hidroeléctrica tiene plasticidad baja, compresibilidad de baja a media y consistencia media dura.
- c) La capacidad de carga en el suelo del lugar de la cámara de carga está comprendido entre 0.7 a 0.8 Kg/cm<sup>2</sup>.
- d) La capacidad de carga en el suelo del lugar de la casa de fuerza está comprendido entre 0.6 a 0.7 Kg/cm<sup>2</sup>.
- e) En las excavaciones realizadas no se ha encontrado el nivel freático. La humedad del suelo es baja.
- f) De acuerdo a la consistencia del suelo, los períodos fundamentales de vibración sísmica serán de baja frecuencia.

#### 2.5.2 Recomendaciones

- a) La capacidad de carga recomendable para no exceder la resistencia al corte del suelo, es la siguiente:
  - Cimentación de la fosa de aspira--



ción de las turbinas: 0.7 Kg/cm<sup>2</sup>.

- Cimentación de los muros de la casa de fuerza, no debe exceder de 0.7 - Kg/cm<sup>2</sup>.

Cimentación de la cámara de carga:  
0.8 Kg/cm<sup>2</sup>

b) El tipo de cimentación recomendable es la siguiente:

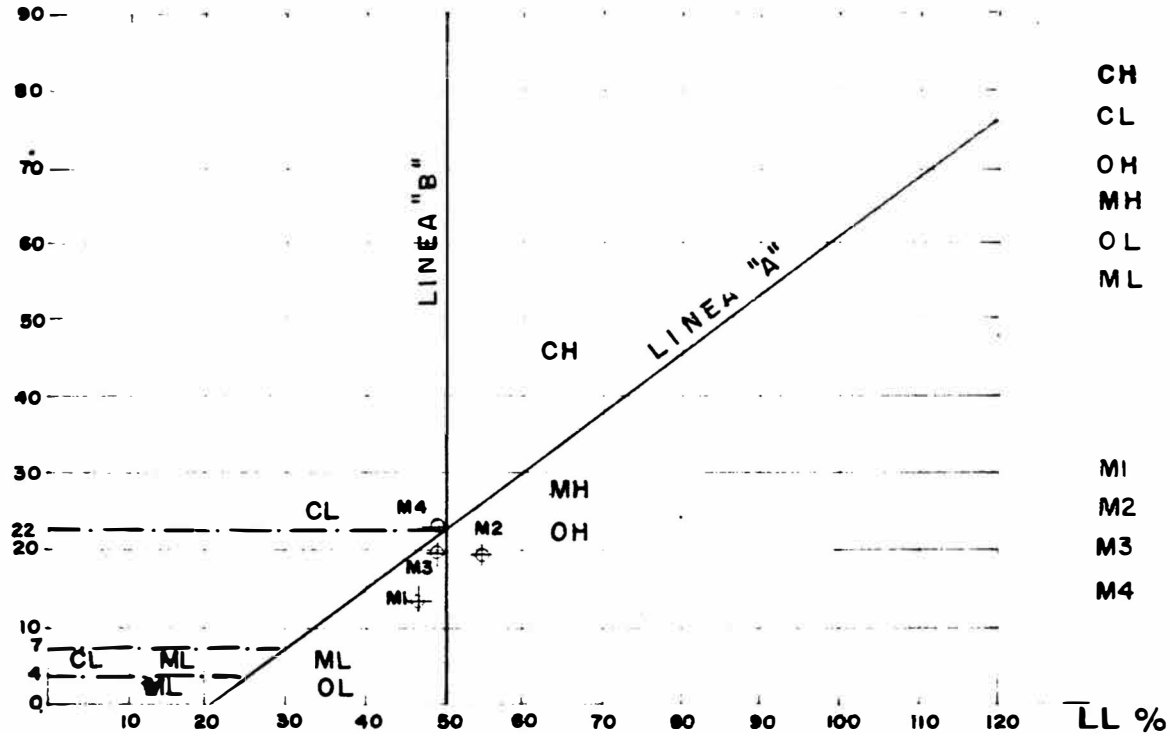
- Zapatas para las columnas  
Cimentación corrida para los muros portantes
- Losa para la fosa de aspiración de las turbinas  
Platea de cimentación para las fundaciones de la máquina.

c) Se recomienda un solado de ripio o similar, espesor 0.1 m., alrededor de toda la cimentación.

d) Desde el punto de vista sísmico, conviene dar suficiente ductilidad a las estructuras.

# PRESENTACION DE LAS MUESTRAS EN LA CARTA DE PLASTICIDAD

IP %

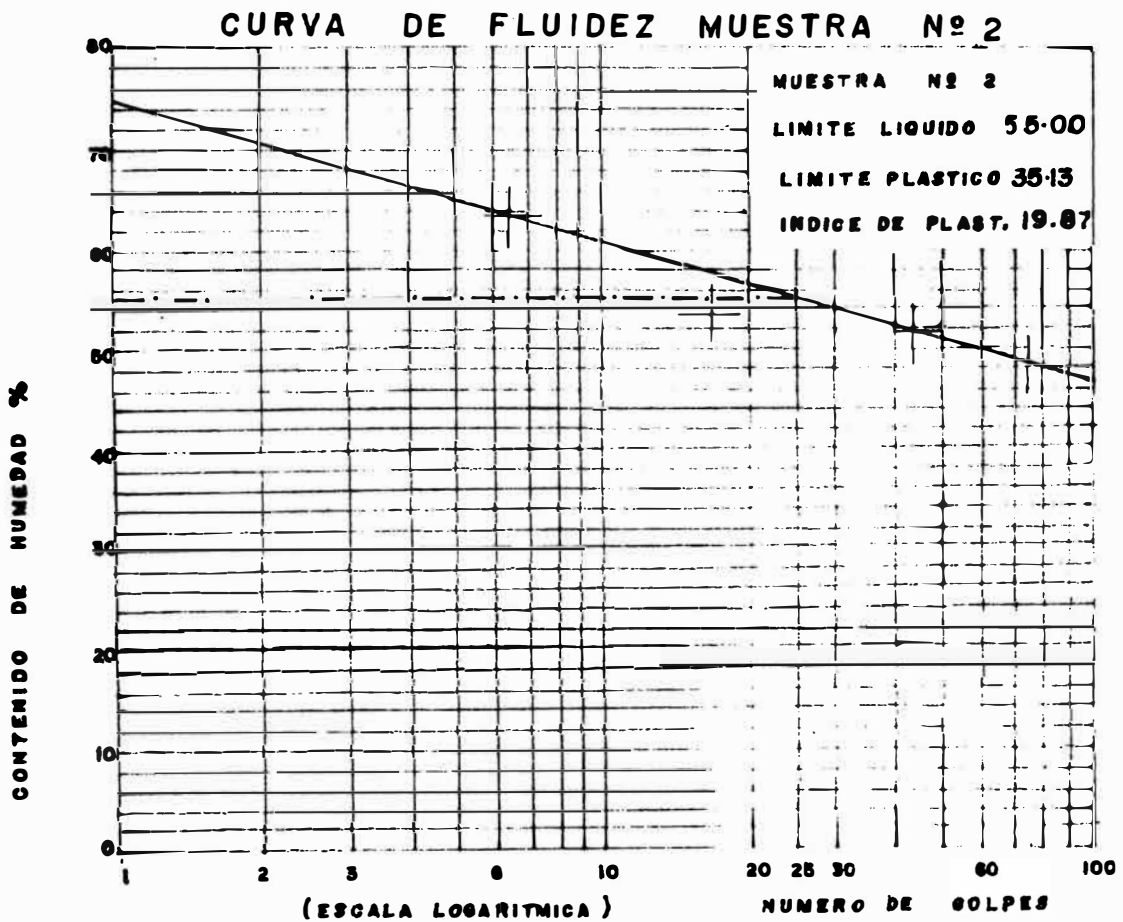
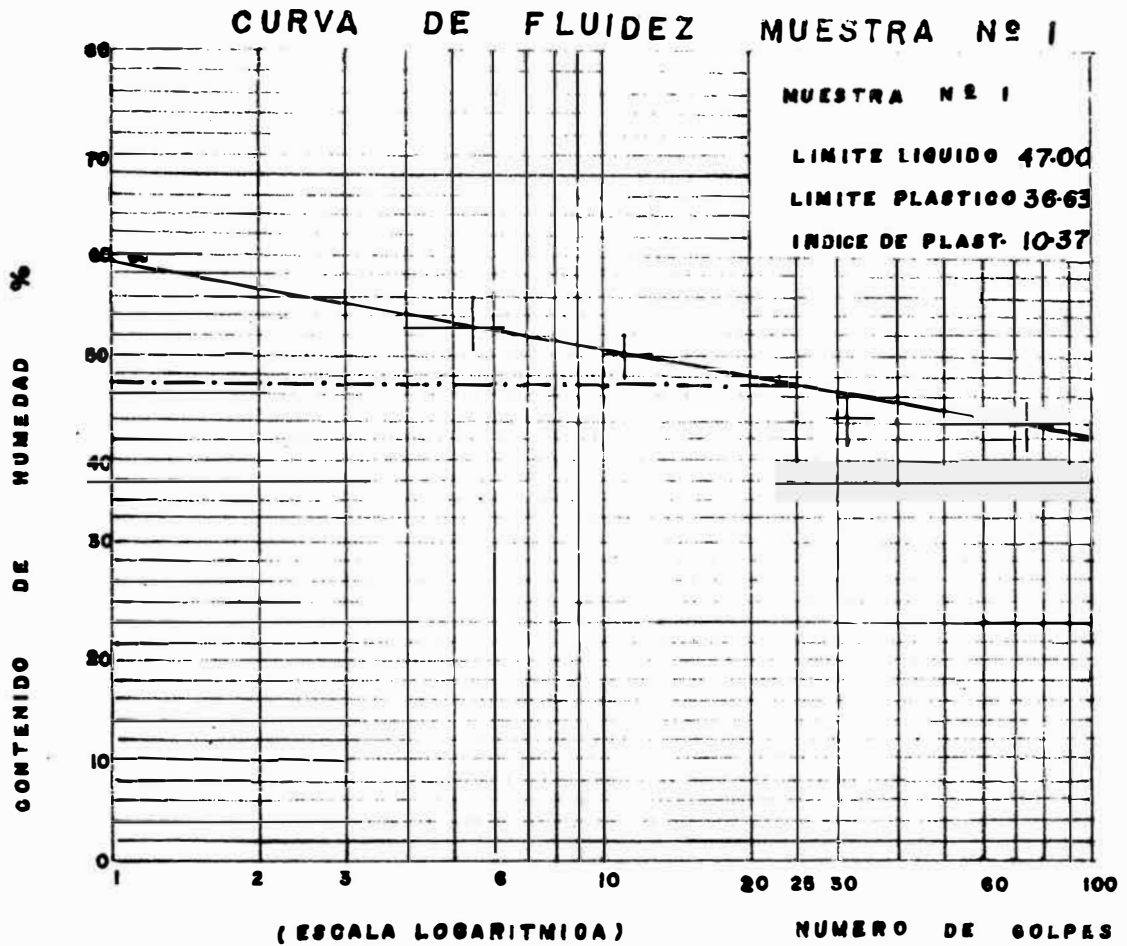


CH : ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD  
 CL : ARCILLA DE POCA PLASTICIDAD  
 OH : LIMO ORGANICO ALTAMENTE PLASTICO  
 MH : LIMO INORGANICO ALTAMENTE PLASTICO  
 OL : LIMO ORGANICO POCO PLASTICO  
 ML : LIMO INORGANICO POCO PLASTICO

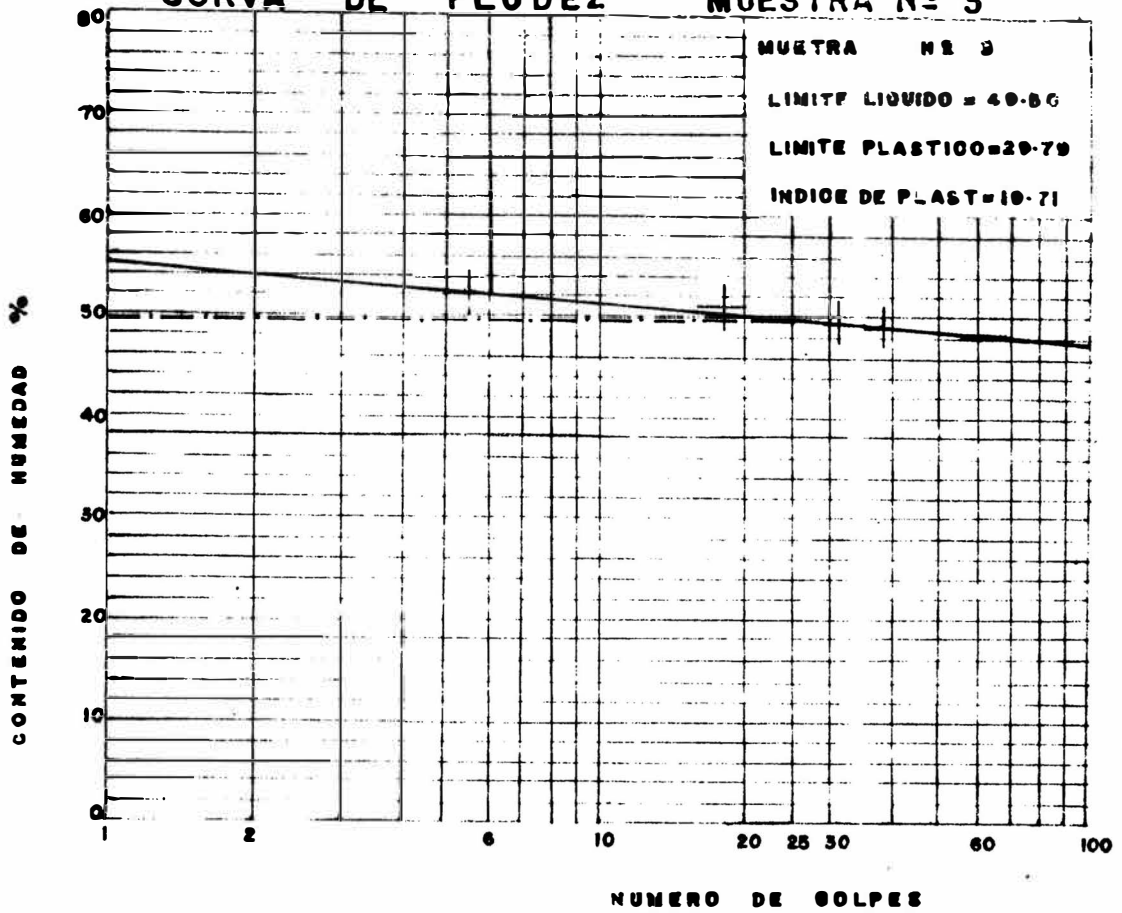
M1 : MUESTRA N° 1  
 M2 : MUESTRA N° 2  
 M3 : MUESTRA N° 3  
 M4 : MUESTRA N° 4

CARTA DE PLASTICIDAD

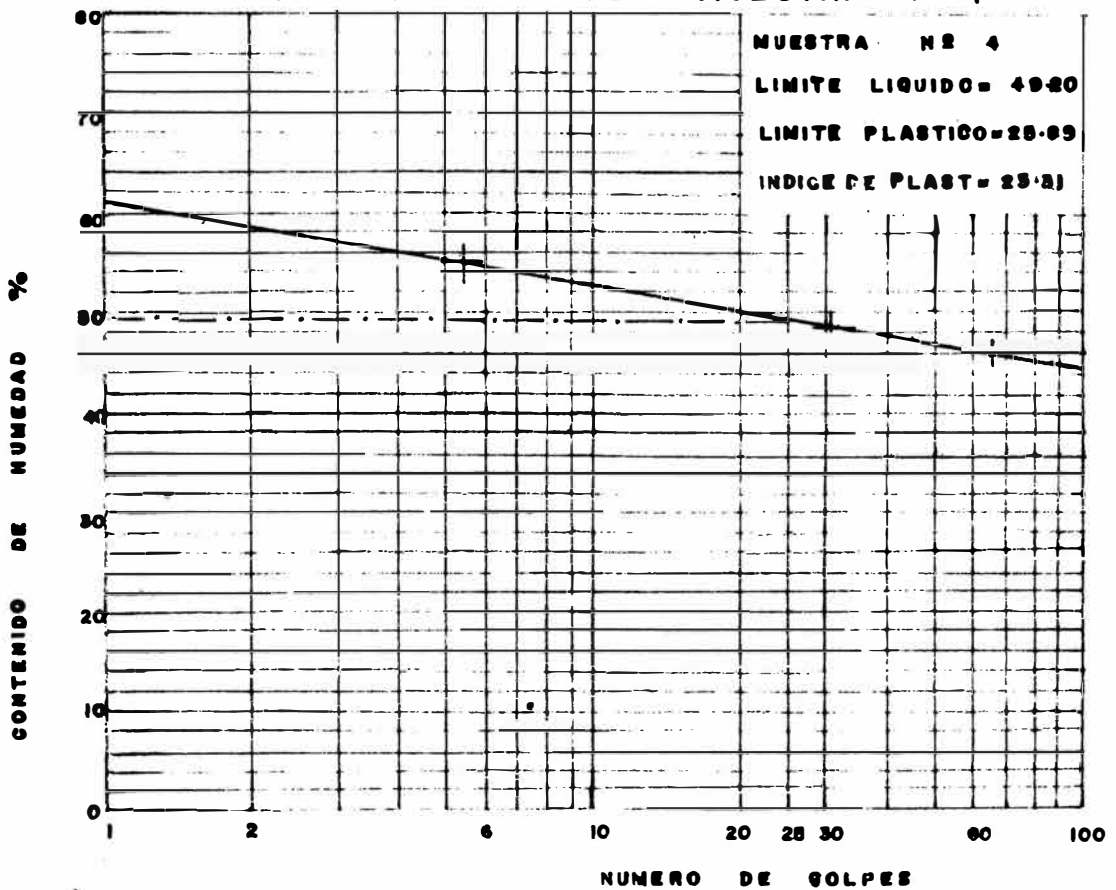
# CURVAS DE FLUIDEZ



**CURVA DE FLUidez MUESTRA N° 3**



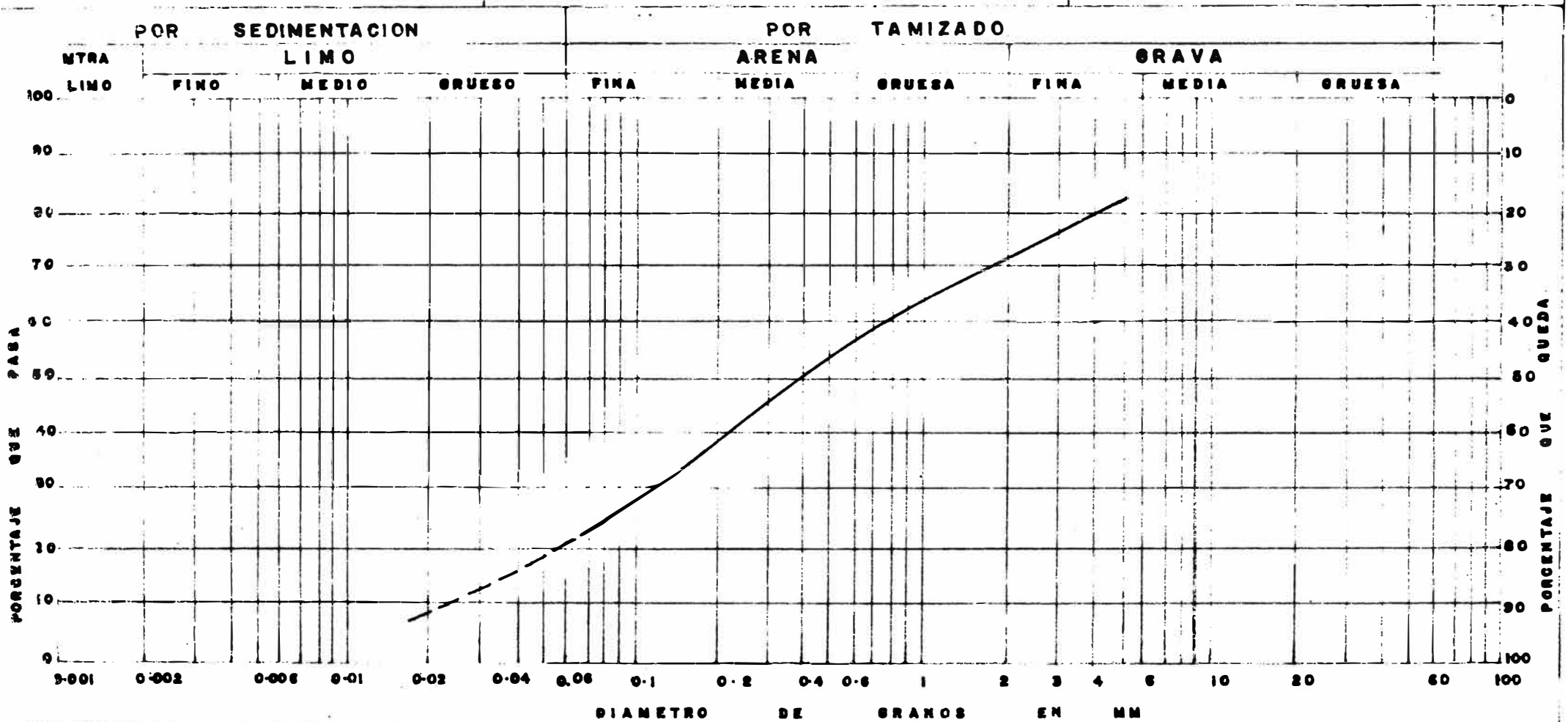
**CURVA DE FLUidez MUESTRA N° 4**



# ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA DE ENSAYO: SETIEMBRE 1981

METODO: TAMIZADO EN SECO



NUESTRA  
CURVA

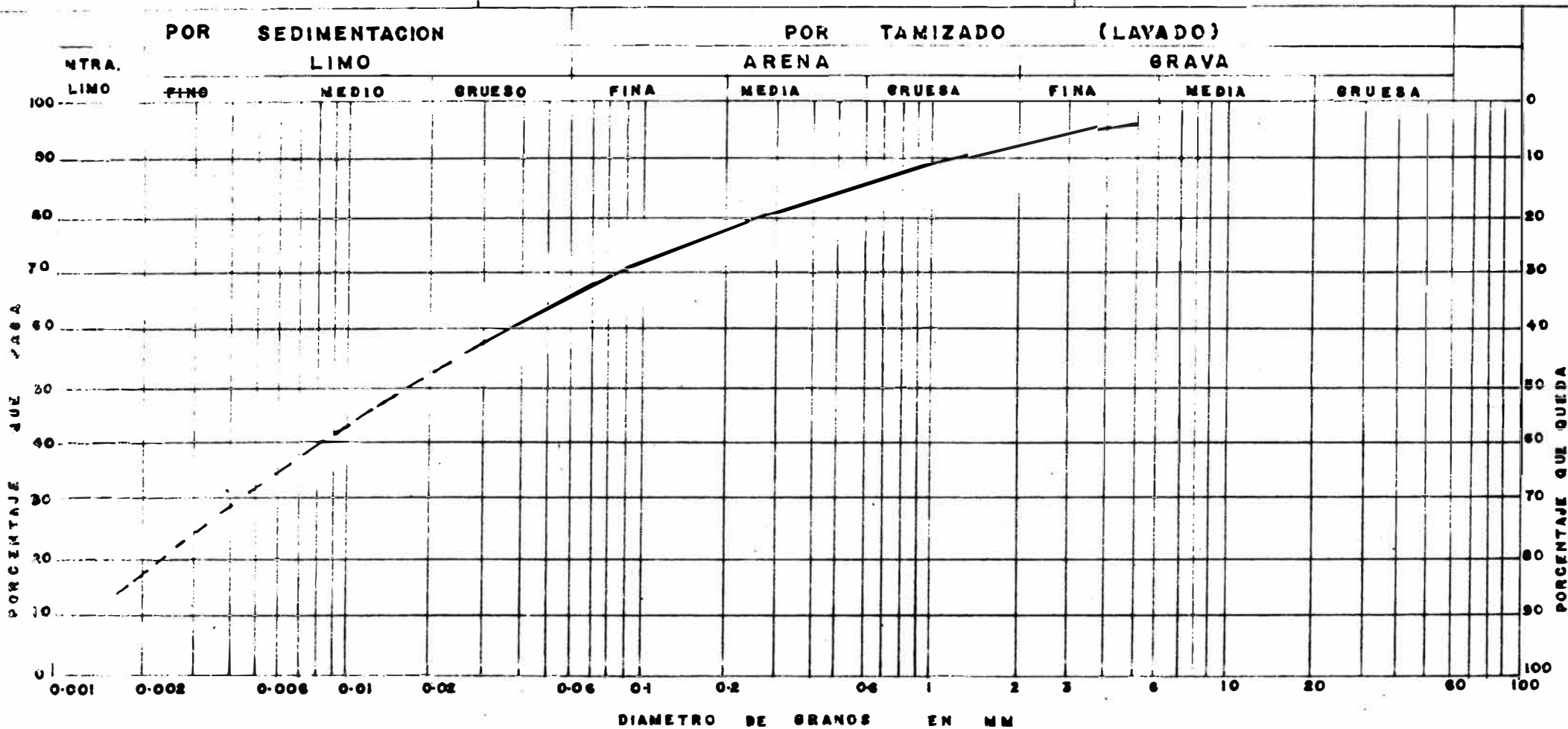
NO  
NO

1  
1

OBSERVACIONES:

# ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA DEL ENSAYO SETIEMBRE 1981  
METODO DE ENSAYO: POR LAVADO

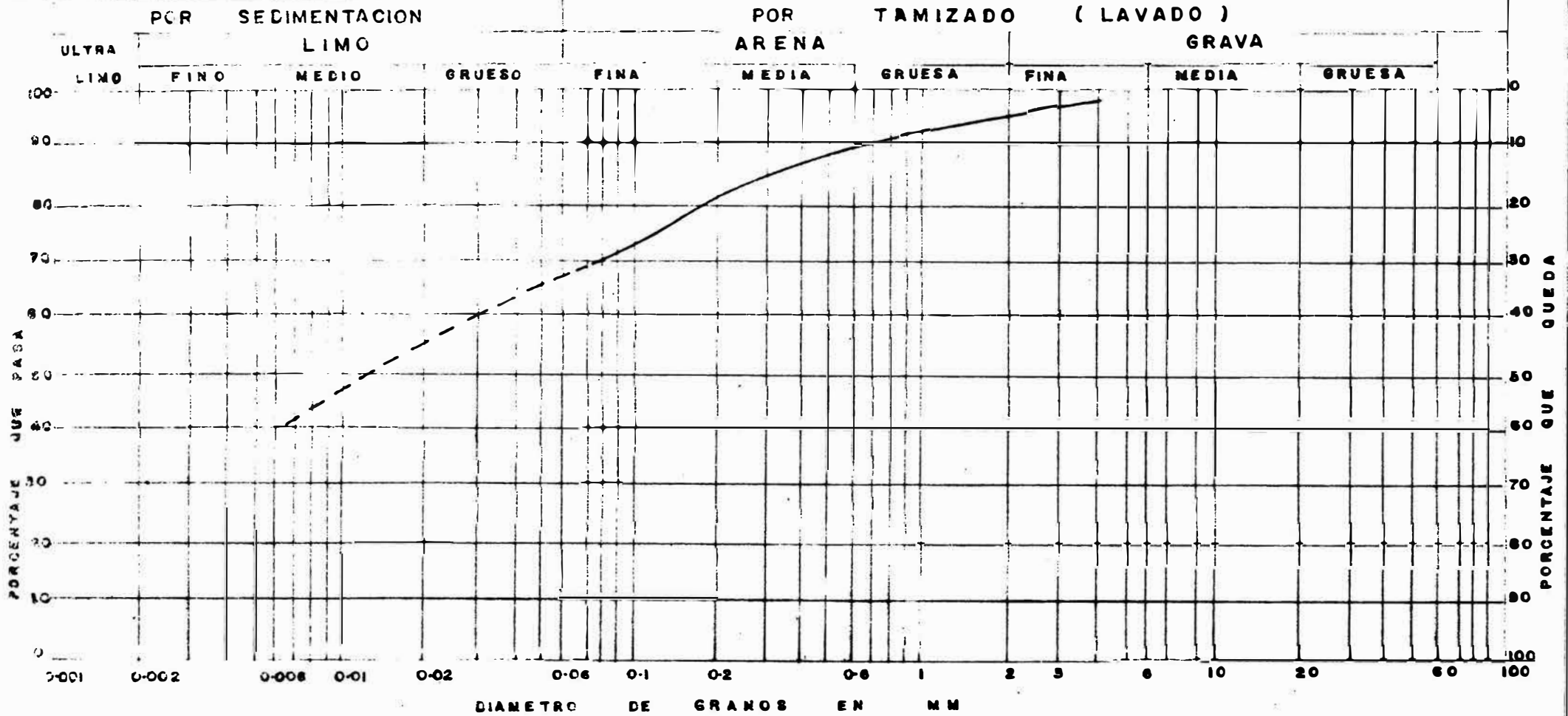


MUESTRA N° 2  
 CURVA N° 2

OBSERVACIONES:

# ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA DEL ENSAYO: SETIEMBRE 1981  
METODO EMPLEADO: TAMIZO POR LAVADO



MUESTRA N°  
CURVA N°

DIAMETRO DE GRANOS EN MM  
3  
3

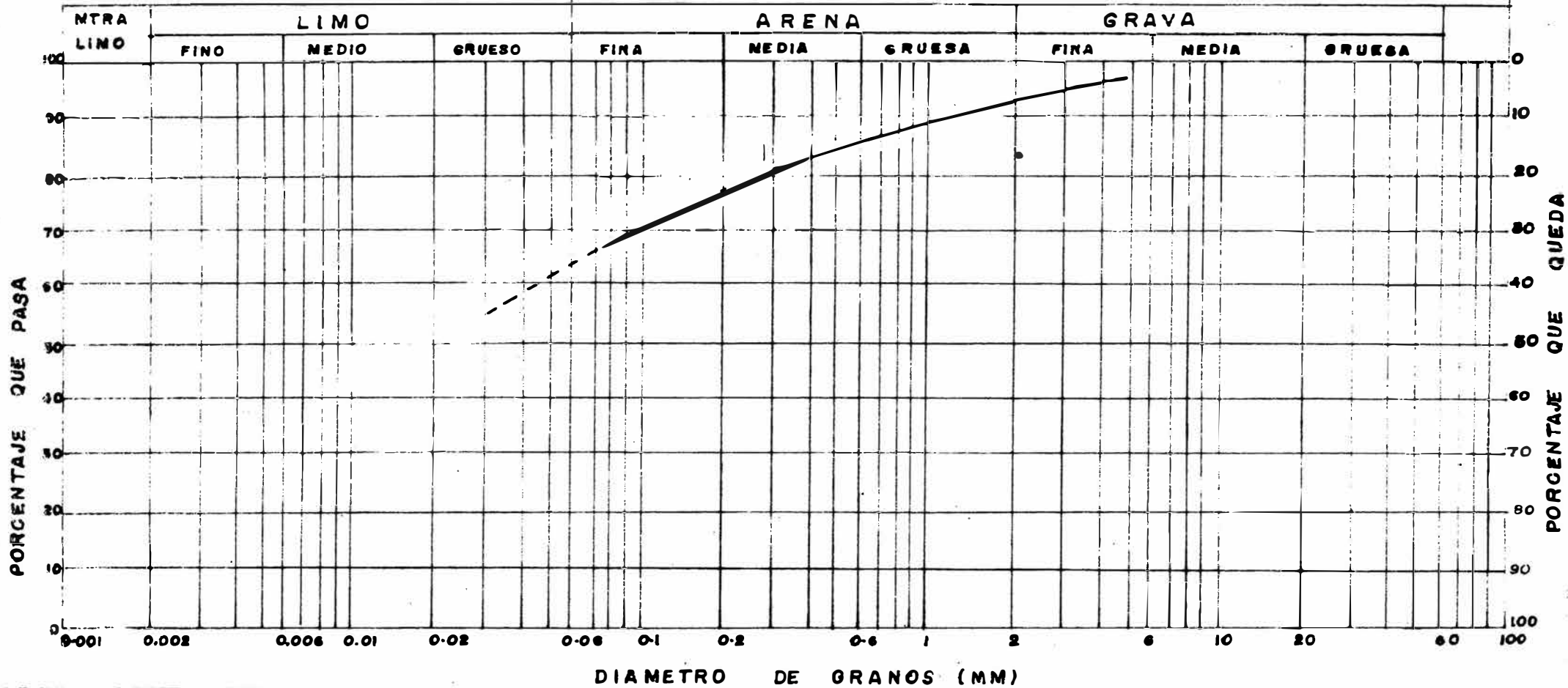
OBSERVACIONES:

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA DE ENSAYO: SETIEMBRE 1961  
 METODO EMPLEADO: TAMIZADO  
 POR LAVADO

POR SEDIMENTACION

POR TAMIZADO (LAVADO)



MUESTRA Nº  
 CURVA Nº

4

OBSERVACIONES:



ANEXO III

3.0.0 HIDROLOGIA

3.1.0 GENERALIDADES

La meteorología, hidrología e hidrografía, son fenómenos muy importantes en el estudio de factibilidad de una Hidroeléctrica. En esta medida, examinaremos estos fenómenos en la cuenca de la Quebrada de Llunchicate, en la cual se proyecta construir una hidroeléctrica que alimente con energía eléctrica a la ciudad de Bagua Grande y poblaciones aledañas.

3.2.0 METEOROLOGIA

Entre los factores climáticos que afectan la hidrología de una región, están la cantidad y distribución de las precipitaciones pluviométricas, los efectos del viento y la humedad en la evapotranspiración.

El estudio meteorológico de la cuenca de la Quebrada de Llunchicate se ejecuta, basándose en los registros de mediciones de vientos, temperatura, evaporación, humedad relativa y precipitaciones pluviométricas de la Estación Meteorológica de Bagua Chica CO-253 del SENAMHI, cuya ubicación geográfica es la siguiente:

Longitud Oeste : 78 28'  
Latitud Sur : 05 36'  
Altitud : 522 m.s.n.m.

La estación meteorológica en referencia se ubica dentro del área del Proyecto, desde que la validez de sus registros alcanza un radio de 50 Km a la redonda; entonces los datos estadísticos garantizan una buena apreciación de los fenómenos meteorológicos en la cuenca de la Quebrada de Llunchicate.

### 3.2.1 Temperatura

La temperatura del aire en la superficie del terreno destinado al Proyecto, tiende a alcanzar un valor promedio de 25 C (Tabla de temperatura media mensual), debido a la altitud (522 m.s.n.m.), a la poca oblicuidad con que cae la irradiación solar (la latitud es solamente de - 5 36'), a la presencia de los vientos calmados en cuanto no hay transporte de calor y finalmente a la topografía del suelo y vegetación del lugar.

La temperatura máxima absoluta se registró en dos fechas durante doce años de registros, habiendo alcanzado el valor de 39.6 C el 16 de noviembre de 1968 y el 22 de diciembre de 1972. La temperatura mínima absoluta, en los doce años de registros, se obtuvo el 28 de julio de 1974 siendo el valor de 13.8 C. La temperatura mínima media anual es de 20.4 C y la máxima media anual es de 30.2 C,

**TEMPERATURA MINIMA MEDIA EN °C**

ESTACION DE REGISTRO : BAGUA CHICA CO-253 DEL SENAMHI  
 LATITUD : 05°36' "S"  
 LONGITUD : 78°28' "O"  
 ALTITUD : 522 m.s.n.m.

**TABLA 3.1**

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	Media Anual
1964	16.2	20.2	19.6	19.6	19.6	19.1	-	19.1	19.3	19.0	19.4	18.3	20.44° C
1965	19.6	19.4		19.3	19.1	18.7	18.7	18.8		19.4	19.2	19.7	
1966	19.8	19.4	19.4	19.2	19.4	18.3	18.4	18.5	20.4	21.4	21.0	20.6	
1967	20.9	20.6	20.6	20.8	21.4	20.1	19.7	-	20.1	21.6	-	21.0	
1968	20.9	21.6	21.2	21.2	20.2	20.5	20.1	20.5	21.2	21.8	20.4	21.2	
1969	21.7	22.2	22.0	22.6	22.2	21.3	19.6	20.2	21.4	21.1	21.7	21.5	
1970	21.6	22.3	21.8	21.8	21.2	20.9	19.9	19.8	-	-	20.8	21.3	
1971	21.6	20.9	21.4	21.3	21.1	20.2	19.2	19.9	20.6	20.5	20.7	21.3	
1972	21.1	20.9	21.3	21.7	21.6	21.0	20.8	20.1	20.8	21.2	21.8	21.4	
1973	21.5	22.2	21.8	21.7	20.6	20.6	20.5	23.4	20.4	20.3	21.1	19.8	
1974	19.7	20.0	20.5	20.5	20.4	19.9	18.2	19.4	19.6	20.1	21.3	21.0	
1975	20.7	21.1	21.2	21.1		20.3			19.5	20.2	20.5	20.6	
$\bar{X}$	20.44	20.9	20.98	20.9	20.61	20.07	19.51	19.67	20.33	20.60	20.71	20.64	

**NOTA :  $\bar{X}$  = MEDIA MENSUAL**

TEMPERATURA MAXIMA MEDIA EN °

ESTACION DE REGISTRO : BAGUA CHICA CO-253 DEL SENAMHI  
 LATITUD : 05° 36' "S"  
 LONGITUD : 78° 28' "O"  
 ALTITUD : 522 m.s.n.m.

TABLA 3.2

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1964	32.1	32.6	29.4	29.2	29.3	29.2	-	28.2	28.3	29.4	28.5	28.6
1965	29.6	28.0		28.8	27.9	26.9	27.3	28.9	28.4	29.6	29.3	29.7
1966	28.1	29.3	28.6	28.4	27.3	28.9	28.2	28.7	33.9	32.5	32.7	32.7
1967	29.8	31.9	31.8	31.6	31.4	30.2	30.0	31.0	32.7	32.1	34.8	32.5
1968	30.8	33.0	30.0	32.9	31.4	30.9	29.9	31.3	31.6	32.4	34.3	33.9
1969	33.5	32.9	32.4	32.1	32.3	30.7	30.6	30.5	32.7	32.8	32.6	32.3
1970	32.8	33.1	31.2	30.6	30.7	30.7	30.4	32.1	31.7	32.5	32.9	31.6
1971	31.6	30.7	29.5	30.1	30.3	29.7	29.9	29.6	31.0	32.4	32.8	31.5
1972	31.0	31.4	31.4	30.5	30.4	30.7	30.5	31.8	31.3	33.7	33.8	32.5
1973	30.5	31.8	31.0	30.6	31.0	30.8	30.9	31.4	31.5	32.8	33.0	32.2
1974	31.7	31.1	32.3	31.2	31.4	29.6	29.8	30.2	31.3	32.1	32.1	31.9
1975	30.3	31.0	30.8	31.0		28.8			31.4	31.8	32.9	33.8
MEDIA	30.98	31.4	30.76	30.58	30.3	29.76	29.75	30.33	31.31	32.0	32.52	31.93

**TEMPERATURA MAXIMA ABSOLUTA EN °C**

ESTACION DE REGISTRO : BAGUA CHICA OC-253 DEL SENAMHI  
 LATITUD : 05° 36' "S"  
 LONGITUD : 78° 28' "O"  
 ALTITUD : 522 m.s.n.m.

**TABLA 3.3**

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	Temperatura máxima y fecha
1964	32.2 <sup>1</sup>	33.0 <sup>11</sup>	32.8 <sup>1</sup>	30.4 <sup>5</sup>	31.2 <sup>2</sup>	30.6 <sup>3</sup>	-	30.8 <sup>13</sup>	30.8 <sup>19</sup>	36.2 <sup>20</sup>	31.8 <sup>13</sup>	33.6 <sup>6</sup>	20-Oct. °C 36.2 °C
1965	34.8 <sup>25</sup>	32.4 <sup>9</sup>	-	32.6 <sup>24</sup>	31.4 <sup>13</sup>	30.6 <sup>5</sup>	30.0 <sup>12</sup>	31.4 <sup>15</sup>	31.0 <sup>11</sup>	33.0 <sup>9</sup>	33.2 <sup>23</sup>	34.4 <sup>9</sup>	25-Enero °C 34.8 °C
1966	30.6 <sup>30</sup>	33.6 <sup>11</sup>	33.8 <sup>3</sup>	32.2 <sup>13</sup>	30.6 <sup>22</sup>	33.2 <sup>29</sup>	31.8 <sup>22</sup>	33.4 <sup>31</sup>	36.0 <sup>15</sup>	36.0 <sup>22</sup>	36.0 <sup>8</sup>	37.6 <sup>20</sup>	20-Dic. °C 37.5 °C
1967	34.0 <sup>21</sup>	35.0 <sup>12</sup>	37.0 <sup>22</sup>	35.4 <sup>23</sup>	35.0 <sup>18</sup>	33.0 <sup>6</sup>	33.0 <sup>18</sup>	33.4 <sup>27</sup>	36.0 <sup>27</sup>	36.0 <sup>25</sup>	37.6 <sup>22</sup>	37.2 <sup>30</sup>	22-Nov. °C 37.6 °C
1968	35.6 <sup>29</sup>	38.5 <sup>24</sup>	34.6 <sup>5</sup>	36.0 <sup>12</sup>	34.2 <sup>7</sup>	34.4 <sup>3</sup>	32.8 <sup>30</sup>	36.0 <sup>31</sup>	34.6 <sup>8</sup>	37.4 <sup>18</sup>	39.6 <sup>16</sup>	38.2 <sup>1</sup>	16-Nov. °C 39.6 °C
1969	37.0 <sup>23</sup>	36.2 <sup>16</sup>	36.8 <sup>14</sup>	35.2 <sup>29</sup>	39.0 <sup>4</sup>	34.6 <sup>2</sup>	34.4 <sup>31</sup>	34.0 <sup>5</sup>	36.0 <sup>28</sup>	36.6 <sup>5</sup>	37.0 <sup>18</sup>	35.6 <sup>12</sup>	4-Mayo °C 39.0 °C
1970	38.6 <sup>6</sup>	36.2 <sup>18</sup>	36.2 <sup>3</sup>	33.4 <sup>14</sup>	34.6 <sup>6</sup>	34.6 <sup>14</sup>	33.3 <sup>27</sup>	34.8 <sup>23</sup>	35.4 <sup>28</sup>	36.0 <sup>1</sup>	37.8 <sup>21</sup>	36.2 <sup>10</sup>	6-Enero °C 38.6 °C
1971	35.8 <sup>20</sup>	35.4 <sup>10</sup>	33.0 <sup>10</sup>	33.6 <sup>20</sup>	34.0 <sup>3</sup>	32.2 <sup>1</sup>	33.0 <sup>31</sup>	33.4 <sup>24</sup>	34.4 <sup>6</sup>	36.8 <sup>23</sup>	37.4 <sup>25</sup>	35.2 <sup>23</sup>	25-Nov. °C 37.4 °C
1972	35.0 <sup>17</sup>	36.4 <sup>13</sup>	34.2 <sup>12</sup>	33.4 <sup>25</sup>	32.6 <sup>5</sup>	33.0 <sup>13</sup>	34.0 <sup>6</sup>	36.0 <sup>30</sup>	35.4 <sup>15</sup>	38.5 <sup>31</sup>	38.0 <sup>2</sup>	39.6 <sup>24</sup>	24-Dic. °C 39.6 °C
1973	36.0 <sup>19</sup>	36.6 <sup>14</sup>	35.8 <sup>9</sup>	34.0 <sup>2</sup>	34.4 <sup>21</sup>	34.0 <sup>17</sup>	33.4 <sup>21</sup>	34.6 <sup>26</sup>	35.0 <sup>15</sup>	37.6 <sup>21</sup>	37.7 <sup>12</sup>	37.7 <sup>7</sup>	12-Nov./Dic °C 37.7 °C
1974	38.0 <sup>6</sup>	33.6 <sup>5</sup>	35.6 <sup>22</sup>	34.1 <sup>23</sup>	33.7 <sup>5</sup>	33.7 <sup>7</sup>	32.0 <sup>19</sup>	35.0 <sup>28</sup>	34.2 <sup>21</sup>	36.8 <sup>24</sup>	35.2 <sup>21</sup>	38.2 <sup>2</sup>	2-Dic. °C 38.2 °C
1975	37.6 <sup>23</sup>	34.2 <sup>7</sup>	36.5 <sup>3</sup>	34.4 <sup>6</sup>		32.2 <sup>25</sup>			34.6 <sup>20</sup>	34.7 <sup>25</sup>	38.2 <sup>30</sup>	37.0 <sup>6</sup>	30-Nov. °C 38.2 °C
TEMPERATURA MAXIMA ABSOLUTA : 39.6 °C OCURRIDA EL 16 NOV.- 1968 Y 22 DIC.- 1972													

**NOTA : Los números superiores indican la fecha**

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL EN °C

ESTACION DE REGISTRO : BAGUA CHICA CO-253 SENAMHI  
 LATITUD : 05°36' "S"  
 LONGITUD : 78°28' "O"  
 ALTITUD : 522 m.s.n.m.

TABLA 3.4

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	Media Anual
1964	23.1	23.9	22.0	22.6	21.6	22.7	-	23.5	23.6	23.8	22.8	24.8	23.29
1965	24.5	23.5	-	23.8	23.1	22.3	21.9	24.1	23.6	24.3	24.8	24.7	23.78
1966	23.3	23.7	23.5	23.3	22.8	22.2	21.6	23.3	26.6	26.8	26.9	27.2	24.10
1967	25.2	26.4	26.5	26.1	26.1	25.0	25.3	26.0	26.5	26.2	27.7	26.4	26.11
1968	25.5	26.0	24.8	26.7	25.5	25.2	24.7	25.3	25.9	26.5	26.9	27.4	25.93
1969	27.1	26.6	26.8	26.5	26.6	25.4	24.9	25.0	26.8	26.6	26.6	26.4	26.27
1970	26.3	27.0	25.9	25.8	25.4	25.4	24.8	25.9	25.8	26.7	26.1	26.0	25.92
1971	26.2	25.4	24.0	25.4	25.1	24.4	24.5	24.7	25.6	26.3	26.1	25.8	25.35
1972	25.2	25.5	25.5	25.0	25.1	25.1	25.0	25.6	25.8	27.3	27.5	26.3	25.67
1973	25.6	26.5	26.3	25.6	25.4	25.3	25.1	25.3	25.4	26.2	26.7	25.7	25.75
1974	25.6	25.7	26.4	25.7	25.7	24.6	24.2	24.8	25.6	26.1	26.1	26.0	25.54
Media Mensual	25.2	25.5	25.3	25.1	24.9	24.4	24.4	24.9	25.6	26.1	26.2	26.1	

como puede apreciarse en las respectivas tablas (Ver tablas Nos. 3.1, 3.2, 3.3, - 3.4)

### 3.2.2 Humedad relativa

En la zona del Proyecto la presencia de la humedad relativa media anual es del orden de 75.9%, implicando esto que con 24.1% de humedad adicional se tendrá todo el aire saturado a una temperatura promedio de 25 C. Se observa también en la Tabla No 3.5 de humedad relativa, la poca variación que experimenta en toda la época del año, siendo esta característica propia de las regiones tropicales. La temperatura que tiene un comportamiento similar tiene un efecto doble sobre el incremento de vapor de agua en el aire - en tanto disminuye la tensión superficial y aumenta la energía cinética de las moléculas desprendidas de la superficie evaporante y conjuntamente con la presión, determina la cantidad de agua precipitable en la cuenca en estudio.

### 3.2.3 Vientos

En la zona del Proyecto la mayor velocidad de los vientos se produce al medio día, por eso se estima que la máxima evaporación se produce entre las doce y las trece horas, período en el cual la radiación

### HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL EN %

ESTACION DE REGISTRO : BAGUA CHICA CO-253 SENAMHI  
 LATITUD : 05°36' "S"  
 LONGITUD : 78°28' "O"  
 ALTITUD : 522 m.s.n.m.

**TABLA 3.5**

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1967	74	70	67	71	71	73	73	65	63	68	61	69
1968	71	68	77	69	70	72	71	71	74	72	66	63
1969	65	73	77	83	80	84	78	79	76	76	72	73
1970		72	77	80	80	74	75	71	69	71	72	74
1971	78	76	83	83	90	89	86	89	81	79	82	81
1972	85	81	84	87	90	86	85	82	82	74	76	78
1973	84	80	83	88	83	83	83	83	81	80	80	82
1974	83	83	83	84	82	87	83	83	82	82	84	81
Media Mensual	76.88	75.38	78.27	80.60	80.75	81.00	79.28	77.87	76.00	75.25	74.13	75.13
Media Anual	75.93 %											



ción solar también es más fuerte.

La dirección predonimante es la N.E. debido a la orografía del lugar fundamentalmente. La máxima velocidad registrada es N-28 m/seg., valor que será aprovechado para el cálculo mecánico de la línea de transmisión, aparte de su importancia en el ciclo hidrológico. A las 07.00 y 19.00 horas los vientos son calmados o con velocidad muy pequeña. La Tabla No 3.6 ilustra estas observaciones.

#### 3.2.4 Evaporación

La variación estacional demuestra una mayor evaporación en los meses de setiembre, octubre y noviembre, mientras disminuye notablemente en los meses de invierno en la zona: febrero, marzo, abril, como puede apreciarse en la Tabla No 3.7. Varios factores intervienen en el fenómeno de la evaporación en la zona del Proyecto, entre ellos, la temperatura del aire, la latitud, la velocidad del viento, la densidad del aire, la porosidad, el contenido de agua en los suelos superficiales y la vegetación que cubre la zona en estudio.

La evaporación total promedio anual alcanza el valor de 1,448.7 mm. de agua, durante 8 años de registros.

**VIENTO : VELOCIDAD MAXIMA Y DIRECCION**  
**REGISTRADA EN EL MES EN M/SEG.**

ESTACION DE REGISTRO : BAGUA CHICA CO-253 SENAMHI  
 LATITUD : 05°36' "S"  
 LONGITUD : 78°28' "O"  
 ALTITUD : 522 m.s.n.m.

**TABLA 3.6**

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1967	N-4	NE-3	NE-6	N-6	N-6	N-6	N-6	N-16	N-23			NE-6
1968	NE-6	N-6	NE-6	NE-6	NE-11	N-6	N-14	N-20	NE-21	N-11	O-11	N-20
1969	N-20	N-20	N-20	N-6	N-8	NE-8	NE-20	NE-20	NE-20	NE-20	N-11	NE-11
1970	NE-8	NE-11	NE-20	NE-11	NE-14	NE-11	NE-8	NE-20	NE-20	NE-20	SE-20	NE-20
1971	NE-11	NE-6	NE-11	N-6	NE-20	N-14	NE-20	NE-20	NE-20	NE-20	NE-20	NE-12
1972	NE-11	NE-6	NE-6	NE-11	NE-4	NE-11	NE-6	NE-20	NE-6	NE-20	NE-20	NE-20
1973	NE-11	NE-11	NE-20	N-4	NE-6	NE-22	NE-11	NE-20	NE-14	NE-14	NE-14	NE-8
1974	NE-4	NE-4	NE-20	NE-20	NE-10	NE-8	NE-10	NE-25	NE-14	NE-10	NE-10	NE-6
Media Mensual	NE-8.5	NE-6.8	NE-12.7	NE-12.0	NE-10.8	NE-12.3	NE-12.5	NE-20.8	NE-16.4	NE-17.3	NE-16.0	NE-11.8

**EVAPORACION TOTAL MENSUAL EN mm.**

ESTACION DE REGISTRO : BAGUA CHICA CO-253 SENAMHI  
 LATITUD : 05°36' "S"  
 LONGITUD : 78°28' "O"  
 ALTITUD : 522 m.s.n.m.

**TABLA 3.7**

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	Total Anual
1967	107.5	99.0	159.4	111.1	110.6	83.7	99.1	110.1	105.4	115.6	125.7	131.5	1358.7
1968	124.9	128.9	79.0	125.1	123.1	117.8	113.9	118.8	113.1	122.9	177.1	206.6	1551.2
1969	166.4	127.6	145.1	102.7	130.9	101.7	138.1	104.3	130.2	169.7	127.5	124.2	1618.5
1970	119.0	113.0	100.1	68.1	71.4	90.1	103.3	135.1	150.5	153.1	114.2	144.4	1362.3
1971	128.8	98.4	77.8	80.2	82.3	77.6	128.9	134.6	158.8	157.0	144.7	158.1	1427.2
1972	114.0	108.2	105.5	70.6	65.5	83.8	115.8	153.1	145.9	217.0	177.4	156.2	1518.0
1973	114.3	99.5	92.9	48.6	91.3	83.2	74.1	101.7	112.3	142.3	145.9	120.1	1226.2
1974	113.7	110.4	179.5	124.4	154.7	80.1	123.5	141.8	162.0	138.5	118.5	31.0	1528.1
Media Mensual	124.98	98.33	117.41	91.36	103.72	90.38	112.08	124.93	141.02	152.01	141.37	140.26	
Media Anual	1448.70 mm.												

### 3.2.5 Precipitaciones pluviométricas

Los fenómenos definen la pluviosidad de la zona del Proyecto. En el año 1971 se registra la máxima precipitación anual - que alcanza 820.4 mm. de lluvia y la máxima precipitación diaria, durante 15 años de registro, alcanzando un valor de 81 mm. el 15 de mayo de 1975.

En la Tabla No 3.8 se puede apreciar la época de estiaje máximo en la zona del Proyecto, durante los meses de julio y agosto. Esta época es muy importante en el ámbito del estudio de la cuenca de la Quebrada Llunchicate, en cuanto define el caudal de diseño de la Hidroeléctrica. Las mayores precipitaciones se registran en los meses de marzo y abril, con mayor persistencia en el mes de marzo, descendiendo en intensidad hasta el mes de julio-agosto, incrementándose a partir de setiembre hasta octubre, descendiendo suavemente hasta enero. Por lo tanto, las máximas avenidas en Llunchicate deben realizarse en marzo y abril. Las Tablas respectivas muestran el comportamiento de la pluviometría en la zona del Proyecto.

### 3.3.0 BALANCE HIDROLOGICO DE LA QUEBRADA LLUNCHICATE

**PRECIPITACION TOTAL MENSUAL Y FRECUENCIA**

(EN mm.)

ESTACION DE REGISTRO : BAGUA CHICA OC-253 SENAMHI  
 LATITUD : 05°36' "S"  
 LONGITUD : 78°28' "O"  
 ALTITUD : 522 m.s.n.m.

**TABLA 3.8**

(Los números de la parte superior indican las fechas)

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV	DIC.	TOTAL
1966	20.5 <sup>3</sup>	7.3 <sup>2</sup>	41.4 <sup>7</sup>	12.0 <sup>19</sup>	44.0 <sup>11</sup>	1.4 <sup>3</sup>	0.8 <sup>2</sup>	1.1 <sup>2</sup>	33.6 <sup>6</sup> (23)	57.7 <sup>11</sup>	24.1 <sup>6</sup>	46.3 <sup>7</sup>	290.2
1967	46.4 <sup>10</sup>	33.5 <sup>6</sup>	109.5 <sup>5</sup>	26.0 <sup>6</sup>	31.0 <sup>6</sup>	78.0 <sup>5</sup>	49.0 <sup>4</sup>	12.0 <sup>2</sup>	36.0 <sup>6</sup>	54.9 <sup>14</sup>	9.2 <sup>5</sup>	90.0 <sup>13</sup>	545.5
1968	47.5 <sup>6</sup>	46.0 <sup>6</sup>	49.9 <sup>16</sup>	114.2 <sup>6</sup>	13.0 <sup>4</sup>	21.5 <sup>6</sup>	47.0 <sup>11</sup>	29.5 <sup>9</sup>	165.0 <sup>12</sup>	83.0 <sup>11</sup>	19.5 <sup>3</sup>	6.5 <sup>4</sup>	642.6
1969	72.9 <sup>9</sup>	29.4 <sup>9</sup>	69.7 <sup>6</sup>	80.2 <sup>11</sup>	14.5 <sup>10</sup>	88.0 <sup>15</sup>	16.2 <sup>4</sup>	26.7 <sup>10</sup>	52.5 <sup>12</sup>	101.0 <sup>10</sup>	94.5 <sup>12</sup>	92.5 <sup>9</sup>	738.1
1970	77.0 <sup>11</sup>	54.5 <sup>10</sup>	84.1 <sup>13</sup>	83.0 <sup>12</sup>	114.0 <sup>14</sup>	30.0 <sup>6</sup>	43.5 <sup>10</sup>	17.0 <sup>6</sup>	33.0 <sup>11</sup>	69.2 <sup>12</sup>	45.5 <sup>12</sup>	79.0 <sup>11</sup>	729.8
1971	78.8 <sup>11</sup>	55.5 <sup>11</sup>	201.0 <sup>19</sup>	30.0 <sup>9</sup>	91.5 <sup>14</sup>	52.5 <sup>12</sup>	40.9 <sup>11</sup>	49.0 <sup>18</sup>	18.0 <sup>8</sup>	111.0 <sup>13</sup>	67.8 <sup>6</sup>	24.4 <sup>5</sup>	820.4
1972	108.0 <sup>13</sup>	85.5 <sup>11</sup>	197.0 <sup>16</sup>	119.0 <sup>17</sup>	46.0 <sup>11</sup>	40.5 <sup>12</sup>	37.8 <sup>11</sup>	26.5 <sup>6</sup>	59.9 <sup>12</sup>	29.0 <sup>3</sup>	52.9 <sup>16</sup>	55.2 <sup>12</sup>	657.3
1973	37.9 <sup>10</sup>	41.8 <sup>9</sup>	87.8 <sup>15</sup>	81.9 <sup>17</sup>	53.5 <sup>15</sup>	69.5 <sup>8</sup>	21.6 <sup>12</sup>	48.0 <sup>15</sup>	46.2 <sup>12</sup>	54.0 <sup>5</sup>	59.5 <sup>5</sup>	14.4 <sup>4</sup>	616.2
1974	68.2 <sup>12</sup>	35.7 <sup>12</sup>	75.0 <sup>7</sup>	50.5 <sup>10</sup>	6.2 <sup>4</sup>	67.1 <sup>18</sup>	19.1 <sup>7</sup>	31.8 <sup>13</sup>	20.8 <sup>5</sup>	65.5 <sup>11</sup>	59.5 <sup>12</sup>	109.7 <sup>16</sup>	609.1
1975	68.1 <sup>15</sup>	67.6 <sup>22</sup>	100.8 <sup>11</sup>	128.0 <sup>13</sup>	113.1 <sup>13</sup>	67.4 <sup>16</sup>	10.8 <sup>6</sup>	34.0 <sup>9</sup>	23.9 <sup>9</sup>	102.0 <sup>12</sup>	64.0 <sup>8</sup>	29.5 <sup>5</sup>	809.2
1976	55.3 <sup>14</sup>	36.7 <sup>10</sup>	102.7 <sup>9</sup>	44.0 <sup>10</sup>	155.4 <sup>15</sup>	18.0 <sup>7</sup>	6.6 <sup>4</sup>	21.0 <sup>7</sup>	11.5 <sup>4</sup>	48.3 <sup>6</sup>	15.0 <sup>7</sup>	42.0 <sup>9</sup>	556.5
1977	34.4 <sup>10</sup>	53.4 <sup>15</sup>	53.4 <sup>6</sup>	25.0 <sup>14</sup>	35.2 <sup>7</sup>	74.1 <sup>13</sup>	41.4 <sup>5</sup>	24.0 <sup>7</sup>	11.6 <sup>5</sup>	89.1 <sup>7</sup>	114.2 <sup>111</sup>	34.6 <sup>6</sup>	587.5
1978	14.8 <sup>7</sup>	60.0 <sup>9</sup>	52.5 <sup>11</sup>	36.2 <sup>12</sup>	68.5 <sup>11</sup>	57.3 <sup>12</sup>	57.3 <sup>9</sup>	11.8 <sup>9</sup>	45.1 <sup>13</sup>	15.3 <sup>6</sup>	37.8 <sup>8</sup>	38.6 <sup>7</sup>	495.1
1979	27.9 <sup>8</sup>	39.3 <sup>5</sup>	53.6 <sup>12</sup>	117.4 <sup>14</sup>	60.4 <sup>12</sup>	18.2 <sup>8</sup>	34.6 <sup>9</sup>	80.9 <sup>11</sup>	45.0 <sup>9</sup>	44.3 <sup>7</sup>	123.4 <sup>9</sup>	24.6 <sup>12</sup>	669.6
1980	39.3 <sup>6</sup>	58.7 <sup>8</sup>	103.2 <sup>16</sup>	21.3 <sup>7</sup>	25.8 <sup>11</sup>	55.3 <sup>7</sup>	11.9 <sup>7</sup>		17.1 <sup>4</sup>	85.8 <sup>12</sup>	52.0 <sup>11</sup>	19.6 <sup>6</sup>	490.0
MEDIA	53.1	46.9	92.1	64.6	58.1	49.3	29.2	29.5	41.3	67.3	55.7	47.1	

**PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS Y FECHA**

(EN mm.)

ESTACION DE REGISTRO : BAGUA CHICA CO-253 SENAMHI

LATITUD : 05°36' "S"

LONGITUD : 78°28' "O"

ALTITUD : 522 m.s.n.m.

**TABLA 3.9**

(Los números de la parte superior indican la fecha)

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	MAXIMA
1966	9.0 <sup>25</sup>	5.8 <sup>4</sup>	17.0 <sup>28</sup>	1.2 <sup>28</sup>	15.0 <sup>9</sup>	0.9 <sup>23</sup>	0.5 <sup>24</sup>	0.6 <sup>5</sup>	30.0 <sup>18</sup> (23)	22.0 <sup>2</sup>	9.0 <sup>26</sup>	16.0 <sup>28</sup>	23-SET. 30.0
1967	8.0 <sup>29</sup>	17.0 <sup>6</sup>	60.0 <sup>27</sup>	9.5 <sup>2</sup>	10.5 <sup>30</sup>	35.0 <sup>6</sup>	19.0 <sup>13</sup>	10.0 <sup>21</sup>	15.5 <sup>28</sup>	14.5 <sup>28</sup>	7.4 <sup>10</sup>	18.0 <sup>16</sup>	27-MAR. 60.0
1968	21.0 <sup>25</sup>	15.5 <sup>25</sup>	10.5 <sup>8</sup>	56.2 <sup>30</sup>	6.0 <sup>10</sup>	5.5 <sup>20</sup>	14.5 <sup>7</sup>	9.5 <sup>25</sup>	45.5 <sup>30</sup>	25.0 <sup>26</sup>	14.0 <sup>19</sup>	4.0 <sup>18</sup>	2-ABR. 56.2
1969	37.0 <sup>11</sup>	12.0 <sup>3</sup>	37.0 <sup>14</sup>	18.0 <sup>25</sup>	5.5 <sup>18</sup>	25.0 <sup>15</sup>	9.0 <sup>2</sup>	7.0 <sup>1</sup>	21.0 <sup>17</sup>	38.0 <sup>22</sup>	36.0 <sup>10</sup>	33.0 <sup>8</sup>	22-OCT. 38.0
1970	27.5 <sup>4</sup>	22.5 <sup>8</sup>	30.5 <sup>30</sup>	38.0 <sup>12</sup>	37.5 <sup>15</sup>	13.0 <sup>24</sup>	7.5 <sup>25</sup>	8.0 <sup>5</sup>	7.5 <sup>15</sup>	29.0 <sup>9</sup>	13.0 <sup>2</sup>	19.0 <sup>13</sup>	12-ABR. 38.0
1971	28.0 <sup>5</sup>	20.0 <sup>25</sup>	48.0 <sup>30</sup>	12.0 <sup>10</sup>	48.0 <sup>3</sup>	9.0 <sup>19</sup>	12.5 <sup>21</sup>	13.0 <sup>10</sup>	8.0 <sup>8</sup>	43.0 <sup>30</sup>	31.0 <sup>7</sup>	10.2 <sup>29</sup>	30-MAR. 48.0
1972	23.0 <sup>9</sup>	60.0 <sup>8</sup>	58.0 <sup>8</sup>	31.0 <sup>13</sup>	11.5 <sup>17</sup>	9.0 <sup>27</sup>	8.0 <sup>8</sup>	9.5 <sup>5</sup>	10.0 <sup>11</sup>	26.0 <sup>7</sup>	23.0 <sup>30</sup>	27.0 <sup>8</sup>	8-FEB. 60.0
1973	10.7 <sup>10</sup>	24.0 <sup>7</sup>	25.0 <sup>9</sup>	18.5 <sup>9</sup>	15.0 <sup>13</sup>	15.5 <sup>19</sup>	6.8 <sup>27</sup>	12.0 <sup>29</sup>	10.0 <sup>1</sup>	37.0 <sup>4</sup>	35.0 <sup>17</sup>	9.0 <sup>6</sup>	4-OCT. 37.0
1974	22.0 <sup>7</sup>	11.0 <sup>9</sup>	30.0 <sup>1</sup>	12.0 <sup>26</sup>	2.0 <sup>7</sup>	11.0 <sup>12</sup>	6.0 <sup>3</sup>	10.0 <sup>8</sup>	8.5 <sup>24</sup>	14.0 <sup>6</sup>	18.0 <sup>14</sup>	32.0 <sup>9</sup>	9-DIC. 32.0
1975	13.0 <sup>11</sup>	19.0 <sup>28</sup>	48.0 <sup>14</sup>	42.0 <sup>28</sup>	81.0 <sup>15</sup>	17.0 <sup>28</sup>	8.0 <sup>1</sup>	10.0 <sup>23</sup>	10.0 <sup>15</sup>	57.0 <sup>13</sup>	44.0 <sup>3</sup>	23.2 <sup>29</sup>	15-MAY. 81.0
1976	9.0 <sup>16</sup>	12.0 <sup>20</sup>	44.0 <sup>3</sup>	10.0 <sup>9</sup>	38.0 <sup>4</sup>	17.0 <sup>17</sup>	5.0 <sup>17</sup>	6.5 <sup>1</sup>	5.0 <sup>27</sup>	24.0 <sup>23</sup>	8.5 <sup>22</sup>	25.0 <sup>21</sup>	13-MAR. 44.0
1977	8.0 <sup>3</sup>	9.5 <sup>7</sup>	18.0 <sup>21</sup>	25.0 <sup>14</sup>	9.0 <sup>10</sup>	16.5 <sup>23</sup>	12.0 <sup>6</sup>	12.0 <sup>9</sup>	4.5 <sup>15</sup>	50.0 <sup>13</sup>	44.0 <sup>6</sup>	14.0 <sup>10</sup>	14-ABR. 77.0
1978	2.2 <sup>20</sup>	7.4 <sup>4</sup>	12.5 <sup>12</sup>	9.2 <sup>27</sup>	27.5 <sup>17</sup>	19.6 <sup>19</sup>	31.0 <sup>12</sup>	5.0 <sup>9</sup>	9.3 <sup>2</sup>	6.2 <sup>25</sup>	15.8 <sup>28</sup>	13.0 <sup>19</sup>	12-JUL. 31.0
1979	17.4 <sup>28</sup>	31.0 <sup>16</sup>	15.0 <sup>5</sup>	37.0 <sup>18</sup>	17.4 <sup>26</sup>	8.0 <sup>9</sup>	15.5 <sup>20</sup>	27.0 <sup>23</sup>	25.0 <sup>18</sup>	28.0 <sup>15</sup>	13.2 <sup>16</sup>	8.0 <sup>26</sup>	18-ABR. 37.0
1980	19.3 <sup>2</sup>	15.5 <sup>20</sup>	42.0 <sup>3</sup>	9.7 <sup>17</sup>	7.9 <sup>16</sup>	17.5 <sup>2</sup>	4.8 <sup>30</sup>		7.7 <sup>28</sup>	22.0 <sup>8</sup>	17.0 <sup>24</sup>	6.0 <sup>8</sup>	3-MAR. 72.0
PRECIPITACION MAXIMA : 81.0 mm. OCURRIDA EL 15 DE MAYO DE 1975													

### 3.3.1 Quebrada de Llunchicate

La Quebrada de Llunchicate nace de la confluencia de tres quebradas pequeñas - denominadas Ron, Tafur y Chalaco, a una altitud de aproximadamente 650 m.s.n.m. Las tres quebradas nacen en las alturas del caserío Ron, aproximadamente a 1,500 m.s.n.m.; en la jurisdicción del distrito de Cajaruro, margen derecha del río - Utcubamba, en la provincia de Bagua, departamento de Amazonas. La Quebrada Llunchicate discurre en dirección sur-oeste, en longitud aproximada de 12 Km. y luego desemboca en el río Utcubamba, a una distancia de 16 Km. aguas arriba de la ciudad de Bagua Grande. Sus aguas son cristalinas y en diversos puntos de su recorrido son desviadas a través de canales para el sembrío de arroz y otros productos agrícolas.

A aproximadamente 3.5 Km. de su desembocadura en el río Utcubamba, está ubicada la bocatoma del canal Ventura, cuya infraestructura usaremos en la Hidroeléctricade Llunchicate.

### 3.3.2 Descargas de la Quebrada Llunchicate

El SENAMHI a través de su Estación Hidrológica No 21502 ubicada en la Quebrada - Llunchicate, aproximadamente a 200 m.

del río Utcubamba, ha registrado las des cargas diarias de agua de esta quebrada, en un período de 7 años. Estos registros se pueden observar en la Fig. 3.1 - con objeto de determinar el caudal de diseño de la Central, se ha confeccionado la curva de duración de caudales y el Hidrograma de descargas de la Quebrada Llunchicate (fig. No 3.2), previamente calculando los caudales medios mensuales.

La Fig. No 3.1 muestra el comportamiento del flujo de caudales durante los años de registro; se puede observar que en el mes de julio la cuenca de Llunchicate tiene su máximo estiaje, y sus mayores descargas se producen entre abril y mayo. Entre octubre y noviembre también se registran gastos pequeños, incrementándose a partir de diciembre hasta febrero en que alcanzan considerables valores.

Este comportamiento de las descargas durante el año, están en concordancia con los fenómenos meteorológicos estudiados en la comprensión de esta zona; como puede observarse por ejemplo con mayor nitidez en las precipitaciones pluviométricas (Tabla No 3.8).

### 3.3.3 Caudal de diseño de la Hidroeléctrica

La tendencia moderna de usufructo de



los recursos hídricos en hidroeléctricas, está orientada a seleccionar caudales de diseño superiores al caudal mínimo registrado en la cuenca a utilizar.

La significación de esto radica en que las quebradas o ríos derivados para uso hidroeléctrico, registran durante casi todo el año un promedio de caudales por encima del caudal de estiaje, que generalmente se presenta durante un mes o dos y en casos como la Quebrada Llunchicate, se presenta sólo en pocos días ya sea en julio (mes de máximo estiaje promedio), o en noviembre.

Seleccionar como caudal de diseño, al caudal de estiaje, significaría desperdiciar el recurso hídrico existente, sobre todo en una zona con mucha escasez de energía y con grandes perspectivas de su utilización.

De este modo, y valiéndonos de la curva de duración de caudales, seleccionamos un caudal de diseño de la Central de 3.091 m<sup>3</sup>/seg., que visto el Hidrograma de registros durante siete años, no se diferenciaría mucho de los caudales mínimos registrados en el mismo tiempo.

Es necesario precisar además, que la estación hidrológica del SENAHHI, que tomó

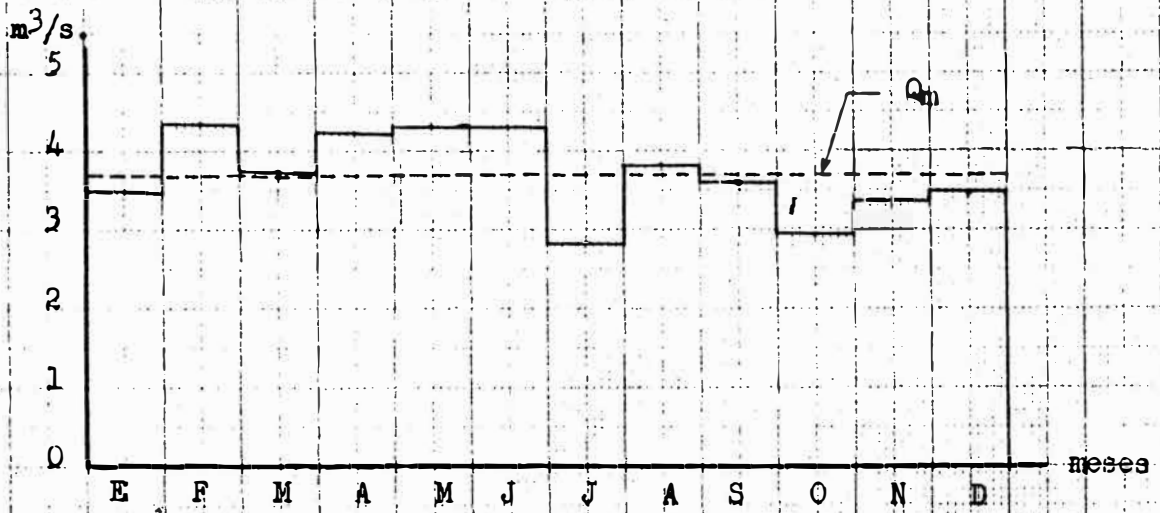
los registros de descarga, se ubica aproximadamente a 3.3 Km aguas abajo de la bocatoma del canal Ventura que usaremos en el Proyecto, esto implica que dicha estación no registró por lo menos 100 lt /seg que discurren por este canal en las épocas de sequía. Esto corrobora con buena probabilidad, tomar un caudal promedio de estiaje de 2.8 m<sup>3</sup>/seg. Entonces el máximo déficit de agua que se presentará durante el tiempo de funcionamiento de Hidroeléctrica a plena carga, será de 0.291 m<sup>3</sup>/seg. que podrá compensarse con un reservorio de regulación diaria o con un grupo electrógeno como analizaremos más adelante cuando se determine la altura de caída.

#### 3.3.4 Análisis químico de las aguas de Llunchicate

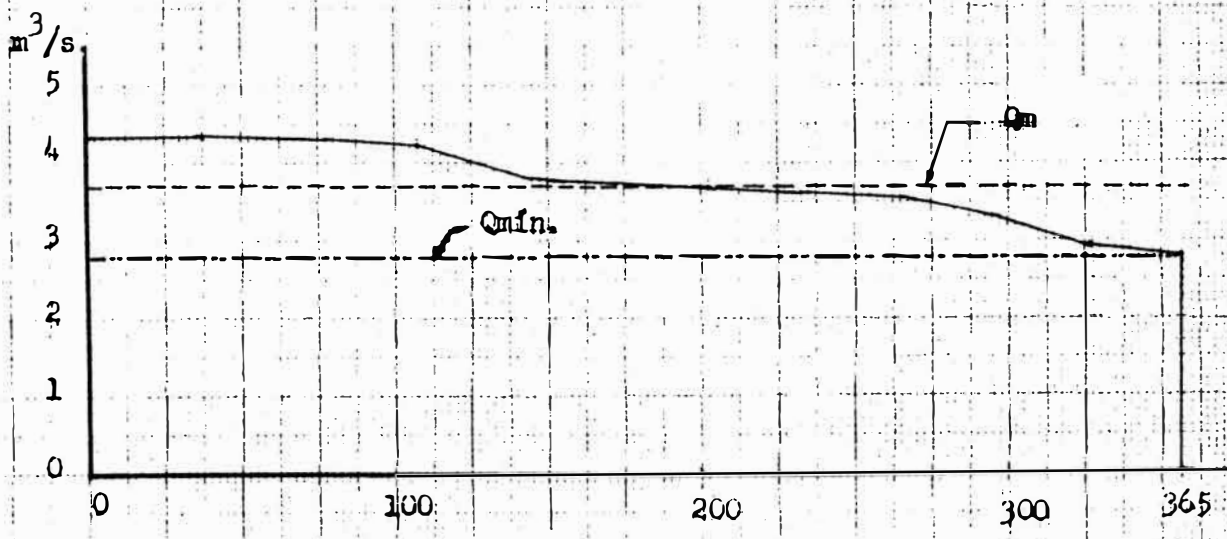
En el estudio de campo del Proyecto Hidroeléctrico, se recogieron muestras de agua de la Quebrada Llunchicate y se ejecutó in situ la medición del pH con el Wide Range pH Test Kit, siendo este igual a 7.5. Los resultados del análisis de laboratorio son:

- Dureza total : 379.25 p.p.m.
- Dureza cálcica : 155.15 p.p.m.
- Dureza magnésica : 224.10 p.p.m.
- Materia orgánica : 2.35 p.p.m.
- Sulfatos : 120 p.p.m.





HIDROGRAMA DE DESCARGAS PROMEDIO



CUEVA DE DURACION GASTOS

FIGURA 3.2

El valor del ph indica que las aguas son ligeramente alcalinas, no habrá problemas de corrosión en la tubería de presión, ni en las partes de las turbinas en contacto con el agua. Es conveniente que la dureza total de las aguas naturales o tratadas no sean superiores a 200 p.p.m., pero las aguas en estudio, la dureza total es excesiva, debido básicamente a la fuerte presencia de carbonatos de magnesio; por su efecto negativo, el problema se corrige colocando en la taza de presión ablandadores como trozos de cuarzo o resinas de intercambio iónico. La concentración de sulfatos en una proporción de 120 p.p.m. no afectará la fraguación del concreto, por lo tanto es factible usar estas aguas en la preparación del concreto para la construcción de la central.

Las aguas son limpias, pues la suspensión de materia orgánica es muy reducida.

### 3.3.5 Avenidas

Los registros efectuados por la Estación Hidrológica No 21502 del SENAMHI, nos muestran caudales importantes de avenida, debido a que sus mediciones se efectuaron sin miras linninmétricas, sino por mediciones instantáneas.

Sin embargo, podemos estimar la máxima avenida tomando en cuenta las marcas de las aguas dejadas en las orillas de la quebrada utilizando la fórmula de Manning. Los cálculos indican un caudal de máxima avenida de  $88\text{m}^3/\text{seg.}$ , que consideramos para un período de retorno de 5 años. En consecuencia las obras hidráulicas de captación se diseñarán para un caudal de avenida de  $88\text{ m}^3/\text{seg.}$

ANEXO IV

4.0.0 ASPECTO SOCIOECONOMICO DEL DISTRITO DE BAGUA GRANDE

4.1.0 GENERALIDADES

El enfoque integral del Proyecto de Electrificación de Bagua Grande, implica también el estudio de sus recursos naturales, económicos, humanos y el análisis de la estructura sectorial y territorial, debiendo considerar en este contexto a Bagua Grande, como un sistema económico y social "abierto", cuya función económica fundamental es de dar las condiciones para la producción en proporciones y cantidades necesarias para un sistema económico de mayor rango (sector, microregión o región) en cuyo proceso, el funcionamiento de la Hidroeléctrica de LLUNCHICATE resulta de vital importancia. Esta situación exige la identificación de unidades Productivas Territoriales (UPI) cuyas estructuras permiten considerarlas como Complejos Productivos Territoriales (CPT) en funcionamiento o formación.

4.2.0 COMPLEJO PRODUCTIVO TERRITORIAL BAGUA GRANDE

El funcionamiento de los elementos que se ubican en la zona de estudio nos permiten afirmar que los distritos de Bagua Grande, Jamalca, y Cajaruro forman un Complejo Productivo Territorial Agropecuario (CPTA), que forma parte de la microregión Jaén-Bagua-San Ignacio, la cual

a su vez conforma la región norte Chiclayo-Piura.

Estas unidades productivas territoriales se complementan jerárquicamente, por lo que, por orden de magnitud haremos un breve enfoque de cada uno para determinar sus características - más importantes.

1) Región Socioeconómica del Norte-Eje Chiclayo-Piura (Lambayeque, Piura, Tumbes, Cajamarca, Amazonas básicamente).- El espacio regional está conformado por la unidad Ciudad-Campo, con una ciudad-eje Chiclayo, en la cual convergen mercantil o administrativamente las diferentes unidades de producción, población o instituciones componentes de la región Norte, por su extensión y estructura productiva, constituye una unidad espacial, relativamente independiente de las otras regiones, aunque sus fronteras socioeconómicas varíen constantemente.

El patrón nacional exportador, que condicionó la estructura productiva del Perú y sus regiones, creó la tendencia de desarrollo agrícola de exportación no diversificada, - conduciendo a un proceso de diferenciación productiva para cada zona. La de la costa se especializa en producción agrícola para la industria. La zona de Jaén y Bagua inicialmente se desarrolló en base a la produc



ción de café, posteriormente en cultivos de algodón y finalmente se introduce el cultivo del arroz con excelentes resultados.

La especialización no es uniforme para las diferentes microregiones que conforman la región, debido a la diferencia de oportunidades de explotación de recursos y a la dependencia directa o indirecta de los centros de decisión foráneas o subregionales.

partiendo del análisis del desarrollo económico, los problemas regionales más actuales son:

- La necesidad de nivelar relativamente el grado de desarrollo de los elementos productivos en cada región socioeconómica del país.
- Elevar el bienestar general de la población de las regiones atrasadas, acelerando la industrialización, redistribuyendo el ingreso nacional en favor de las regiones atrasadas, mejorando sustancialmente la planificación regional y la utilización integral de los recursos naturales y humanos de cada región.

En la actualidad la orientación de la investigación de los problemas regionales ha ingresado a un campo mucho más práctico, tratando de delimitar dentro de cada región a microregiones de desarrollo en base a cuen-

cas hidrográficas, como es el caso de la microregión Jaén-Baqua-San Ignacio.

- 2) Microregión Jaén-Baqua-San Ignacio.- Un estudio reciente efectuado por el Ministerio de Agricultura-región Agraria XV de Cajamarca ha determinado la microregión teniendo en cuenta las siguientes provincias: Jaén, San Ignacio, Baqua con una superficie de 16,556 Km<sup>2</sup>.

La efectividad de la escala socioeconómica tiene en cuenta la integridad de los recursos naturales en uso y potencial, así como, aspectos poblacionales que propician el fortalecimiento de la unidad física, ecológica y demográfica.

La microregión presenta uniformidad geográfica en cuanto a las características ecológicas, fisiográficas y de suelos, por disponer de ecosistemas muy parecidos, que faciliten su explotación y unidad. Los recursos naturales tiene características homogéneas para su utilización.

Existen condiciones que posibilitan la organización de la producción y el sistema vial permite la integración al sistema nacional. La ejecución de obras puede fortalecer más la unidad física, ecológica, demográfica y productiva.

- a) Aspecto Productivo.- La microregión den-

tro de la región Norte posee un gran potencial de recursos y un lugar importantísimo dentro de la división del trabajo. El sector predominante en la estructura productiva es la agricultura, a la cual contribuyen los recursos naturales, climáticos, la especialización de la población económicamente activa, y su ubicación estratégica en la parte nororiental que facilitan al proceso de circulación tanto de los productos producidos, como de los productos de consumo de importación de otras unidades productivas.

El cultivo de mayor importancia es el arroz, le sigue el café, el maíz y la soya. La zona produce otros productos agrícolas como el frejol, cacao, etc.

La producción ganadera está orientada al consumo interno y fundamentalmente al comercio en el mercado de la costa. La producción en general ha tenido una evolución de carácter espontáneo, lo cual se manifiesta en los problemas de tipo estructural, desarrollo tecnológico, utilización de los recursos en forma irracional y con agudos problemas energéticos.

b) Aspecto Energético.- En la microregión - el problema energético tiene mucha inci-

dencia en el desarrollo económico y social, dependiendo en gran medida de él - su ritmo de desarrollo. El tipo de energía empleada en la zona es la energía eléctrica, la cual se utiliza para el consumo doméstico fundamentalmente y en reducido porcentaje en la industria, debido a la falta de producción en la proporción adecuada.

La estructura de la producción de energía eléctrica de la zona se caracteriza por su total generación en centrales térmicas. En toda la microregión no existe centrales hidroeléctricas.

Existen Grupos Térmicos en Jaén, Bagua y Bellavista administrados por Electro-Pe-rú y otros 6 grupos térmicos en diferentes distritos administrados por sus municipalidades.

Estudios efectuados sobre la microregión han determinado que para el consumo rural por familia se necesita 0.5 KW, por familia urbana 0.9 KW. Si en la zona existen alrededor de 69,566 familias rurales y 19,468 familias urbanas, entonces la demanda global de la microregión asciende a 52,304 KW.

En la microregión sólo se cubre el 10% de la demanda del consumo doméstico, ex-

istiendo por lo tanto un déficit de 90%, sin considerar la demanda industrial.

Como hemos indicado, existe la posibilidad de instalar centrales hidroeléctricas como objetivos secundarios de los proyectos de irrigación de Shumba y Manunchal.

- 3) Complejo Productivo Territorial Agropecuario Bagua Grande.- Por su posición geopolítica estratégica, Bagua Grande mantiene un radio de influencia dentro del cual se encuentran los distritos de Jamalca, Cajaruro, Yamón, Lonya Grande y Cumba. Esta incidencia tiene perspectivas de acentuarse con la ejecución de infraestructura, especialmente de transportes.

El rol que juega Bagua Grande frente a otros distritos no es casual, sino que está condicionado por los recursos naturales, sus características geográficas y el desarrollo de sus fuerzas productivas. Por tal motivo consideramos a Bagua Grande como un Complejo Agrario definido.

El distrito de Bagua Grande tiene una superficie de 841.78 Km<sup>2</sup>, teniendo en cuenta el territorio del complejo agrario, Bagua Grande sobrepasa los 1,908 Km<sup>2</sup>. Su fisiografía está determinada por paisaje aluvial con llanuras de inundación y llanuras de sedi--

mentación y paisaje colinoso.

Su hidrografía está caracterizada por la cuenca hidrográfica del río Harañón y fundamentalmente por la cuenca del río Utcubamba y sus afluentes en esta zona, como Quebrada Honda, Quebrada Hunya, Quebrada de San Antonio, Quebrada de Goncha, Quebrada de la Bocana, Quebrada Llunchicate, etc.

Las condiciones climatológicas de la zona no presentan cambios marcados entre las cuatro estaciones; la temperatura promedio es de 26°C de acuerdo a los datos del SENAMHI, Las precipitaciones varían entre 564 y 758,4 mm. los meses de mayor precipitación pluvial son mayo y diciembre, con 643 y 758.4 respectivamente.

Las formaciones ecológicas están representadas por bosque seco remontano transicional al bosque muy seco tropical. Climatológicamente la zona en estudio se encuentra en un ambiente netamente tropical semi-árido, variando al sub-húmedo.

Las características que presenta el suelo - del complejo Bagua Grande, ofrecen condiciones favorables para el desarrollo de la producción agrícola, determinando que para el caso de Bagua Grande la estructura del uso de la tierra es como se muestra en el siguiente:

ESTRUCTURA DEL USO DE LA TIERRA DE BA

GUA GRANDE

Cultivo bajo riego	4600
Cultivo al secoano	6000
Pastos de cultivo	1800
Pastos naturales	21200
Forestales	9500
Tierras erizas	5800
Area rocosa	1900
Total	50800

Fuente: Oficina Agraria Bagua Grande.  
Z.A. Amazonas.

La población general del Complejo Agrario - Bagua Grande asciende de acuerdo al cálculos preliminares del censo de 1981 a 47,200 habitantes, correspondiendo a Bagua Grande 29,069 habitantes, con una tasa de crecimiento medio de 4.23% entre 1972 y 1981. La población urbana del distrito representa el 32.36%. Tomando como referencia datos del censo de 1972 para toda la provincia, se ha calculado que la población económicamente activa (PEA) del Complejo en 1981 está conformada por el 30% de la población. En el complejo productivo el sector de especialización lo constituye el sector agrario, cuyos productos principales son el arroz, café, soya, maíz, etc. El área tradicional de cultivo de arroz es de 6900 Has. En segundo lugar por su importancia económica se encuentra la producción de café, con un área tradicional de cultivo de 1500 Has. El

cultivo de la soya muestra gran auge debido al déficit de aceite comestible a nivel nacional. Así por ejemplo entre 1979 a 1980 se programó el cultivo de 500 Has. que al parecer fue sobrepasado grandemente debido a los incentivos y apoyo que ha prestado el Ministerio de Agricultura. El maíz amarillo con un área de cultivo promedio de 5500 Has., ha elevado su producción gracias a la introducción de híbridos.

Los datos del cuadro siguiente, muestran el balance de producción y consumo de los productos del sector para la campaña 1979-1980

BALANCE DE LA PRODUCCION Y CONSUMO DEL  
COMPLEJO TERRITORIAL BAGUA GRANDE- CAM  
PAÑA 1979-1980 (En TM)

Rubro	Arroz	Café	Soya	Maíz a marillo
Producción	28800	1050	1000*	17600
Consumo Total				
-Autoconsumo	576	--	--	880
-Consumo micro- regional	5760	--	--	2640
Exportación**	22464	1039.5	110	14080

Fuente: Oficina Agraria Bagua Grande

\* Aproximado

\*\*Exportación fuera de la microre-  
gión

El balance que existe es de un saldo positivo después del consumo interno del Complejo Bagua Grande. Dicho saldo se comercializa en el mercado de la microregión, de la región norte y en el caso del arroz y del café



en el mercado nacional y extranjero, lo cual da a la producción especializada una alta tasa de rentabilidad. Para 1981 (agosto) se calculó una rentabilidad anual de 127.3%.

Dentro de la producción especializada se destaca la ganadería, que tiene como especie principal a la bovina, que alcanza una población de 15,000 cabezas y su régimen de crianza es extensiva y está orientada a la producción de carne. Este sector de producción data de muchos años atrás y existe una rica experiencia productiva característica para la zona.

La producción auxiliar o complementaria que hace posible y condiciona a la producción especializada, está representada por el cultivo de menestras en una área superior a las 220 Has., en rotación con el arroz.

También se cultiva yucas, camotes, hortalizas en un total de 1500 Has. Además se cultiva tabaco en más de 50 Has.

Como se puede notar el funcionamiento de la economía agraria del Complejo Territorial Baqua Grande tiene un comportamiento dinámico y juega un rol importante dentro de la producción agrícola nacional.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.0 CENTRALES HIDROELECTRICAS  
Autor : Gaudencio Zopetti  
Editorial Gustavo Gili S.A.
- 2.0 GUIA PARA LA ELABORACION DE PROYECTOS DE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS DESTINADAS A LA ELECTRIFICACION RURAL DEL PERU.  
Autor : Ing. Tsuguo Nozaki  
Edición : 1980 - Mem.
- 3.0 ENERGIA HIDROELECTRICA  
Autor : A. Viejo - J. Zubiracai  
Editorial : LIMUSA
- 4.0 MOTORES HIDRAULICOS  
Autor : Ing. L. Quantz  
Editorial : Gustavo Gili S.A.
- 5.0 CENTRALES ELECTRICAS  
(DOS TOMOS)  
Autor : G. Castelfranchi  
Edición : 1982 - UNI
- 6.0 OBRAS HIDRAULICAS  
Autor: Ing. H Torres  
Editorial : LIMUSA
- 7.0 CENTRALES Y REDES ELECTRICAS  
Autor : Dr. Ing. H. Happoldt  
Editorial : LABOR S.A.
- 8.0 MANUAL "STANDARD" DEL INGENIERO ELECTRICISTA  
Autor : Varios, dirigidos por : Roy Archer e. Knowlton  
Editorial : LABOR S.A.

## RELACION DE PLANOS

- Plano No 01-PG-01 : Ubicación geográfica del Proyecto
- Plano No 02-PG-02 : Geológico
- Plano No 0C-01-PG-03 : Canal Aductor
- Plano No 0C-02-PG-04 : Levantamiento topográfico de Bocatoma
- Plano No 0C-03-PG-05 : Bocatoma: Planta y Cortes
- Plano No 0C-04-PG-06 : Perfil del Canal Aductor
- Plano No 0C-05-PG-07 : Secciones del Canal Aductor
- Plano No 0C-06-PG-08 : Rejilla de Protección de la Tubería Forzada
- Plano No 0C-07-PG-09 : Cámara de Carga
- Plano No 0C-08-PG-10 : Compuertas
- Plano No 0C-09-PG-11 : Tubería Forzada y Canal de Descarga-Planta
- Plano No 0C-10-PG-12 : Tubería Forzada y Canal de Descarga-Perfil
- Plano No 0C-11-PG-13 : Detalle de Apoyos y Anclaje
- Plano No 0C-12-PG-14 : Casa de Fuerza-Planta y Elevación
- Plano No 0C-13-PG-15 : Casa de Fuerza-Cimentación
- Plano No 0C-14-PG-16 : Casa de Fuerza-Estructuras
- Plano No 0C-15-PG-17 : Casa de Fuerza-Estructuras -Techo
- Plano No 0E-01-PG-18 : Casa de Fuerza-Distribución
- Plano No 0E-02-PG-19 : Casa de Fuerza-Instalaciones Eléctricas y Sanitarias
- Plano No 0E-03-PG-20 : Esquema de Principio