

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**TOMO I**

**TITULO:**

**ESTUDIO DEFINITIVO MINICENTRAL  
HIDRO ELECTRICA SHITARIYACU  
PACHIZA - HUICUNGO**

**TESIS PARA OPTAR  
EL TITULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO CIVIL**

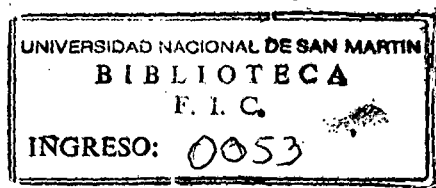
**PRESENTADO POR:**

**JUAN JOSÉ SEGUNDO FLORES FLORES**

**TARAPOTO - PERU**

**1999**

# 0053



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

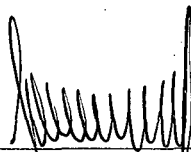
ESTUDIO DEFINITIVO MINI CENTRAL HIDROELECTRICA SHITARIYACU

PACHIZA - HUICUNGO

TESIS

TOMO N°01

PRESENTADA Y SUSTENTADA ANTE EL HONORABLE JURADO:



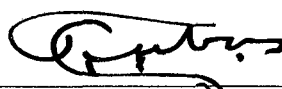
---

Ing. Daniel Díaz Pérez  
PRESIDENTE



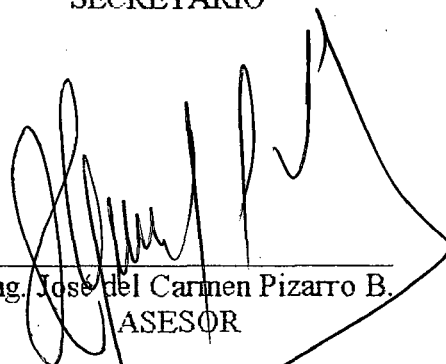
---

Ing. Santiago Chávez Cachay  
SECRETARIO



---

Ing. Federico Cubas Quiroz  
VOCAL



---

Ing. José del Carmen Pizarro B.  
ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 TARAPOTO

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS PARA OPTAR  
 EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

En la ciudad de Tarapoto, salones de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de San Martín, siendo las 11:45 A.M. horas del día 21 del mes de AGOSTO de 1999 se reunieron los miembros del Jurado de Sustentación de Tesis :

Ing. DANIEL DIAZ PEREZ ..... como Presidente,  
Ing. SANTIAGO CHAVEZ COCHAY ..... como Secretario,  
Ing. FEDERICO CUBAS QUIROZ ..... como Vocal, e  
JOSE DEZ CARMEN PIZARRO ANDIERSO ..... como Asesor(es),

con el objeto de escuchar la sustentación y calificar la Tesis titulada:  
ESTUDIO DEFINITIVO MINI CENTRAL HIDROELECTRICA SHITAROYA CU  
PICHIZA - HUICHUNGO

desarrollado por el(los) Bachiller(es) en Ciencias de Ingeniería Civil, señor (es) :

JUAN JOSE SEGUNDO FLORES FLORES

con el fin de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil y dando cumplimiento a lo dispuesto por la Resolución Decanal N° 064-99-UHSM/FIC de fecha 04-08-99 de la Facultad de Ingeniería Civil, de la Universidad Nacional de San Martín.

Escuchada la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas, se acordó APROBARLA y calificarla con la nota de 16 (DIECISEIS).

En fe de lo cual se firmó la presente Acta, siendo las 1:30 P.M. horas del mismo día, dando por terminado el acto de sustentación.

[Firma]  
 PRESIDENTE

[Firma]  
 SECRETARIO

[Firma]  
 VOCAL

[Firma]  
 ASESOR

CO-ASESOR

El Secretario Académico de la Facultad de Ingeniería Civil que suscribe, CERTIFICA la realización del acto de sustentación

A mis Padres Juan José y Eloisa  
y a mis hermanos por el apoyo  
brindado durante mi carrera  
profesional.

A mi compañera eterna, mi amada  
esposa María Mercedes, por su  
constante apoyo por lograr la  
Titulación correspondiente.

## AGRADECIMIENTO

- Al Ing. José Del Carmen Pizarro Baldera, por su gran apoyo como asesor, que sin su aporte no hubiese sido posible la ejecución de este proyecto.
- Al PEAH con su Director Ejecutivo Ing. Efraín Cáceres Palomino por su valioso apoyo brindado para la ejecución de este proyecto de tesis.
- Al Ing. Jorge Saavedra Ramírez Jefe Zonal Mcal Cáceres del PEAH por las facilidades brindadas en el ámbito de influencia del proyecto.
- Al Ing. Edwin Gonzales Martel Supervisor de Proyectos Hídricos y Energéticos del PEAH por su valiosa colaboración durante la ejecución del proyecto.

## PRESENTACIÓN.

Señores Miembros del Jurado:

En cumplimiento con lo dispuesto por el Reglamento de Grados y Títulos de nuestra **Universidad Nacional de San Martín** presento este trabajo titulado **Estudio Definitivo de la Mini Central Hidroeléctrica Shitariyacu** habiendo sido estudiado ampliamente con el propósito de obtener el Título Profesional de **INGENIERO CIVIL**. Este trabajo ha sido desarrollado por el Bachiller en Ciencias de Ingeniería Civil **Juan José Segundo Flores Flores**; esperando de Ustedes Señores Miembros del Jurado Examinador, las observaciones y críticas necesarias a este primer esfuerzo profesional.

Tarapoto, Mayo de 1,999

---

JUAN JOSE SEGUNDO FLORES FLORES

## PREFACIO

La situación geográfica privilegiada del Perú hace que la energía hidráulica represente sin duda la mayor fuente de energía del país, pese a que hasta la fecha sólo se utiliza una parte muy pequeña del potencial aprovechable y sólo alrededor del 44% de la población cuenta con servicio eléctrico.

De los 58000 MW calculados como económicamente aprovechable en todo el país, sólo 2250 MW son objeto de actual utilización (1). Cabe destacar que La producción de energía eléctrica a través de energía hidráulica resulta más barata en comparación con la energía producida por centrales térmicas u otras fuentes.

El desarrollo de nuestros pueblos está ligado en gran parte con la energía eléctrica en forma constante y permanente, debido a esto se hace una necesidad la construcción de centrales hidroeléctricas, que son las únicas que nos brindarán una energía asegurada las 24 horas del día.

Sabemos además que en este rubro las regiones de Costa y Sierra son las más beneficiadas con grandes obras, que hacen a la energía más económica, tanto para el uso doméstico como industrial.

La región San Martín no se encuentra del todo ajena a esta realidad, ya que en la actualidad existen proyectos ejecutados y por ejecutarse que disminuirán beneficiosamente el costo de la energía.



La provincia de Mariscal Cáceres, en especial los distritos de Pachiza y Huicungo, al contar con ríos de un alto potencial hidroenergético que hasta la fecha no han sido aprovechados, tienen marcado interés en formar parte de la interconexión mediante la construcción de la Minicentral hidroeléctrica Shitariyacu que fomentará la industria y por consiguiente la salida del atraso que viene atravesando estas localidades.

1. Fuente: Sistema dipeo para la electrificación rural, libro D, volumen I, Tomo I, Pág. 4.

# CAPITULO I

<b>DESCRIPCIÓN BÁSICA DE LA ZONA DEL PROYECTO</b>	<b>Pag.</b>
1.1 <u>GENERALIDADES:</u>	19
1.1.1 INTRODUCCIÓN	19
1.1.2 ANTECEDENTES	21
1.1.3 OBJETIVOS	21
1.1.4 UBICACIÓN	22
1.1.5 ACCESO Y VIAS DE COMUNICACIÓN	23
1.1.6 AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	24
1.1.7 CLIMATOLOGIA Y ECOLOGIA	24
1.1.7.1 CLIMATOLOGÍA	24
1.1.7.2 ECOLOGÍA	25
1.1.8 ENTORNO SOCIO-ECONOMICO	26
1.1.8.1 POBLACIÓN	27
1.1.8.2 ECONOMÍA	32
1.1.8.3 SALUD	33
1.1.8.4 EDUCACIÓN	35
1.1.8.5 TURISMO	35
1.1.8.6 RECURSOS CULTURALES	35
1.1.8.6.1 ARQUEOLOGÍA	35

1.2	<u>INFORMACIÓN BÁSICA:</u>	37
1.2.1	ENTORNO FÍSICO	37
1.2.1.1	GEOLOGÍA	37
1.2.1.2	GEOMORFOLOGÍA Y RELIEVE	42
1.2.1.2.1	GEOMORFOLOGÍA	42
1.2.1.2.2	RELIEVE	45
1.2.2	HIDROLOGÍA	49
1.2.3	SUELOS	49
1.3	<u>ESQUEMA DE APROVECHAMIENTO:</u>	50

## CAPITULO II

### ESTUDIO DE MERCADO ENERGETICO.

2.1	<u>ÁREA DE INFLUENCIA</u>	53
2.2	<u>ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA INSTALADA</u>	54
2.2.1	USOS DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	54
2.2.2	PRONOSTICO DE LA POBLACION FUTURA	54
2.2.3	MAXIMA DEMANDA DE ENERGIA	57

#### METODO PROPUESTO POR LA MONENCO

a)	PRONÓSTICO DE CONSUMO DOMÉSTICO Y ALUMBRADO PÚBLICO	57
b)	PRONÓSTICO DE CONSUMO COMERCIAL	61

c) PRONÓSTICO DE CONSUMO INDUSTRIAL	63
d) DEMANDA PARA CARGAS ESPECIALES	63
e) PRONÓSTICO DEL CONSUMO NETO TOTAL	63
f) PRONÓSTICO DE CONSUMO BRUTO TOTAL	63
g) PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE POTENCIA	64
h) RESULTADO DE ANÁLISIS ( CUADROS N°12 )	65

### CAPITULO III

#### ESTUDIOS BASICOS

3 . 1 <u>ESTUDIO GEOLÓGICO</u>	75
3.1.1 INTRODUCCIÓN	75
3.1.2 INVESTIGACIONES REALIZADAS	75
3.1.2.1 INVESTIGACIONES DE CAMPO	75
3.1.2.2 ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS	76
3.1.3 PROCESO DE GEODINAMICA EXTERNA	78
3.1.4 CONDICIONES GEOLOGICAS Y GEOTECNICAS	
PARTICULARES DE LOS LUGARES PREVISTOS	
PARA EL EMPLAZAMIENTO DE LAS OBRAS	79
TOMA	79
DESARENADOR Y OBRAS CONEXAS	81
CANAL DE ADUCCIÓN	82
CÁMARA CARGA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS	89
TUBERÍA DE PRESIÓN	91

CASA DE MÁQUINAS	94
3.2 <u>ESTUDIO HIDROLÓGICO</u>	97
INTRODUCCIÓN	97
OBJETIVO	97
CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA	98
INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA DISPONIBLE	98
ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	100
DESCRIPCIÓN DEL MODELO GENERACIÓN DE SERIES	104
CAUDALES DE AVENIDAS	113

## CAPITULO IV

### DISEÑOS HIDRAULICOS Y ESTRUCTURALES

4.1 <u>SISTEMA DE CAPTACIÓN</u>	129
RESUMEN DE CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN Y	
UBICACIÓN DE CAPTACIONES	130
4.1.1 CAPTACIÓN SIN PRESA	132
4.1.2 CAPTACIONES CON PRESAS FIJAS	132
4.1.3 CAPTACIONES CON PRESAS MOVILES	136
4.1.4 CAPTACIONES DE FONDO ( PRESA TIROLESA )	137
4.1.5 PARTES DE UNA BOCATOMA	138
4.1.6 CRITERIOS DE DISEÑO PARA LAS PARTES DE UNA	

BOCATOMA	142
4.1.6.1 UMBRAL DE ENTRADA	142
4.1.6.2 VENTANA DE CAPTACIÓN	142
4.1.6.3 VELOCIDAD DE INGRESO	144
4.1.6.4 COMPUERTA DE LIMPIA	144
4.1.6.5 PANTALLA O MANDIL SUMERGIDO	144
4.1.7 DISEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN	145
4.1.7.1 CÁLCULO DE TIRANTES DE AGUA EN AVENIDAS	145
4.1.7.2 DISEÑO DEL BARRAJE FIJO	146
4.1.8 CÁLCULO DE ESTABILIDAD AL DESLIZAMIENTO DEL AZUD	164
4.1.9 CÁLCULO DE ESTABILIDAD AL VOLTEO	167
4.1.10 DISEÑO DE LA TOMA	168
4.1.10.1 DISEÑO DEL VERTEDOR O UMBRAL DE ENTRADA	168
4.1.10.2 COMPUERTA LIMPIA DEL DESRIP.	171
4.1.10.3 DISEÑO DE MUROS DE CAPTACIÓN	171
4.1.10.4 DISEÑO DEL ESPESOR DEL PISO	179
4.1.10.5 DISEÑO DE LA LOSA DE INSPECCIÓN	180
4.1.10.6 CÁLCULO DE TRASLAPES Y ANCLAJES	182
4.2 <u>DISEÑO DE LAS OBRAS DE CONDUCCIÓN</u>	185

4.2.1	DISEÑO HIDRÁULICO DE CANALES	187
4.2.2	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL CANAL	188
4.3	<u>DISEÑO DEL DESARENADOR</u>	189
4.3.1	ANCHO Y LONGITUD	190
4.3.2	DISEÑO HIDRÁULICO	192
4.3.3	DISEÑO ESTRUCTURAL	196
4.3.3.1	DISEÑO DE MUROS	196
4.3.3.2	DISEÑO DE LOSAS	199
4.4	<u>DISEÑO DE LA CÁMARA DE CARGA</u>	200
4.4.1	DISEÑO HIDRÁULICO	201
4.5	<u>ESTRUCTURAS DE ESTABILIZACIÓN</u>	208
4.5.1	DISEÑO DE LOS ANCLAJES	208
4.5.2	DISEÑO DE APOYOS	263
4.6	<u>DISEÑO DE LA CASA DE MÁQUINAS</u>	283
4.7	<u>DISEÑO DEL CANAL DE FUGA</u>	295
4.8	<u>DISEÑO DEL EQUIPO ELECTROMECAÁNICO</u>	295
4.8.1	CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CARGA	295

4.8.2	SELECCIÓN DEL TIPO DE TURBINA	298
4.9	<u>TUBERÍA FORZADA</u>	301
4.9.1	CRITERIOS DE DISEÑO	301
4.9.2	DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO ECONÓMICO	302
4.9.3	DISEÑO DE LA TUBERÍA FORZADA	305
4.10	<u>OBRAS DE ARTE</u>	312
4.10.1	PONTÓN	312
4.10.2	ACUEDUCTO	317

## CAPITULO V

	COSTOS Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO	326
5.1	<u>PRESUPUESTO DE OBRAS CIVILES</u>	327



## CAPITULO VI

PROGRAMACIÓN DE OBRAS	386
-----------------------	-----

## CAPITULO VII

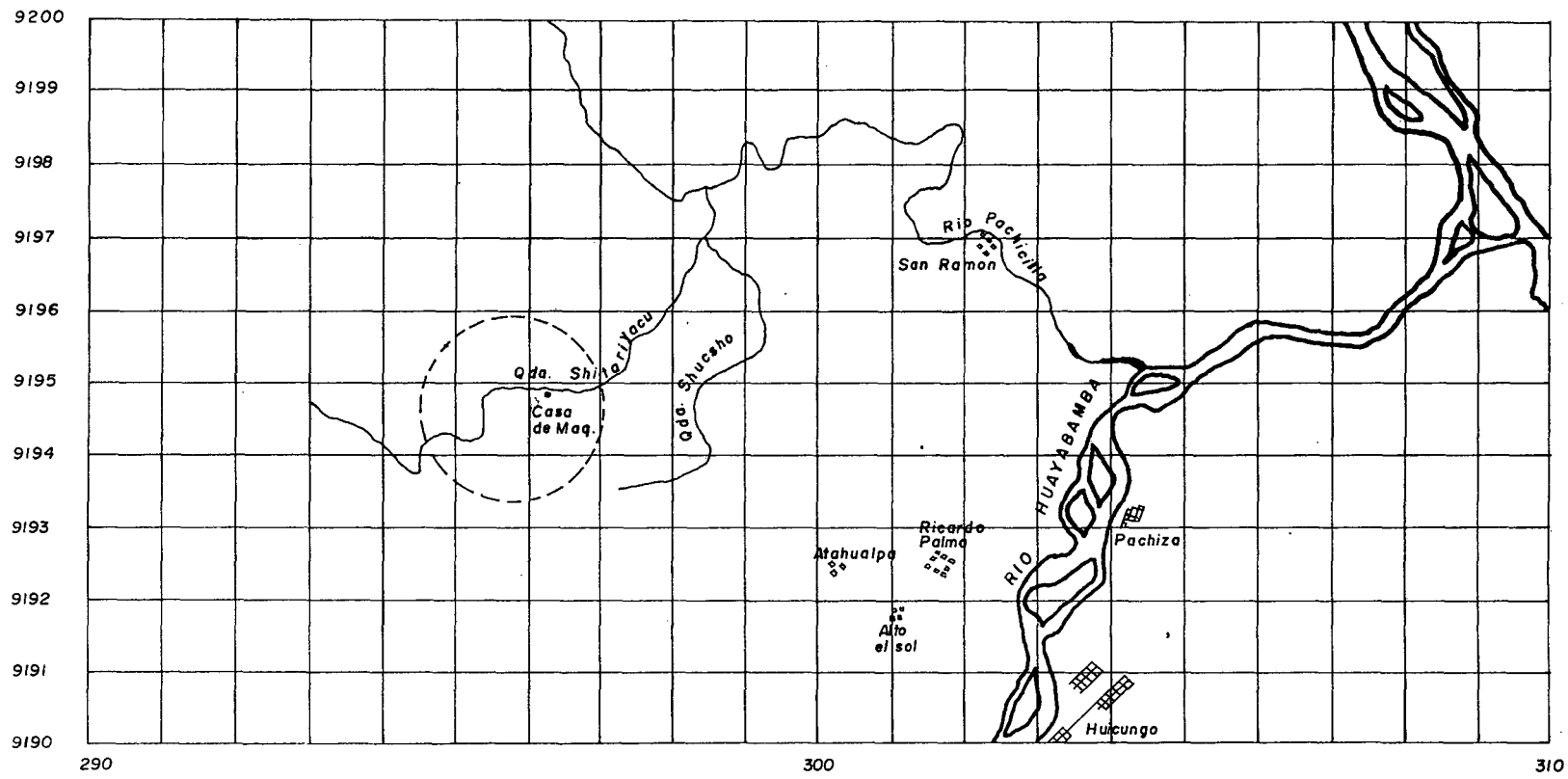
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	389
7.1 <u>CONCLUSIONES</u>	389
7.2 <u>RECOMENDACIONES</u>	392

## CAPITULO VIII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	394
ANEXOS	397



000018



**UBICACION DE LA CUENCA DE LA QDA. SHITARIYACU**

ESC. 1:100,000

FUENTE: CARTA NACIONAL : I.G.P.

# CAPÍTULO I

## DESCRIPCIÓN BÁSICA DE LA ZONA DEL PROYECTO

### 1.1 GENERALIDADES.

#### 1.1.1 INTRODUCCIÓN.

Un proyecto de electrificación debe estar inserto dentro de una política integral de energía para poder responder a los objetivos de contribuir al desarrollo rural de nuestro país.

El presente proyecto pretende contribuir a desarrollar la hidroenergía en la zona Nor Oriental del país, Región San Martín, Provincia de Mariscal Cáceres, Distritos de Pachiza y Huicungo. Este proyecto hidroenergético denominado MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA SHITARIYACU pretende solucionar la urgente necesidad de energía en la zona para poder desarrollar las pequeñas y medianas industrias, el potencial Agropecuario y Forestal, y sacar del atraso económico y cultural que atraviesan estas localidades, golpeadas duramente por problemas sociales como el narcotráfico y la subversión. De lograr estos objetivos estaremos contribuyendo a elevar el nivel de vida del poblador de nuestra Región.

Este proyecto de investigación beneficiará a los Distritos de Pachiza y Huicungo, así como también a los Centros Poblados Menores de San

Ramón, Ricardo Palma, Alto el Sol y Atahualpa (sin energía eléctrica hasta la fecha).

Dentro de las principales características técnicas del proyecto podemos mencionar lo siguiente:

Capacidad de generación de energía :	426 KW
Salto Neto de Caida :	129.96 mts.
Costo de la obra :	S/. 3'470,387.86
Longitud de Canal :	1,500 mts.
Longitud de Tubería de Presión :	438 mts.
Turbinas Pelton :	02 unidades
Caudal de diseño :	0.45m <sup>3</sup> /s.

El esquema hidráulico que presenta este estudio comprende:

Captación.

Desarenador

Canal Aductor.

Cámara de Carga.

Tubería de Presión.

Casa de Máquinas

### 1.1.2 ANTECEDENTES.

Anteriormente existía un estudio similar de aprovechamiento de las aguas del río Shitariyacu para la construcción de una Minicentral Hidroeléctrica bajo la responsabilidad de Electroperú S.A por los años de 1987, quienes no pudieron ejecutar la obra por problemas sociales.

De las localidades beneficiadas con la Minicentral Hidroeléctrica (Pachiza, Huicungo, San Ramón, Ricardo Palma, Alto el Sol, Atahualpa) sólo las localidades de Pachiza y Huicungo son los únicos pueblos que cuentan con servicio eléctrico muy deficiente, debido a que cada uno con su central térmica con que cuentan experimentan un alto grado de deterioro, los demás centros poblados a ser beneficiados nunca contaron con energía eléctrica.

De todo ello podemos afirmar que al hacerse realidad este anhelado proyecto hidroenergético habremos logrado mejorar el nivel de vida de los pobladores asentados en el ámbito de influencia del Proyecto.

### 1.1.3 OBJETIVOS.

Elaborar un proyecto técnico para la construcción de una Minicentral Hidroeléctrica aprovechando los recursos hídricos de la quebrada Shitariyacu mediante la transformación del potencial de grandes caídas de agua en energía eléctrica.

Contribuir a elevar el nivel de vida de la zona rural de la Región San Martín, Provincia de Mariscal Cáceres, Distrito de Pachiza y Huicungo mediante la generación de energía durante las 24 horas del día.

#### 1.1.4 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

La Minicentral Hidroeléctrica de Shitariyacu, se encuentra ubicada en la margen derecha del río Pachicilla, el cual es afluente del río Huayabamba entre las cotas 423.50 m.s.n.m y 900 m.s.n.m en la cabecera de la cuenca.

El proyecto se encuentra ubicado en los Distritos de Pachiza y Huicungo de la Provincia de Mariscal Cáceres en la Región San Martín.

- a) La ubicación geográfica de los centros poblados beneficiados es la siguiente:

<u>Localidad</u>	<u>coordenadas UTM</u>
Pachiza	18M305400E 9193150N
Huicungo	18M304100E 9191240N
San Ramón	18M302200E 9196800N
Alto el Sol	18M302095E 9192800N





Otra vía de acceso es la siguiente:

DE	A	VÍA	TIEMPO
Lima	Tingo María	Terrestre	12 horas
Tingo María	Pachiza	Terrestre	12 horas
Pachiza	Ricardo Palma	Fluvial	15 minutos
Ricardo Palma	Casa de máquinas	Terrestre	30 minutos
	TOTAL	:	24 horas 45min.

#### 1.1.6 ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Se considera que el área de la cuenca del río Shitariyacu es de 14 km<sup>2</sup> con una altitud máxima de 900 m.s.n.m, que representa aproximadamente un 5% de la cuenca del río Pachicilla.

El área de influencia del proyecto está limitada por los ríos Pachicilla y Huayabamba, comprendiendo también las localidades de Pachiza, Huicungo, Ricardo Palma, Alto el Sol y San Ramón principalmente.

#### 1.1.7 CLIMATOLOGÍA Y ECOLOGÍA

##### 1.1.7.1 CLIMATOLOGÍA

Se ha tenido en consideración, la información de las estaciones climatológicas de Pachiza y Juanjuí. Del análisis de los datos climáticos se ha establecido que a la zona del Proyecto le corresponde un clima ligero a moderadamente húmedo y cálido,

con pequeñas deficiencias de agua durante el año y con concentración térmica normal en el verano.

El promedio de la precipitación pluvial total anual correspondiente a Pachiza es de 1807.2mm y la correspondiente a Juanjuí es de 1,436.1mm, asumiéndose este rango de variación para la zona de influencia del proyecto. La época lluviosa se inicia generalmente en octubre y se prolonga hasta abril inclusive, existiendo un periodo de menores precipitaciones que abarca desde mayo a setiembre, siendo febrero y marzo los meses de mayor precipitación.

La temperatura media mensual de Juanjuí es de 25.6°C y la de Pachiza de 25.2°C, estimándose que la temperatura promedio anual fluctúa entre 24°C y 26°C.

La información pluviométrica, así como la inferencia de datos, permite afirmar que las condiciones de pluviosidad de este tipo climático sean equilibradas con respecto al potencial de necesidad o requerimiento de agua.

#### 1.1.7.2 ECOLOGÍA

Basados en la clasificación de L.R. Holdridge para el sistema de clasificación de zonas de vida Ecológica, en base a la relación de parámetros climáticos; temperatura, precipitación y humedad ambiental, se ha identificado para la zona donde se ubica el

proyecto la zona de vida transicional, bosque seco tropical transicional a bosque húmedo – premontano tropical.

Los rasgos físicos característicos son la presencia de valles angostos y las laderas, ubicados principalmente en los sectores adyacentes a las estribaciones de las cordilleras, a continuación del bosque seco tropical.

De acuerdo a Thornthwaite, le corresponde un clima ligero a moderadamente húmedo y cálido, con casi nula deficiencia de agua durante todo el año y con una concentración térmica normal durante el año.

Acorde a las formas terrestres mayores y a su ubicación en el medio ambiente físico, el ecosistema característico de la zona es el “ecosistema de colinas”, que comprende áreas de colinas altas, distribuidas indistintamente en toda el área del Proyecto. La precipitación es más abundante que en las cotas menores, estimándose un promedio de 1929.7 mm. de promedio total anual, con un régimen de lluvias correspondiente al anteriormente descrito. La biotemperatura media anual se estima alrededor de 24°C.

#### 1.1.8 ENTORNO SOCIO – ECONÓMICO

El área comprendida desde el **Divortium Aquarum** de la microcuenca Shitariyacu hasta la ubicación de las estructuras que

conforman la Minicentral tiene como principal característica su ubicación en un bosque primario con un alto potencial forestal y de fauna, donde destacan especies maderables como: caoba, tornillo, estoraque, etc.

Por las características de la obra a realizar y por la condición natural de su fisiografía, esta área bajo su capacidad de uso, corresponde a una zona de protección.

El diagnóstico socio - económico ha sido dirigido a las principales comunidades beneficiadas, con la finalidad de conocer sus principales problemas y potencialidades.

#### 1.1.8.1 POBLACIÓN

La población de Pachiza, Huicungo y demás caseríos a beneficiarse presentan altas tasas de crecimiento y densidad poblacional, lo cual refleja una dinámica positiva. Pero se puede apreciar que existe cierta tendencia a la estabilización y estancamiento de la población debido a la tala acelerada de bosques en las alturas, lo que viene ocasionando fuerte erosión de los suelos, disminución del caudal de las quebradas y grave riesgo de empobrecimiento de los agricultores.

Los cuadros N° 01 y 02 nos detallan mayor referencia a cerca de las características de la población y sus necesidades.

## POBLACION DE LA ZONA DEL PROYECTO

### CUADRO N° 01

LOCALIDAD Y/O CASERIO	N° HABIT.	SEXO EN %		P.E.A (>15 AÑOS)	POR OCUPACIÓN		SEGÚN ACTIVIDADES		
		MASC.	FEM.		OCUPAD.	DESOC.	EXTRACC.	TRANSF.	SERV.
Pachiza	1647	47.9	52.1	491	98.6	1.42	68.6	2.6	28.8
Alto El Sol (*)	580	52.6	47.4	196	96.2	3.8			
Atahualpa (*)	163	54.3	45.7	80	92.6	1.4			
San Ramón (*)	750	80.0	40.0	212	96.7	3.3			
Ricardo Palma (*)	230	56.4	43.6	102	96.9	3.1			
Huicungo	4236	55.5	44.5	1665	98.6	1.4	71.0	3.8	25.2
<b>TOTAL</b>	<b>7606</b>								

FUENTE: INEI CENSO 1993

870000

## POTENCIAL AGROPECUARIO

### CUADRO N° 02

LOCALIDAD Y/O CASERIO	CULTIVOS (Hás)							GANADERÍA (N° CABEZAS)				
	MAIZ	ALGODÓN	YUCA	PLATANO	ARROZ	CACAO	OTRO	VACUNO	PORCINO	OVINOS	AVES	EQUINOS
Pachiza	500	120	50	60	--	28	55	30	200	30	4,000	28
Alto El Sol (*)	80	--	20	20	10	12	26	300	300	105	460	52
Atahualpa (*)	30	--	4	10	8	--	6	--	200	20	1,800	12
San Ramón (*)	--	--	--	--	--	--	--	350	300	180	1,500	27
Ricardo Palma (*)	45	--	6	6	3	--	1	35	10	40	800	45
Huicungo	1,000	500	600	800	20	10	300	180	160	--	3,600	50

**FUENTE :**

Diagnóstico Rápido, mediante muestras y sondeos (practicante Pilar Villanueva)

000029

## NECESIDADES BÁSICAS INSATISFECHAS

### CUADRO N° 03

LOCALIDAD Y/O CASERIO	POBLACION CON NBI	PORCENTAJE
Pachiza	892	54.16
Alto El Sol (*)	369	63.6
Atahualpa (*)	108	66.2
San Ramón (*)	512	68.2
Ricardo palma (*)	230	38.6
Huicungo	2,125	50.2

FUENTE: INEI CENSO 1,993

**CUADRO N° 04**

LOCALIDAD Y/O CASERIO	RELIGION %			IDIOMA %			ESTADO CIVIL %			
	CATOLICO	EVANGE.	OTROS	CASTELLANO	QUECHUA	OTRO	CASADO	CONVIV.	SOLT.	OTRO
Pachiza	80.5	3.4	16.1	98	0.48	1.52	14.4	18.2	21.3	46.1
Alto El Sol (*)	84.6	12.1	3.3	100	--	--	10	80	9.5	0.5
Atahualpa (*)	100	--	--	98.7	1.2	--	80.0	14.9	4.1	1.0
San Ramón (*)	100	--	--	100	--	--	28.1	67.2	3.7	1.0
Ricardo Palma (*)	92.6	7.4	--	98.2	1.8	--	42.6	37.4	19.01	1.0
Huicungo	89.1	5.8	5.1	95.5	3.3	1.2	15.8	25.8	29.2	29.2

\* Los resultados representan porcentajes del total de La población

\* Los datos de San Ramón (\*), corresponden al sector Pachicilla, donde existen 04 caseríos: San Ramón, Magdalena, Bagazan y San Juan Del Caño.

**RELIGIÓN**

OTRO: Ninguno o no especificada.

**IDIOMA**

OTRO: Aymara, otra lengua Nativa, extranjero, no especificada

**ESTADO CIVIL**

OTRO: Separado, Divorciado; No especificado (Menores de edad).

000031



#### 1.1.8.2 ECONOMÍA.

Según el censo de 1993 y encuestas directas, en la actualidad existe un promedio de 97% de la PEA ocupada como se puede apreciar en el cuadro N° 01

La actividad agropecuaria es la más importante de la zona en estudio, por ser la principal fuente de trabajo y provisión de alimentos.

La producción agropecuaria se desarrolla dentro de un marco de características propias de la región, resultado de las condiciones tipoclimáticas existentes, así como de los patrones socio culturales y técnicos, siendo un producto del costumbrismo regional.

La producción de productos de pan llevar, maíz principalmente, al igual que la ganadería vacuna está dirigida a la economía de mercado, debido a que sus productos tienen demanda creciente, con el único problema de los intermediarios y los precios bajos de sus productos (S/. 310.00/tonelada de maíz).

En la actividad agropecuaria se emplea indistintamente la mano de obra de ambos sexos, cuya disponibilidad es variada. El valor de los jornales en toda la zona es casi homogéneo, alcanzando el promedio a S/. 10.00 la tarea, la remuneración por los servicios se hace con dinero en efectivo o parte de la producción.

El uso de una adecuada tecnología, está seriamente limitada por las condiciones naturales importantes, por los altos costos que representa su aplicación y por el poco atractivo que tienen los precios de venta de los productos agropecuarios, vale decir por la diferencia de términos de intercambio urbano-rural.

#### 1.1.8.3 SALUD.

Según el Mapa de Salud del Perú, la provincia de Mariscal Cáceres, principalmente la zona en estudio se ubica en el nivel de mala situación de Salud.

Cuando se analiza los indicadores de salud en esta zona, se observa que el porcentaje de la población entera, corresponde a un 77.3% de la población total.

En las zonas rurales el acceso y disponibilidad de servicios de salud son inadecuados e insuficientes, además es en el área rural donde se ubica la población con mayores niveles de pobreza.

Con relación a la disponibilidad de recursos humanos, físicos y financieros de este sector, el índice de médicos por habitante es muy bajo; un médico por cada 7,606 habitantes, una cama por cada mil habitantes y el gasto per cápita en salud es sumamente bajo (aproximadamente 2.0 nuevos soles).

Los detalles por localidad y/o caserío se detallan en el cuadro N°05

**SALUD**  
**CUADRO N° 05**

LOCALIDAD Y/O CASERIO	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA BÁSICA	(%) TASA DE NATALIDAD (1996)	(%) TASA DE MORTALIDA (1996)	ENFERMEDADES MÁS COMUNES
<b>Pachiza</b>	- 01 Puesto de Salud - 01 Técnica Enfermería	0.42	0.06	Parasitosis Diarreas Resfriados Comunes
<b>Alto El Sol (*)</b>	- 01 Puesto Sanitario - 01 Técnico Sanitario	0.3	0.5	Infecciosas y Parasitarias (adultos) Diarreas, Desnutrición
<b>Atahualpa (*)</b>	- No tiene Posta de Salud - Atenciones Periódicas (05/mes)	4.3	0.6	Diarreas, Fiebres Parasitosis, Colicos
<b>San Ramón (*)</b>	- 01 Puesto de Salud - Atenciones Permanente - 01 Técnico Sanitario	0.9	0.3	Diarreas, Paludismo Parasitosis, Desnutrición Neumonía
<b>Ricardo palma (*)</b>	- URO Comunal - 01 Promotor	2.2	0.8	Paludismo, Diarreas. Neumonía
<b>Huicungo</b>	- Centro de Salud - 01 Médico, 04 Técnicos, 01 Inspector Sanitario, 01 Personal de Servicio - Equipos Médicos e Instrumental Quirúrgico. - Farmacia, Tópico, Laboratorio, Hospitales.	1.8	0.3	parasitosis, I.R.A., Infecciones, Neumonía, Desnutrición

000034

#### 1.1.8.4 EDUCACIÓN.

Al analizar el variable analfabetismo por área urbana y rural, se pudo constatar que los niveles de analfabetismo son bajos, y que la deserción escolar se debe a que la población estudiantil dedica gran parte de su tiempo a las labores agrícolas.

En el cuadro N° 06 se puede apreciar o notar que la mayor población estudiantil se ubica en los niveles de educación primaria y la infraestructura educativa está considerada entre buena, regular y mala.

Los datos de población estudiantil se registran en el mismo cuadro con mayor detalle.

#### 1.1.8.5 TURISMO.

Se proyecta que la zona donde se ubicarán las estructuras de captación sea muy provechosa para el turismo, por la presencia de caídas de agua que dan el aspecto de cataratas y el empozamiento parecido a un pequeño embalse en bocatoma. La ubicación de esta obra en zona virgen otorga mayores condiciones favorables para el eco-turismo.

#### 1.1.8.6 RECURSOS CULTURALES.

##### 1.1.8.6.1 ARQUEOLOGÍA.

No se ubicaron huellas ni vestigios arqueológicos cerca del lugar donde se emplazarán las obras.

## EDUCACION CUADRO N° 06

LOCALIDAD Y/O CASERIO	C.E. INICIAL C.N. PRIMARIO C.E. SECUNDARIO	N° AULAS N° PROF. N° ALUM.	SERVICIOS BASICOS	DESERCIÓN ESCOLAR %	INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA			POBLACION ESTUDIANTIL		
					BUENA	REGULAR	MALA	INICIAL	PRIM.	SEC.
Pachiza	C.E.I. N° 266	04 05 130	-01 personal de limpieza	3.07		X		22.5	51.8	
	C.N.P. N° 0408	07 11 300	-01 personal de limpieza	6.0		X				
	C.N.S. MICAELA BASTIDAS	05 10 149	-01 Biblioteca-Almacen -01 Laboratorio-Auditorio -01 Secret., Bibliot., Lobort.	4.7		X			25.7	
Alto El Sol (*)	C.E.I. N° 024	01 01 22	- Ningunos	27.3			X	29.7		
	C.N.P. N° 0448 Alto el Sol	02 02 53	- Limpieza por Miembros de la comunidad	11.5		X				
San Ramón (*)	C.N.P. SAN RAMON	03 02 43	-01 personal de limpieza	2.1		X			100.0	
Ricardo Palma (*)	C.N.P. N° 0557	02 02 45	- Ningunos	17.8			X		100.0	
Huicungo	C.E.I. N° 268	02 02 59	En construcción				X	5.9		
	C.E.I. N° 189 LA VICTORIA	02 02 45	En refacción				X	4.5		
	C.N.P. N° 0424 LA VICTORIA	06 06 198	Falta Ambientes				X		19.8	
	C N.P. N° 0418 LA VICTORIA	06 06 150	-01 personal de Servicio Falta Ambientes				X		15.0	
	C.N.P. N° 0419	12 12 345	-02 personales de Limpieza Faltan más ambientes				X		34.6	
	C.N.S. CAHUIDE	08 14 200	-01 Auxiliar de Servicio -No tiene Servicios Higiénicos							

000036

## 1.2 INFORMACIÓN BÁSICA.

### 1.2.1 ENTORNO FÍSICO.

Se describen las principales características que presenta el área de influencia antes del inicio del proyecto.

#### 1.2.1.1 GEOLOGÍA.

Geológicamente, el área estudiada se ubica en la región Sub Andina, caracterizada por su constitución de rocas sedimentarias de calizas, areniscas, y lutitas, las que han sido plegadas y falladas, dando lugar a cordilleras y depresiones.

#### A.- ESTRATIGRAFÍA

Las formaciones geológicas son de edad Jurásica a Cuaternaria.

A continuación se describe las formaciones.

#### FORMACIÓN BOQUERÓN (JIM-C).

Está formado por caliza de color gris claro a beige, con textura de grano fino no, observable a simple vista, conocida como afanítica, que aflora en la parte de la toma. Se encuentra bastante fracturada y diaclasada.

#### GRUPO ORIENTE (KIM).

Está constituido por areniscas que están intercaladas con lutitas, caracterizadas por ser compactas pero su posición de estratificación las debilita, es decir el ángulo de buzamiento facilita la caída de rocas en plancha.

## DEPÓSITOS PLUVIO COLUVIALES (PL-CO).

En estos depósitos, es notoria la presencia de bloques de caliza y meteorización de arenisca convertida prácticamente en arena, en donde pierde su capacidad portante. Se presentan en la parte alta donde se construirá la cámara de carga

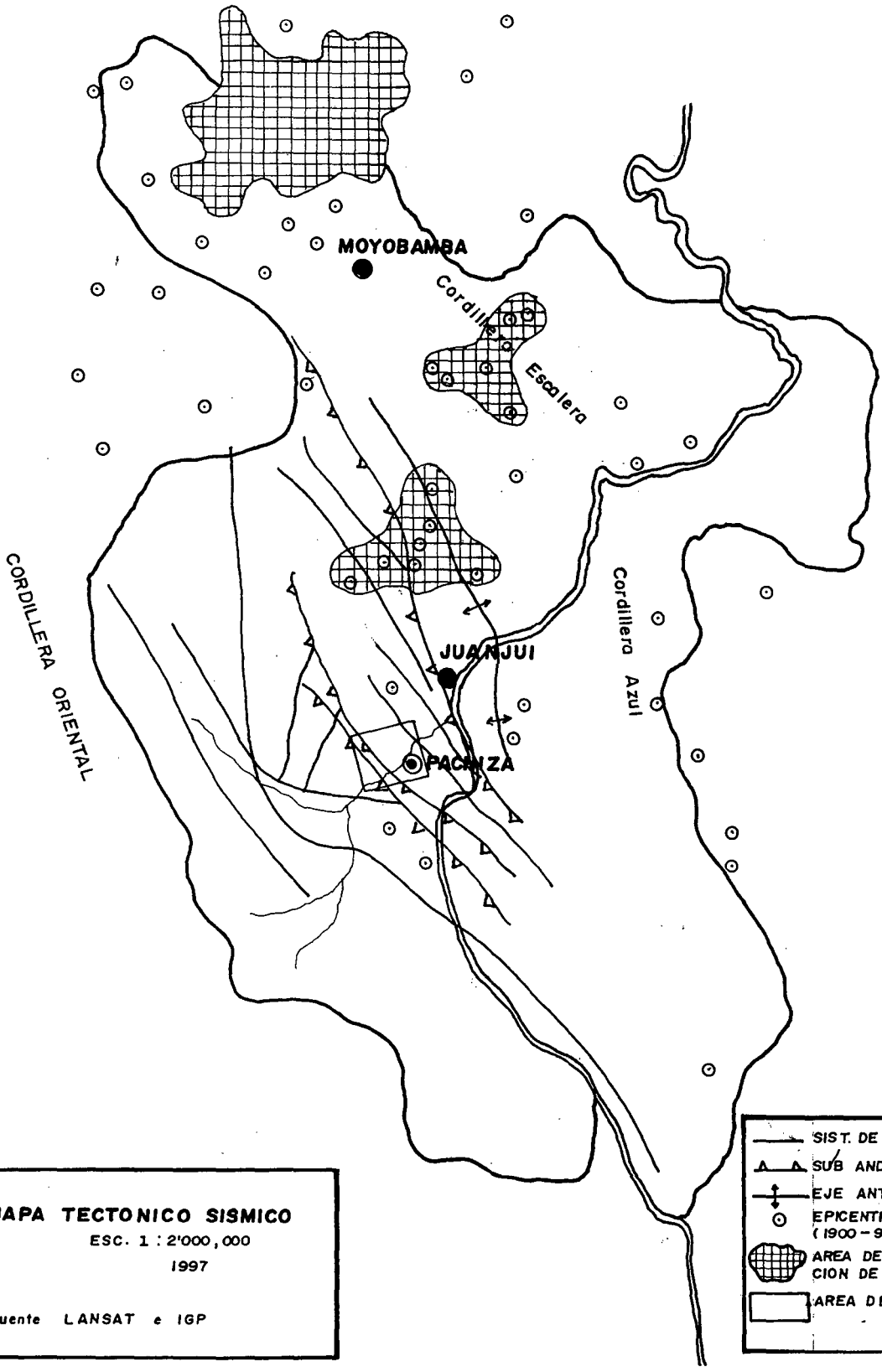
## FORMACIONES RECIENTES.

Constituidas por depósitos inconsolidados de sedimentos de arena, gravas y arcillas que forman las terrazas y lechos fluviales en el fondo de los valles (ríos Pachicilla y Huayabamba).

Considerando las propiedades físico - químico de las rocas que forman el substrato del medio físico del área de estudio, las obras de ingeniería deben contemplar un diseño apropiado que permitan darle seguridad en armonía con los factores geomorfológicos y tectónicos - sísmicos, entre otros.

## B.- TECTÓNICA.

El área estudiada se ubica en la denominada zona Sub Andina de gran actividad sísmica, con fallamientos (normales y sobreescurrecimiento) y plegamientos de gran longitud, extendiéndose paralelamente a la cordillera Andina, desde Venezuela hasta Argentina, lo que ha dado lugar a la formación de cordilleras o cadenas bien definidas (Escalera, Shima, etc.),



**MAPA TECTONICO SISMICO**  
 ESC. 1 : 2'000,000  
 1997  
 Fuente LANSAT e IGP

	SIST. DE FALLAMIENTO
	SUB ANDINO
	EJE ANTICLINAL
	EPICENTROS SISMICOS (1900 - 96)
	AREA DE MAYOR LIBERACION DE ENERGIA
	AREA DE ESTUDIO

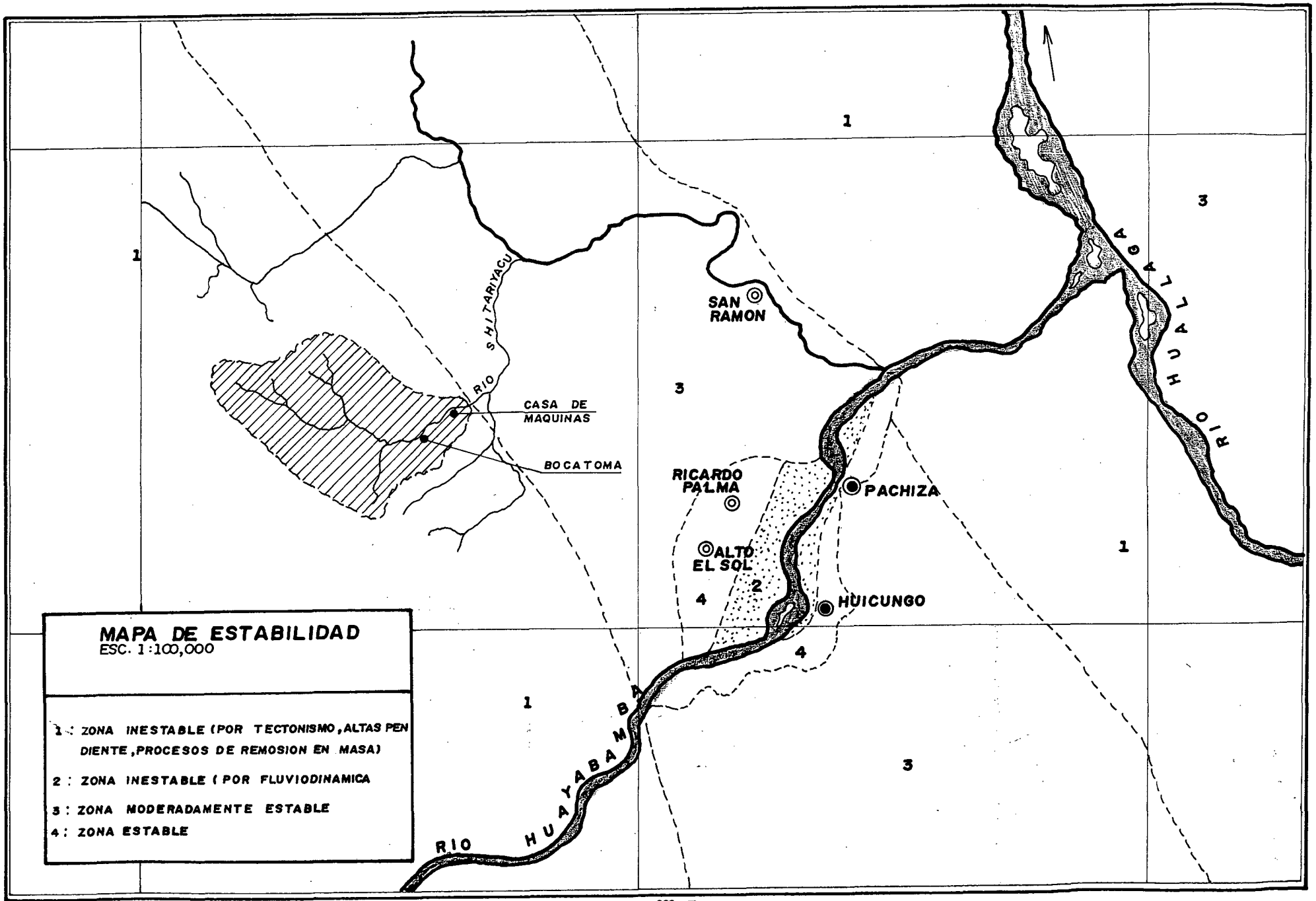


0mE

0mE

**MAPA DE ESTABILIDAD**  
 ESC. 1:100,000

- 1: ZONA INESTABLE (POR TECTONISMO, ALTAS PENDIENTE, PROCESOS DE REMOSION EN MASA)
- 2: ZONA INESTABLE (POR FLUVIODINAMICA)
- 3: ZONA MODERADAMENTE ESTABLE
- 4: ZONA ESTABLE



290 000m

3 00 000mE

separadas por fosas tectónicas y depresiones amplias como las de Huayabamba, Pachicilla, Saposoa, Sisa, Biabo, etc.

Este tectonismo regional, se debe a la acción de la deriva continental, explicado por la teoría de las placas tectónicas, que en esta parte está originando un proceso de orogénesis actual (formación de cordilleras).

Los elementos tectónicos mayores que cruzan el área de estudio, son dos fallas de sobrecurrimiento, que son los que han originado esta cordillera, como se puede observar en el Mapa Tectónico Sísmico, elaborado a base de una imagen satelital.

Las fallas antes citadas, debido a la complejidad tectónica de la zona, deben tomarse muy en cuenta para el diseño de las estructuras principales.

Sísmicamente la región Sub Andina, es una fosa tectónica sísmica continental en actividad, constituyéndose en la segunda zona sísmica más activa del territorio peruano.

El Mapa Tectónico Sísmico muestra el desarrollo tectónico local y su relación con las áreas de mayor liberación de energía o focos sísmicos que es coincidente con las áreas donde las fallas Sub Andinas se entrecruzan. Asimismo el mapa muestra los epicentros sísmicos dispersos que se ubican coincidiendo con las zonas de fallas actuales, lo que permite establecer que el área de

estudio es afectada por sismos frecuentes de moderada magnitud, que puedan afectar a las obras a ejecutar, lo que hace necesario considerar diseños antisísmicos para movimientos de moderada magnitud o sea de magnitud 6 – 7.

Hay casos históricos al respecto, como los que afectaron a Moyobamba, Rioja y Tarapoto así como también a la Central Hidroeléctrica del Gera afectada por una avalancha de lodo y empalizada, que posteriormente sufrió la arremetida del sismo en 1991 a una escala de 6.5 grados Mercalli afectando las tuberías de presión.

#### 1.2.1.2 GEOMORFOLOGÍA Y RELIEVE.

##### 1.2.1.2.1 GEOMORFOLOGÍA.

La geomorfología de la región Sub Andina es compleja y muy dinámica, en razón de los parámetros litológicos, tectónicos estructurales, relieve de cordilleras abruptas y depresiones, condiciones climáticas tropicales y cubierta vegetal, entre otras.

El estado evolutivo morfológico de esta Región es de actual proceso de levantamiento orogénico que caracteriza un estadio de juventud y por lo tanto es activo.

## AMBIENTES MORFOLÓGICOS.

Se presentan 6 unidades geomorfológicas, tal como se aprecia en el mapa geomorfológico y se describen a continuación:

### 1. CORDILLERA MONOCLINAL:

Es una cadena bien definida, con relieves muy abruptos, crestas afiladas, laderas con escarpes y frentes de escarpes bien empinados.

En esta cordillera se encuentra la cuenca hidrográfica del Río Pachicilla que corta la parte frontal de esta cordillera, originando una garganta profunda con caídas escalonadas debido a la estructura interna de las capas y a la composición litológica muy variable (blandas y duras).

La morfodinámica de esta unidad es muy intensa con proceso de remoción en masa y erosión laminar, por lo que la cobertura vegetal se constituye en un elemento de suma importancia a tomar seriamente en cuenta en este ecosistema.

### 2. ÁREAS DE COLINAS ALTAS:

Son ambientes de relieves menores pero también muy abruptas con laderas muy suaves formando

un escalón intermedio entre las partes bajas y altas; compuestas por rocas blandas.

### 3. ÁREAS DE COLINAS BAJAS:

Se encuentra en el centro de la depresión, con relieve bajo en quebradas y ondulaciones de menor pendiente, compuestas por rocas arcillosas.

Por su menor relieve los procesos morfodinámicos son de relativa importancia.

### 4. TERRAZAS:

Se encuentran en ambas márgenes del río Huayabamba, compuestas por material inconsolidado; por su forma son más estables.

### 5. LLANURAS INUNDABLES:

Se encuentran más desarrolladas en ambas márgenes del río Huayabamba y a poca altura sobre el fondo del río.

Existen áreas que son inundables anualmente durante las lluvias fuertes, y áreas que se inundan en forma excepcional cuando ocurren lluvias intensas en las partes altas de la cuenca.

Por esta razón, es que esta unidad presenta áreas hidromórficas y áreas de inundaciones periódicas

y excepcionales, que condicionan el ambiente dinámico por influencia del río Huayabamba.

#### 6. FONDOS DE VALLES ESTRECHOS.

Están representados por el valle del río Pachicilla y Huayabamba, además de un sinnúmero de fondos de quebradas que cuando cortan las cordilleras se forman gargantas abruptas.

Los fondos de estos valles son inestables por la escorrentía pluvial y también por los huaycos.

#### 1.2.1.2.2 RELIEVE.

Conocer la fisiografía nos permite conocer el aspecto erosivo principalmente en pendientes pronunciadas. El mapa de pendientes indica que la zona donde se ubicarán las estructuras, varía desde moderadamente empinada hasta extremadamente empinada y en la cual la cobertura vegetal existente juega un papel muy importante evitando la excesiva erosión hídrica.

El rasgo fisiográfico dominante es el de paisaje colinoso, con laderas muy empinadas, aspectos que deben tomarse muy en cuenta, especialmente para la conservación y protección de cuencas. Por

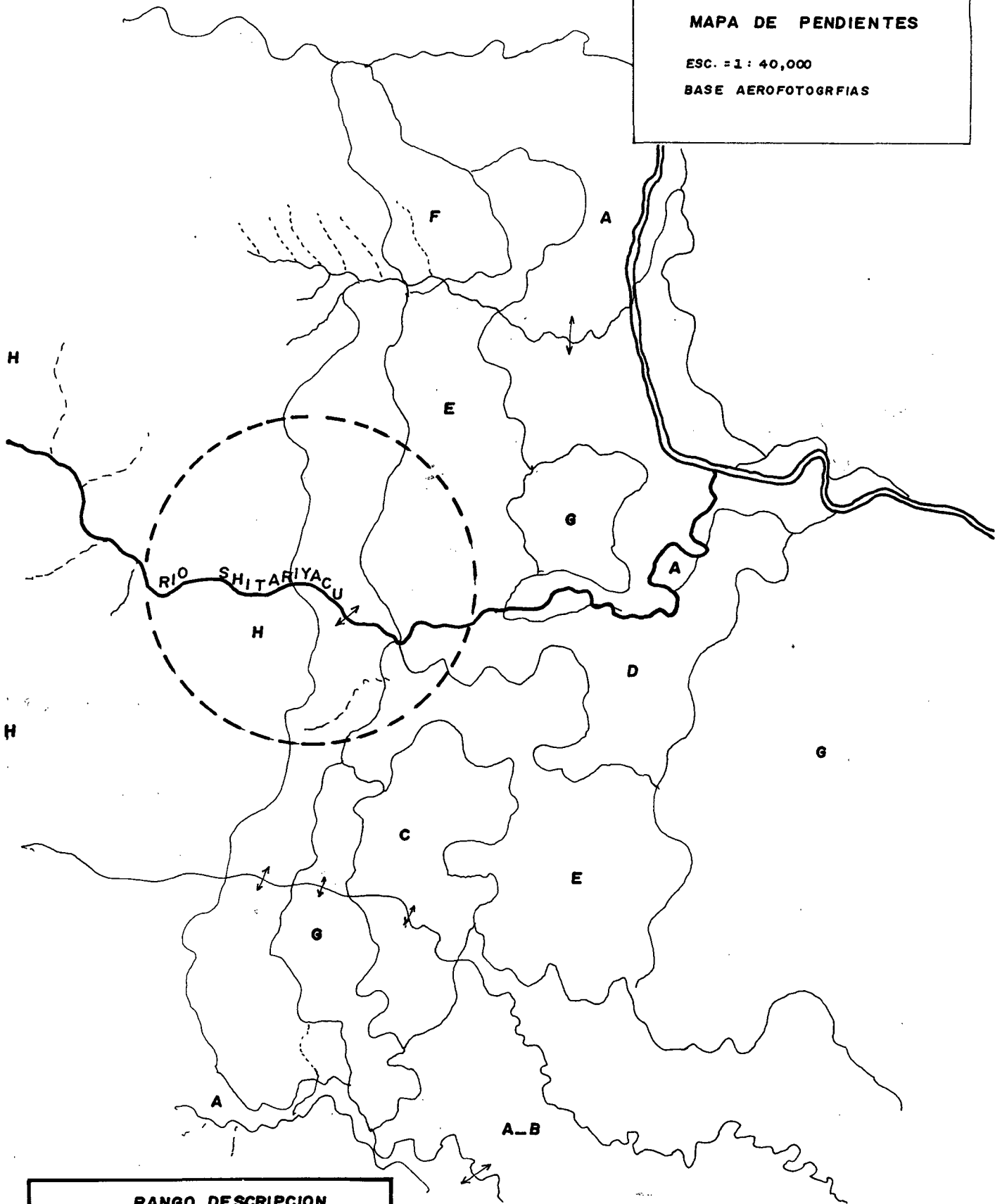
su capacidad de uso estas tierras han sido clasificadas como de protección, porque los suelos y las formas del terreno presentan severas limitaciones para su utilización de cultivos comerciales, igualmente para la actividad pecuaria o forestal.

Se ha podido constatar que la zona ha sido alterada en magnitudes mínimas por acción antrópica y la ejecución de obras necesarias para culminar la Minicentral Hidroeléctrica que alterarán de manera mínima su ecología.

**MAPA DE PENDIENTES**

ESC. = 1 : 40,000

BASE AEROFOTOGRAFIA

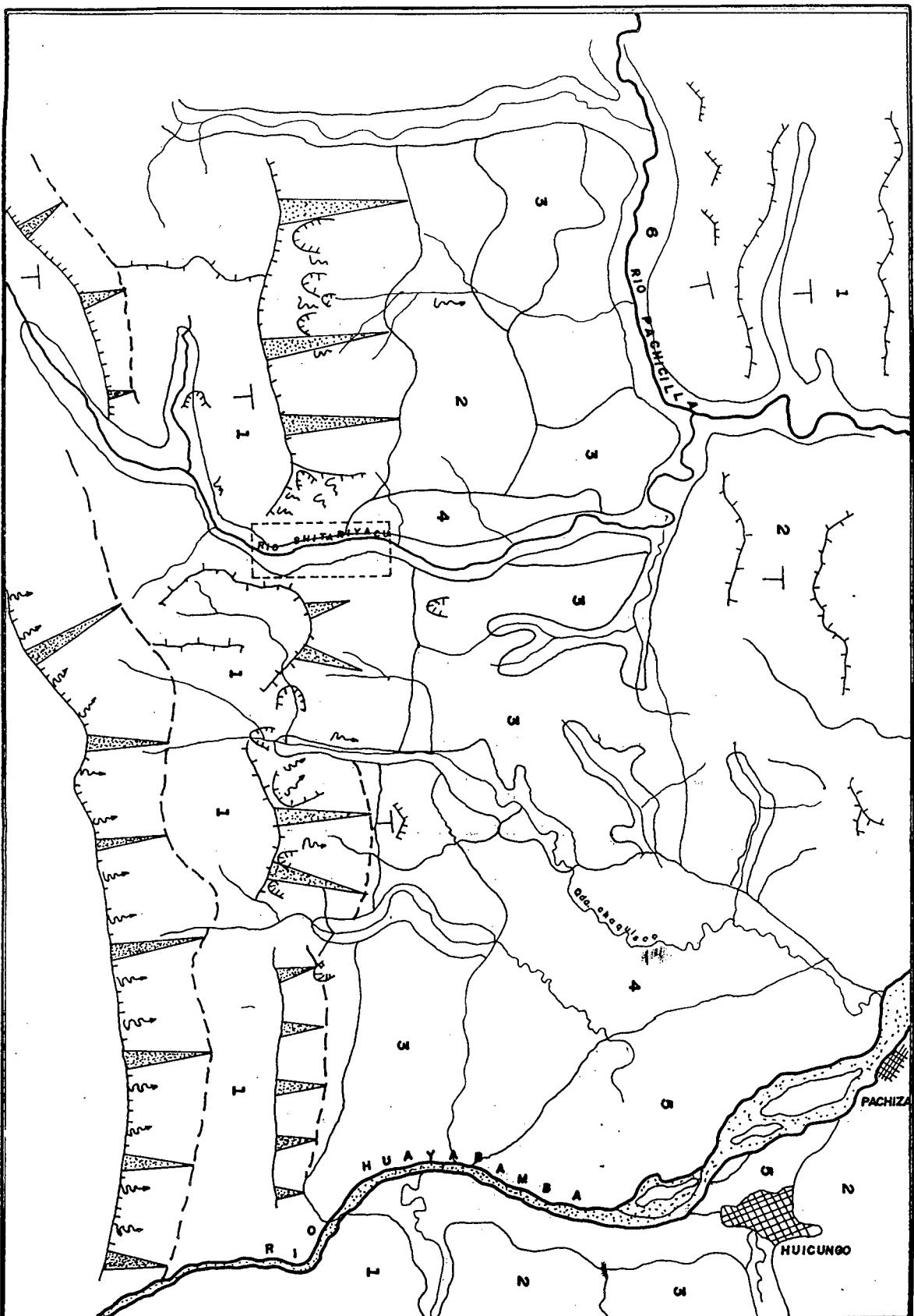


**RANGO DESCRIPCION**

A = 0-2%	PLANO
B = 2-4%	LIGERAMENTE INCLINADO
C = 4-8%	MODERAMENTE INCLINADO
D = 8-15%	FUERTEMENTE INCLINADO
E = 15-25%	MODERADAMENTE EMPINADO
F = 25-50%	EMPINADO
G = 50-70%	MUY EMPINADO
H = +70%	EXTREMADAMENTE EMPINADO

000047





**MAPA GEOMORFOLÓGICO**  
(SEMI DETALLADO)  
ESC: 1/40,000

**AMBIENTES GEOMORFOLÓGICOS**

- 1.- CADENAS O CORDILLERAS
- 2.- COLINAS ALTAS
- 3.- COLINAS BAJAS
- 4.- TERRAZAS Y PLANOS
- 5.- ZONAS HUNDIBLES PERIODICA O EXCEPCIONALMENTE
- 6.- VALLES ESTRECHOS

**PROCESOS MORFODINÁMICOS**

- CARCAVEO
- EROSION INTENSA
- DESPLAZAMIENTO
- BUZAMIENTO
- AREA UBICACION DE LA MINICENTRAL HIDROELECTRICA
- HUAYCOS
- CRESTA SECUNDARIA
- FORMA MONOCLINA
  - 1.- LADERAS DE CUESTA
  - 2.- CORNIZA (CRESTA AFLADA)
  - 3.- FRENTE ESCARPADO
- ESCARPES MENORES

### 1.2.2 HIDROLOGÍA.

La información con que se cuenta de la zona en estudio consiste en datos de precipitaciones pluviales obtenidas de las estaciones de Corpac Juanjuí y estación C.O. Pachiza, la misma que se ha utilizado para generar caudales medios mensuales haciendo un balance hidrológico de la cuenca, utilizando el método de NRECA y avenidas máximas instantáneas utilizando fórmulas empíricas planteadas por ISKOWZKY.

### 1.2.3 SUELOS.

Considerando la capacidad de uso mayor de las tierras, establecidos por el Reglamento de clasificación de tierras (D.S.Nº 0062/75 – AG) define que la zona donde se ubica el proyecto no reúne las condiciones ecológicas mínimas requeridas para cultivos, pastoreo o producción forestal y debe ser solamente utilizada con fines de protección de cuencas, vida silvestre, científicos y recreativos y otros que impliquen beneficio colectivo o interés social (Mini central Hidroeléctrica).

Se ha clasificado a estas tierras como Xes, que significa tierras de protección con limitaciones por factores de erosión (e) y suelos (s).

La erosión ligada al factor topográfico, que considera la longitud, forma y grado de pendiente de las formas de tierra tiene papel importante en la regulación de la distribución de las aguas de escorrentía (drenaje externo de los suelos).

La limitación del suelo, se refiere a las características propias del perfil edáfico, tales como la profundidad efectiva, textura dominante, estructura, presencia de greda o piedra, reacción de PH, capacidad retentiva de agua, así como condiciones de fertilidad.

A pesar de que estas tierras son clasificadas como de protección, su uso se justifica para la ejecución de obras de interés Social o beneficio colectivo.

### 1.3 ESQUEMA DE APROVECHAMIENTO.

Como resultado del análisis de la capacidad instalada, se ha definido que la óptima instalación de potencia en la Minicentral Hidroeléctrica de Shitariyacu, corresponde al aprovechamiento de los recursos hídricos disponibles en la quebrada de Shitariyacu.

Las principales características del esquema del aprovechamiento son:

Potencia instalada = 426 KW

Tipo de turbina = Pelton de eje vertical

Caudal de diseño = 0.45 m<sup>3</sup>/seg.

Salto Neto Máximo = 129.96 metros

Seguidamente se describe las obras más importantes requeridas:

- Obras de captación y derivación, con Barraje fijo.
- Canal de aducción con desarrollo de 1500 metros sobre la margen derecha de la quebrada. La sección transversal será rectangular y cubierto con tramos de techo inclinado por el tipo de terreno en que se encuentra.

- Desarenador de 11.50 metros de longitud efectiva. Esta estructura ha sido diseñada para eliminar partículas de 0.30 mm de diámetro.
- Tuberías de presión de acero de diámetro 0.50 metros, con una longitud inclinada de 438 metros con sus respectivas anclajes y apoyos.
- Casa de máquinas al exterior, ubicada en la margen derecha de la quebrada Shitariyacu, consiste en una estructura de concreto armado de un solo nivel con cobertura de calamina.



# CAPITULO II

## ESTUDIO DE MERCADO ENERGÉTICO

### 2.1 ÁREA DE INFLUENCIA.

El proyecto tiene como área de influencia a los siguientes poblados:

DISTRITOS:

- Pachiza
- Huicungo

CENTROS POBLADOS MENORES.

- San Ramón
- Ricardo Palma
- Alto el Sol
- Atahualpa

La línea de transmisión tiene una extensión aproximada de 7 Km desde la casa de máquinas hasta los distritos de Pachiza y Huicungo, los poblados que se encuentran cercanos a esta línea, abarca un radio de influencia de 7 Km a la redonda.

Los criterios para incluirlos han sido los siguientes:

- a) Población actual mayor de 150 habitantes.

b) La localización del centro poblado a una distancia máxima de 7 Km de la línea conductora.

## 2. 2 ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA INSTALADA.

Para determinar la potencia necesaria de la Mini central se hará uso del método empleado por la empresa Consultora Montreal Engineering Limited MONENCO.

### 2.2.1 USOS DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.

Los diferentes usos que se le da a la energía eléctrica nos obliga a clasificarlo para un estudio más ordenado y detallado.

- a) Consumo doméstico y alumbrado público.
- b) Consumo Industrial.
- c) Consumo Comercial.
- d) Consumo de cargas especiales.

### 2.2.2 PRONÓSTICO DE LA POBLACIÓN FUTURA

Se tomará como base el censo Nacional de población efectuada por el INEI en 1993.

Se usará el método de interés simple recomendado por el Ministerio de Salud para el cálculo de la población futura considerándose para el distrito una tasa de crecimiento  $R=4\%$ .

$$PF = P_x (1+R)^t$$

Donde:

PF = Población futura.

P = Población Actual (base).

R = Tasa de crecimiento= 4% Ministerio de Salud.

t = Tiempo proyectado en años.

### CUADRO N° 07

ITEM	Localidad	Población	
1	Huicungo	4,236.00	
2	Pachiza	1,647.00	
3	San Ramón	750.00	
4	Alto el Sol	580.00	
5	Ricardo Palma	230.00	
6	Atahualpa	163.00	
	Total	7,606.00	Habitantes

Número promedio de habitantes por vivienda es de 6 personas.

#### 2.2.3 PERÍODO DE DISEÑO.

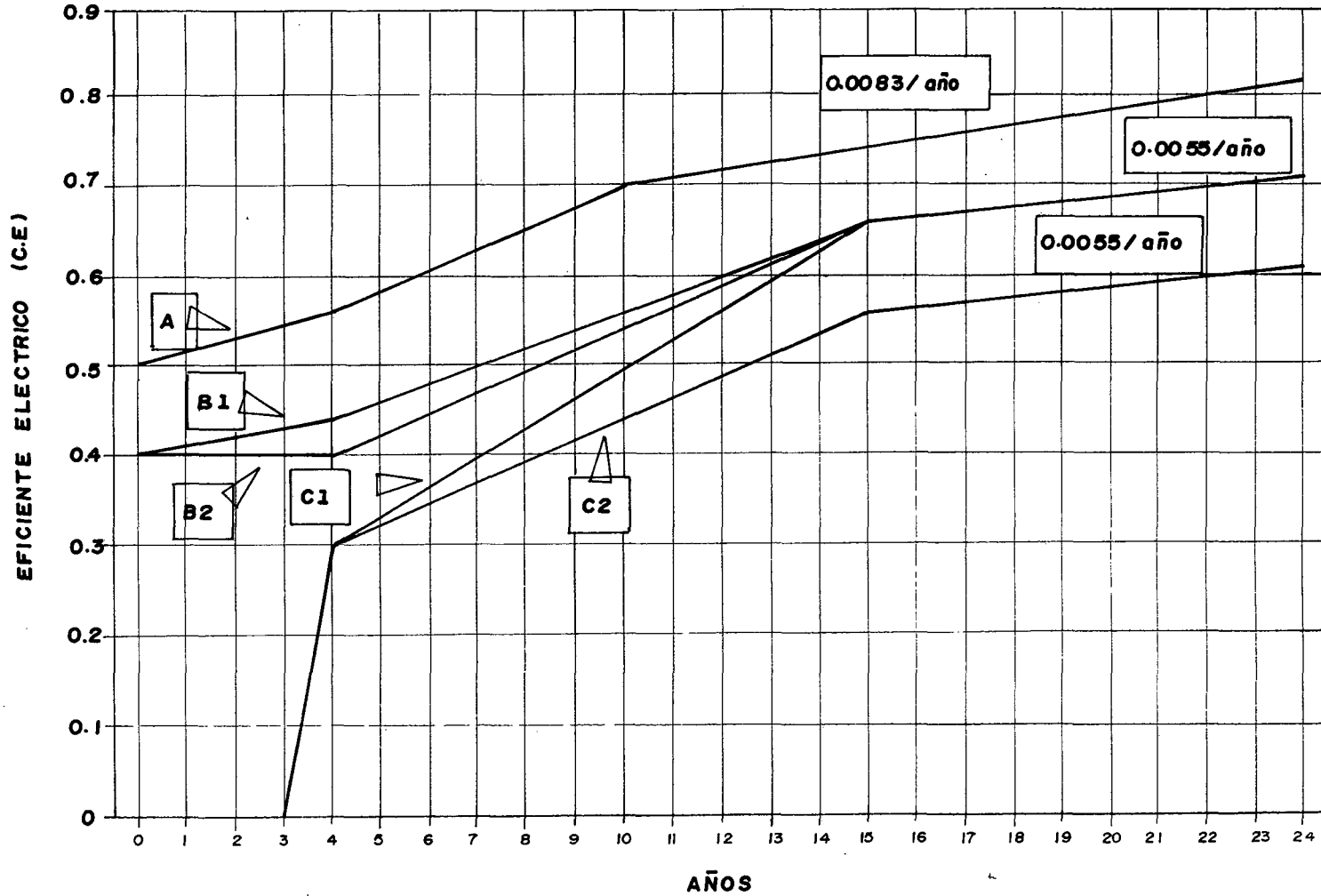
Se proyectará para un periodo donde se tomará en cuenta lo siguiente:

Período de estudios	1997.....	1 año
Período de construcción	1997 - 1999.....	3 años
Período de funcionamiento	1999 - 2019.....	20 años
Total	=====➔	24 años



GRAFICO N° 01

PRONOSTICO DEL COEFICIENTE DE ELECTRIFICACION



#### 2.2.4 MÁXIMA DEMANDA DE ENERGÍA.

Con el método de la empresa consultora MONENCO haciendo uso del paquete EXCEL 5.0 se muestra los resultados de los cálculos en los cuadros N° 12

### **MÉTODO PROPUESTO POR LA MONENCO.**

#### **a) PRONÓSTICO DE CONSUMO DOMÉSTICO Y ALUMBRADO PÚBLICO.**

Es la suma del requerimiento de energía eléctrica de todos los lotes de vivienda, incluyendo el consumo del alumbrado público.

Pasos a seguir.

##### **1. CÁLCULO DEL NÚMERO DE ABONADOS DOMÉSTICOS.**

Se calcula multiplicando el coeficiente de electrificación por el número de viviendas, donde el coeficiente de electrificación se estima del gráfico N°01 propuesto por la MONENCO dependiendo para el uso de este gráfico la descripción efectiva en el cuadro N° 08, entendiéndose que el coeficiente eléctrico viene a ser la relación entre el número de familias que consume electricidad (número de abonados domésticos) entre el número total de familias existentes en la comunidad.

## CUADRO N° 08

CURVA	CARACTERISTICAS
A	Localidades que cuentan con servicios eléctricos y cuyo C.E es mayor o igual a 0.5
B2	Localidades que cuentan con servicios eléctricos restringidos y con una oferta igual o menor a la demanda existente que no permite incluir nuevos abonados.
B1	Similar al anterior, en el que para el periodo señalado se pueda incorporar nuevos abonados, aunque en forma limitada.
C2	Para localidades que a la fecha no cuentan con servicios eléctricos y el año 4 es el año de la puesta en funcionamiento de la central.
C1	Similar al anterior para una población de tipo "B".

Para este estudio se consideró la curva B1 para el distrito de Huicungo, B2 para el distrito de Pachiza, y C2 para las demás localidades.

2. CÁLCULO DEL CONSUMO UNITARIO DE ABONADOS DOMÉSTICOS Y ALUMBRADO PÚBLICO.

La Consultora MONENCO zonificó al país en 7 zonas encontrándose para cada zona una Ecuación Exponencial, dividiéndola además en dos tipos de consumo Alta y Baja en cada zona.

CONSUMO ALTO: Zona de mejores ingresos económicos y mayor aptitud para uso de energía.

CONSUMO BAJO: Poblaciones de menor ingreso económico y de bajo consumo.

La Ecuación Exponencial tiene la forma siguiente:

$$Y = aX^b$$

Donde :

Y = Consumo Unitario de Abonados Domésticos + Alumbrado público en KW - h

X = Número de Abonados Domésticos

a,b = Parámetros estadísticos para cada Región o Zona.

**CUADRO N° 09**

**CLASIFICACIÓN DE ZONAS DE CONSUMO DOMÉSTICO.**

ZONA	CONSUMO	ECUACIÓN
1.- Tumbes, Piura,	Alta	$Y = 269.8454X^{0.1376}$
Lambay. La Libertad	Baja	$Y = 173.5977X^{0.1416}$
2.- Ancash	Única	$Y = 178.2543X^{0.1807}$
3.- Cajamarca, Amazonas	Única	$Y = 62.9779X^{0.2894}$
4.- Loreto, San Martín,	Alta	$Y = 120.2824X^{0.2563}$
Madre de Dios	Baja	$Y = 62.3309X^{0.2849}$
5.- Lima, Arequipa,	Alta	$Y = 213.1039X^{0.1799}$
Ica	Baja	$Y = 67.1098X^{0.3203}$
6.- Huánuco, Pisco,	Alta	$Y = 216.2896X^{0.1522}$
Junín, Huancayo,	Baja	$Y = 102.0946X^{0.2116}$
Ayacucho	Alta	$Y = 279.5545X^{0.09178}$
7.- Apurímac, Puno, Cuzco,	Baja	$Y = 184.1373X^{0.1139}$
Moquegua, Tacna		

FUENTE: MONENCO

Para el presente proyecto se consideró para todos los centros poblados, la ecuación:

$$Y = 62.3309X^{0.2849}$$

Ubicación del proyecto en zona 4.

3. **CÁLCULO DEL CONSUMO DOMÉSTICO Y ALUMBRADO PÚBLICO.**

Se realizará multiplicando el consumo unitario por el número de abonados domésticos y alumbrado público.

$$P = (Y) ( X)$$

Donde:

P = Consumo Doméstico y Alumbrado Público.

Y = Consumo Unitario

X = Número de Abonados Domésticos.

**b) PRONÓSTICO DE CONSUMO COMERCIAL.**

1. **NÚMEROS DE ABONADOS COMERCIALES**

Se emplea la relación entre el número de abonados domésticos y el número de abonados comerciales, según el tipo de localidad mostrada en el cuadro N° 10

## CUADRO N° 10

### RELACIÓN DEL NÚMERO DE ABONADOS Y CONSUMO DOMÉSTICO, ALUMBRADO PÚBLICO Y COMERCIAL.

LOCALIDAD	N° Abonados Domésticos	Consumo Unit. Doméstico
Y	N° Abonados Comerciales	Consumo Unit. Comercial
<b>TIPO</b>		
A	5	1.25
B1	6	1.10
B2	6	1.05
C1	7	1.05
C2	7	1.05

FUENTE: MONENCO

Para el presente proyecto se está considerando lo siguiente:

Huicungo            Tipo   B1

Pachiza            Tipo   B2

Otras Localidades   Tipo   C2

#### 2. PRONÓSTICO DEL CONSUMO COMERCIAL.

Se calcula multiplicando el consumo unitario comercial por el número de abonados comerciales.

$$CTC = CUC \times N^{\circ} \text{ de abonados comerciales}$$

**c) PRONÓSTICO DE CONSUMO INDUSTRIAL.**

De acuerdo al estudio realizado por la MONENCO, ésta recomienda considerar un 5% del consumo doméstico y Alumbrado Público más el consumo comercial.

En el presente proyecto se ha considerado para la localidad de Huicungo un 7.5% y para las demás localidades se consideró el 5% tal como recomienda la empresa consultora autora del método empleado, por la dificultad de transporte existente de los productos a industrializar.

**d) DEMANDA PARA CARGAS ESPECIALES**

Corresponde al consumo que ocasionan los colegios, comisarías, postas, campos deportivos, estaciones, etc. Para este caso se ha considerado el 3% de la suma de los consumos Domésticos y Alumbrado Público más Comercial.

**e) PRONÓSTICO DEL CONSUMO NETO TOTAL**

Viene a ser la suma de las energías totales correspondiente a los Sectores Domésticos y Alumbrado Público, Comercial, Industrial y Cargas Especiales.

**f) PRONÓSTICO DEL CONSUMO BRUTO TOTAL**

El consumo bruto total es igual al consumo neto total más las pérdidas de energía, que en nivel de distribución se estima como un % del consumo neto total la cual se usarán el cuadro N° 11



## CUADRO N° 11

### PORCENTAJE DE PÉRDIDAS

Localidad Tipo	% Pérdida Energía	N° Habitantes en el año 2,000
A	15%	Mas de 3000 habitantes.
B	12%	De 1000 a 3000 habitantes.
C	10%	Menos de 1000 habitantes.

FUENTE: MONENCO

#### g) PRONÓSTICO DE LA MÁXIMA DEMANDA DE POTENCIA.

Esto dependerá del número de horas de uso por año que está funcionando y al número de habitantes de cada localidad, donde se debe tener en cuenta lo siguiente:

Si:  $N^{\circ}$  Habitantes  $> 3000$  =====> PDM = PCB/3320

$3000 \geq N^{\circ}$  Habitantes  $\geq 1000$  =====> PDM = PCB/2865

$N^{\circ}$  Habitantes  $< 1000$  =====> PDM = PCB/2487

Donde:

PDM = Pronóstico de la demanda máxima (KW).

PCB = Pronóstico de consumo Bruto (KW - H)

## CUADRO N° 12

### ESTUDIO DE MERCADO ENERGÉTICO DEL PROYECTO

AÑO 0

Localidad	Población	Viviendas	NUMERO DE			PRONOSTICO DE CONSUMO							
			Abonados			Doméstico P	CUC	Comerciales CTC	Indus-triales	Cargas especiales	Neto Total	Bruto Total	Máx. Dem. (KW)
			Domésticos	Comerciales.	Y								
Huicungo	4,236	706	282	47	311.14	87,866	342	16,109	7,798	3,119	114,892	132,126	40
Pachiza	1,647	275	110	18	237.72	26,102	250	4,568	1,533	920	33,123	37,098	13
San Ramón	750	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ricardo palma	230	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alto el Sol	580	97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atahualpa	163	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTALES</b>	<b>7,606</b>	<b>1,268</b>	<b>392</b>	<b>65</b>		<b>113,968</b>	<b>592</b>	<b>20,677</b>	<b>9,332</b>	<b>4,039</b>	<b>148,015</b>	<b>169,224</b>	<b>53</b>

AÑO 1

Localidad	Población	Viviendas	NUMERO DE			PRONOSTICO DE CONSUMO							
			Abonados			Doméstico P	CUC	Comerciales CTC	Indus-triales	Cargas especiales	Neto Total	Bruto Total	Máx. Dem. (KW)
			Domésticos	Comerciales.	Y								
Huicungo	4,405	734	301.04	50	316.86	95,386	349	17,487	8,466	3,386	124,725	143,434	43
Pachiza	1,713	285	114	19	240.39	27,451	252	4,804	1,613	968	34,835	39,016	14
San Ramón	780	130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ricardo Palma	239	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alto el Sol	603	101	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atahualpa	170	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTALES</b>	<b>7,910</b>	<b>1,318</b>	<b>415</b>	<b>69</b>		<b>122,837</b>	<b>601</b>	<b>22,291</b>	<b>10,078</b>	<b>4,354</b>	<b>159,561</b>	<b>182,450</b>	<b>57</b>

AÑO 2

Localidad	Población	Viviendas	NUMERO DE			PRONOSTICO DE CONSUMO							
			Abonados			Doméstico P	CUC	Comerciales CTC	Indus-triales	Cargas especiales	Neto Total	Bruto Total	Máx. Dem. (KW)
			Domésticos	Comerciales.	Y								
Huicungo	4,582	764	320.72	53	322.62	103,471	355	18,970	9,183	3,673	135,297	155,591	47
Pachiza	1,781	297	119	20	243.10	28,870	255	5,052	1,696	1,018	36,636	41,032	14
San Ramón	811	135	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ricardo Palma	249	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alto el Sol	627	105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atahualpa	176	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTALES</b>	<b>8,227</b>	<b>1,371</b>	<b>439</b>	<b>73</b>		<b>132,341</b>	<b>610</b>	<b>24,022</b>	<b>10,879</b>	<b>4,691</b>	<b>171,933</b>	<b>196,623</b>	<b>61</b>

000065

AÑO 3

Localidad	Población	NUMERO DE				PRONOSTICO DE CONSUMO							
		Viviendas	Abonados			Doméstico P	CUC	Comerciales CTC	Indus- triales	Cargas especiales	Neto Total	Bruto Total	Máx. Dem. (KW)
			Domésticos	Comerciales.	Y								
Huicungo	4,765	794	341.49	57	328.44	112,159	361	20,563	9,954	3,982	146,657	168,656	51
Pachiza	1,853	309	124	21	245.83	30,362	258	5,313	1,784	1,070	38,530	43,153	15
San Ramón	844	141	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ricardo Palma	259	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alto el Sol	652	109	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atahualpa	183	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTALES</b>	<b>8,556</b>	<b>1,426</b>	<b>465</b>	<b>77</b>		<b>142,521</b>	<b>619</b>	<b>25,876</b>	<b>11,738</b>	<b>5,052</b>	<b>185,187</b>	<b>211,809</b>	<b>66</b>

AÑO 4

Localidad	Población	NUMERO DE				PRONOSTICO DE CONSUMO							
		Viviendas	Abonados			Doméstico P	CUC	Comerciales CTC	Indus- triales	Cargas especiales	Neto Total	Bruto Total	Máx. Dem. (KW)
			Domésticos	Comerciales.	Y								
Huicungo	4,956	826	363	61	334.32	121,492	368	22,274	10,782	4,313	158,862	182,691	55
Pachiza	1,927	321	128	21	248.59	31,931	261	5,588	1,876	1,126	40,521	45,383	16
San Ramón	877	146	44	6	183.04	8,030	192	1,205	462	277	9,973	10,971	4
Ricardo Palma	269	45	13	2	130.71	1,758	137	264	101	61	2,184	2,402	1
Alto el Sol	679	113	34	5	170.12	5,771	179	866	332	199	7,168	7,885	3
Atahualpa	191	32	10	1	118.50	1,130	124	169	65	39	1,403	1,544	1
<b>TOTALES</b>	<b>8,898</b>	<b>1,483</b>	<b>593</b>	<b>96</b>		<b>170,114</b>	<b>1,261</b>	<b>30,365</b>	<b>13,618</b>	<b>6,014</b>	<b>220,111</b>	<b>250,876</b>	<b>80</b>

AÑO 5

Localidad	Población	NUMERO DE				PRONOSTICO DE CONSUMO							
		Viviendas	Abonados			Doméstico P	CUC	Comerciales CTC	Indus- triales	Cargas especiales	Neto Total	Bruto Total	Máx. Dem. (KW)
			Domésticos	Comerciales.	Y								
Huicungo	5,154	859	395	66	342.38	135,282	377	24,802	12,006	4,803	176,893	203,427	61
Pachiza	2,004	334	140	23	254.90	35,754	268	6,257	2,101	1,260	45,372	50,817	18
San Ramón	912	152	51	7	191.01	9,732	201	1,460	560	336	12,087	13,295	5
Ricardo Palma	280	47	16	2	136.40	2,131	143	320	123	74	2,647	2,911	1
Alto el Sol	706	118	39	6	177.52	6,994	186	1,049	402	241	8,687	9,556	4
Atahualpa	198	33	11	2	123.65	1,369	130	205	79	47	1,701	1,871	1
<b>TOTALES</b>	<b>9,254</b>	<b>1,542</b>	<b>652</b>	<b>106</b>		<b>191,263</b>	<b>1,304</b>	<b>34,093</b>	<b>15,270</b>	<b>6,761</b>	<b>247,386</b>	<b>281,877</b>	<b>90</b>

000000

AÑO 6

Localidad	Población	NUMERO DE					PRONOSTICO DE CONSUMO						
		Viviendas	Abonados			Doméstico P	CUC	Comerciales CTC	Indus-triales	Cargas especiales	Neto Total	Bruto Total	Máx. Dem. (KW)
			Domésticos	Comerciales.	Y								
Huicungo	5,360	893	429	71	350.45	150,271	385	27,550	13,337	5,335	196,492	225,966	68
Pachiza	2,084	347	156	26	262.88	41,088	276	7,190	2,414	1,448	52,141	58,398	20
San Ramón	949	158	59	8	198.71	11,628	209	1,744	669	401	14,443	15,887	6
Ricardo Palma	291	49	18	3	141.89	2,546	149	382	146	88	3,163	3,479	1
Alto el Sol	734	122	45	6	184.67	8,358	194	1,254	481	288	10,380	11,418	5
Atahualpa	206	34	13	2	128.63	1,636	135	245	94	56	2,032	2,235	1
TOTALES	9,624	1,604	720	117		215,528	1,348	38,365	17,140	7,617	278,651	317,383	102

AÑO 7

Localidad	Población	NUMERO DE					PRONOSTICO DE CONSUMO						
		Viviendas	Abonados			Doméstico P	CUC	Comerciales CTC	Indus-triales	Cargas especiales	Neto Total	Bruto Total	Máx. Dem. (KW)
			Domésticos	Comerciales.	Y								
Huicungo	5,574	929	465	77	358.54	166,549	394	30,534	14,781	5,912	217,777	250,443	75
Pachiza	2,167	361	170	28	269.15	45,695	283	7,997	2,685	1,611	57,987	64,945	23
San Ramón	987	164	66	9	205.45	13,518	216	2,028	777	466	16,789	18,468	7
Ricardo Palma	303	50	20	3	146.71	2,960	154	444	170	102	3,677	4,044	2
Alto el Sol	763	127	51	7	190.94	9,716	200	1,457	559	335	12,067	13,274	5
Atahualpa	214	36	14	2	133.00	1,902	140	285	109	66	2,362	2,598	1
TOTALES	10,009	1,668	785	127		240,340	1,387	42,745	19,081	8,493	310,659	353,773	114

AÑO 8

Localidad	Población	NUMERO DE					PRONOSTICO DE CONSUMO						
		Viviendas	Abonados			Doméstico P	CUC	Comerciales CTC	Indus-triales	Cargas especiales	Neto Total	Bruto Total	Máx. Dem. (KW)
			Domésticos	Comerciales.	Y								
Huicungo	5,797	966	502	84	366.64	184,210	403	33,772	16,349	6,539	240,871	277,001	83
Pachiza	2,254	376	186	31	276.22	51,366	290	8,989	3,018	1,811	65,183	73,005	25
San Ramón	1,026	171	74	11	212.09	15,601	223	2,340	897	538	19,377	21,314	7
Ricardo Palma	315	52	23	3	151.45	3,416	159	512	196	118	4,243	4,668	2
Alto el Sol	794	132	57	8	197.11	11,213	207	1,682	645	387	13,926	15,319	6
Atahualpa	223	37	16	2	137.30	2,195	144	329	126	76	2,726	2,999	1
TOTALES	10,409	1,735	857	139		268,002	1,426	47,625	21,231	9,469	346,326	394,306	126

000067

AÑO 9

Localidad	Población	NUMERO DE				PRONOSTICO DE CONSUMO							
		Viviendas	Abonados			Doméstico P	CUC	Comerciales CTC	Indus- triales	Cargas especiales	Neto Total	Bruto Total	Máx. Dem. (KW)
			Domésticos	Comerciales.	Y								
Huicungo	6,029	1,005	543	90	374.77	203,358	412	37,282	18,048	7,219	265,907	305,793	92
Pachiza	2,344	391	203	34	283.28	57,551	297	10,071	3,381	2,029	73,032	81,796	29
San Ramón	1,067	178	83	12	219.30	18,143	230	2,721	1,043	626	22,534	24,787	9
Ricardo Palma	327	55	25	4	156.60	3,973	164	596	228	137	4,935	5,428	2
Alto el Sol	826	138	64	9	203.82	13,040	214	1,956	750	450	16,195	17,815	7
Atahualpa	232	39	18	3	141.97	2,553	149	383	147	88	3,170	3,487	1
<b>TOTALES</b>	<b>10,826</b>	<b>1,804</b>	<b>936</b>	<b>151</b>		<b>298,617</b>	<b>1,467</b>	<b>53,010</b>	<b>23,597</b>	<b>10,549</b>	<b>385,773</b>	<b>439,107</b>	<b>140</b>

AÑO 10

Localidad	Población	NUMERO DE				PRONOSTICO DE CONSUMO							
		Viviendas	Abonados			Doméstico P	CUC	Comerciales CTC	Indus- triales	Cargas especiales	Neto Total	Bruto Total	Máx. Dem. (KW)
			Domésticos	Comerciales.	Y								
Huicungo	6,270	1,045	585	98	382.93	224,099	421	41,085	19,889	7,956	293,029	336,983	102
Pachiza	2,438	406	219	37	289.56	63,533	304	11,118	3,733	2,240	80,624	90,298	32
San Ramón	1,110	185	93	13	226.40	20,946	238	3,142	1,204	723	26,014	28,616	10
Ricardo Palma	340	57	28	4	161.67	4,587	170	688	264	158	5,697	6,266	3
Alto el Sol	859	143	72	10	210.41	15,054	221	2,258	866	519	18,697	20,567	8
Atahualpa	241	40	20	3	146.56	2,947	154	442	169	102	3,660	4,026	2
<b>TOTALES</b>	<b>11,259</b>	<b>1,876</b>	<b>1,017</b>	<b>164</b>		<b>331,166</b>	<b>1,508</b>	<b>58,733</b>	<b>26,125</b>	<b>11,697</b>	<b>427,721</b>	<b>486,757</b>	<b>155</b>

AÑO 11

Localidad	Población	NUMERO DE				PRONOSTICO DE CONSUMO							
		Viviendas	Abonados			Doméstico P	CUC	Comerciales CTC	Indus- triales	Cargas especiales	Neto Total	Bruto Total	Máx. Dem. (KW)
			Domésticos	Comerciales.	Y								
Huicungo	6,521	1,087	630	105	391.12	246,552	430	45,201	21,881	8,753	322,387	370,746	112
Pachiza	2,535	423	239	40	296.61	70,818	311	12,393	4,161	2,496	89,867	100,652	35
San Ramón	1,155	192	102	15	232.78	23,741	244	3,561	1,365	819	29,486	32,434	11
Ricardo Palma	354	59	31	4	166.22	5,199	175	780	299	179	6,457	7,103	3
Alto el Sol	893	149	79	11	216.34	17,063	227	2,559	981	589	21,192	23,311	9
Atahualpa	251	42	22	3	150.69	3,340	158	501	192	115	4,148	4,563	2
<b>TOTALES</b>	<b>11,709</b>	<b>1,952</b>	<b>1,103</b>	<b>178</b>		<b>366,712</b>	<b>1,546</b>	<b>64,996</b>	<b>28,879</b>	<b>12,951</b>	<b>473,539</b>	<b>538,809</b>	<b>172</b>

890000

AÑO 12

Localidad	Población	NUMERO DE					PRONOSTICO DE CONSUMO							
		Viviendas	Abonados			Doméstico P	CUC	Comerciales CTC	Indus-triales	Cargas especiales	Neto Total	Bruto Total	Máx. Dem. (KW)	
			Domésticos	Comerciales.	Y									
Huicungo	6,782	1,130	678	113	399.35	270,840	439	49,654	24,037	9,615	354,146	407,268	123	
Pachiza	2,637	439	259	43	303.66	78,739	319	13,779	4,626	2,776	99,919	111,910	39	
San Ramón	1,201	200	112	16	239.11	26,798	251	4,020	1,541	925	33,283	36,612	13	
Ricardo Palma	368	61	34	5	170.75	5,868	179	880	337	202	7,289	8,017	3	
Alto el Sol	929	155	87	12	222.23	19,260	233	2,889	1,107	664	23,921	26,314	11	
Atahualpa	261	43	24	3	154.79	3,770	163	566	217	130	4,683	5,151	2	
<b>TOTALES</b>	<b>12,177</b>	<b>2,030</b>	<b>1,195</b>	<b>193</b>		<b>405,276</b>	<b>1,584</b>	<b>71,788</b>	<b>31,866</b>	<b>14,312</b>	<b>523,241</b>	<b>595,271</b>	<b>190</b>	

AÑO 13

Localidad	Población	NUMERO DE					PRONOSTICO DE CONSUMO							
		Viviendas	Abonados			Doméstico P	CUC	Comerciales CTC	Indus-triales	Cargas especiales	Neto Total	Bruto Total	Máx. Dem. (KW)	
			Domésticos	Comerciales.	Y									
Huicungo	7,053	1,176	735	122	408.56	300,178	449	55,033	26,641	10,656	392,507	451,384	136	
Pachiza	2,742	457	281	47	310.73	87,344	326	15,285	5,131	3,079	110,839	124,140	43	
San Ramón	1,249	208	124	18	246.01	30,466	258	4,570	1,752	1,051	37,839	41,623	15	
Ricardo Palma	383	64	38	5	175.68	6,672	184	1,001	384	230	8,286	9,115	4	
Alto el Sol	966	161	96	14	228.64	21,897	240	3,285	1,259	755	27,196	29,916	12	
Atahualpa	271	45	27	4	159.26	4,286	167	643	246	148	5,324	5,856	2	
<b>TOTALES</b>	<b>12,665</b>	<b>2,111</b>	<b>1,300</b>	<b>210</b>		<b>450,843</b>	<b>1,626</b>	<b>79,816</b>	<b>35,413</b>	<b>15,920</b>	<b>581,992</b>	<b>662,033</b>	<b>212</b>	

AÑO 14

Localidad	Población	NUMERO DE					PRONOSTICO DE CONSUMO							
		Viviendas	Abonados			Doméstico P	CUC	Comerciales CTC	Indus-triales	Cargas especiales	Neto Total	Bruto Total	Máx. Dem. (KW)	
			Domésticos	Comerciales.	Y									
Huicungo	7,335	1,223	782	130	415.96	325,461	458	59,668	28,885	11,554	425,568	489,403	147	
Pachiza	2,852	475	304	51	317.81	96,684	334	16,920	5,680	3,408	122,692	137,415	48	
San Ramón	1,299	216	136	19	252.86	34,483	266	5,172	1,983	1,190	42,828	47,110	16	
Ricardo Palma	398	66	42	6	180.57	7,551	190	1,133	434	261	9,379	10,317	4	
Alto el Sol	1,004	167	105	15	235.01	24,784	247	3,718	1,425	855	30,781	33,859	12	
Atahualpa	282	47	30	4	163.69	4,851	172	728	279	167	6,026	6,628	3	
<b>TOTALES</b>	<b>13,171</b>	<b>2,195</b>	<b>1,400</b>	<b>226</b>		<b>493,814</b>	<b>1,665</b>	<b>87,338</b>	<b>38,686</b>	<b>17,435</b>	<b>637,272</b>	<b>724,732</b>	<b>230</b>	

690000

AÑO 15

Localidad	Población	NUMERO DE					PRONOSTICO DE CONSUMO							
		Viviendas	Abonados			Doméstico P	CUC	Comerciales CTC	Indus-triales	Cargas especiales	Neto Total	Bruto Total	Máx. Dem. (KW)	
			Domésticos	Comerciales.	Y									
Huicungo	7,629	1,271	839	140	424.33	356,087	467	65,283	31,603	12,641	465,614	535,456	161	
Pachiza	2,966	494	326	54	324.21	105,782	340	18,512	6,215	3,729	134,237	150,345	52	
San Ramón	1,351	225	149	21	259.12	38,499	272	5,775	2,214	1,328	47,816	52,597	18	
Ricardo Palma	414	69	46	7	185.03	8,431	194	1,265	485	291	10,471	11,518	5	
Alto el Sol	1,045	174	115	16	240.82	27,670	253	4,151	1,591	955	34,366	37,803	13	
Atahualpa	294	49	32	5	167.74	5,417	176	812	311	187	6,727	7,400	3	
<b>TOTALES</b>	<b>13,698</b>	<b>2,283</b>	<b>1,507</b>	<b>243</b>		<b>541,885</b>	<b>1,703</b>	<b>95,797</b>	<b>42,418</b>	<b>19,130</b>	<b>699,231</b>	<b>795,119</b>	<b>253</b>	

AÑO 16

Localidad	Población	NUMERO DE					PRONOSTICO DE CONSUMO							
		Viviendas	Abonados			Doméstico P	CUC	Comerciales CTC	Indus-triales	Cargas especiales	Neto Total	Bruto Total	Máx. Dem. (KW)	
			Domésticos	Comerciales.	Y									
Huicungo	7,934	1,322	886	148	430.94	381,799	474	69,996	33,885	13,554	499,233	574,118	173	
Pachiza	3,085	514	344	57	329.26	113,420	346	19,848	6,663	3,998	143,929	161,201	49	
San Ramón	1,405	234	157	22	263.15	41,279	276	6,192	2,374	1,424	51,268	56,395	20	
Ricardo Palma	431	72	48	7	187.91	9,039	197	1,356	520	312	11,227	12,350	5	
Alto el Sol	1,086	181	121	17	244.57	29,668	257	4,450	1,706	1,024	36,848	40,532	14	
Atahualpa	305	51	34	5	170.35	5,808	179	871	334	200	7,213	7,934	3	
<b>TOTALES</b>	<b>14,246</b>	<b>2,374</b>	<b>1,591</b>	<b>257</b>		<b>581,012</b>	<b>1,729</b>	<b>102,714</b>	<b>45,481</b>	<b>20,512</b>	<b>749,719</b>	<b>852,531</b>	<b>263</b>	

AÑO 17

Localidad	Población	NUMERO DE					PRONOSTICO DE CONSUMO							
		Viviendas	Abonados			Doméstico P	CUC	Comerciales CTC	Indus-triales	Cargas especiales	Neto Total	Bruto Total	Máx. Dem. (KW)	
			Domésticos	Comerciales.	Y									
Huicungo	8,251	1,375	921	154	435.79	401,532	479	73,614	35,636	14,254	525,037	603,792	182	
Pachiza	3,208	535	358	60	332.96	119,282	350	20,874	7,008	4,205	151,369	169,533	51	
San Ramón	1,461	243	163	23	266.11	43,412	279	6,512	2,496	1,498	53,918	59,310	21	
Ricardo Palma	448	75	50	7	190.02	9,507	200	1,426	547	328	11,807	12,988	5	
Alto el Sol	1,130	188	126	18	247.32	31,201	260	4,680	1,794	1,076	38,752	42,627	15	
Atahualpa	318	53	35	5	172.27	6,108	181	916	351	211	7,586	8,344	3	
<b>TOTALES</b>	<b>14,816</b>	<b>2,469</b>	<b>1,654</b>	<b>267</b>		<b>611,042</b>	<b>1,748</b>	<b>108,023</b>	<b>47,832</b>	<b>21,572</b>	<b>788,469</b>	<b>896,595</b>	<b>277</b>	

000070

AÑO 18

Localidad	Población	NUMERO DE				PRONOSTICO DE CONSUMO							
		Viviendas	Abonados			Doméstico P	CUC	Comerciales CTC	Indus- triales	Cargas especiales	Neto Total	Bruto Total	Máx. Dem. (KW)
			Domésticos	Comerciales.	Y								
Huicungo	8,581	1,430	973	162	442.55	430,401	487	78,907	38,198	15,279	562,786	647,204	195
Pachiza	3,337	556	378	63	338.12	127,858	355	22,375	7,512	4,507	162,252	181,722	55
San Ramón	1,519	253	172	25	270.24	46,533	284	6,980	2,676	1,605	57,794	63,574	22
Ricardo Palma	466	78	53	8	192.97	10,190	203	1,529	586	352	12,656	13,922	6
Alto el Sol	1,175	196	133	19	251.15	33,445	264	5,017	1,923	1,154	41,538	45,692	16
Atahualpa	330	55	37	5	174.94	6,547	184	982	376	226	8,131	8,944	4
TOTALES	15,408	2,568	1,746	282		654,974	1,776	115,789	51,271	23,123	845,158	961,058	297

AÑO 19

Localidad	Población	NUMERO DE				PRONOSTICO DE CONSUMO							
		Viviendas	Abonados			Doméstico P	CUC	Comerciales CTC	Indus- triales	Cargas especiales	Neto Total	Bruto Total	Máx. Dem. (KW)
			Domésticos	Comerciales.	Y								
Huicungo	8,925	1,487	1,019	170	448.46	456,928	493	83,770	40,552	16,221	597,472	687,092	207
Pachiza	3,470	578	396	66	342.64	135,738	360	23,754	7,975	4,785	172,252	192,922	58
San Ramón	1,580	263	180	26	273.84	49,401	288	7,410	2,841	1,704	61,356	67,492	24
Ricardo Palma	485	81	55	8	195.55	10,818	205	1,623	622	373	13,436	14,780	6
Alto el Sol	1,222	204	140	20	254.51	35,506	267	5,326	2,042	1,225	44,098	48,508	17
Atahualpa	343	57	39	6	177.28	6,950	186	1,043	400	240	8,632	9,496	4
TOTALES	16,025	2,671	1,829	295		695,342	1,799	122,926	54,431	24,548	897,247	1,020,290	315

AÑO 20

Localidad	Población	NUMERO DE				PRONOSTICO DE CONSUMO							
		Viviendas	Abonados			Doméstico P	CUC	Comerciales CTC	Indus- triales	Cargas especiales	Neto Total	Bruto Total	Máx. Dem. (KW)
			Domésticos	Comerciales.	Y								
Huicungo	9,282	1,547	1,067	178	454.44	485,057	500	88,927	43,049	17,220	634,252	729,390	220
Pachiza	3,609	601	415	69	347.21	144,094	365	25,216	8,466	5,079	182,856	204,798	62
San Ramón	1,643	274	189	27	277.50	52,442	291	7,866	3,015	1,809	65,134	71,647	25
Ricardo Palma	504	84	58	8	198.16	11,484	208	1,723	660	396	14,263	15,690	6
Alto el Sol	1,271	212	146	21	257.90	37,692	271	5,654	2,167	1,300	46,813	51,494	18
Atahualpa	357	60	41	6	179.64	7,378	189	1,107	424	255	9,164	10,080	4
TOTALES	16,666	2,778	1,917	309		738,148	1,823	130,493	57,782	26,059	952,481	1,083,099	335

000071



AÑO 21

Localidad	Población	NUMERO DE				PRONOSTICO DE CONSUMO								
		Viviendas	Abonados			Doméstico P	CUC	Comerciales CTC	Indus- triales	Cargas especiales	Neto Total	Bruto Total	Máx. Dem. (KW)	
			Domésticos	Comerciales.	Y									
Huicungo	9,653	1,609	1,118	186	460.49	514,882	507	94,395	45,696	18,278	673,251	774,239	233	
Pachiza	3,753	626	435	72	351.83	152,954	369	26,767	8,986	5,392	194,099	217,391	65	
San Ramón	1,709	285	198	28	281.19	55,667	295	8,350	3,201	1,921	69,138	76,052	27	
Ricardo Palma	524	87	61	9	200.80	12,190	211	1,829	701	421	15,140	16,654	7	
Alto el Sol	1,322	220	153	22	261.34	40,009	274	6,001	2,301	1,380	49,692	54,661	19	
Atahualpa	371	62	43	6	182.03	7,832	191	1,175	450	270	9,727	10,700	4	
<b>TOTALES</b>	<b>17,332</b>	<b>2,889</b>	<b>2,008</b>	<b>324</b>		<b>783,535</b>	<b>1,848</b>	<b>138,517</b>	<b>61,335</b>	<b>27,662</b>	<b>1,011,048</b>	<b>1,149,697</b>	<b>355</b>	

AÑO 22

Localidad	Población	NUMERO DE				PRONOSTICO DE CONSUMO								
		Viviendas	Abonados			Doméstico P	CUC	Comerciales CTC	Indus- triales	Cargas especiales	Neto Total	Bruto Total	Máx. Dem. (KW)	
			Domésticos	Comerciales.	Y									
Huicungo	10,039	1,673	1,171	195	466.61	546,505	513	100,193	48,502	19,401	714,601	821,791	248	
Pachiza	3,903	651	455	76	356.51	162,348	374	28,411	9,538	5,723	206,020	230,743	70	
San Ramón	1,777	296	207	30	284.93	59,086	299	8,863	3,397	2,038	73,385	80,723	28	
Ricardo Palma	545	91	64	9	203.47	12,939	214	1,941	744	446	16,070	17,677	7	
Alto el Sol	1,375	229	160	23	264.81	42,467	278	6,370	2,442	1,465	52,743	58,018	20	
Atahualpa	386	64	45	6	184.45	8,313	194	1,247	478	287	10,325	11,357	5	
<b>TOTALES</b>	<b>18,026</b>	<b>3,004</b>	<b>2,103</b>	<b>339</b>		<b>831,658</b>	<b>1,872</b>	<b>147,024</b>	<b>65,102</b>	<b>29,360</b>	<b>1,073,144</b>	<b>1,220,309</b>	<b>377</b>	

AÑO 23

Localidad	Población	NUMERO DE				PRONOSTICO DE CONSUMO								
		Viviendas	Abonados			Doméstico P	CUC	Comerciales CTC	Indus- triales	Cargas especiales	Neto Total	Bruto Total	Máx. Dem. (KW)	
			Domésticos	Comerciales.	Y									
Huicungo	10,441	1,740	1,228	205	472.91	580,561	520	106,436	51,525	20,610	759,131	873,001	263	
Pachiza	4,059	677	477	80	361.32	172,465	379	30,181	10,132	6,079	218,858	245,121	74	
San Ramón	1,849	308	217	31	288.78	62,768	303	9,415	3,609	2,165	77,958	85,754	30	
Ricardo Palma	567	94	67	10	206.21	13,745	217	2,062	790	474	17,072	18,779	8	
Alto el Sol	1,430	238	168	24	268.39	45,113	282	6,767	2,594	1,556	56,030	61,633	22	
Atahualpa	402	67	47	7	186.94	8,831	196	1,325	508	305	10,968	12,065	5	
<b>TOTALES</b>	<b>18,747</b>	<b>3,124</b>	<b>2,204</b>	<b>355</b>		<b>883,483</b>	<b>1,897</b>	<b>156,186</b>	<b>69,158</b>	<b>31,190</b>	<b>1,140,018</b>	<b>1,296,353</b>	<b>401</b>	

000072

AÑO

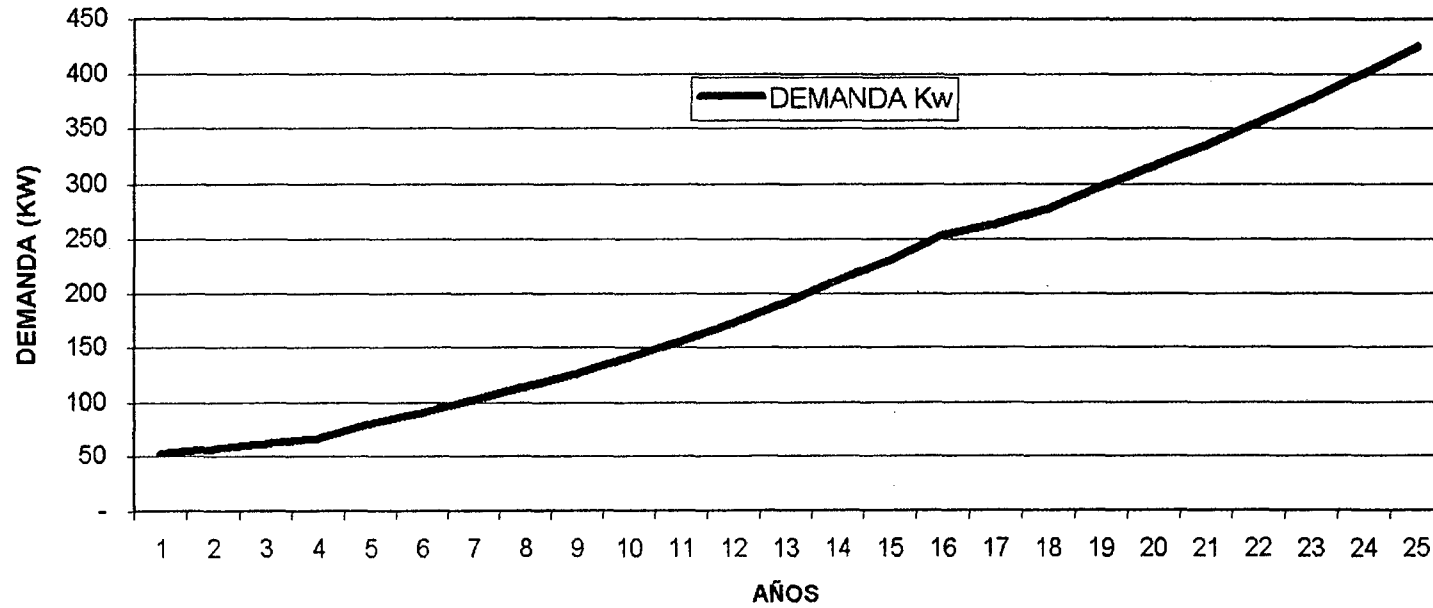
24

Localidad	Población	NUMERO DE				PRONOSTICO DE CONSUMO								
		Viviendas	Abonados			Doméstico P	CUC	Comerciales CTC	Indus- triales	Cargas especiales	Neto Total	Bruto Total	Máx. Dem. (KW)	
			Domésticos	Comerciales.	Y									
Huicungo	10,858	1,810	1,287	214	479.28	616,690	527	113,060	54,731	21,893	806,374	927,330	279	
Pachiza	4,222	704	500	83	366.19	183,198	385	32,060	10,763	6,458	232,478	260,376	78	
San Ramón	1,922	320	228	33	292.67	66,674	307	10,001	3,834	2,300	82,809	91,090	32	
Ricardo Palma	590	98	70	10	208.99	14,601	219	2,190	840	504	18,134	19,948	8	
Alto el Sol	1,487	248	176	25	272.00	47,920	286	7,188	2,755	1,653	59,517	65,469	23	
Atahualpa	418	70	50	7	189.46	9,381	199	1,407	539	324	11,651	12,816	5	
<b>TOTALES</b>	<b>19,496</b>	<b>3,249</b>	<b>2,310</b>	<b>373</b>		<b>938,464</b>	<b>1,923</b>	<b>165,906</b>	<b>73,462</b>	<b>33,131</b>	<b>1,210,964</b>	<b>1,377,028</b>	<b>426</b>	

000073

GRAFICO N° 02

MERCADO ENERGETICO  
(CRECIMIENTO DEL CONSUMO DE ENERGÍA)



000074

# CAPITULO III

## ESTUDIOS BÁSICOS

### 3.1 ESTUDIO GEOLÓGICO

#### 3.1.1 INTRODUCCIÓN

Tomando como fuente de datos el estudio geológico y geotécnico presentado por el Ing° Jesus Neira Churata sobre la Minicentral Hidroeléctrica Shitariyacu, revisión de la cartografía existente y ejecución de obras Civiles en forma segura, se precedió a realizar el estudio geológico, mediante la excavación de calicatas en las diferentes estructuras que conforman las Obras Civiles, para asegurar y tomar las previsiones del caso conociendo el tipo de suelo, los rumbos, el buzamiento y fallas que se pudieran encontrar en el área de proyecto.

#### 3.1.2 INVESTIGACIONES REALIZADAS.

##### 3.1.2.1 INVESTIGACIONES DE CAMPO.

Para este fin se ha efectuado el cartografiado geológico desde las obras de toma hasta la Casa de Máquinas a una escala 1: 1000, en donde se ha cartografiado al detalle los afloramientos de rocas calcáreas, areniscas y limolitas, el buzamiento de las mismas, así como también el aspecto estructural como rumbo y buzamiento de las diaclasas con relación a las fallas. En el aspecto geodinámico se ha podido constatar la presencia de

caídas de rocas que no comprometen la plataforma del canal de aducción, además en algunas quebradas donde existe desprendimiento de rocas dan la apariencia de la existencia de deslizamientos, sin embargo cuando se trata de identificar como tal no reúne las características de éste, y con relación al Huayco se presenta en una pequeña porción que puede ser solucionada por faena comunal.

Las calicatas efectuadas se describen a continuación:

DESIGNACION	PROF.(mts)	Nº	UBICACIÓN
C-SHI-1	1.70	01	Cámara de Carga
C-SHI-2	2.10	02	Tubería de Presión
C-SHI-3	1.00	03	Tubería de Presión
C-SHI-4	0.80	04	Casa de Máquinas

### 3.1.2.2 ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS.

Con relación a este rubro se ha optado por apertura de calicatas en las zonas consideradas como suelo, éste es el método clásico y a la vez más seguro. De acuerdo a su profundidad se ha podido identificar los rasgos físicos, así como también algunos parámetros que ellos presentan. Las calicatas han sido excavadas en la cámara de carga, tuberías de presión y casa de máquinas.

Los ensayos por tipo y número se describen a continuación:

ENSAYO	CALICATA	Nº
Contenido de Humedad	C-SHI-1	01
Contenido de Humedad	C-SHI-2	02
Contenido de Humedad	C-SHI-3	03
Contenido de Humedad	C-SHI-4	04
Análisis Granulom. por tamizado	C-SHI-1	05
Análisis Granulom. por tamizado	C-SHI-2	06
Análisis Granulom. por tamizado	C-SHI-3	07
Análisis Granulom. por tamizado	C-SHI-4	08
Límite Líquido y Límite Plástico	C-SHI-1	09
Límite Líquido y Límite Plástico	C-SHI-2	10
Límite Líquido y Límite Plástico	C-SHI-3	11
Límite Líquido y Límite Plástico	C-SHI-4	12
Gravedad Específica	C-SHI-1	13
Gravedad Específica	C-SHI-2	14
Gravedad Específica	C-SHI-3	15
Gravedad Específica	C-SHI-4	16
Ensayo a la comp. Axial no conf.	C-SHI-1	17
Ensayo a la comp. Axial no conf.	C-SHI-2	18
Ensayo a la comp. Axial no conf.	C-SHI-3	19
Ensayo a la comp. Axial no conf.	C-SHI-4	20

### 3.1.3 PROCESOS DE GEODINÁMICA EXTERNA.

Particularmente se ha podido constatar que en el cauce del Río Shitariyacu cerca al canal de descarga de la casa de máquinas la presencia de gigantescos bloques de piedra caliza y arenisca de 0.5m a 2 metros de diámetro, esto nos indica una zona en donde se produce continuamente la caída de Huaycos, además indica que tiene una pendiente fuerte y a veces una fuerte precipitación.

Sin embargo podemos clasificar de la siguiente manera:

- Caída de rocas (ROCK FALL), ésta se encuentra en el canal aductor, en rocas de arenisca.
- Huaycos (DEBRIS FLOW), se encuentran en zonas que cruzan el canal que está indicado en el plano geológico. Es incipiente, sin embargo éstos deben ser tratados correctamente.
- Deslizamientos (LANDSLIDE), estos fenómenos no se observan en forma clásica, también posiblemente porque gran parte de las estructuras están cubiertas por vegetación, además en el mismo canal aductor no se observa, sin embargo en el sector donde se emplazará la tubería de presión es en donde se presenta geoforma de tipo lomada, aspectos que se tendrá en consideración para la colocación de dados de anclaje.

3.1.4 CONDICIONES GEOLÓGICAS Y GEOTÉCNICAS PARTICULARES DE LOS LUGARES PREVISTOS PARA EL EMPLAZAMIENTO DE LAS OBRAS.

**TOMA**

**MORFOLOGÍA DEL SITIO.**

En este lugar el río Shitariyacu es más encañonado y los flancos derecho e izquierdo también presentan gigantescos bloques de caliza, sin embargo la toma estaría ubicada en la margen derecha del mismo.

**SUELOS Y ROCAS.**

En este lugar la presencia de los suelos es escasa, la existencia de material coluvial de gigantescos bloques de caliza de 2 metros de diámetro proviene de la margen derecha del río.

La roca predominante es la caliza con rumbo N32°E con buzamiento 46° SW es decir adecuado para trabajar en canal abierto o túnel.

**ESTRUCTURA GEOLOGICA.**

En esta progresiva considerada como el Km 00+000 donde se emplazarán las obras de toma y como parte de canal no se ha encontrado fallas activas que puedan impedir cualquier tipo de construcción, sólo existe diaclazamiento que tiene dos sistemas:

Tiene un rumbo N 11°E, buzamiento 10°NE y

Tiene un rumbo N 58°E, buzamiento 43°NE



A medida de comentario en la Central Hidroeléctrica Carhuaquero, el proyectista SHAWINIGAN consideró los siguientes tipos de roca.

Tipo I (roca sana).

Tipo II (roca fracturada en bloques o agrietado).

Tipo III (roca triturada que no requiere soporte inmediato luego de excavación).

Entonces la caliza estaría dentro de las rocas con que es posible trabajar en una roca de tipo II, es decir apto para canal o túnel.

#### ESTABILIDAD DE CAUCE EN RELACIÓN CON LA EVOLUCIÓN GEOMORFOLÓGICA.

El cauce tiene estabilidad, lo que ocurre es que los flancos son escarpados, lo que significa mantener limpio el cauce.

#### ACARREO (carga) DE SÓLIDOS, DIÁMETRO (tamaños) DE PARTÍCULAS SEDIMENTARIAS Y TRANSPORTADOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE LANE.

En la revisión de la bibliografía de Hidrología, así como en la observación de campo y también en innumerable material fotográfico se puede observar la presencia de gigantescos bolones de 2.00 mts y troncos de madera lo que significa que cada cierto tiempo existe una anomalía, es decir que se debe producir una precipitación de intensidad mayor a los 100 mm/hora, sólo de esta manera el río puede acarrear estos gigantescos bolones de caliza o arenisca. De hecho implica que el caudal crece en forma desproporcional arrastrando gran cantidad de material sedimentario.

## CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL SUELO DE SUSTENTACIÓN

Las estructuras de la toma estarán emplazadas en una zona donde se encuentra bolonería de roca caliza, siendo ésta en gran parte macizo rocoso es decir de características geotécnicas óptimas. La capacidad de resistencia es mayor de  $10\text{kg/cm}^2$ .

### **DESARENADOR Y OBRAS CONEXAS.**

#### MORFOLOGÍA DEL SITIO.

Como podemos ver en el cartografiado geológico y también en las fotografías tomadas, existe un tramo de la margen derecha del río Shitariyacu que es bastante escarpado y estrecho, lo que significa que el desarenador estará emplazado en roca caliza.

## CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL SUELO DE SUSTENTACION

La roca caliza tiene un comportamiento geomecánico excelente para perforación y voladura con explosivos, sin embargo si se eligiese por emplazar esta estructura en caverna de acuerdo a su estabilidad se podría entibar con concreto rociado. Esta estructura se encuentra ubicada en la progresiva Km 00 + 120.

## **CANAL DE ADUCCIÓN.**

### **MORFOLOGÍA A LO LARGO DEL TRAZO.**

En la parte inicial donde estarán emplazadas las estructuras de toma, desarenador y el canal es escarpado. También es notoria la presencia de erosión diferencial, en lugares donde se encuentran las quebradas y abismos. Es decir, donde existe limolita (que es quebradiza), ésta se afecta rápidamente por erosión, además hay fallas geológicas inactivas que también fueron afectadas por erosión. A lo largo del eje del canal existe estabilidad.

### **GEOLOGÍA A LO LARGO DEL CANAL.**

Para mejor descripción de la geología en el tramo del canal y con la finalidad de identificar los fenómenos geodinámicos, se describen a continuación los detalles de cada calicata.

**PROGRESIVA: Km 00 + 150**

En esta parte el canal estará emplazado en roca caliza intercalado con lutitas, los estratos tienen la siguiente posición:

Rumbo N25°E, buzamiento 65°SW y fracturamiento que presenta dos sistemas que son:

El sistema de diaclasa, con rumbo N11°E y buzamiento 10°NE

El sistema de diaclasa, con rumbo N58°W y buzamiento 43°NW

**PROGRESIVA: Km 00 + 210**

En este tramo donde se presenta la erosión diferencial por naturaleza de la limolita, debe ser bastante deleznable.

La posición del estrato es como sigue: rumbo N20°E y buzamiento 34°SW la limolita tiene un afloramiento de 40 mts. En este sector se debe considerar que el canal sea construido de concreto armado y cubierto con una losa.

PROGRESIVA: Km 00 + 225

En esta zona del canal aductor presenta horizontes con presencia de lutita con intercalaciones de arenisca. La posición del estrato es como sigue:

Rumbo N45°E y buzamiento 65°SW, sin embargo la presencia de lutita debilita el mejor comportamiento geomecánico (estabilidad) de la arenisca, en estos casos al momento de excavar la plataforma se debe tener mucho cuidado con la estabilización de los taludes de corte.

PROGRESIVA: Km 00 + 285

Este tramo donde se emplazará el canal, se caracteriza por ser arenisca de color blanco de tendencia terrosa con intercalaciones de lutita. La posición del estrato es como sigue: rumbo N35°E y buzamiento 63°SW, también se presenta fracturamiento secundario de diaclasas con la siguiente geometría: rumbo N14°E y buzamiento 50°NE, en este tramo se ha podido constatar que existe estabilidad.

PROGRESIVA: Km 00 + 360 a Km 00 + 385

Se nota la presencia de un fenómeno geodinámico muy importante, originado por la deyección de material de arrastre (consistente en bolonería de caliza de 1.00m de diámetro) a través del cauce de una quebrada que cruza el eje del canal de aducción, esta disposición de

material deberá controlarse con la construcción de un dique o una canoa con la finalidad de garantizar el escurrimiento del agua en el cauce natural sin perjudicar la estructura del canal de aducción.

PROGRESIVA: Km 00 + 395

En esta progresiva el canal cruzará un cauce estrecho y profundo, sumamente escarpado, y para resolver el paso y continuidad del canal en este punto se construirá un acueducto.

PROGRESIVA: Km 00 + 440

En este tramo la roca arenisca, se presenta en forma terrosa con presencia de óxido ferroso, la geometría de la roca sedimentaria es como sigue: Rumbo N35°E y buzamiento 55°NW con fracturamiento secundario. La diaclasa tiene la siguiente posición: Rumbo S25°W y buzamiento 53°NE, como se puede ver existe estabilidad, durante el proceso de excavación de la caja del canal no dejarla expuesta, sino entibar de inmediato.

PROGRESIVA: Km 00 + 475

Se ha construido un túnel de 10m de longitud, excavando en roca arenisca y que presenta gran estabilidad, aun sin recubrimiento.

PROGRESIVA: Km 00 + 495

En este tramo la plataforma ofrece estabilidad, la roca donde se emplaza es arenisca con la siguiente geometría: Rumbo N50°E y buzamiento 53°SW, con fracturamiento secundario, la diaclasa tiene la siguiente geometría: Rumbo N40°E y buzamiento 67°NE. En este tramo es

necesario desquinchar el talud de corte para evitar caídas posteriores de rocas.

PROGRESIVA: Km 00 + 545

En este tramo del canal se producen caídas de rocas por efecto de la diaclasa que tiene un buzamiento peligroso para la estructura del canal, además por estas fracturas las raíces de las plantas filtran agua que desestabiliza más al macizo rocoso, en ese caso ejecutar entibado con madera del lugar, hasta pasar con canal de concreto armado con tapa.

PROGRESIVA: Km 00 + 550 al Km 00 +560

En este tramo se presenta el fenómeno de geodinámica que aparenta ser deslizamiento, pero no lo es debido a que no reúne las características de haberse deslizado porque no se puede observar las grietas de tensión o compresión, sin embargo éste estaría relacionado a la pendiente fuerte que presenta la zona. La presencia de vegetación que justamente filtra la parte fracturada de la roca produce su caída. En este caso la forma de resolver es por medio de tablestacas o en su defecto con entibado de concreto rociado.

PROGRESIVA: Km 00 + 650

Presenta rocas areniscas y limolitas, también se nota la presencia de caídas de rocas, debido a que el buzamiento de estratificación de la ladera va cambiando y se suaviza, esto permite la inestabilidad de la roca, que cae en forma de planchas, por lo que es conveniente desquinchar el talud y entibar.

PROGRESIVA: Km 00 + 720

En este tramo la estructura del canal estará emplazada en rocas areniscas y limolita, la primera en mayor proporción. En esta progresiva se observa la caída de rocas debido a que no se ha desquinchado el talud, sin embargo durante el proceso de la ejecución de la obra, se debe entibar.

PROGRESIVA: Km 00 + 735

En este tramo existe roca arenisca con un Rumbo N55°E y buzamiento 41°NE; presentándose las rocas como planchas debido a que es más tendido el buzamiento. Para la ejecución de la obra se recomienda entibar.

PROGRESIVA: Km 00 + 785

En esta zona aflora una roca arenisca de color blanco, con la siguiente geometría: Rumbo N55°E y buzamiento 45°NE, este último favorece en la estabilidad.

PROGRESIVA: Km 00 + 815

Este tramo se recomienda que el canal sea de concreto armado y cubierto, debido a la inclinación suave de la estratificación, siendo este tramo propenso a la caídas de rocas.

PROGRESIVA: Km 00 + 850

El canal estará emplazada en roca arenisca, que tiene la siguiente geometría: Rumbo N60°E y buzamiento 45°NE.

PROGRESIVA: Km 00 + 900

Al igual que en la progresiva anterior el canal se emplazará en arenisca con Rumbo N55°E y buzamiento 45°NE.

PROGRESIVA: Km 00 + 920

En esta zona del canal el buzamiento es suave, siendo propenso a caídas de rocas. Por lo que debe ser cubierto.

PROGRESIVA: Km 00 + 925

El material es arenisca con Rumbo N50°E y buzamiento 52°NE, en este tramo existe caída de rocas, esto se explica debido a que cada vez es más tendido el buzamiento, facilitando la caída de roca en plancha. Se recomienda entibar en la ejecución de la obra.

PROGRESIVA: Km 00 + 950

Roca arenisca: Rumbo N60°E y buzamiento 41°NE con las mismas características que la anterior.

PROGRESIVA: Km 01 +005

Roca arenisca con Rumbo N60°E y buzamiento 41° NE, debe entibarse durante la ejecución de obra.

PROGRESIVA: Km 01 + 025 al Km 01 + 055

El material es roca arenisca que se intercala con lutitas, éstas a su vez debilitan el comportamiento geomecánico. Tienen Rumbo N65°E y buzamiento 35°NE facilitando la caída de rocas en plancha. Durante la ejecución de obra debe entibarse.

PROGRESIVA: Km 01 + 105

Roca arenisca con Rumbo N75°E y buzamiento 32°NE que facilita la caída de rocas en plancha porque el buzamiento es más tendido.



PROGRESIVA: Km 01 + 155 al Km 01 + 280

El material es roca arenisca, pero también aparece la limolita que lo debilita con igual estratificación.

PROGRESIVA: Km 01 + 395

Esta zona donde se emplazará el canal posee roca arenisca, existe un afloramiento de agua que cruza la plataforma del canal con aproximadamente 5 Lts/seg de agua, el mismo que se puede aprovechar para el afianzamiento hídrico del canal; además aparenta como que se presentara huayco, en esto hay que efectuar limpieza, en todo caso aguas arriba diseñar dique que controle los materiales gruesos. Hay presencia de falla pero es inactiva.

PROGRESIVA: Km 01 + 400 al Km 01 + 425

En esta zona donde se emplazará el canal, la roca es arenisca, en este tramo existe caída de rocas, esto se explica por el tendido del buzamiento y fracturamiento intenso. Posible construcción de un muro de contención.

PROGRESIVA: Km 01 + 460 al Km 01 + 465

Posee roca arenisca, existe un afloramiento de agua que atraviesa la plataforma, en este sentido es necesario captar el agua a través de una estructura de entrega lateral para afianzar al canal.

#### CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL SUELO DE SUSTENTACIÓN.

Como se puede apreciar en la descripción geológica por progresivas y/o tramos, todo lo que es cimentación está en roca, además la plataforma es

estable, sólo existen caídas de rocas que dan la apariencia de inestabilidad, pero como se ha descrito, la plataforma no ha sido mantenida, como también falta el desquinche del talud final. Las rocas como caliza, arenisca es excelente para la cimentación, sin embargo se presenta limolita, ésta sí crea inestabilidad, pero existe en menor proporción.

Uno de los aspectos más importantes será, estabilidad de taludes, en este caso en gran parte se tocará respecto a la estabilidad en roca que en suelo, sin embargo la inestabilidad ocurre más en suelo.

## **CÁMARA DE CARGA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS.**

### **MORFOLOGÍA DEL SITIO**

Esta área viene a ser una transición de roca a suelo, sin embargo hay que tratar de emplazar la estructura en la zona rocosa para poder tener una zona más estable, está cubierta de vegetación. Además en la parte más alta de la estructura se puede observar material pluvio – coluvial, con clastos o bolonería de caliza con matriz de arcilla rojo ocre, la parte que está considerada para canal de demasías está muy cubierto por vegetación hecho que no permite apreciar mejor la morfología del área.

### **SUELOS**

Como se ha constatado existe una transición de roca arenisca a suelo de arena arcilla, pero inicialmente está cubierto de vegetación.

Para tener mejor conocimiento del comportamiento del suelo se ha ejecutado excavación, a la que se denomina calicata, muy usual en estudios de geotecnia y también es la más práctica, con las siguientes dimensiones: 1.20 x 1.20 x 1.70 (prof.) asignado con el siguiente código C – SHI – 1 con la finalidad de conocer a qué profundidad mejoraba el suelo, aparecía la napa freática o nos encontrábamos con arcilla expansiva. Particularmente todos los parámetros anteriormente mencionados no se presentan, sin embargo a profundidad no mejora el suelo, lo que implica que esta estructura deberá en lo posible emplazarse en el suelo construyendo para esto una platea de cimentación.

## CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL SUELO DE SUSTENTACIÓN

### PERFIL DEL SUELO

<u>Profundidad ( mts. )</u>	<u>Material</u>
-De 0.00 a 0.40 (profundidad).	Arcilla Arenosa (debe eliminarse).
-De 0.40 a 1.70 (profundidad).	Arena Arcillosa.

### NAPA FREÁTICA Y HUMEDADES

Respecto a la excavación ejecutada, no se ha encontrado agua, el porcentaje de humedad promedio es de 9.46%.

### GRANULOMETRÍAS

Del análisis efectuado, como también de lo observado en campo, coincide con la nomenclatura del ASTM D – 2487 y D – 2488,

correspondiendo a la clasificación SUCS: SC Arena arcillosa, como se puede observar en la hoja de análisis adjunto a este estudio, los tamices indican de 1" a N°140 lo que implica mejorar el suelo.

#### LÍMITES DE ATTERBERG

Consideramos que este ensayo es muy importante debido a que nos permite indicar si nos encontramos en zona de arcillas expansivas, como podemos ver según los resultados obtenidos:

- Límite Líquido : 22
- Índice Plástico : 10.78
- Índice de plasticidad : 11.22

Es decir la plasticidad está dentro de lo permisible, esto debido a la presencia de arena.

#### ENSAYO DE RESISTENCIA DEL SUELO

Referente a este aspecto se ha efectuado el ensayo a la compresión axial no confinada, en la muestra N°02 obtenemos el siguiente resultado  $0.82715\text{Kg/cm}^2$ .

#### TUBERÍA DE PRESIÓN .

#### MORFOLOGÍA DEL SITIO.

Este tramo desde la cámara de carga hasta la casa de máquinas, tiene la forma de lomada que produce una sospecha de deslizamiento o falla, sin

embargo está cubierta de vegetación. En el eje del emplazamiento de la tubería se puede observar material pluvio – coluvial, arena con matriz de arcilla rojo ocre, además parte del material arcilloso está contaminado con residuos orgánicos cubierto por vegetación hecho que no permite apreciar mejor la morfología del área.

#### SUELOS.

Se ha constatado que existe suelo de arena arcilla, pero inicialmente está cubierto de vegetación.

Para tener mayor conocimiento del comportamiento del suelo se ha ejecutado excavación de 2 calicatas con las siguientes dimensiones 1.20 x 1.20 x 2.10 (prof.) y 1.20 x 1.20 x 1.00 (prof.) identificadas con los siguientes códigos: C – SHI – 2 y C – SHI – 3 con la finalidad de conocer los parámetros anteriormente descritos. Particularmente todos los parámetros mencionados no se presentan, sin embargo en la primera calicata a más profundidad no mejora el suelo, pero en la segunda ya aparece la roca que inclusive no permite avanzar con la excavación, por este motivo sólo se pudo avanzar un metro de profundidad por lo que esta estructura deberá emplazarse en suelo. Lo que implica ejecutar una limpieza de tierra orgánica hasta llegar a un nivel estable, entonces los dados y anclajes de la tubería se diseñarán considerando la calidad del suelo.

## CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL SUELO DE SUSTENTACIÓN

### PERFIL DEL SUELO

En las progresivas Km 01 + 606 y Km 01 + 770 se ha excavado 2 calicatas identificadas con los códigos C - SHI - 2 y C - SHI - 3, con las dimensiones arriba mencionadas, sin embargo estas se describen en hojas adicionales que se adjuntan al presente estudio.

#### C - SHI - 2

<u>Profundidad (mts)</u>	<u>Material</u>
De 0.00 a 1.00 (profundidad)	Tierra orgánica (debe eliminarse).
De 1.00 a 2.10 (profundidad)	Arena arcillosa.

#### C - SHI - 3

<u>Profundidad (mts)</u>	<u>Material</u>
De 0.00 a 1.00 (profundidad)	Tierra orgánica y arena arcillosa,

### NAPA FREÁTICA Y HUMEDADES.

En las dos calicatas no se encontró agua, los ensayos de humedad en promedio y porcentaje son: 14.47% y 10.23% respectivamente.

### GRANULOMETRÍAS

De acuerdo a la nomenclatura de ASTM D-2487 y D-2488 corresponden a clasificación SUCS los siguientes: SC Arena Arcillosa y CL-ML Arcillas Inorgánicas-Limos Inorgánicos, arenas muy finas como se puede observar en las hojas del análisis adjunto a este estudio, los tamices indican: de 1" a N°170 y N°8 a N°200 lo que implica que hay que mejorar el suelo.

### LÍMITES DE ATTERBERG.

Consideramos que este ensayo es muy importante para poder conocer si nos encontramos en zona de arcillas expansivas, como podemos apreciar en los siguientes resultados:

C – SHI – 2		C – SHI – 3	
-Límite líquido	= 29.00	-Límite líquido	= 19.9
-Límite plástico	= 11.04	-Límite plástico	= 14.54
-Índice de plasticidad	= 18.26	-Índice de plasticidad	= 5.36

Es decir la plasticidad está dentro de lo permisible, aunque la tercera es necesario tomarla con prudencia.

### ENSAYOS DE RESISTENCIA DEL SUELO.

Se ha efectuado el ensayo a la compresión axial no confinada, tal como nos puede indicar el ensayo realizado en las muestras nos dan los siguientes resultados  $1.017 \text{ Kg/cm}^2$  y  $0.430 \text{ Kg/cm}^2$ .

### CASA DE MÁQUINAS.

#### MORFOLOGÍA DEL SITIO

El área está emplazada en un suelo pluvio – coluvial con clastos de caliza y arenisca, la plataforma ofrece estabilidad, está cubierta de vegetación, sin embargo es notoria la presencia de filtraciones de aguas superficiales, además en la parte baja de esta estructura se puede observar material aluvional, con clastos o bolonería de caliza, con dimensiones de 2.00mts, también hay presencia de agua.

## SUELOS

Se ha efectuado la calicata identificada como C- SHI - 4 de 1.20 x 1.20 x 0.80 (prof.) con la finalidad de encontrar los parámetros descritos en las otras calicatas.

## CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL SUELO DE SUSTENTACIÓN.

### PERFIL DEL SUELO

Calicata ubicada en la progresiva Km 01 + 961

C - SHI - 4

<u>Profundidad (mts)</u>	<u>Material</u>
De 0.00 a 0.80 (profundidad)	Arena Arcillosa (ofrece estabilidad).

### NAPA FREÁTICA Y HUMEDADES.

En la excavación de la calicata no se encontró agua, el porcentaje de humedad promedio es de 13.09%

### GRANULOMETRÍA.

Luego del tamizado y según la nomenclatura de la ASTM D-2487 y D-2488 corresponde la clasificación SUCS a SC (Arena Arcillosa).

### LÍMITES DE ATTERBERG.

Dio los siguientes resultados:

- Límite líquido = 28.50
- Límite plástico = 10.10
- Índice de plasticidad = 18.40

La plasticidad está dentro de lo permisible, esto debido a la presencia de arena.



ENSAYO DE RESISTENCIA DEL SUELO.

En este rubro los ensayos de laboratorio dieron el siguiente resultado:

0.41 kg/cm<sup>2</sup>.

## 3.2 ESTUDIO HIDROLÓGICO.

### INTRODUCCIÓN.

El aprovechamiento de los recursos hídricos necesariamente tiene que contemplarse en cualquier plan de desarrollo a emprender en el ámbito de una micro región. El paso previo para su utilización adecuada es conocer su disponibilidad durante los doce meses del año. Para lo cual se debe realizar el estudio hidrológico correspondiente.

El río Shitariyacu es afluente en la margen derecha del río Pachicilla, el cual entrega sus aguas al río Huayabamba y esta a su vez al río Huallaga, siendo por lo tanto parte conformante de la Gran Red Hidrográfica del Atlántico.

El estudio hidrológico de la Micro-cuenca del río Shitariyacu, se realiza con el fin de definir la curva de duración de caudales medios diarios y poder seleccionar el caudal de diseño de la Minicentral Hidroeléctrica de Shitariyacu y otros servicios para la población de los Distrito de Pachiza y Huicungo, de la Provincia de Mariscal Cáceres, en la Región San Martín.

### OBJETIVO

El estudio hidrológico tiene por objetivo determinar las descargas medias y mínimas del río Shitariyacu, así como también la ocurrencia de la probabilidad de las descargas para los meses de mayor y menor escurrimiento, definiendo el caudal de diseño que corresponde al mes más crítico, con una persistencia de caudal al 99%.

## CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA

De acuerdo a la información existente en base a mapas regionales, podemos establecer algunas características climáticas e hidrológicas de la cuenca del río Shitariyacu, que en el desarrollo del estudio es de importancia para afinar y confirmar algunos criterios técnicos.

Las características geomorfológicas de la cuenca permite definir la distribución espacial y temporal de las variables hidrológicas a fin de poderlas cuantificar, considerando para nuestro objetivo que el área y altitud media de la cuenca son los elementos más importantes y habiéndose obtenido estos parámetros con la cartografía estudiada, donde el área es de  $14\text{km}^2$  aproximadamente, que representa el 5% de la cuenca del río Pachicilla con una altitud medida de 416.50 m.s.n.m aproximadamente. Por su ubicación presenta un relieve ondulado dentro de la topología del río Shitariyacu superior.

## INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA DISPONIBLE

La hidrometeorología de la cuenca del río Huallaga está controlada a través de veintinueve (29) estaciones, ocho (8) de las cuales son meteorológicas, seis (6) hidrométricas y quince (15) pluviométricas. La mayoría de las estaciones meteorológicas y pluviométricas se encuentran actualmente en operación sin embargo, en el caso de las estaciones hidrométricas, solamente en Shanao, Cumbaza, Biavo y el Sauce se viene registrando información.

Los tres tipos de estaciones están a cargo de la oficina zonal del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI.

De la evaluación de la información disponible se puede concluir lo siguiente:

a) **PLUVIOMETRÍA**

La mayoría de las estaciones pluviométricas cuentan con información desde 1964 hasta 1995 con excepción de Pachiza que cuenta con información desde 1973 hasta 1982 y Juanjuí (Corpac) desde 1977 hasta 1991. En el presente estudio únicamente utilizaremos los registros de las estaciones más cercanas a la cuenca, que son la estación Corpac- Juanjuí y la estación C.O. de Pachiza.

b) **HIDROMETRÍA**

En la Microcuenca del río Shitariyacu no existen datos de aforo, existiendo únicamente 6 estaciones en la cuenca del río Huallaga en los afluentes del Sisa, Cumbaza, Mayo, Biabo, Gera y Laguna de Sauce.

c) **METEOROLOGÍA**

Las estaciones meteorológicas registran datos de temperatura, evaporación, humedad relativa, viento y algunos registran adicionalmente datos pluviométricos.

La cuenca del río Huallaga cuenta con 8 estaciones meteorológicas ubicadas en los distritos de Bellavista, Juanjuí, Pachiza, Juan Guerra, Alto Biabo, San José de Sisa, Lamas y Sauce.

## ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

### a) PRECIPITACIONES

La estación pluviométrica a utilizar, por estar más cerca a la microcuenca en estudio, es la de Pachiza que cuenta con información de precipitaciones promedio mensual y máximo diario en el mes. Se empleará para verificar la consistencia de estos datos la estación de Corpac Juanjuí por contar con información completa y confiable, además su cercanía a la cuenca comparado con las demás estaciones pluviométricas. El procedimiento seguido para el análisis de consistencia fue como sigue:

- Se eligió como base de comparación el promedio de las estaciones de Pachiza y Corpac Juanjuí.
- Teniendo como estación base este promedio se graficó la curva doble masa de precipitaciones acumuladas, para cada una de las estaciones.
- Se observa de los gráficos n°04 y n°05 que adoptan una tendencia lineal con pequeñas variaciones en la pendiente que son aceptables.
- Se concluye afirmando que los datos de las estaciones en estudio son confiables y/o consistentes.

#### a.1) PRECIPITACIÓN PROMEDIO DE LA MICROCUENCA

La precipitación promedio de la microcuenca se consideró el promedio de los datos de precipitación de la estación de Pachiza.

Este valor es calculado en Excel 7.0 tal como se muestra en los cuadros n°13 y n°14

Estación Pachiza. ....1929.7mm

Estación Corpac Juanjuí .....1401.1mm

Cabe mencionar que en una cuenca de mayor magnitud este valor se debe calcular utilizando los siguientes métodos:

LA MEDIA ARITMETICA.- De todos los valores de precipitación promedio de cada estación, con datos consistentes.

UTILIZANDO LOS POLÍGONOS DE THIESEN.- Que consisten en la delimitación del área de influenciada de cada estación dentro de la cuenca para lo cual se trazan triángulos que unen estaciones más próximas entre sí, así como las directrices a los lados de estos triángulos, formando con éstas una serie de polígonos, cada una de las cuales contiene una estación. Cada polígono es el área tributaria de la estación que encierra; por consiguiente la precipitación media es:

$$P_{mi} = p_i \cdot A_i / A$$

Donde:

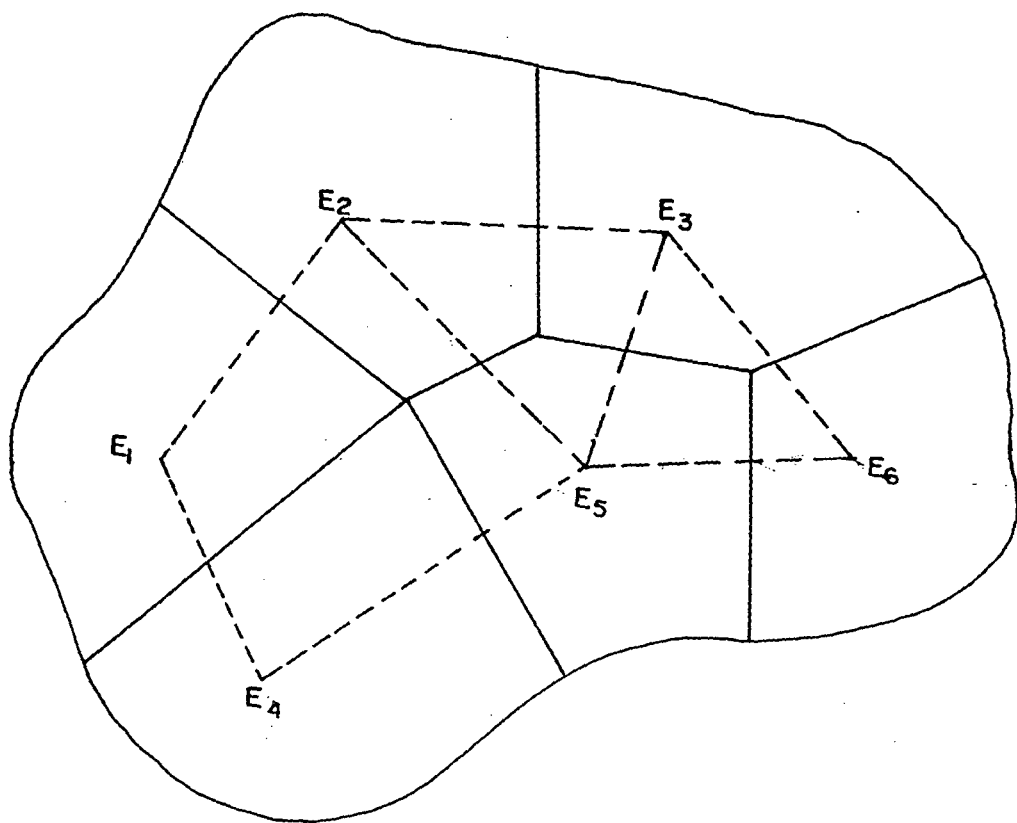
A = Área de la cuenca en km<sup>2</sup>.

A<sub>i</sub> = Área tributaria de la estación en km<sup>2</sup>.

P<sub>i</sub> = Precipitación media anual registrada en la estación i, (mm)

P<sub>mi</sub> = Precipitación media de la estación.

FIGURA N° 01



000102

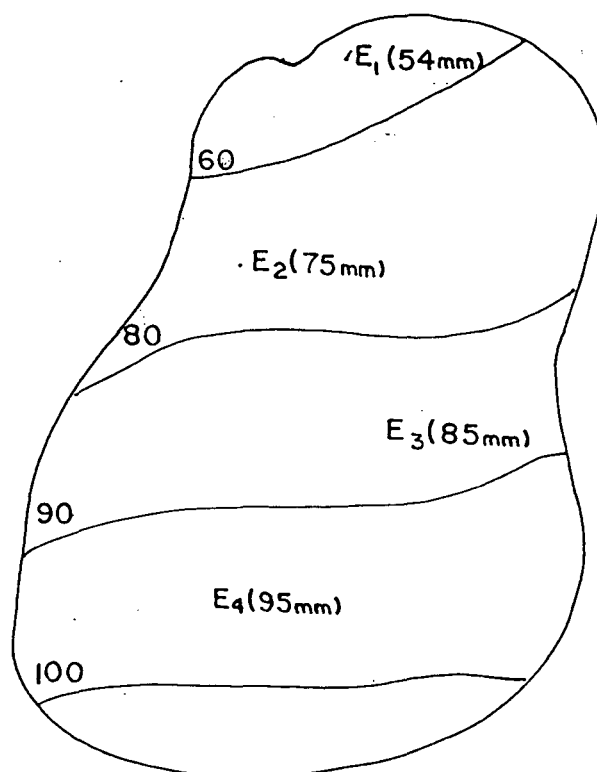
### MÉTODO DE LAS ISOHIETAS:

En el plano de la Microcuenca y con la precipitación promedio anual en cada una de las estaciones, se hace una interpolación trazándose de esta manera las diferentes curvas isohietas (curva de igual magnitud de precipitación).

Con un planímetro se calcula las áreas comprendidas entre las isohietas ( $A_i$ ).

Se calcula la precipitación media entre dos isohietas ( $h_i$ ) y luego se realizan los productos  $h_i \times A_i$ , se suman estos productos y esta suma se divide entre el área  $A$  de la cuenca. Este resultado viene a ser la precipitación media anual de la cuenca.

FIGURA Nº 02





b) CAUDALES.

Se procederá a calcular los caudales con precipitaciones medias mensuales, ya que no se cuenta con datos de aforos. El método propuesto por Norman H.Cranford en “ Hydrologic Estimates for Small Hydroelectric Proyects”, California mayo de 1981, es el que se utilizará para realizar estos cálculos, usando el paquete Excel 97, debido a que es el más utilizado cuando se cuenta con este tipo de información porque los resultados se aproximan a la realidad.

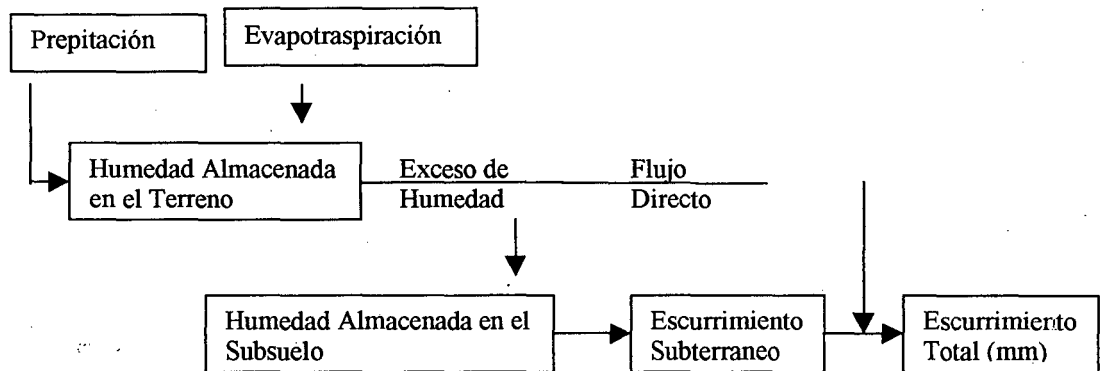
DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE GENERACIÓN DE SERIES

El modelo propuesto por Norman H. Cranford en “Hydrologic Estimates for Small Hydroelectric Proyects” fue desarrollado considerando la gran escasez de información hidrometeorológica en cuencas pequeñas.

El modelo puede ser aplicado para estimar caudales medios mensuales y la correspondiente curva de duración a partir de la precipitación, evapotranspiración potencial y actual de la cuenca en estudio simulando un proceso hidrológico, infiltración del agua en el perfil del suelo, escorrentía superficial y flujo sub superficial. Este proceso se representa esquemáticamente en la figura N° 05 que se representa a continuación.

FIGURA N° 05

BALANCE HIDROLÓGICO DE LA CUENCA



Los cálculos están basados en datos mensuales, obteniéndose de este modo caudales medios mensuales a partir de los cuales se puede confeccionar la curva de duración.

Cabe mencionar que el modelo utilizado no incluye procesos hidrológicos como deshielos derivados de nevados o causados por el residuo de tormentas de nieve ni laminación de las posibles avenidas en el sitio de toma, no siendo de este modo recomendable su uso en lugares donde existen procesos de deshielo ni existencia de lagos o de reservorios.

La precisión de los resultados está basado directamente en la precisión de los datos meteorológicos y en la adecuada aplicación del modelo. Los datos necesarios para efectuar el procesamiento del modelo son los siguientes:

DATOS DE PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL, en el caso del proyecto se tomó de la estación pluviométrica CO Pachiza.

LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL MENSUAL. Estos valores fueron tomados del estudio de factibilidad de la Microcentral Hidroeléctrica del Sisa, debido a que las características climatológicas son similares porque ambos están ubicados en la cuenca del Huallaga.

VALOR NOMINAL. Es un índice de la capacidad que tiene el terreno para almacenar agua. Si la cantidad de agua almacenada en el suelo es igual al Nominal, entonces la mitad de la diferencia entre la precipitación y la evapotranspiración real (balance de agua) se moverá en forma de escurrimiento directo y subterránea. El valor de almacenamiento de humedad en el suelo varía tomando valores mayores o menores que el Nominal. Cuando el almacenamiento de humedad en el suelo es menor que el Nominal, la mayoría de los valores positivos de cualquier mes del balance hídrico son retenidos en el suelo, sin embargo, con valores de almacenamientos mayores que el Nominal los valores positivos resultantes van a tomar parte de la escorrentía directa o del flujo subterráneo.

En cuencas sin registros hidrométricos, el Nominal puede ser estimado en función de la precipitación media anual con la siguiente ecuación:

$$\text{Nominal} = 100 + C \times \text{PMA}$$

Donde:

C = 0.2 en zonas donde la precipitación ocurre a lo largo de todo el año

$C = 0.25$  en zonas donde la precipitación es estacional.

PMA = Precipitación media anual en milímetros.

Cabe mencionar que el Valor Nominal controla los volúmenes de escorrentía, así el incremento del mismo genera un decreciente valor de escorrentía y viceversa.

PSUB.- Es la fracción del escurrimiento que se mueve como flujo subterráneo. Los terrenos poco permeables que tienen poca capacidad de infiltración tienen mayor escurrimiento superficial y por lo tanto presentan mayores variaciones estacionales en el caudal de los ríos. Mientras que terrenos con alta capacidad de infiltración tiene caudales más uniformes a lo largo del año. Este valor varía entre 0.3 y 0.8 considerando un valor promedio de 0.55. En terrenos de alta permeabilidad el valor es mayor y en los de baja permeabilidad lo contrario.

GWF.- Es un índice de la fracción que representa el tiempo en que el flujo subterráneo se desplaza a través del acuífero para luego salir como flujo superficial.

$GWF = 0.9$  en cuencas con flujos poco sostenidos.

$GWF = 0.2$  en cuencas con flujos realmente sostenidos.

$GWF = 0.5$  para valores medios.

En caso de no presencia de precipitación en algunos meses se debe tomar el menor valor de GWF.

Una vez determinados estos valores se inicia el cálculo del escurrimiento mensual, para ello hay que asumir condiciones iniciales del nivel de humedad en el suelo (HS) y en el subsuelo (Hsub).

Si la secuencia del cálculo se inicia en el mes más seco, entonces los niveles de humedad serán bajos, para este caso se debe tomar los siguientes parámetros.

$$HS = 0.1 \times \text{Nominal}$$

$$H_{\text{sub}} = 0.05 \times \text{Nominal}$$

Para cuencas con precipitaciones uniformes durante todo el año se toman los siguientes parámetros:

$$HS = \text{Nominal}$$

$$H_{\text{sub}} = 0.20 \text{ Nominal}$$

Si el cálculo se inicia en el mes más lluvioso entonces asumimos los siguientes:

$$HS = 1.25 \times \text{Nominal}$$

$$H_{\text{sub}} = 0.40 \times \text{Nominal}$$

El efecto de asumir arbitrariamente estos valores desaparece en 6 meses; por ello se recomienda desechar los resultados del primer año o repetir el cálculo para el primer año dos veces y luego continuar.

## SECUENCIA DEL CÁLCULO

- 1.- Asignar valores característicos de la cuenca:

Nominal, Psub, GWF

$$\text{Nominal} = 100 + 0.2 \times 1929.7$$

$$\text{Nominal} = 485.94$$

$$\text{Psub} = 0.55 \text{ valor promedio}$$

$$\text{GWF} = 0.2 \text{ (flujos realmente sostenidos).}$$

- 2.- Asignar valores a las condiciones iniciales del terreno:

$$\text{HS} = 1.25 \text{ Nominal}$$

$$\text{HS} = 1.25 \times 485.94$$

$$\text{HS} = 607.425 \text{ (inicio de cálculos en época de lluvia).}$$

$$\text{Hsub} = 0.4 \text{ Nominal}$$

$$\text{Hsub} = 0.4 \times 485.94$$

$$\text{Hsub} = 194.376$$

- 3.- Ingresar datos mes a mes: precipitación y evapotranspiración potencial (ETP).

- 4.- Hallar la razón entre el nivel de humedad del suelo y el valor nominal.

$$R1 = \text{HS}/\text{Nominal}$$

5.- Calcular la relación P/ETP

6.- Calcular ETR/ETP usando la Expresión:

$$\text{ETR/ETP} = R1/2 + (1 - R1/2) P/ETP$$

Pero ETR/ETP no debe ser mayor que 1

7.- Hallar ETR

8.- Calcular el balance de agua para el mes en estudio:

$$\text{WB} = \text{P} - \text{ETR}$$

9.- Calcular la razón de exceso de humedad (R4)

Usando las fórmulas siguientes:

$$\text{Para } R1 > 1 \longrightarrow R4 = 1 - [0.5(2-R1)^2]$$

ó

$$\text{Para } R1 < 1 \longrightarrow R4 = 0.5 (R1)^2.$$

Esto se calculará siempre y cuando que  $\text{WB} > 0$  y  $\text{WB} < 0$

entonces  $R4 = 0$

10.- Calcular el valor de humedad en exceso.

$$\text{HE} = R4 \times \text{WB}$$

11.- Calcular el cambio de humedad en el suelo:

$$DHS = WB - HE$$

- 12.- Calcular la cantidad que se infiltra hacia el subsuelo.

$$R = P_{sub} \times HE$$

- 13.- Calcular el valor de la humedad almacenada en el subsuelo al final del mes.

$$H_{sub} = H_{sub} (i) + R$$

Donde  $H_{sub} (i)$  = humedad almacenada en el mes anterior.

- 14.- Calcular el escurrimiento subterráneo hacia el río.

$$ES = GWF \times H_{sub}$$

- 15.- Calcular el escurrimiento directo hacia el río.

$$ED = HE - R$$

- 16.- Calcular el escurrimiento total (mm).

$$EX = ED + ES$$

- 17.- Calcular el nuevo valor de la humedad almacenada en el suelo.

$$HS = HS (i) + DHS$$

18. Calcular el nuevo valor de:

$$H_{sub} (f) = H_{sub} (i) - ES$$



19. Repetir la secuencia empleando los nuevos valores de HS y Hsub.

$$HS = HS (\text{anterior}) + DHS$$

$$Hsub (i) = Hsub (f) - ES$$

20.- El caudal se calcula multiplicando el escurrimiento total (E) por el área de la cuenca, esto dará en  $m^3/\text{mes}$ , lo cual se puede convertir fácilmente a  $m^3/\text{seg}$ .

Los cálculos se hicieron en el paquete Excel 7.0 alimentándose únicamente con los datos de precipitación promedio mensual, Evapotranspiración potencial, Nominal, GWF y Psub.

Con estos caudales generados se graficó la curva de duración (gráfico n°05) del cual se obtiene un caudal de  $0.45m^3/\text{seg}$  a un 76.70% de persistencia, con la seguridad de que este caudal será ofertado por la fuente durante todo el año. El caudal encontrado se multiplica por un factor de 0.9 ya que el valor calculado es el caudal promedio del mes que difiere con los caudales diarios. Por experiencia de otros estudios y el análisis comparativo de las curvas de duración resultantes de registros mensuales y diarios define una diferencia porcentual de 10% al 40% en los caudales garantizados al 90%.

a) CAUDALES DE AVENIDA

Considerando que el proyecto tenga un tiempo de vida de 30 años, el período de retorno del caudal de Avenida depende del riesgo de falla aceptado para la estructura.

El riesgo de falla podemos calcular de la siguiente manera:

$$j = 1 - (1 - p)^n$$

$$p = 1/Tr$$

Donde:

$j$  = Riesgo.

$p$  = Probabilidad de ocurrencia.

$n$  = Tiempo de vida de la estructura.

$Tr$  = Período de retorno.

Asumiendo un riesgo de 25% se tiene que la probabilidad de ocurrencia

es:  $p = 0.00954$

Por lo tanto:  $Tr = 1/p$

Luego:  $Tr = 105$  años

Por lo tanto la Avenida de diseño será de 100 años y el riesgo de 26% (ajustando valores).

Existen varios métodos para determinar el Caudal de Avenida, algunos de ellos son los siguientes:

-Método Gumbel.

-Método Log Pearson III.

-Método del Hidrograma Sintético del SCS.

Se puede también calcular el Caudal de Avenida usando fórmulas empíricas, como apreciamos en el siguiente ejemplo:

USANDO FÓRMULA PLANTEADA POR IZKOWSKY (empírica).

$$Q = mCPA \times 10^{-3}$$

Donde:

Q = Caudal máximo (m<sup>3</sup>/seg)

P = Precipitación media anual = 1929.7mm

m = Coeficiente variable = 8.5

C = Coeficiente que caracteriza la Geomorfología de la cuenca, varía entre 0.017 a 0.80 ; por lo tanto C = 0.20 (para la microcuenca del río

Shitariyacu)

A = Área de la cuenca en Km<sup>2</sup>

Reemplazando valores:

$$Q = 8.5 \times 0.20 \times 1929.7 \times 14 \times 10^{-3}$$

$$Q = 45.93 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q_{av} = 46 \text{ m}^3/\text{seg}$$

CUDRO N° 13

ESTACION : CO PACHIZA

LATITUD : 07° 14'  
 LONGITUD : 76° 46'  
 ALTURA : 280 msnm

REGION : SAN MARTIN  
 PROVINCIA : MARISCAL CACERES  
 DISTRITO : PACHIZA

DATOS DE PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HRS (mm)

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	MEDIA	MAXIMA
1964															
1965															
1966															
1967															
1968															
1969															
1970															
1971															
1972															
1973	17.2	17.5	17.2	18.2	17.5	9.0	14.3	22.5	46.4	49.8	3.8	24.6	258.0	21.5	49.8
1974	25.3	24.3	55.9	30.0	8.5	54.3		24.4	28.4	76.0	27.5	20.7	375.3	34.1	76
1975	23.6	53.8	84.0	35.1	82.5	29.0	46.7	59.4	26.9	40.3	46.6	51.8	579.7	48.3	84
1976	74.0	38.5	65.2	71.4	33.4	25.7	19.0	25.4	11.9	57.0	65.2	98.5	585.2	48.8	98.5
1977	18.2	36.0	87.6	32.5	46.5	82.2	43.8	63.4	34.6	84.4	46.3	21.0	596.5	49.7	87.6
1978	20.0	76.7	96.5	74.2	32.5	4.3	32.1	21.6	46.0	89.2	39.8	28.2	561.1	46.8	96.5
1979	18.7	22.0	76.8	48.6	97.5	18.4	38.8	46.2	76.4	120.2	96.7	31.4	691.7	57.6	120.2
1980	82.3	44.9	36.2	43.8	32.4	47.0	24.6	58.4	54.2	58.2	137.4	42.8	662.2	55.2	137.4
1981	21.2	84.4	55.0	58.6	55.2	28.4	24.8	26.2	45.2	34.2	64.0	30.8	528.0	44.0	84.4
1982	60.4	61.6	50.8	42.0	52.8	20.4	28.6	26.2	12.4	28.4	64.6	80.6	528.8	44.1	80.6
1983															
1984															
1985															
1986															
1987															
1988															
1989															
1990															
1991															
1992															
1993															
1994															
TOTAL	360.9	459.7	625.2	454.4	458.8	318.7	272.7	373.7	382.4	637.7	591.9	430.4	5366.5	450.1	915.0
MEDIA	36.1	46.0	62.5	45.4	45.9	31.9	30.3	37.4	38.2	63.8	59.2	43.0	536.7	45.0	91.5
MAXIMA	82.3	84.4	96.5	74.2	97.5	82.2	46.7	63.4	76.4	120.2	137.4	98.5	691.7	57.6	137.4

000115

CUADRO N° 14

ESTACION : CO PACHIZA

LATITUD : 07° 14'  
 LONGITUD : 76° 46'  
 ALTURA : 280 msnm

REGION : SAN MARTIN  
 PROVINCIA : MARISCAL CACERES  
 DISTRITO : PACHIZA

DATOS DE PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	MEDIA
1964														
1965														
1966														
1967														
1968														
1969														
1970														
1971														
1972														
1973	180.9	294.8	257.1	251.6	203.6	93.2	44.4	39.5	150.8	172.9	24.8	123.2	1836.8	153.1
1974	141.7	155.2	245.1	108.2	25.2	154.3		46.9	103.3	137.7	111.3	142.3	1371.2	124.7
1975	126.2	189.2	276.1	121.2	181.8	115.5	160.0	167.1	67.3	102.6	169.3	170.5	1846.8	153.9
1976	218.4	54.3	290.1	184.7	189.5	57.1	23.9	142.6	67.3	230.9	146.7	215.0	1820.5	151.7
1977	40.1	216.2	186.8	144.0	183.7	187.7	79.5	107.7	158.2	240.0	282.1	109.2	1935.2	161.3
1978	130.4	163.7	362.7	354.2	180.5	6.2	81.6	40.4	188.0	281.1	119.7	120.6	2029.1	169.1
1979	67.6	56.9	343.3	224.6	237.9	56.4	118.8	68.6	232.6	225.3	377.3	98.4	2107.7	175.6
1980	119.8	93.5	258.5	107.3	90.0	130.0	75.6	79.6	169.8	347.4	283.3	342.8	2097.6	174.8
1981	96.3	433.9	236.0	202.5	261.8	63.4	88.9	94.0	124.5	252.7	315.4	171.5	2340.9	195.1
1982	299.1	151.8	283.7	201.0	155.8	40.8	85.4	87.2	16.0	151.8	232.2	206.0	1910.8	159.2
1983														
1984														
1985														
1986														
1987														
1988														
1989														
1990														
1991														
1992														
1993														
1994														
TOTAL	1420.5	1809.5	2739.4	1899.3	1709.8	904.6	758.1	873.6	1277.8	2142.4	2062.1	1699.5	19296.6	1618.4
MEDIA	142.1	181.0	273.9	189.9	171.0	90.5	84.2	87.4	127.8	214.2	206.2	170.0	1929.7	161.8

CUADRO N° 15

ESTACION : S CORPAC JUANJUI

LATITUD : 07° 08'  
 LONGITUD : 76° 44'  
 ALTURA : 314 msnm

REGION : SAN MARTIN  
 PROVINCIA : MARISCAL CACERES  
 DISTRITO : PACHIZA

DATOS DE PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	MEDIA
1964														
1965														
1966														
1967														
1968														
1969														
1970														
1971														
1972														
1973														
1974														
1975														
1976														
1977	55.0	81.7	208.8	162.8	131.0	131.9	26.4	66.7	78.6	154.4	147.6	16.7	1261.6	105.1
1978	99.1	35.0	273.0	317.5	149.0	19.0	81.0	42.0	96.0	201.0	206.0	34.0	1552.6	129.4
1979	66.3	69.3	296.6	89.0	183.0	84.5	115.0	40.0	81.6	246.7	228.5	78.0	1578.5	131.5
1980	169.6	86.3	284.0	124.0	72.5	80.0	112.5	129.5	80.6	404.6	172.0	279.0	1994.6	166.2
1981	90.0	224.3	117.5	114.2	119.5	24.0	80.9	128.0	52.0	159.9	283.0	157.2	1550.5	129.2
1982	171.5	85.0	162.0	181.0	154.0	4.0	6.0	13.0	22.2	143.0	161.0	183.0	1285.7	107.1
1983	56.0	293.0	161.1	112.0	143.0	20.0	14.0	0.0	42.0	192.0	83.0	133.0	1249.1	104.1
1984	64.0	87.3	120.0	114.0	171.3	158.1	7.0	68.0	26.2	88.4	79.9	43.2	1927.4	85.6
1985	7.3	56.2	146.5	173.0	139.0	61.1	67.0	78.0	20.0	50.1	28.1	31.4	857.7	71.5
1986	20.7	120.2	247.2	116.2	80.2			150.4	304.5	66.4	212.3	152.2	1470.3	147.0
1987	73.6	87.0	96.3	274.5	81.7	138.7	204.6	19.0	13.0	98.3	217.3	83.5	1387.5	115.6
1988	43.3	246.2	126.5	157.5	92.6	15.0	16.5	65.5	110.0		125.1	71.4	1069.6	97.2
1989	128.6	248.5	258.4	86.0	151.1	164.0	26.4	108.1	44.0	210.8	53.5		1479.4	134.5
1990	17.4	226.7	203.1	155.7	88.2	51.4	62.6	35.6	141.6	231.9	165.1	153.6	1532.9	127.7
1991	26.2	224.0	346.4	149.0	145.0	104.2	67.0	107.6	230.6	87.4	231.4		1718.8	156.3
1992														
1993														
1994														
TOTAL	1088.6	2170.7	3047.4	2326.4	1901.1	1055.9	886.9	1051.4	1342.9	2334.9	2393.8	1416.2	21016.2	1808.2
MEDIA	72.6	144.7	203.2	155.1	126.7	75.4	63.4	70.1	89.5	166.8	159.6	108.9	1401.1	120.5

CUADRO N° 16

ESTACION : S CORPAC JUANJUI

LATITUD : 07° 08'  
 LONGITUD : 76° 44'  
 ALTURA : 314 msnm

REGION : SAN MARTIN  
 PROVINCIA : MARISCAL CACERES  
 DISTRITO : PACHIZA

DATOS DE PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HRS (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	MEDIA	MAXIMA
1964															
1965															
1966															
1967															
1968															
1969															
1970															
1971															
1972															
1973															
1974															
1975															
1976															
1977	39.0	84.0	72.0	38.0	37.0	54.0	21.0	35.0	90.0	50.4	66.0	125.8	712.2	59.4	125.8
1978	37.0	31.0	56.3	53.0	46.0	74.2	10.4	30.0	37.8	51.2	87.6	13.5	528.0	44.0	87.6
1979	21.0	30.0	70.0	80.0	60.0	13.0	38.0	13.0	46.0	66.0	43.0	15.0	495.0	41.3	80.0
1980	29.0	32.0	65.0	26.0	90.0	27.0	50.0	27.0	99.0	84.0	80.3	21.0	630.3	52.5	99.0
1981	70.0	42.0	52.0	58.0	20.0	21.0	41.0	45.0	74.3	90.0	66.0	113.0	692.3	57.7	113.0
1982	36.0	62.0	30.5	27.0	37.0	22.0	31.0	45.0	14.0	80.0	96.0	38.0	518.5	43.2	96.0
1983	80.0	25.0	35.0	73.0	50.0	3.0	8.0	6.0	22.2	35.0	60.0	44.0	441.2	36.8	80.0
1984	15.0	60.0	20.0	27.0	55.0	10.0	10.0	0.0	20.0	50.0	30.0	40.0	337.0	28.1	60.0
1985	25.0	20.0	25.0	35.0	95.3	58.0	7.0	25.0	25.2	30.4	22.2	18.0	386.1	32.2	95.3
1986	4.0	21.0	40.0	42.0	55.0	58.1	21.0	25.0	20.0	30.0	15.0	30.4	361.5	30.1	58.1
1987	18.4	60.4	98.2	58.2	56.6			63.4	90.0	43.0	70.4	85.0	643.6	64.4	98.2
1988	20.0	42.1	22.0	40.0	41.0	40.0	68.2	15.0	10.0	22.3	65.4	35.1	421.1	35.1	68.2
1989	15.3	100.0	88.3	39.6	31.3	10.0	12.7	20.0	46.0		23.1	20.0	406.3	36.9	100.0
1990	60.0	84.2	70.0	20.0	42.3	42.8	12.0	33.9	40.0	82.2	16.0		503.4	45.8	84.2
1991	11.4	55.2				21.8	26.3						114.7	28.7	55.2
1992															
1993															
1994															
TOTAL	481.1	748.9	744.3	616.8	716.5	454.9	356.6	383.3	634.5	714.5	741.0	598.8	7191.2	636.0	1300.6
MEDIA	32.1	49.9	53.2	44.1	51.2	32.5	25.5	27.4	45.3	55.0	52.9	46.1	479.4	42.4	86.7
MAXIMA	80.0	100.0	98.2	80.0	95.3	74.2	68.2	63.4	99.0	90.0	96.0	125.8	712.2	64.4	125.8

000118

### CUADRO N° 17

Psub = 0,55 ( Valor promedio)

Nominal = 485,94

GWF = 0,20

AREA DE LA CUENCA = 10 Km2

1973

MES	P	ETP	HS	HSUB	R1	P/ETP	ETR/ETP	ETR	WB	R4	HE	^HS	R	Hsub	ES	E D	Ex	CAUDAL
FEB	294.8	42.6	607.4	194.4	1.25	6.92	1.00	42.6	252.2	0.72	181.3	70.9	99.7	294	58.8	81.6	140.4	0.54
MAR	257.1	39.2	678.4	235.3	1.4	6.559	1.00	39.2	217.9	0.82	178.1	39.8	98	333	66.6	80.2	146.8	0.57
ABR	251.6	30.4	718.1	266.6	1.48	8.276	1.00	30.4	221.2	0.86	191	30.2	105	372	74.3	86.0	160.3	0.62
MAY	203.6	29.4	748.3	297.3	1.54	6.925	1.00	29.4	174.2	0.89	155.8	18.4	85.7	383	76.6	70.1	146.7	0.57
JUN	93.2	27.5	766.7	306.4	1.58	3.389	1.00	27.5	65.7	0.91	59.84	5.9	32.9	339	67.9	26.9	94.8	0.37
JUL	44.4	31.6	772.6	271.5	1.59	1.405	1.00	31.6	12.8	0.92	11.72	1.1	6.45	278	55.6	5.3	60.9	0.23
AGO	39.5	37.3	773.6	222.3	1.59	1.059	1.00	37.3	2.2	0.92	2.017	0.2	1.11	223	44.7	0.9	45.6	0.18
SET	150.8	40.1	773.8	178.7	1.59	3.761	1.00	40.1	110.7	0.92	101.5	9.2	55.8	235	46.9	45.7	92.6	0.36
OCT	172.9	43.7	783.0	187.7	1.61	3.957	1.00	43.7	129.2	0.92	119.4	9.8	65.7	253	50.7	53.7	104.4	0.40
NOV	24.8	42.2	792.8	202.7	1.63	0.588	0.92	39	-14.2	0	0	-14.2	0	203	40.5	0.0	40.5	0.16
DIC	123.2	50.1	778.6	162.1	1.6	2.459	1.00	50.1	73.1	0.92	67.32	5.8	37	199	39.8	30.3	70.1	0.27
ENE	141.7	55.8	784.4	159.3	1.61	2.539	1.00	55.8	85.9	0.93	79.5	6.4	43.7	203	40.6	35.8	76.4	0.29

1974

MES	P	ETP	HS	HSUB	R1	P/ETP	ETR/ETP	ETR	WB	R4	HE	^HS	R	Hsub	ES	E D	Ex	CAUDAL
FEB	155.2	42.6	790.8	162.4	1.63	3.643	1.00	42.6	112.6	0.93	104.8	7.8	57.6	220	44	47.2	91.2	0.35
MAR	245.1	39.2	798.6	176.1	1.64	6.253	1.00	39.2	205.9	0.94	192.8	13.1	106	282	56.4	86.8	143.2	0.55
ABR	108.2	30.4	811.7	225.7	1.67	3.559	1.00	30.4	77.8	0.95	73.57	4.2	40.5	266	53.2	33.1	86.3	0.33
MAY	25.2	29.4	815.9	212.9	1.68	0.857	0.98	28.7	-3.5	0	0	-3.5	0	213	42.6	0.0	42.6	0.16
JUN	154.3	27.5	812.4	170.3	1.67	5.611	1.00	27.5	126.8	0.95	120	6.8	66	236	47.3	54.0	101.3	0.39
JUL	0.0	31.6	819.2	189.1	1.69	0	0.84	26.6	-26.6	0	0	-26.6	0	189	37.8	0.0	37.8	0.15
AGO	46.9	37.3	792.6	151.2	1.63	1.257	1.00	37.3	9.6	0.93	8.946	0.7	4.92	156	31.2	4.0	35.3	0.14
SET	103.3	40.1	793.2	124.9	1.63	2.576	1.00	40.1	63.2	0.93	58.93	4.3	32.4	157	31.5	26.5	58.0	0.22
OCT	137.7	43.7	797.5	125.9	1.64	3.151	1.00	43.7	94.0	0.94	87.95	6.1	48.4	174	34.8	39.6	74.4	0.29
NOV	111.3	42.2	803.6	139.4	1.65	2.637	1.00	42.2	69.1	0.94	64.95	4.1	35.7	175	35	29.2	64.3	0.25
DIC	142.3	50.1	807.7	140.1	1.66	2.84	1.00	50.1	92.2	0.94	86.94	5.3	47.8	188	37.6	39.1	76.7	0.30
ENE	126.2	55.8	813.0	150.3	1.67	2.262	1.00	55.8	70.4	0.95	66.64	3.8	36.6	187	37.4	30.0	67.4	0.26

000119



## 1975

MES	P	ETP	HS	HSUB	R1	P/ETP	ETR/ETP	ETR	WB	R4	HE	^HS	R	Hsub	ES	E D	Ex	CAUDAL
FEB	189.2	42.6	816.7	149.6	1.68	4.441	1.00	42.6	146.6	0.95	139.1	7.5	76.5	226	45.2	62.6	107.8	0.42
MAR	276.1	39.2	824.2	180.9	1.7	7.043	1.00	39.2	236.9	0.95	226	10.9	124	305	61	101.7	162.7	0.63
ABR	121.2	30.4	835.1	244.1	1.72	3.987	1.00	30.4	90.8	0.96	87.21	3.6	48	292	58.4	39.2	97.7	0.38
MAY	181.8	29.4	838.7	233.7	1.73	6.184	1.00	29.4	152.4	0.96	146.7	5.7	80.7	314	62.9	66.0	128.9	0.50
JUN	115.5	27.5	844.5	251.5	1.74	4.2	1.00	27.5	88.0	0.97	84.97	3.0	46.7	298	59.6	38.2	97.9	0.38
JUL	160.0	31.6	847.5	238.6	1.74	5.063	1.00	31.6	128.4	0.97	124.2	4.2	68.3	307	61.4	55.9	117.3	0.45
AGO	167.1	37.3	851.7	245.5	1.75	4.48	1.00	37.3	129.8	0.97	125.8	4.0	69.2	315	62.9	56.6	119.6	0.46
SET	67.3	40.1	855.7	251.8	1.76	1.678	1.00	40.1	27.2	0.97	26.42	0.8	14.5	266	53.3	11.9	65.1	0.25
OCT	102.6	43.7	856.4	213	1.76	2.348	1.00	43.7	58.9	0.97	57.24	1.7	31.5	245	48.9	25.8	74.7	0.29
NOV	169.3	42.2	858.1	195.6	1.77	4.012	1.00	42.2	127.1	0.97	123.6	3.5	68	264	52.7	55.6	108.3	0.42
DIC	170.5	50.1	861.6	210.9	1.77	3.403	1.00	50.1	120.4	0.97	117.3	3.1	64.5	275	55.1	52.8	107.9	0.42
ENE	218.4	55.8	864.7	220.3	1.78	3.914	1.00	55.8	162.6	0.98	158.6	4.0	87.3	308	61.5	71.4	132.9	0.51

## 1976

MES	P	ETP	HS	HSUB	R1	P/ETP	ETR/ETP	ETR	WB	R4	HE	^HS	R	Hsub	ES	E D	Ex	CAUDAL
FEB	54.3	42.6	868.6	246.1	1.79	1.275	1.00	42.6	11.7	0.98	11.44	0.3	6.29	252	50.5	5.1	55.6	0.21
MAR	290.1	39.2	868.9	201.9	1.79	7.401	1.00	39.2	250.9	0.98	245.3	5.6	135	337	67.4	110.4	177.7	0.69
ABR	184.7	30.4	874.5	269.4	1.8	6.076	1.00	30.4	154.3	0.98	151.2	3.1	83.2	353	70.5	68.0	138.6	0.53
MAY	189.5	29.4	877.6	282.1	1.81	6.446	1.00	29.4	160.1	0.98	157.1	3.0	86.4	368	73.7	70.7	144.4	0.56
JUN	57.1	27.5	880.6	294.8	1.81	2.076	1.00	27.5	29.6	0.98	29.08	0.5	16	311	62.2	13.1	75.2	0.29
JUL	23.9	31.6	881.2	248.6	1.81	0.756	0.98	30.9	-7.0	0	0	-7.0	0	249	49.7	0.0	49.7	0.19
AGO	142.6	37.3	874.2	198.9	1.8	3.823	1.00	37.3	105.3	0.98	103.2	2.1	56.7	256	51.1	46.4	97.6	0.38
SET	67.3	40.1	876.3	204.5	1.8	1.678	1.00	40.1	27.2	0.98	26.67	0.5	14.7	219	43.8	12.0	55.8	0.22
OCT	230.9	43.7	876.8	175.3	1.8	5.284	1.00	43.7	187.2	0.98	183.6	3.6	101	276	55.3	82.6	137.9	0.53
NOV	146.7	42.2	880.4	221.1	1.81	3.476	1.00	42.2	104.5	0.98	102.6	1.9	56.5	278	55.5	46.2	101.7	0.39
DIC	215.0	50.1	882.3	222	1.82	4.291	1.00	50.1	164.9	0.98	162.1	2.8	89.2	311	62.2	72.9	135.2	0.52
ENE	40.1	55.8	885.1	248.9	1.82	0.719	0.97	54.4	-14.3	0	0	-14.3	0	249	49.8	0.0	49.8	0.19

000120

## 1977

MES	P	ETP	HS	HSUB	R1	P/ETP	ETR/ETP	ETR	WB	R4	HE	^HS	R	Hsub	ES	E D	Ex	CAUDAL
FEB	216.2	42.6	870.8	199.1	1.79	5.075	1.00	42.6	173.6	0.98	169.8	3.8	93.4	293	58.5	76.4	134.9	0.52
MAR	186.8	39.2	874.5	234.1	1.8	4.765	1.00	39.2	147.6	0.98	144.6	3.0	79.6	314	62.7	65.1	127.8	0.49
ABR	144.0	30.4	877.5	250.9	1.81	4.737	1.00	30.4	113.6	0.98	111.5	2.1	61.3	312	62.4	50.2	112.6	0.43
MAY	183.7	29.4	879.6	249.7	1.81	6.248	1.00	29.4	154.3	0.98	151.5	2.8	83.3	333	66.6	68.2	134.8	0.52
JUN	187.7	27.5	882.4	266.5	1.82	6.825	1.00	27.5	160.2	0.98	157.5	2.7	86.6	353	70.6	70.9	141.5	0.55
JUL	79.5	31.6	885.1	282.5	1.82	2.516	1.00	31.6	47.9	0.98	47.14	0.8	25.9	308	61.7	21.2	82.9	0.32
AGO	107.7	37.3	885.9	246.7	1.82	2.887	1.00	37.3	70.4	0.98	69.3	1.1	38.1	285	57	31.2	88.1	0.34
SET	158.2	40.1	887.0	227.9	1.83	3.945	1.00	40.1	118.1	0.98	116.3	1.8	64	292	58.4	52.3	110.7	0.43
OCT	240.0	43.7	888.8	233.5	1.83	5.492	1.00	43.7	196.3	0.99	193.4	2.9	106	340	68	87.0	155.0	0.60
NOV	282.1	42.2	891.7	271.9	1.83	6.685	1.00	42.2	239.9	0.99	236.6	3.3	130	402	80.4	106.5	186.9	0.72
DIC	109.2	50.1	894.9	321.6	1.84	2.18	1.00	50.1	59.1	0.99	58.36	0.7	32.1	354	70.7	26.3	97.0	0.37
ENE	130.4	55.8	895.7	283	1.84	2.337	1.00	55.8	74.6	0.99	73.68	0.9	40.5	323	64.7	33.2	97.9	0.38

## 1978

MES	P	ETP	HS	HSUB	R1	P/ETP	ETR/ETP	ETR	WB	R4	HE	^HS	R	Hsub	ES	E D	Ex	CAUDAL
FEB	163.7	42.6	896.6	258.8	1.85	3.843	1.00	42.6	121.1	0.99	119.6	1.5	65.8	325	64.9	53.8	118.8	0.46
MAR	362.7	39.2	898.0	259.7	1.85	9.253	1.00	39.2	323.5	0.99	319.8	3.7	176	436	87.1	143.9	231.0	0.89
ABR	354.2	30.4	901.8	348.4	1.86	11.65	1.00	30.4	323.8	0.99	320.4	3.4	176	525	105	144.2	249.1	0.96
MAY	180.5	29.4	905.2	419.7	1.86	6.139	1.00	29.4	151.1	0.99	149.7	1.4	82.3	502	100	67.4	167.8	0.65
JUN	6.2	27.5	906.6	401.7	1.87	0.225	0.95	26.1	-19.9	0	0	-19.9	0	402	80.3	0.0	80.3	0.31
JUL	81.6	31.6	886.7	321.3	1.82	2.582	1.00	31.6	50.0	0.98	49.23	0.8	27.1	348	69.7	22.2	91.8	0.35
AGO	40.4	37.3	887.5	278.7	1.83	1.083	1.00	37.3	3.1	0.98	3.053	0.0	1.68	280	56.1	1.4	57.5	0.22
SET	188.0	40.1	887.5	224.3	1.83	4.688	1.00	40.1	147.9	0.98	145.7	2.2	80.1	304	60.9	65.6	126.4	0.49
OCT	281.1	43.7	889.8	243.6	1.83	6.432	1.00	43.7	237.4	0.99	234	3.4	129	372	74.5	105.3	179.8	0.69
NOV	119.7	42.2	893.1	297.8	1.84	2.836	1.00	42.2	77.5	0.99	76.48	1.0	42.1	340	68	34.4	102.4	0.40
DIC	120.6	50.1	894.2	271.9	1.84	2.407	1.00	50.1	70.5	0.99	69.6	0.9	38.3	310	62	31.3	93.4	0.36
ENE	67.6	55.8	895.1	248.1	1.84	1.211	1.00	55.8	11.8	0.99	11.65	0.1	6.41	255	50.9	5.2	56.2	0.22

000121

## 1979

MES	P	ETP	HS	HSUB	R1	P/ETP	ETR/ETP	ETR	WB	R4	HE	^HS	R	Hsub	ES	E D	Ex	CAUDAL
FEB	56.9	42.6	895.2	203.6	1.84	1.336	1.00	42.6	14.3	0.99	14.12	0.2	7.77	211	42.3	6.4	48.6	0.19
MAR	343.3	39.2	895.4	169.1	1.84	8.758	1.00	39.2	304.1	0.99	300.3	3.8	165	334	66.9	135.1	202.0	0.78
ABR	224.6	30.4	899.2	267.4	1.85	7.388	1.00	30.4	194.2	0.99	192	2.2	106	373	74.6	86.4	161.0	0.62
MAY	237.9	29.4	901.3	298.4	1.85	8.092	1.00	29.4	208.5	0.99	206.3	2.2	113	412	82.4	92.8	175.2	0.68
JUN	56.4	27.5	903.5	329.5	1.86	2.051	1.00	27.5	28.9	0.99	28.61	0.3	15.7	345	69.1	12.9	81.9	0.32
JUL	118.8	31.6	903.8	276.2	1.86	3.759	1.00	31.6	87.2	0.99	86.34	0.9	47.5	324	64.7	38.9	103.6	0.40
AGO	68.6	37.3	904.7	259	1.86	1.839	1.00	37.3	31.3	0.99	31	0.3	17.1	276	55.2	14.0	69.2	0.27
SET	232.6	40.1	905.0	220.8	1.86	5.8	1.00	40.1	192.5	0.99	190.7	1.8	105	326	65.1	85.8	150.9	0.58
OCT	225.3	43.7	906.8	260.5	1.87	5.156	1.00	43.7	181.6	0.99	180	1.6	99	360	71.9	81.0	152.9	0.59
NOV	377.3	42.2	908.4	287.6	1.87	8.941	1.00	42.2	335.1	0.99	332.2	2.9	183	470	94.1	149.5	243.6	0.94
DIC	98.4	50.1	911.3	376.3	1.88	1.964	1.00	50.1	48.3	0.99	47.92	0.4	26.4	403	80.5	21.6	102.1	0.39
ENE	119.8	55.8	911.7	322.1	1.88	2.147	1.00	55.8	64.0	0.99	63.51	0.5	34.9	357	71.4	28.6	100.0	0.39

## 1980

MES	P	ETP	HS	HSUB	R1	P/ETP	ETR/ETP	ETR	WB	R4	HE	^HS	R	Hsub	ES	E D	Ex	CAUDAL
FEB	93.5	42.6	912.1	285.6	1.88	2.195	1.00	42.6	50.9	0.99	50.52	0.4	27.8	313	62.7	22.7	85.4	0.33
MAR	258.5	39.2	912.5	250.7	1.88	6.594	1.00	39.2	219.3	0.99	217.7	1.6	120	370	74.1	97.9	172.0	0.66
ABR	107.3	30.4	914.2	296.4	1.88	3.53	1.00	30.4	76.9	0.99	76.36	0.5	42	338	67.7	34.4	102.0	0.39
MAY	90.0	29.4	914.7	270.7	1.88	3.061	1.00	29.4	60.6	0.99	60.18	0.4	33.1	304	60.8	27.1	87.8	0.34
JUN	130.0	27.5	915.1	243	1.88	4.727	1.00	27.5	102.5	0.99	101.8	0.7	56	299	59.8	45.8	105.6	0.41
JUL	75.6	31.6	915.8	239.2	1.88	2.392	1.00	31.6	44.0	0.99	43.71	0.3	24	263	52.7	19.7	72.3	0.28
AGO	79.6	37.3	916.1	210.6	1.89	2.134	1.00	37.3	42.3	0.99	42.02	0.3	23.1	234	46.7	18.9	65.7	0.25
SET	169.8	40.1	916.4	187	1.89	4.234	1.00	40.1	129.7	0.99	128.9	0.8	70.9	258	51.6	58.0	109.6	0.42
OCT	347.4	43.7	917.2	206.3	1.89	7.95	1.00	43.7	303.7	0.99	301.8	1.9	166	372	74.5	135.8	210.3	0.81
NOV	283.3	42.2	919.2	297.8	1.89	6.713	1.00	42.2	241.1	0.99	239.7	1.4	132	430	85.9	107.9	193.8	0.75
DIC	342.8	50.1	920.6	343.7	1.89	6.842	1.00	50.1	292.7	0.99	291.1	1.6	160	504	101	131.0	231.7	0.89
ENE	96.3	55.8	922.2	403	1.9	1.726	1.00	55.8	40.5	0.99	40.29	0.2	22.2	425	85	18.1	103.2	0.40

000122

1981

MES	P	ETP	HS	Hsub	R1	P/ETP	ETR/ETP	ETR	WB	R4	HE	^HS	R	Hsub	ES	E D	Ex	CAUDAL
FEB	433.9	42.6	922.4	340.2	1.9	10.19	1.00	42.6	391.3	0.99	389.3	2.0	214	554	111	175.2	286.0	1.10
MAR	236.0	39.2	924.5	443.4	1.9	6.02	1.00	39.2	196.8	1	195.9	0.9	108	551	110	88.1	198.4	0.77
ABR	202.5	30.4	925.4	440.9	1.9	6.661	1.00	30.4	172.1	1	171.3	0.8	94.2	535	107	77.1	184.1	0.71
MAY	261.8	29.4	926.2	428.1	1.91	8.905	1.00	29.4	232.4	1	231.4	1.0	127	555	111	104.1	215.2	0.83
JUN	63.4	27.5	927.2	444.3	1.91	2.305	1.00	27.5	35.9	1	35.75	0.2	19.7	464	92.8	16.1	108.9	0.42
JUL	88.9	31.6	927.4	371.2	1.91	2.813	1.00	31.6	57.3	1	57.06	0.2	31.4	403	80.5	25.7	106.2	0.41
AGO	94.0	37.3	927.6	322	1.91	2.52	1.00	37.3	56.7	1	56.46	0.2	31.1	353	70.6	25.4	96.0	0.37
SET	124.5	40.1	927.8	282.5	1.91	3.105	1.00	40.1	84.4	1	84.05	0.3	46.2	329	65.7	37.8	103.6	0.40
OCT	252.7	43.7	928.2	263	1.91	5.783	1.00	43.7	209.0	1	208.2	0.8	114	377	75.5	93.7	169.2	0.65
NOV	315.4	42.2	929.0	302	1.91	7.474	1.00	42.2	273.2	1	272.1	1.1	150	452	90.3	122.5	212.8	0.82
DIC	171.5	50.1	930.1	361.3	1.91	3.423	1.00	50.1	121.4	1	121	0.4	66.5	428	85.6	54.4	140.0	0.54
ENE	299.1	55.8	930.5	342.3	1.91	5.36	1.00	55.8	243.3	1	242.4	0.9	133	476	95.1	109.1	204.2	0.79

1982

MES	P	ETP	HS	Hsub	R1	P/ETP	ETR/ETP	ETR	WB	R4	HE	^HS	R	Hsub	ES	E D	Ex	CAUDAL
FEB	151.8	42.6	931.4	380.5	1.92	3.563	1.00	42.6	109.2	1	108.8	0.4	59.9	440	88.1	49.0	137.0	0.53
MAR	283.7	39.2	931.8	352.3	1.92	7.237	1.00	39.2	244.5	1	243.7	0.8	134	486	97.3	109.7	206.9	0.80
ABR	201.0	30.4	932.6	389	1.92	6.612	1.00	30.4	170.6	1	170	0.6	93.5	483	96.5	76.5	173.0	0.67
MAY	155.8	29.4	933.2	386	1.92	5.299	1.00	29.4	126.4	1	126	0.4	69.3	455	91.1	56.7	147.8	0.57
JUN	40.8	27.5	933.6	364.3	1.92	1.484	1.00	27.5	13.3	1	13.26	0.0	7.29	372	74.3	6.0	80.3	0.31
JUL	85.4	31.6	933.6	297.2	1.92	2.703	1.00	31.6	53.8	1	53.63	0.2	29.5	327	65.3	24.1	89.5	0.35
AGO	87.2	37.3	933.8	261.4	1.92	2.338	1.00	37.3	49.9	1	49.75	0.2	27.4	289	57.8	22.4	80.1	0.31
SET	16.0	40.1	933.9	231	1.92	0.399	0.98	39.2	-23.2	0	0	-23.2	0	231	46.2	0.0	46.2	0.18
OCT	151.8	43.7	910.8	184.8	1.87	3.474	1.00	43.7	108.1	0.99	107.2	0.9	59	244	48.8	48.3	97.0	0.37
NOV	232.2	42.2	911.6	195	1.88	5.502	1.00	42.2	190.0	0.99	188.5	1.5	104	299	59.7	84.8	144.6	0.56
DIC	206.0	50.1	913.1	239	1.88	4.112	1.00	50.1	155.9	0.99	154.8	1.1	85.1	324	64.8	69.6	134.5	0.52
ENE	0.0	55.8	914.2	259.3	1.88	0	0.94	52.5	-52.5	0	0	-52.5	0	259	51.9	0.0	51.9	0.20

000100

**CUADRO N° 18**

**CAUDALES MENSUALES ESTIMADOS EN M3/SEG**

**CUENCA : QUEBRADA SHITARIYACU**

**DATOS USADOS : ESTACION PLUVIOMETRICA CO PACHIZA**

**METODO : N.R.E.C.A.**

<b>AÑOS</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>PROM</b>
<b>1973</b>	0.00	0.54	0.57	0.62	0.57	0.37	0.23	0.18	0.36	0.40	0.16	0.27	<b>0.35</b>
<b>1974</b>	0.29	0.35	0.55	0.33	0.16	0.39	0.15	0.14	0.22	0.29	0.25	0.30	<b>0.29</b>
<b>1975</b>	0.26	0.42	0.63	0.38	0.50	0.38	0.45	0.46	0.25	0.29	0.42	0.42	<b>0.40</b>
<b>1976</b>	0.51	0.21	0.69	0.53	0.56	0.29	0.19	0.38	0.22	0.53	0.39	0.52	<b>0.42</b>
<b>1977</b>	0.19	0.52	0.49	0.43	0.52	0.55	0.32	0.34	0.43	0.60	0.72	0.37	<b>0.46</b>
<b>1978</b>	0.38	0.46	0.89	0.96	0.65	0.31	0.35	0.22	0.49	0.69	0.40	0.36	<b>0.51</b>
<b>1979</b>	0.22	0.19	0.78	0.62	0.68	0.32	0.40	0.27	0.58	0.59	0.94	0.39	<b>0.50</b>
<b>1980</b>	0.39	0.33	0.66	0.39	0.34	0.41	0.28	0.25	0.42	0.81	0.75	0.89	<b>0.49</b>
<b>1981</b>	0.40	1.10	0.77	0.71	0.83	0.42	0.41	0.37	0.40	0.65	0.82	0.54	<b>0.62</b>
<b>1982</b>	0.79	0.53	0.80	0.67	0.57	0.31	0.35	0.31	0.18	0.37	0.56	0.52	<b>0.50</b>
<b>TOTAL</b>	<b>3.43</b>	<b>4.65</b>	<b>6.82</b>	<b>5.65</b>	<b>5.37</b>	<b>3.73</b>	<b>3.13</b>	<b>2.91</b>	<b>3.55</b>	<b>5.23</b>	<b>5.40</b>	<b>4.59</b>	<b>4.54</b>
<b>PROM</b>	<b>0.38</b>	<b>0.47</b>	<b>0.68</b>	<b>0.57</b>	<b>0.54</b>	<b>0.37</b>	<b>0.31</b>	<b>0.29</b>	<b>0.35</b>	<b>0.52</b>	<b>0.54</b>	<b>0.46</b>	<b>0.45</b>

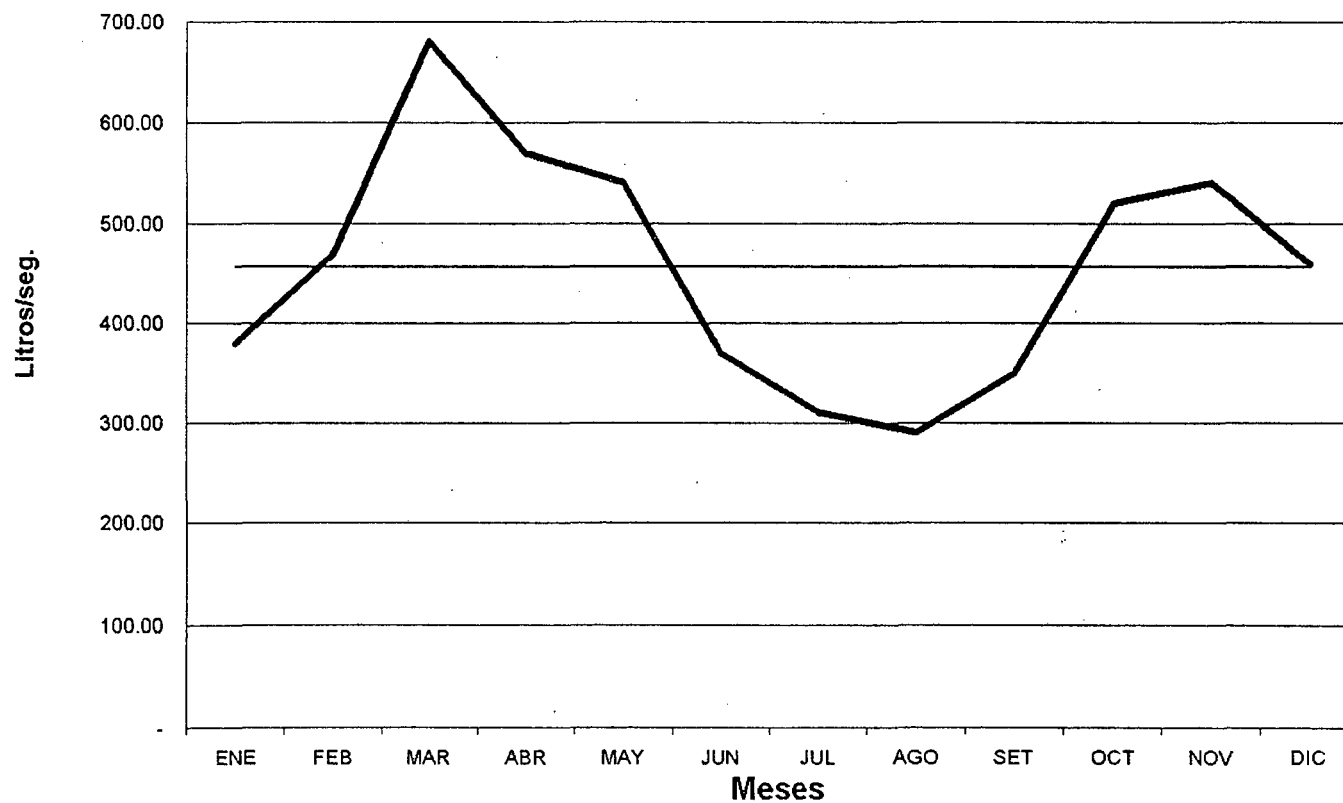
### CUADRO N° 19

### FRECUENCIA DE CAUDALES ESTIMADOS

Qi	Qm	F	fr(%)	Duración
1.25 - 1.00	1.125	1	0.84	0.84
1.00 - 0.75	0.875	12	10.08	10.92
0.75 - 0.50	0.625	33	27.73	38.66
0.50 - 0.25	0.375	58	48.74	87.39
0.25 - 0.00	0.125	15	12.61	100.00
<b>SUMA</b>		<b>119</b>		

# GRAFICO N° 03

## CURVA DE CAUDALES PROMEDIO MENSUAL ESTIMADO RIO SHITARIYACU

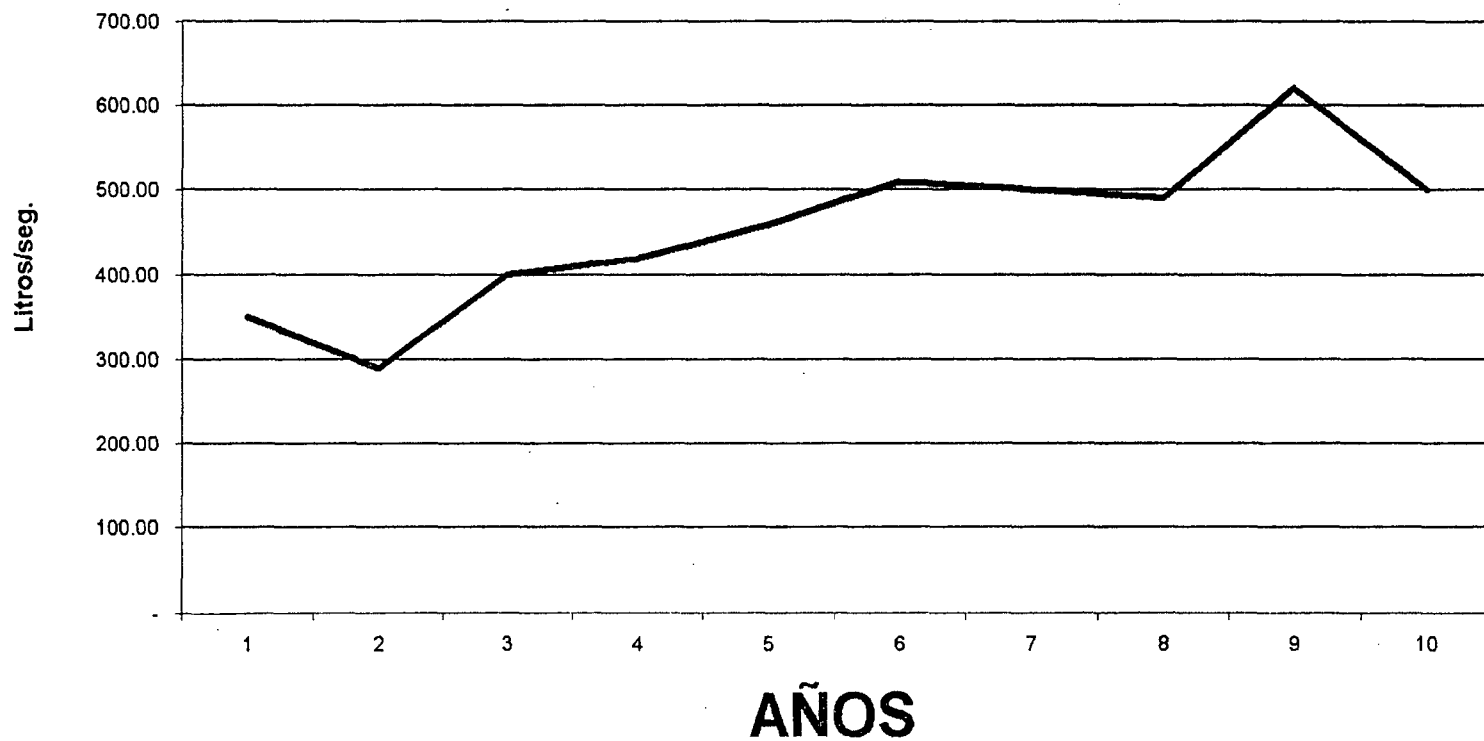


— CAUDALES PROMEDIOS MENSUALES — PROMEDIO ANUAL

000126

# GRAFICO N° 04

## CURVA DE CAUDALES PROMEDIO ANUALES ESTIMADOS RIO SHITARIYACU



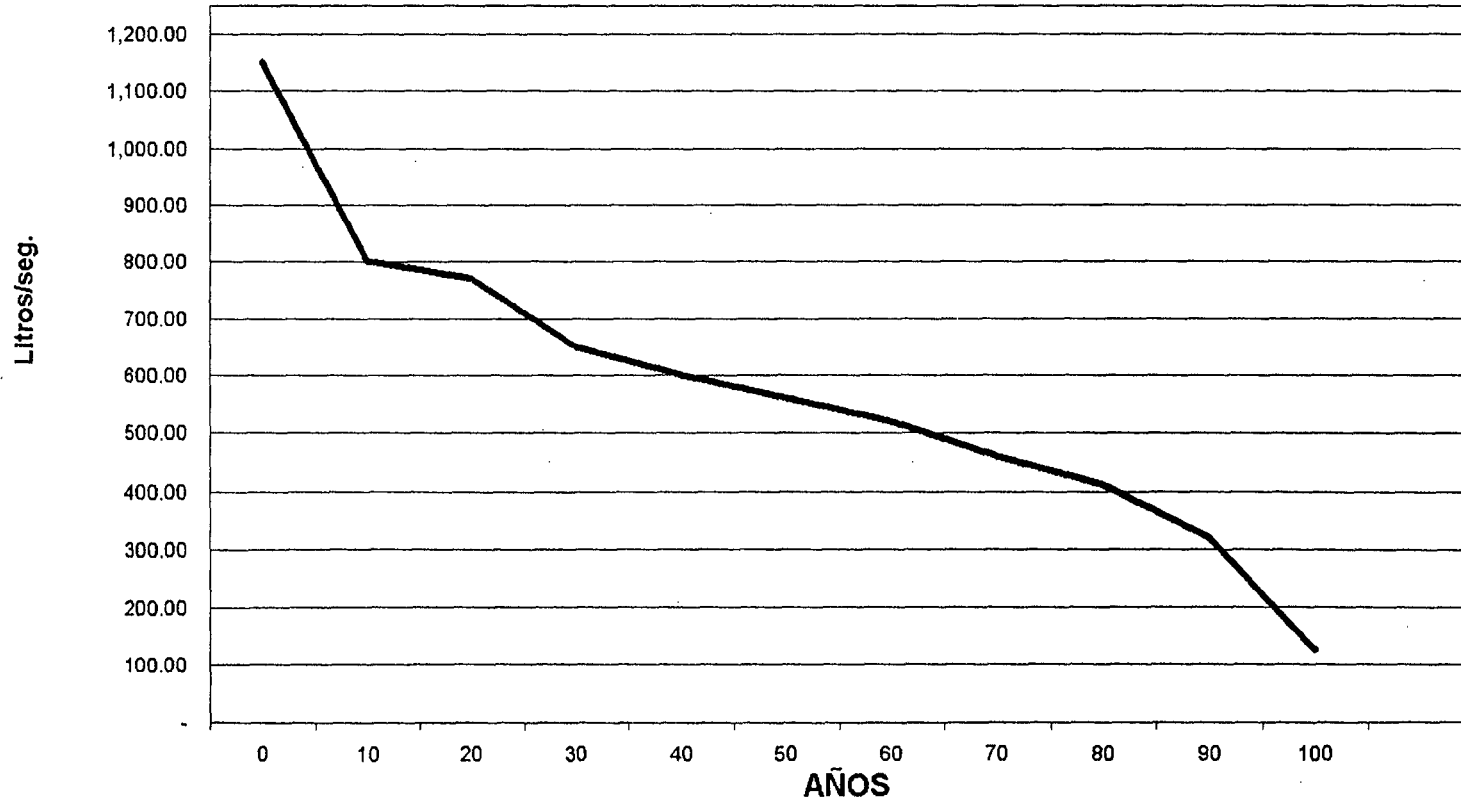
— CAUDAL PROMEDIO ANUAL

000127



# GRAFICO N° 05

## CURVA DE FRECUENCIA CAUDALES MEDIOS MENSUALES RIO SHITARIYACU



CAUDALES PROMEDIOS MENSUALES

000128

## CAPITULO IV

### DISEÑOS HIDRÁULICOS Y ESTRUCTURALES

#### 4.1. SISTEMA DE CAPTACIÓN

Considerando las labores de operación y mantenimiento del sistema de captación, se deberá tratarse de ubicar todas las obras inherentes en un solo lugar. Por tanto se necesitará un lugar amplio donde se puedan emplazar la presa, la toma, el desripador y el desarenador con sus correspondientes obras conexas. Otro aspecto que requiere especial atención es el manejo de las corrientes de agua durante la construcción, el mismo que deberá estar orientado a evitar altos costos, tanto en la desviación de las aguas del río, como en el control del nivel freático. Finalmente, en términos generales, habrá que considerar la variación de los niveles del agua en el río causada por la construcción, la que es consecuencia, por un lado, del embalsamiento aguas arriba de la presa, y por otro de la retención y variación de las condiciones del flujo aguas abajo del azud.

A continuación se definirá en forma sinóptica los principales tipos de captación y sus obras parciales inherentes, así como una tabla de criterios a aplicarse en la selección adecuada de las obras:

## RESUMEN DE CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN Y UBICACIÓN DE CAPTACIONES

Condiciones existentes:

- |  |   |  |  |
|--|---|--|--|
| - Agua sedimentada o pura  | - Transporte mediano de sedimentos  | - Transporte fuerte de sedimentos y/o<br>peligro de inundaciones aguas arriba. | - Transporte fuerte de sedimentos                      |
| - Poca variación de niveles<br>de agua entre estiaje y<br>crecida. | - Pendientes medianas   | - Pendientes ligeras o medianas  | - Pendientes fuertes                                   |
| - Suficiente profundidad en<br>estiaje.                            | - Variaciones de niveles de agua<br>entre estiaje y crecida sin peligro<br>para las zonas adyacentes. | - Riberas estables incluido laderas  | - Suficiente espacio para<br>desripador y desarenador. |
| - Riberas estables incluido<br>laderas.                            | - Riberas estables incluido laderas   | - Lecho del río estable  | - Riberas estables incluido laderas                    |
| - Buena accesibilidad  | - Lecho del río estable   | - Riberas y lecho impermeables o poco<br>permeables ( $K = 10^{-5}$ m/s).      | - Lecho del río estable                                |
|  | - Riberas y lecho impermeables o  |  | - Riberas y lecho impermeables o                       |

000150

poco permeables ( $K = 10^{-5}$  m/s).

poco permeables ( $K = 10^{-5}$  m/s).



CAPTACION SIN PRESA  
TIROLESA

CAPTACION CON PRESA FIJA

CAPTACION CON PRESA MÓVIL

CAPTACION CON PRESA

Posibles ubicaciones:

- Lagos
- Tramos embalsados por barreras naturales horizontales y/o verticales.

Posibles ubicaciones:

- Salida de curvas
- Cambio de pendiente de mediana a fuerte.
- Bifurcaciones
- Entradas de afluentes (sin o con poco sedimento).
- En la entrada a estrechos.

Posibles ubicaciones:

- Salida de curvas
- Bifurcaciones
- En la salida de estrechos
- Entre meandros estables y fácilmente establecidos.

Posibles ubicaciones:

- Salida de curvas
- Cambio de pendiente de menos a más fuerte.
- Estrechos de poca longitud

000131

A continuación se detallarán los criterios expuestos en el resumen sinóptico:

#### **4.1.1 CAPTACIÓN SIN PRESA:**

Captaciones sin presa son factibles en todos los casos en los cuales las oscilaciones del nivel de agua sean pequeñas, no exista el peligro de variaciones del lecho de la corriente a causa de crecidas y/o deslizamientos, el agua esté poco cargada de sedimentos, finalmente la disponibilidad de agua esté asegurada.

En consecuencia los lugares más indicados para este tipo de captación son lagos o embalsamientos en el río a base de barreras naturales. En casos excepcionales se podría utilizarlas en ríos con régimen perenne de poca oscilación de niveles entre estiaje y crecidas y aguas de poca capacidad de transporte de sedimentos.

En conclusión, captación sin presas son indudablemente obras económicas, la operación del sistema y la confiabilidad del abastecimiento, empero, tendrán que ser garantizados.

#### **4.1.2 CAPTACIONES CON PRESAS FIJAS.**

Este tipo de captación es el más usado en la construcción de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (P.C.H.'S) por la razón de su fácil operación a no tener implementos móviles sofisticados, los que a parte de sus elevados costos de inversión requieren un mantenimiento mucho más intenso y por consiguiente más costoso.

Para la selección de este tipo existen básicamente otras razones preponderantes a saber:

- No presentar peligro de inundaciones causadas por la elevación no confiable del nivel de agua en crecidas.

- No existir transporte de sedimentos en grandes cantidades.

Para su ubicación deberán enfocarse varios aspectos optimizándolos a tratar de unir la máxima suma posible de los positivos. A continuación se enumerarán los aspectos de mayor incidencia.

a) Con enfoque del perfil longitudinal del río.

- Frecuentemente se podrán encontrar lugares aptos para la construcción de una presa fija donde la pendiente del lecho de la corriente cambia de menos a más pronunciada, por la razón de que en estos sitios existen generalmente subsuelos más duros, muchas veces rocosas. Una ubicación por encima de una catarata, p.e., sería ideal por las razones arriba citadas.

- Otro lugar normalmente bien apto es uno donde existe una barrera natural de rocas. Un sitio así tendrá la ventaja de tener condiciones óptimas para la fundación de la presa, y facilitará además la estimación de la cantidad y composición de los sedimentos transportados, analizando el depósito natural de aguas arriba de la barrera.

b) Con enfoque del río en planta.

- Tramos aguas abajo de desembocaduras de tributarios frecuentemente presentan condiciones favorables para la construcción de una captación por la disponibilidad de un mayor caudal y por las condiciones geológicas a causa de que las desembocaduras muchas veces están provocadas por la existencia de barreras de roca y/o suelos duros. De otro lado existe el peligro de que

tributarios aducen una cantidad elevada de sólidos formando conos de sedimentos en la unión de dos corriente, difíciles a controlar por instalaciones de purga.

- En tramos salientes de curvas de un río existen mejores condiciones para el desalojo de sedimentos acumulados por la presa, a causa de la existencia de corrientes helicoidales en estos lugares, las que provocan una sedimentación cerca de la ribera convexa del río. Por lo tanto, la toma deberá ubicarse en la ribera cóncava.
- Otro lugar frecuentemente ventajoso es la entrada de un río a un estrecho. En la mayoría de los casos existe allí condiciones geológicas favorables y la longitud de la presa podría ser reducida. Habrá que observar si existe suficiente área relativamente plana para la construcción de la toma y del desarenador y la construcción propiamente dicha.

Estos sitios tendrán que enfocarse también con miras a la ejecución de las obras, (acceso, posibilidad de transporte y de desviar el río) y, al peligro de provocar inundaciones aguas arriba de la presa.

Especial atención requiere la estimación de la cantidad y análisis de la composición granulométrica del material arrastrado por el río.

Bajo ciertas condiciones, estrechos en ríos caudalosos son aptos para la instalación de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas a baja presión utilizando turbinas Kaplan de tipo sifón. En este caso se ubicará la Pequeña Central Hidroeléctrica en la salida del estrecho, utilizando el tramo estrechado para ganar altura de caída.

c) Con enfoque de las condiciones ambientales.

- Las condiciones geológicas del sitio son decisivas para la ubicación de una presa fija no solo por su incidencia en la fundación de la presa y de la toma propiamente dicha, sino además por la estabilidad de las riberas y del lecho del río, afectada por la variación de las condiciones de flujo causada por las construcciones. Laderas no estables que implican el peligro de deslizamientos no son aptos para la construcción de una captación aún cuando las zonas de deslizamientos no estarían en los alrededores directos de la presa a causa del peligro de aumentar notablemente la cantidad del material arrastrado por el río y/o de provocar alteraciones no controladas en el escurrimiento de las aguas.
- Sitios en los cuales la construcción de una captación provocaría variaciones dañinas del medio ambiente deberán excluirse. Cabe mencionar que, en la mayoría de los casos, el río no deberá secarse totalmente aguas abajo de la presa por la captación a construirse con el fin de no variar las condiciones hidrobiológicas existentes.

d) Con enfoque de la operación y función.

- Se sobreentiende que la ubicación de la captación no deberá enfocarse aisladamente sino siempre relacionando al conjunto de las obras parciales que conforman una Pequeña Central Hidroeléctrica, es decir que la interconexión de todos los elementos será factible en forma económica y funcional.



La mejor ubicación es aquella que requiere el mantenimiento mínimo posible y los menores esfuerzos para la construcción y la operación de la central, y la que tendrá buena accesibilidad y condiciones óptimas para el trazado y tendido de las líneas de transmisión y distribución, siendo en lo posible en el centro de la zona a abastecer por ella.

#### **4.1.3 CAPTACIONES CON PRESAS MOVILES**

Existen dos razones principales para la selección de presas móviles a saber:

a) Regulación del nivel de agua

b) Control del material arrastrado

a) La regulación del nivel de agua podrá ser necesaria para evitar inundaciones de zonas productivas y/o poblados ubicados aguas arriba de la presa en temporadas de avenidas grandes. El criterio aplicado para la decisión si o no se seleccionará una presa móvil es la comparación entre costos y beneficios. Si los beneficios capitalizados sobre la vida útil de la presa son iguales o mayores que los costos adicionales de construcción (en comparación con una presa fija) mas los costos de operación y mantenimiento capitalizados sobre el mismo periodo justifica la instalación de una presa móvil.

El tipo de presa deberá ser elegido según las condiciones del sitio. Los más importantes tipos de estas instalaciones de regulación son: (h=diferencia del nivel regulable).

■ Presa de manguera	h hasta 2m
■ Compuertas planas	h hasta 10m
■ Compuertas volcables	h hasta 6m
■ Compuertas cilíndricas	h hasta 6m

- Compuertas de segmentos h hasta 6m
- Compuertas combinadas h hasta 15m.

Es recomendable de optar por compuertas automáticas para reducir los costos de operación y excluir errores humanos en el manejo de dichas instalaciones, a pesar de que éstas necesitan energía para su movimiento. El mando de las citadas compuertas se realizará en función del nivel de agua medido por un flotador instalado en una cámara aguas arriba de la presa. Se recomienda combinar dicho flotador con un limnógrafo y graduar los caudales según la posición de la compuerta para obtener a su vez mediciones de caudales Vs niveles de agua. En este caso se debería instalar también una estación pluviográfica.

- b) El control del material acarreado mediante una presa móvil podría ser necesario en el caso de que el río no tendría la suficiente pendiente para la construcción de una captación de fondo (Presa tirolesa). En este caso las compuertas deberán permitir la abertura de la mayor parte de la sección del río hasta su fondo.

#### **4.1.4 CAPTACION DE FONDO (PRESA TIROLESA)**

La llamada **presa tirolesa** requiere para su funcionamiento un desnivel en el río entre aguas arriba y aguas abajo suficiente para transportar la mezcla captada aguas piedras al desripador y desde él la de piedras-agua de purga del desarenador. En consecuencia la pendiente mínima del espejo de agua en el río deberá ser 3% aún en caso de la creciente máxima del diseño.

Por lo tanto se deberá considerar cualquier posibilidad de represamiento aguas abajo de la presa a causa de avenidas que podría disminuir el desnivel del espejo de agua.

En la ubicación de una presa de esta índole deberá tomarse en cuenta que las instalaciones de un desripador y de un desarenador requieren una área más o menos plana de considerable extensión.

Se sobre entiende que se podría elevar el desnivel en el río dando una altura mayor a la presa, hecho que refleja un elevado costo de construcción, no solo en lo referente a la presa sino también en la captación.

Otro punto importante de la observación será la existencia de yacimientos de rocas aptos para el blindaje del cuerpo de la presa y del amortiguador, elementos de la presa que sufrirán mayores desgastes por la acción de las piedras transportadas por el agua.

Finalmente sería ventajoso encontrar un lugar de fácil acceso con el fin de facilitar los trabajos de mantenimiento correspondientes.

#### **4.1.5 PARTES DE UNA BOCATOMA**

##### a) Una Presa o azud.

Que funciona como vertedero y cierra el cauce del río y obliga a que el agua que se encuentra bajo la cota de su cresta entre en la conducción.

En época de máxima avenida el exceso de agua pasa por encima de la presa ó azud y para evitar el ingreso excesivo de agua en la conducción se colocan entre ésta y la toma, estructuras de regulación como pueden ser:

-Compuertas de Admisión.

Que permiten interrumpir totalmente el servicio para el caso de reparación ó inspección.

-Vertederos laterales.

Que evacúan los excesos de agua que entran en la conducción, sean estos por avenidas o por bloqueos ocasionados por el desmoronamiento de las laderas del cerro, donde se ha excavado el canal.

-Compuertas laterales.

También ayudan a eliminar los excesos de agua, así como limpiar los sedimentos que se hubieren depositado.

Para fijar mejor la estructura del suelo y disminuir la subpresión y la percolación, se coloca un dentellón delante del agua.

b) Umbral de entrada.

Que sirve para evitar la entrada de materiales de fondo al canal de conducción y/o aducción se coloca a determinada altura del fondo del río.

c) Ventana de captación.

Colocada sobre el umbral de entrada; funciona como vertedero en época de estiaje (poca agua) y como orificio en época de crecida ó máxima avenida.

Esta ventana de captación puede o no estar diseñada con rejillas para bloquear la entrada de material de arrastre en suspensión y flotantes, estas rejillas actúan también como reguladores de crecientes, para evitar la entrada excesiva de agua, debido a las pérdidas adicionales que ocasiona, disminuyendo por lo tanto el gasto de entrada.

d) Desripiador con compuerta y canal de purga lateral.

Se coloca esta estructura en caso de que el material sólido flotante y en suspensión alcanzara a pasar, entonces se hará la cámara o desripiador que decantará este material.

Esta estructura deberá contar con una compuerta hacia el río a través de la cual periódicamente se desalojara el material acumulado en el fondo.

e) Transición de entrada al canal.

La conexión entre el desripiador y el canal de conducción y/o aducción se hace por medio de un vertedero, cuyo ancho es mayor que el canal que sigue.

Para evitar pérdidas muy grandes de energía entre la salida del desripiador y la entrada al canal es que se les une por medio de una transición.

f) Disipador de energía.

Colocado al pie del azud o presa, debido a que el agua que vierte por ésta en creciente, cae con gran energía y puede erosionar el cauce produciendo la socavación de las obras y ocasionar su destrucción.

El zampeado o colchón sirven para disipar la energía de manera que el agua pase al cauce no revestido con velocidades bajas de tal manera que no ocurran erosiones.

Al final del colchón se coloca un dentellón para anclar mejor la estructura.

g) Compuerta de purga del Azud.

Se ubica a un extremo del azud al lado de la ventana de captación. Su función es eliminar el material grueso traído por el río en creciente y también la eliminación del sedimento depositado frente a la captación, evitando así la

reducción del caudal de ingreso a la captación. Su eficiencia por lo general es baja, pero permite mantener limpio el cauce frente a la captación.

También en creciente sirve para aliviar el trabajo del azud y también regular la captación.

h) Compuerta de control.

Colocada a la entrada del canal de conducción que sirve para regular y evitar la entrada de agua cuando las condiciones lo requieran en el canal.

i) Muros de encauzamiento.

Diseñado con el caudal de máxima avenida y que sirve para dirigir el agua hacia la toma en caso de que el cauce del río no tenga los requisitos necesarios y además sirven para proteger las orillas en época de avenida, ya que por la presencia del azud, el agua del río aumentará su calado afectando las zonas ubicadas aguas arriba del azud. Protegen también a las orillas de la erosión del río.

j) Delantal o Mandil sumergido.

Colocado frente a la presa o azud (Que cierra el cauce del río), tiene las siguientes funciones:

-Deflector de sedimentos gruesos.

-Aumentar el recorrido de la filtración y evitar la percolación.

-Disminuir la subpresión en las estructuras principales.

Delante del mandil se coloca un dentellón para fijarlo mejor en el suelo.

Nota: No todas las partes que se han citado pueden incluirse en una bocatoma pudiendo prescindirse de algunos, dependiendo esto de factores topográficos, geológicos, hidrológicos, material de arrastre, entre otros.

#### **4.1.6 CRITERIOS DE DISEÑO PARA LAS PARTES DE LA BOCATOMA**

##### **4.1.6.1 UMBRAL DE ENTRADA**

El umbral de entrada o umbral de ventana de captación debe de estar dentro de esta rango. (0.30 a 3.00) mts. del lecho del río .

El dimensionamiento del umbral, depende de los siguientes factores:

1. Tirante del río.
2. Transporte de sedimentos, tanto de fondo como en suspensión.
3. La relación caudal - tirante del río, pues el río puede tener:
  - Caudal (Q) grande, sección (A) grande, tirante (d ó t) pequeño.
  - Caudal (Q) grande, sección (A) grande, tirante (d ó t) elevado.

##### **4.1.6.2 VENTANA DE CAPTACIÓN.**

Generalmente se dimensiona en función de la demanda tanto como vertedero en estiaje y como orificio en avenida.

En cuanto a su ubicación es recomendable que se construya en ángulo, con respecto al eje del azud, para que cuando los ríos en fuertes arrastres de sedimentos la entrada de éstos en suspensión y material sólido flotante disminuirá. La ventana de captación puede tener un ángulo de derivación  $\phi$  que es función de la relación:

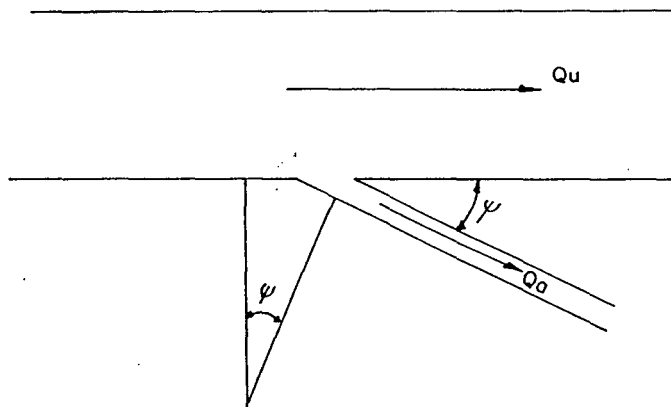
$$\phi = f (Q_a/Q_u)$$

Donde:

$Q_a$ = Caudal a captar, es el mínimo necesario para satisfacer las condiciones de operación de la planta.

$Q_u$ = Caudal medio original.

FIGURA N° 03



Tenemos que si:

$$\frac{Q_a}{Q_u} = 0.2-0.3 \quad \rightarrow \quad \varphi = 20^\circ - 30^\circ$$

$$\frac{Q_a}{Q_u} = 1 \quad \rightarrow \quad \varphi = 45^\circ - 60^\circ$$

La ventana de captación con ángulo de entrada  $\varphi$  presenta estas características con respecto a la captación con eje normal al azud:

- Mayor velocidad del agua en la entrada.
- Menor pérdida de carga.
- Influencia del ángulo de derivación en la captación de sólidos es pequeña, poco conocida y no se puede generalizar.



Nota:

Es de primordial importancia la elección de la dirección correcta de la ventana de acceso, esto es el ángulo formado por el muro de entrada y la dirección original del flujo en el río.

La cantidad de sedimentos transportados hacia el canal, se reduce poco por el uso de ángulos más o menos grandes ( $30^\circ - 90^\circ$ ) y la decisión se hace en base a consideraciones estrictamente hidrodinámicas.

**4.1.6.3 VELOCIDAD DE INGRESO**

Cuando la ventana de captación tiene rejas, la velocidad de entrada puede variar en el rango de: (0.75 - 1.0) m/seg.

Cuando no posee rejas, esta velocidad de entrada puede variar en el rango de: (1.0 - 1.5) m/seg.

**4.1.6.4 COMPUERTA DE LIMPIA DE LA PRESA VERTEDERO**

La compuerta de limpia, se diseña con el 10% de caudal promedio.

$Q_{dis.} = 0.1Q_{m\acute{a}x. \text{ promedio multianual.}}$

**4.1.6.5 PANTALLA O MANDIL SUMERGIDO**

Su dimensionamiento está en función de la longitud del colchón disipador de energía o sea la longitud del mandil, y está en el rango del (60 - 100)% de la longitud total del vertedero, dependiendo este rango de variación del recorrido de la percolación.

Nota:

Los demás elementos:

- Barraje
- Muros
- Longitud del colchón, etc.

Están en función de la altura del umbral, así se ve que cuando el umbral de entrada es alto aumentará también la altura del barraje y por consiguiente los muros de contención y así las demás estructuras.

#### **4.1.7 DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN.**

Caudal de diseño =  $Q = 0.45 \text{ m}^3/\text{seg}$

Caudal máximo  $Tr = 100$  años  $\rightarrow Q_{\text{máx}} = 46.00 \text{ m}^3/\text{seg}$ .

##### **4.1.7.1 CÁLCULO DEL TIRANTE DE AGUA EN AVENIDAS**

En cursos naturales el coeficiente de Manning disminuye a medida que el caudal aumenta, por lo que para el paso de caudal  $Q_{\text{máx}}$  tomaremos como coeficiente de Manning lo recomendado por Ven Te Chow ( $n=0.45$ )

$$Q = \frac{AR^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

$$A = b \times Y$$

$$P = b + 2xY$$

$$R = b \times Y/P$$

$$n = 0.04$$

Ancho promedio de la quebrada es de 10 a 15 metros.

F = número de froude

**CUADRO N° 19**

B	S%	Qmáx	Yn	Vn	F
10	5.0	46.00	0.953	4.83	2.49
12	4.8	46.00	0.850	4.50	2.43
15	4.5	46.00	0.745	4.11	2.31

$$F = \frac{Vn^2}{gYn} \quad g=9.8 \text{ m/seg}^2$$

Del cuadro se puede deducir por el número de froude mayor que uno que se trata de un torrente.

#### **4.1.7.2 DISEÑO DEL BARRAJE (BARRAJE FIJO)**

Ancho del cauce = 12 mts. (ancho medio del cauce)

Altura del barraje (Po).

Po = Emin - CFR

CFR = cota de fondo del río (msnm) = 556.40

Emin = Energía mínima requerida para la conducción

Donde:

$$Emin = CFC + Yc + \frac{V^2}{2g} + hf$$

CFC = Cota de fondo de canal. = 556.80

Yc = Tirante normal del canal con caudal de diseño.

$\frac{V^2}{2g}$  = Carga de velocidad en el canal.

$h_f$  = Pérdida de carga en la toma (m) tomando como orificio  
tenemos que

$$h_f = 0.5 \frac{V^2}{2g}$$

para orificio común  $h_f = 0.023$ .

$$\therefore E_{\text{mín.}} = 556.80 + 0.55 + 0.74^2 / (2 \times 9.81) + 0.023.$$

$$E_{\text{mín.}} = 557.40$$

$$\Rightarrow P_o = 557.40 - 556.40 = 1.00 \text{ mt.}$$

$$P_o = 1.00 \text{ mts.}$$

Para asegurar mayor caudal trabajaremos con  $P_o = 3.00$  mts., debido a que el caudal de agua en épocas de estiaje, está por debajo del caudal de diseño.

El caudal de la avenida que pasa por el cimacio está dado por la siguiente ecuación:

$$Q = C L_e H_e^{1.5}$$

Donde:

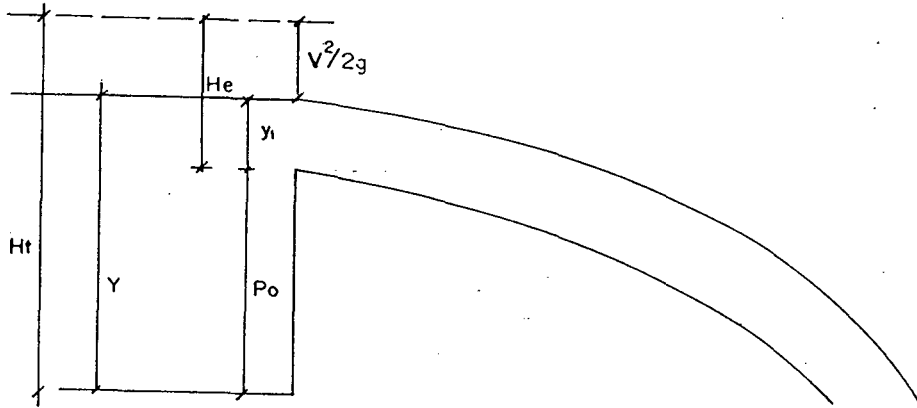
$C$  = Coeficiente que depende de la relación  $P_o/H_e$ .

$L_e$  = Longitud efectiva de la cresta del vertedero.

$$L_e = 12 - 2(0.30) - 1.00 = 10.40 \text{ mts.}$$

$H_e$  = altura dinámica total.

FIGURA N° 04



Luego para  $Q \text{ máx} = 46.00 \text{ m}^3 / \text{seg.}$

Asumimos :  $He = 1.20 \Rightarrow Po/He = 2.5$

Del gráfico  $C = 3.95$

$\therefore Q = 54.00 > 46.00 \Rightarrow \text{No cumple.}$

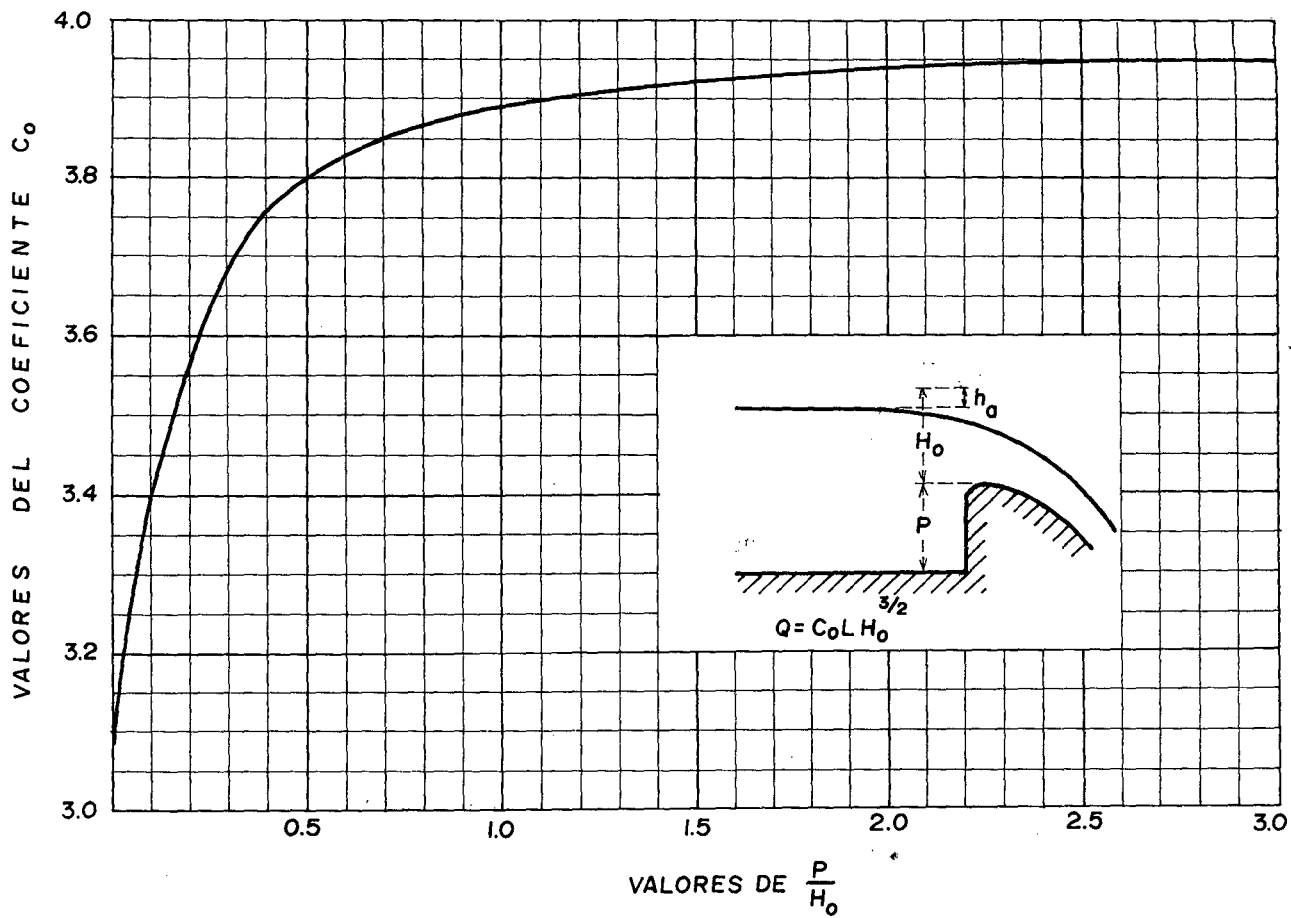
Asumimos  $He = 1.07 \Rightarrow Po/He = 2.80$

Del gráfico  $C = 3.95$

$\therefore Q = 45.47 < 46.00 \Rightarrow \text{Lo asumido es correcto}$

Cálculo del valor Y se hará utilizando la ecuación de continuidad.

$$He = Y_1 + \frac{V^2}{2g} \quad (1)$$



Coeficientes de descarga para las crestas de cimacio en pared vertical.

$$H_t = H_e + P_o = 1.07 + 3.00 \quad (2)$$

$$H_t = 4.07$$

$$Y_1 = Y - P_o \Rightarrow Y_1 = Y - 3.00 \quad (3)$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{46.00}{Y \times 10.4}$$

$$H_t = Y + \frac{V^2}{2g} \quad (4)$$

Remplazando valores en (4)

$$4.07 = Y + \frac{(46.00/Y \times 10.4)^2}{2 \times g}$$

Por tanteos:

$$Y = 4.01 \text{ mts.}$$

De ecuación (3)

$$\Rightarrow Y_1 = 4.01 - 3.00 = 1.01$$

$$\therefore Y_1 = 1.01$$

Altura del muro de encauzamiento:

$$H_m = Y + f_b \quad \text{Donde } f_b = 0.60 \text{ mts.}$$

Valor de  $f_b$  asumido en base a la experiencia de obras similares.

$$\therefore H_m = 4.01 + 0.60 = 4.61 \text{ mts.}$$

$$\therefore H_m = 4.61 \text{ mts.}$$

## I CÁLCULO DE TIRANTES CONJUGADOS

Datos:

$$H_e = 1.07 \text{ mts.}$$

$$Q = 46.00 \text{ mts}$$

Po = 3.00 mts.

Usaremos la siguiente nomenclatura:

Y1 = Tirante de agua antes del salto hidráulico. (tirante de llegada)

Y2 = Tirante de agua después del salto hidráulico. (tirante de salida)

Hv1 = Carga de velocidad antes del salto hidráulico.

Hv2 = Carga de velocidad después del salto hidráulico.

Hj = Pérdida de energía en el salto

F1 = Número de froude.

Por conservación de energía:

$$H_j = \frac{(Y_2 - Y_1)^3}{4Y_1 Y_2} \quad (1)$$

Además

$$Y_2 = \frac{Y_1 [(1+8F_1^2)^{1/2} - 1]}{2} \quad (2)$$

$$F_1 = \frac{V_1}{(gY_1)^{1/2}}$$

$$V_1 = \frac{q}{Y_1}$$

$$q = \frac{Q}{L_e}$$

Haciendo cambio de variable en la expresión (2)

$$Y_2 = \frac{Y_1 [(1+8q^2/gY_1^3)^{1/2} - 1]}{2}$$

haciendo cambio de variable  $K = \frac{8q^2}{g}$

Reemplazando en ecuación (1)

$$H_j = \frac{Y_1 [(1+K/Y_1^3)^{1/2} - 1]^3}{16 [(1+K/Y_1^3)^{1/2} - 1]} \quad (3)$$



Donde :

$$H_j = E_1 - E_2$$

$$E_1 = P_o + H_e + CFR_o$$

CFR<sub>o</sub> = cota de fondo de río aguas arriba del barraje.

$$E_2 = Y_{nrío} + h_{vrío} + CFR_i$$

CFR<sub>i</sub> = cota de fondo del río después del resalto.

Asumimos la cota de fondo del río antes y después del resalto el mismo.

$$CFR_o = CFR_i = 556.40$$

Del cálculo anterior en la zona de captación del acápite 4.1.7.1 específicamente del cuadro N° 19.

$$Y_n = 0.85 \text{ mts}$$

$$V_n = 4.50 \text{ mts/seg}$$

$$\text{De donde } h_v = \frac{V^2}{2g} = \frac{4.50^2}{2 \times 9.81} = 1.032 \text{ mts.}$$

$$E_2 = 0.85 + 1.032 + 556.4 = 558.28 \text{ mts}$$

$$E_1 = 3.00 + 1.07 + 556.4 = 560.47 \text{ mts}$$

$$H_j = E_1 - E_2 = 560.47 - 558.28 = 2.19$$

Reemplazando H<sub>j</sub> de ecuación (3)

$$2.19 = \frac{Y_1 [(1 - K/Y_1^3)^{1/2} - 3]^3}{16 [(1 + K/Y_1^3)^{1/2} - 1]}$$

Reemplazando el valor de K

$$q = \frac{Q}{L_e} = \frac{46.00}{10.70} = 4.29 \text{ m}^3/\text{seg}/\text{mt}$$

$$K = \frac{8(4.42)^2}{9.81} = 15.03$$

$$2.19 = \frac{Y1 [(1 + 15.93/Y1^3)^{1/2} - 3]^3}{16 [(1 + 15.93/Y1^3)^{1/2} - 1]}$$

Resolviendo por tanteos:

$$Y1 = 0.46 \text{ mts}$$

$$V1 = \frac{q}{Y1} = \frac{4.29}{0.46} = 9.39 \text{ m/seg}$$

$$h_{v1} = \frac{V1^2}{2g} = \frac{9.39^2}{2 \times 9.81} = 4.92 \text{ mts}$$

$$F1 = \frac{V1}{(gY1)^{1/2}} = \frac{9.39}{(9.81 \times 0.46)^{1/2}} = 4.43$$

$$Y2 = \frac{Y1 [(1 + 8 F1^2)^{1/2} - 1]}{2}$$

$$Y2 = 2.65 \text{ mts}$$

$$\begin{aligned} \text{Cota de colchón hidráulico} &= E1 - \frac{V1^2}{2g} - Y1 \\ &= 560.47 - 9.39^2/(2 \times 9.81) - 0.46 \\ &= 555.52 \text{ mts} \end{aligned}$$

## 2. PERFIL DE LA CRESTA DEL BARRAJE.

Para el diseño hidráulico del perfil de la cresta del barraje se empleará la fórmula siguiente:

$$X^n = K(Hd)^{n-1} Y$$

Donde X e Y = Son valores de las coordenadas del perfil de la cresta del vertedero con origen en el punto más alto de la cresta.

$$Hd = \text{Carga neta sobre la cresta del vertedero } (Y1) = 1.01$$

n y K = Parámetros en función de la inclinación de la superficie del barraje aguas arriba.

### TABLA

#### PARÁMETROS PARA EL CÁLCULO DEL PERFIL

INCLINACION DE LA SUPERFICIE	K	n
AGUAS ARRIBA		
VERTICAL	2.000	1.850
3 : 1	1.936	1.836
3 : 2	1.939	1.810
3 : 3	1.873	1.776

Según la tabla para una posición vertical (que es el caso del proyecto), se tiene:

$$K = 2.000$$

$$n = 1.850$$

$$\therefore X^{1.85} = 2 (Hd)^{0.85} Y$$

$$\Rightarrow Y = \frac{X^{1.85}}{2Hd^{0.85}}$$

Para el proyecto  $Hd = 1.01$  mts

$$\therefore Y = \frac{X^{1.85}}{2(1.01)^{0.85}} \Rightarrow Y = 0.4958 X^{1.85}$$

Derivando la expresión:

$$\frac{dY}{dx} = 0.4958 \times 1.85 X^{0.85}$$

Para una pendiente de 1/1.5

$$\text{Tenemos: } \frac{1}{1.5} = 0.9172 X^{0.85}$$

De donde:  $X = 0.68$  mts

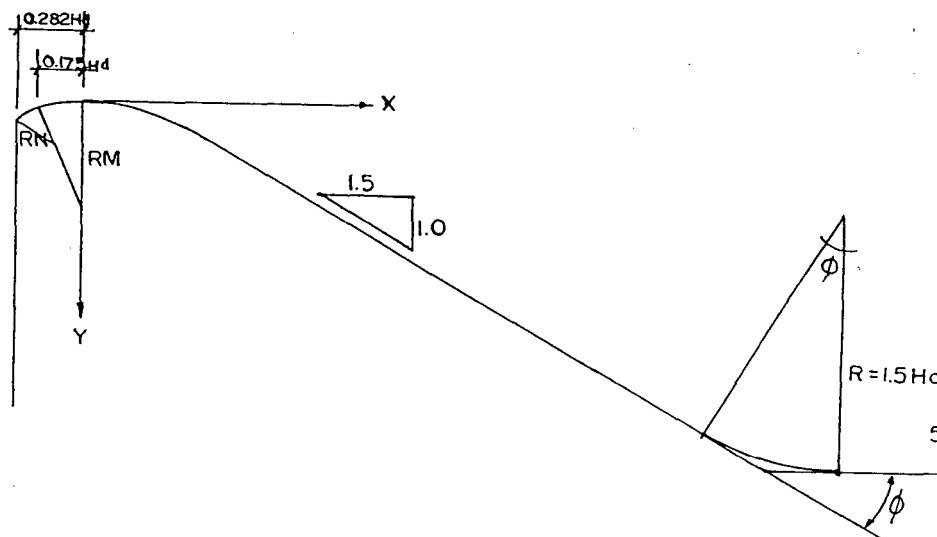
$Y = 0.24$  mts

Valores de X e Y donde empalmará recta tangencial desde un círculo de radio  $R = 1.5 H_d$  a la curva de la cresta.

Los siguientes parámetros del diseño del barraje que a continuación se detallan, están indicados en el Bureau of Reclamación del diseño de vertedores de demasias:

$0.282H_d = 0.285$ m	X	Y
$0.175H_d = 0.177$ m	0.5	0.14
$R_m = 0.5H_d = 0.505$	1.0	0.50
$R_n = 0.2H_d = 0.202$	0.68	0.24
$R = 1.5H_d = 1.52$ m.		

FIGURA N° 05



Tang = 0.46 m  
Lc = 0.89 m  
 $\phi = 33^\circ 41' 24.42''$

000155

### 3 POZA DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA:

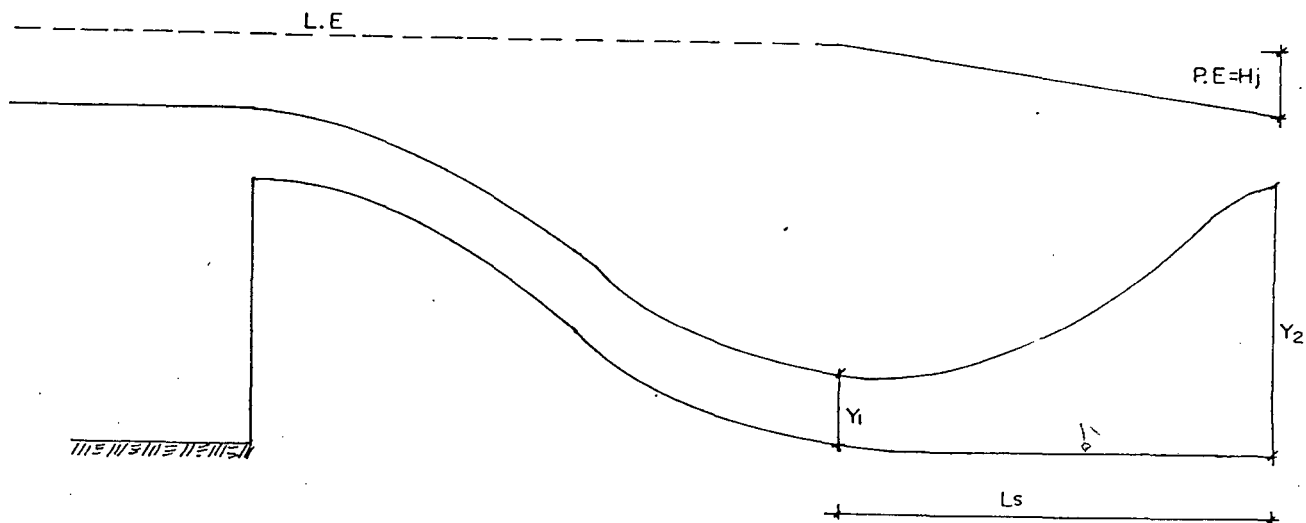
Al generarse la elevación del nivel del agua sobre el barraje hace que esta adquiera energía de posición (energía potencial) que al caer se transforma en energía de velocidad (energía cinética), provocando turbulencia que debe minimizarse para evitar el efecto erosivo. Debido a esto es necesario disponer de una estructura disipadora de energía ubicada inmediatamente aguas abajo del pie del barraje.

En este caso diseñaremos la poza de disipación de energía analizando el salto hidráulico que se produce.

#### SALTO HIDRÁULICO:

Esto se produce cuando el flujo pasa de régimen supercrítico (Torrente) a régimen subcrítico (río) originando una liberación de energía (Pérdida de carga).

FIGURA N° 06



000156

Cota del Fondo de la Poza:

$$\begin{aligned} \text{Cota de colchón hidráulico} &= E1 - \frac{V1^2}{2g} - Y1 \\ &= 555.52 \text{ mts} \end{aligned}$$

Longitud de la Poza (L):

Para determinar una longitud conservadora de la poza de disipación existen varias fórmulas empíricas pero la más conservadora técnica y económicamente utilizada es:

$$L = 2.5 (1.4Y2 - Y1)$$

Donde:

Y1 y Y2 son los tirantes conjugados

$$Y1 = 0.46$$

$$Y2 = 2.65$$

$$L = 8.13 \quad \therefore L = 9.00 \text{ mts.}$$

El ancho de la poza es el mismo que la longitud de la cresta del barraje.

Cálculo del Dentellón al Final de la poza:

Para el diseño hidráulico del dentellón al final de la poza se hará uso de la siguiente ecuación:

$$h + Y_n = K [q z^{1/2}]^{1/2} \quad (1)$$

Donde:

h = es la profundidad del dentellón a calcular.

Y<sub>n</sub> = es el tirante del río en épocas de avenidas.

q = es el caudal unitario que pasa por el barraje.

Z = Diferencia de cotas de aguas arriba y abajo

$$Z = P_o + H_e + H_v - Y_2$$

$$Z = 3.00 + 1.07 + 1.032 - 2.65$$

$$Z = 2.452 \text{ mts.}$$

$$q = \frac{46.00}{10.70} = 4.29 \text{ m}^3/\text{seg}/\text{m}$$

La constante K es un coeficiente que depende de la longitud de la poza y del tirante normal, según la siguiente tabla:

TABLA

L/Yn	< 5	5	10	20
K	1.4	1.3	1.2	1.0

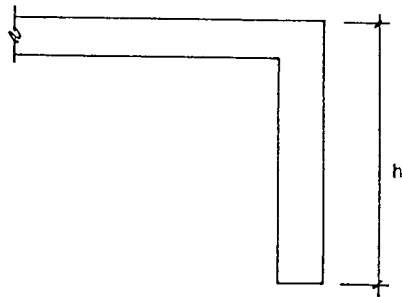
$$\frac{L}{Y_n} = \frac{12}{0.85} = 14.12, \text{ interpolando } K = 1.12$$

$$\Rightarrow h = 1.12 [(4.29) \times 2.452^{1/2}]^{1/2} - 0.85$$

$$h = 2.06 \text{ mts.}$$

Por lo tanto  $h = 2.10 \text{ mts.}$

FIGURA N° 07



Verificación del Espesor de solera:

Se debe comprobar que el peso del solado en cualquier punto debe ser por lo menos igual al valor de la sub-presión en dicho punto, aplicando el criterio conservador y considerando además el peso del agua sobre la sección analizada tenemos.

$$eX = \frac{4}{3} (SX - hwa)/w_m \dots\dots(\alpha)$$

Donde:

$w_m$  = Peso volumétrico del concreto

$$w_m = 2.4 \text{ T/m}^3$$

$w_a$  = peso Volumétrico del agua

$$w_a = 1.0 \text{ T/m}^3$$

Calculo de la sub-presión:

$$S_p = wbc^1 (h + h^1 - hx/L)$$

$S_p$  = Sub - presión en el punto

$w$  = Peso volumétrico del agua =  $1 \text{ T/m}^3$

$h$  = Carga por perder

$b$  = Ancho de la sección

$c^1$  = Factor de sub - presión que depende del material o de la porosidad del terreno. En el caso del concreto de buena calidad

tenemos:

$c^1 = 0.25$       Cimentación en roca sana

$c^1 = 0.50$       Cimentación en roca de mediana calidad

$c^1 = 1.00$       → Cimentación en material permeable



$h^1$  = Profundidad de un punto cualquiera con respecto al punto donde se indica el recorrido de filtración.

L = Longitud compensada

$$L = L_v + 1/3 L_h$$

Donde:

$L_v$  = es el recorrido vertical que hace el agua desde el inicio de la losa aguas arriba del barraje hasta el punto en estudio.

$L_h$  = es el recorrido horizontal que inicia el agua con similares características que el recorrido vertical.

Para nuestras condiciones:

Tomando en ancho unitario y asumiendo en material Rocoso de mediana calidad. Lo cual se puede comprobar en el campo.

$$b = 1.00 \quad c^1 = 0.50 \quad Y_n = 0.85$$

$$h = 3.00 + 1.07 - 0.85 = 3.22 \text{ mts.}$$

$$L_v = 2.30 + 2.00 + 1.00 + 0.50 + 1.10 + 0.42 + 0.58 + 2.06 = 9.96 \text{ mts.}$$

$$L_h = 40.00 + 0.40 + 0.50 + 1.00 + 1.10 + 4.60 + 10.00 + 0.50 = 58.10 \text{ mts.}$$

$$L = 9.96 + 1/3 (58.10)$$

$$L = 29.33 \text{ mts.}$$

Cálculo de la sub presión en:

$$S_a = 1 \times 1 \times 0.5 \times (3.22 + 0.30 - 3.22 \times \frac{4.30}{29.33}) = 1.52 \text{ Ton/m}^2$$

$$S_b = 1 \times 1 \times 0.5 \times (3.22 + 0.30 - 3.22 \times \frac{17.63}{29.33}) = 0.79 \text{ Ton/m}^2$$

$$S_c = 1 \times 1 \times 0.5 \times (3.22 + 1.30 - 3.22 \times \frac{18.63}{29.33}) = 1.24 \text{ Ton/m}^2$$

$$S_d = 1 \times 1 \times 0.5 \times \frac{(3.22 + 1.30 - 3.22 \times \frac{18.77}{29.33})}{29.33} = 1.23 \text{ Ton/m}^2$$

$$S_e = 1 \times 1 \times 0.5 \times \frac{(3.22 + 0.80 - 3.22 \times \frac{19.43}{29.33})}{29.33} = 0.94 \text{ Ton/m}^2$$

$$S_f = 1 \times 1 \times 0.5 \times \frac{(3.22 + 0.80 - 3.22 \times \frac{19.77}{29.33})}{29.33} = 0.92 \text{ Ton/m}^2$$

$$S_g = 1 \times 1 \times 0.5 \times \frac{(3.22 + 1.90 - 3.22 \times \frac{21.23}{29.33})}{29.33} = 1.39 \text{ Ton/m}^2$$

$$S_h = 1 \times 1 \times 0.5 \times \frac{(3.22 + 1.90 - 3.22 \times \frac{22.77}{29.33})}{29.33} = 1.31 \text{ Ton/m}^2$$

$$S_i = 1 \times 1 \times 0.5 \times \frac{(3.22 + 1.48 - 3.22 \times \frac{23.19}{29.33})}{29.33} = 1.08 \text{ Ton/m}^2$$

$$S_j = 1 \times 1 \times 0.5 \times \frac{(3.22 + 1.48 - 3.22 \times \frac{26.52}{29.33})}{29.33} = 0.89 \text{ Ton/m}^2$$

$$S_k = 1 \times 1 \times 0.5 \times \frac{(3.22 + 2.06 - 3.22 \times \frac{27.10}{29.33})}{29.33} = 1.15 \text{ Ton/m}^2$$

$$S_l = 1 \times 1 \times 0.5 \times \frac{(3.22 + 2.06 - 3.22 \times \frac{27.27}{29.33})}{29.33} = 1.14 \text{ Ton/m}^2$$

$$S_m = 1 \times 1 \times 0.5 \times \frac{(3.22 + 0.00 - 3.22 \times \frac{29.33}{29.33})}{29.33} = 0.00 \text{ Ton/m}^2$$

Considerando puntos críticos i y j en ( $\alpha$ )

$$e_i = \frac{4}{3} \frac{(1.08 - 0.46 \times 1.0)}{2.4} = 0.35 \text{ mts.}$$

$$e_j = \frac{4}{3} \frac{(0.89 - 0.85 \times 1)}{2.4} = 0.02 \text{ mts.}$$

- Sub-presión para el caso de carga mínima es el caso en que todo el agua del río será captado, por lo cual no verterá sobre el barraje, la carga a perder será:

$$h = 3.00 \text{ mts.}$$

Cálculo de la sub presión en:

$$S_a = 1 \times 1 \times 0.5 \times (3.00 + 0.30 - 3.00 \times \frac{4.30}{29.33}) = 1.43 \text{ Ton/m}^2$$

$$S_b = 1 \times 1 \times 0.5 \times (3.00 + 0.30 - 3.00 \times \frac{17.63}{29.33}) = 0.75 \text{ Ton/m}^2$$

$$S_c = 1 \times 1 \times 0.5 \times (3.0 + 1.30 - 3.00 \times \frac{18.63}{22.44}) = 1.25 \text{ Ton/m}^2$$

$$S_d = 1 \times 1 \times 0.5 \times (3.00 + 1.30 - 3.00 \times \frac{18.77}{29.33}) = 1.19 \text{ Ton/m}^2$$

$$S_e = 1 \times 1 \times 0.5 \times (3.00 + 0.80 - 3.00 \times \frac{19.43}{29.33}) = 0.91 \text{ Ton/m}^2$$

$$S_f = 1 \times 1 \times 0.5 \times (3.00 + 0.80 - 3.00 \times \frac{19.77}{29.33}) = 0.89 \text{ Ton/m}^2$$

$$S_g = 1 \times 1 \times 0.5 \times (3.00 + 1.90 - 3.00 \times \frac{21.23}{29.33}) = 1.36 \text{ Ton/m}^2$$

$$S_h = 1 \times 1 \times 0.5 \times (3.00 + 1.90 - 3.00 \times \frac{22.77}{29.33}) = 1.29 \text{ Ton/m}^2$$

$$S_i = 1 \times 1 \times 0.5 \times (3.00 + 1.48 - 3.00 \times \frac{23.19}{29.33}) = 1.05 \text{ Ton/m}^2$$

$$S_j = 1 \times 1 \times 0.5 \times (3.00 + 1.48 - 3.00 \times \frac{26.52}{29.33}) = 0.88 \text{ Ton/m}^2$$

$$S_k = 1 \times 1 \times 0.5 \times (3.00 + 2.06 - 3.00 \times \frac{27.10}{29.33}) = 1.14 \text{ Ton/m}^2$$

$$S_l = 1 \times 1 \times 0.5 \times (3.00 + 2.06 - 3.00 \times \frac{20.38}{22.44}) = 1.17 \text{ Ton/m}^2$$

$$S_m = 1 \times 1 \times 0.5 \times (3.00 + 2.06 - 3.00 \times \frac{27.27}{29.33}) = 1.14 \text{ Ton/m}^2$$

Considerando los puntos críticos:

$$e_i = \frac{4}{3} \frac{(1.05 - 0.00)}{2.40} = 0.58 \text{ mts.}$$

$$e_j = \frac{4}{3} \frac{(0.88 - 0.00)}{2.40} = 0.49 \text{ mts.}$$

∴ Se tomará un espesor de 0.60 mts. en la poza disipadora.

#### 4.1.8 CÁLCULO DE ESTABILIDAD AL DESLIZAMIENTO DEL AZUD:

En el cálculo no se considerará el agua que vierte sobre el vertedero, ya que este pasa prácticamente sin ejercer presión, tampoco se considera el zampeado, pues generalmente se coloca una junta de construcción que los divide.

Para facilitar los cálculos se asume una sección equivalente del azud.

El empuje activo del terreno será según la teoría de Rankine para suelos sumergidos:

$$P = K a . h'$$

$K_a$  = Coeficiente de empuje activo

$K_a = \text{tg}^2 (45^\circ - \phi/2)$  cuando el talud del terreno apoyado es horizontal.

$h'$  = Altura de sobrecarga

$$h' = h \times \frac{\phi_{\text{agua}}}{\phi_s}$$

$\phi_s$  = Peso específico del terreno húmedo.

Para efectos del diseño consideraremos el fondo gravoso donde:

$$\phi = 45^\circ$$

$$\phi = 1.00 \text{ T/m}^3$$

$$\phi_s = 1.10 \text{ T/m}^3$$

$$h' = 4.90 \times \frac{1.00}{1.10} = 4.45$$

$$K_a = \text{tg}^2 (45^\circ - 45^\circ/2) = 0.172$$

El coeficiente de deslizamiento esta dado por:

$$Kd = \frac{(G - S) F}{E + T}$$

Donde F = 0.50 tabla de Popov

$$1.20 < Kd$$

#### PESO UNITARIO DEL AZUD

G = Peso propio del Azud.

G = Peso específico del concreto por área (en Ton/mt)

$$G = 2.4 (3.33 + 0.20 + 0.125 + 0.335 + 3.03 + 0.42 + 2.554 + 0.616 + 4.613 + 2.604 + 0.926)$$

$$G = 2.4 (18.753)$$

$$G = 45.007 \text{ T/mt.}$$

#### CALCULO DEL EMPUJE ACTIVO UNITARIO DE TIERRA Y AGUA.

$$T = \rho \times h \times Ka$$

T = Empuje activo de tierra

E = Empuje de agua =  $\rho \times A$

$$\rho = \text{Peso específico de la tierra} = 1.60 \text{ Ton/m}^3$$

h = Altura de tierra (relleno)

$$T1 = \rho h.Ka = 1.6 \times 1.30 \times 0.172 = 0.36 \text{ T/m}^2$$

$$T2 = \rho h.Ka = 1.6 \times (0.8+1.90)/2 \times 0.172 = 0.41 \text{ T/m}^2$$

Th = Empuje activo de tierra horizontal

$$Th1 = 0.5 \times T1 \times h = 0.5 \times 0.36 \times 1.3 = 0.234 \text{ T/m}$$

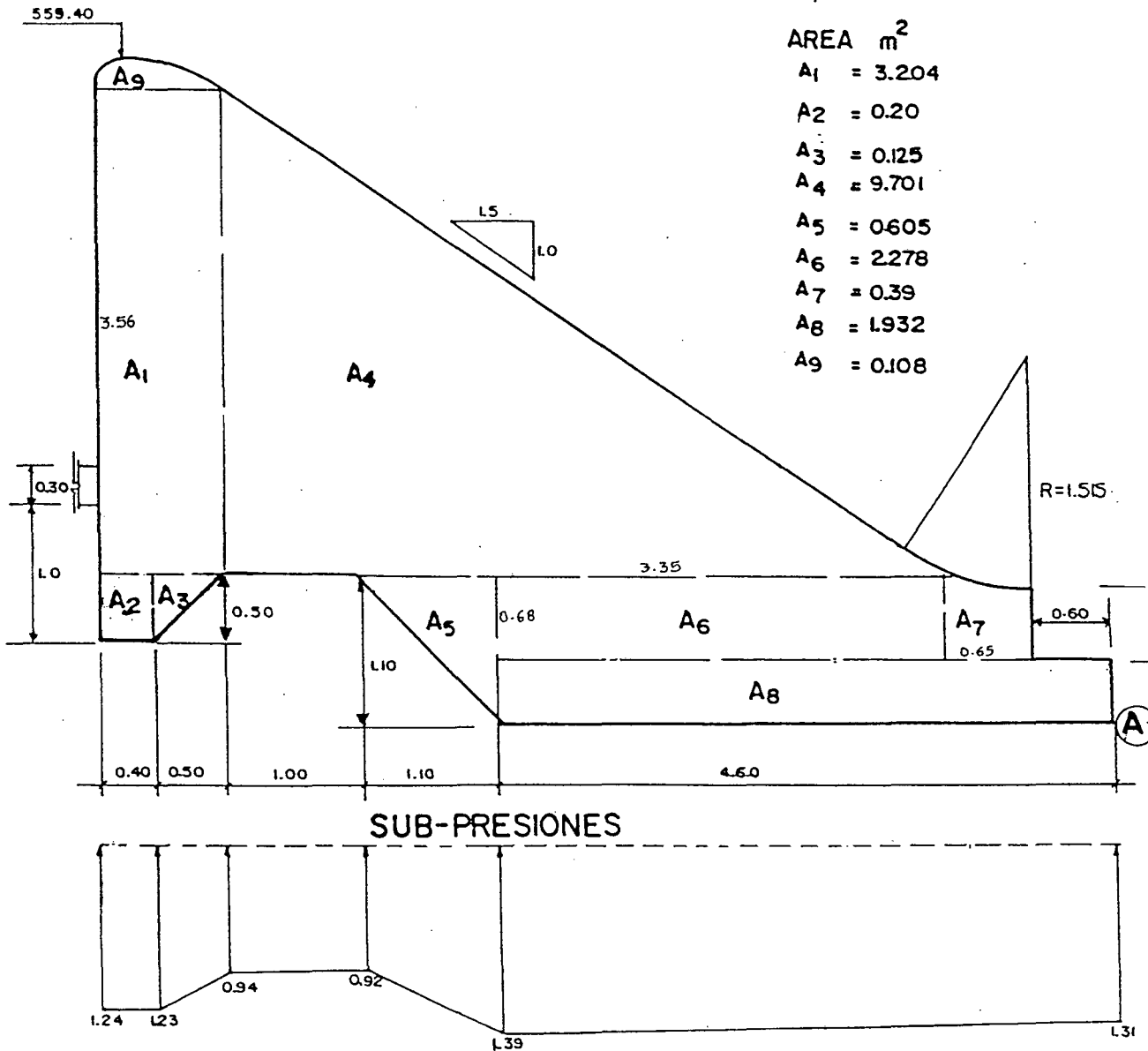
$$Th2 = 0.5 \times T2 \times h = 0.5 \times 0.41 \times 1.49 = 0.305 \text{ T/m}$$

$$E = \frac{1 \times (1.01 + 4.01)}{2} \times 3.00 = 7.53 \text{ T/m}$$

S = Sub - Presión

$$S = 0.494 + 0.543 + 0.93 + 1.271 + 6.21$$

$$S = 9.448 \text{ T/m}$$



El coeficiente de deslizamiento será:

$$Kd = \frac{(45.007 - 10.438)}{7.53} \times 0.50 = 2.14$$

Se cumple que  $1.20 < Kd$

000186

#### 4.1.9 CÁLCULO DE ESTABILIDAD AL VOLTEO:

El coeficiente de estabilidad al volteo esta dado por:

$$K_v = \frac{G \cdot X_1}{EY_1 + TY_2 + SX_2}$$

Donde :  $1.3 < K_v$

X1, X2, Y1, Y2, son distancias de brazos tabulando los momentos con respecto al punto A del gráfico, tenemos:

##### ELEMENTO G

ELEMENTO	FUERZA	BRAZO	MOMENTO	$\Sigma$
A1	7.69	7.15	54.98	
A2	0.48	7.40	3.55	
A3	0.30	7.03	2.11	
A4	23.28	4.88	113.61	
A5	1.45	4.97	7.21	
A6	5.47	2.93	16.03	
A7	0.94	0.93	0.87	
A8	4.64	2.30	10.67	
A9	0.26	7.30	1.90	
				210.93
Th1	0.234	2.59	0.61	
Th2	0.351	2.23	0.78	1.39
E	7.530	4.47	33.66	33.66
S1	0.494	7.45	3.68	
S2	0.543	7.06	3.83	
S3	0.930	6.25	5.81	

ELEMENTO	FUERZA	BRAZO	MOMENTO	$\Sigma$
S4	1.271	5.15	6.55	
S5	6.210	2.35	14.59	
				34.46

Reemplazando valores en la ecuación:

$$K_v = \frac{210.93}{1.39 + 33.66 + 34.46} = \frac{210.93}{69.51}$$

$K_v = 3.03 > 1.3$  OK, se podría reducir las medidas del azud pero lo dejamos como está por razones de mayor seguridad.

#### 4.1.10 DISEÑO DE LA TOMA

La toma está constituida por un bocal con vertedor de entrada y una compuerta de regulación.

##### 4.1.10.1 DISEÑO DEL VERTEDOR O UMBRAL DE ENTRADA

El caudal a captar en la entrada será 10% más del caudal de diseño, para compensar las pérdidas que ocurrirán en el desripiador (compuertas)

$$Q_{cap} = 1.1 \times Q_o$$

$$= 1.1 \times 0.45$$

$$Q_{cap} = 0.495 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$\text{Cota del Azud} = 559.40$$

$$\text{Cota del umbral de entrada} = 556.70$$



Altura Aprovechable = 2.70 mts

Cota del fondo de canal = 556.70

1. Diseñando como orificio:  $h = 2.70$  mts.

De la fórmula de energía tenemos:

$$Q = M A (2 \times g \times h)^{0.5}$$

$M =$  Coeficiente de orificio = 0.62 Rectangular

$A =$  Área del orificio de la compuerta

Dimensionamiento por tanteos:

$$A \times B = 0.20 \times 0.80$$

$A =$  altura.

$B =$  base.

$$H = hd - A/2 = 2.70 - 0.6/2 = 2.4 \text{ mts.}$$

$hd =$  altura aprovechable

Reemplazando tenemos:

$$Q = 0.67 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.495 \text{ OK.}$$

2. Diseñando como vertedero.

$$Q = \frac{2}{3} \mu L (2gh^3)^{0.5}$$

Donde:

$\mu =$  coeficiente de descarga.

$h =$  Tirante de agua del canal = 0.55 mts.

$$Q = \frac{2}{3} \mu L (2gh^3)^{0.5}$$

Donde  $\mu = 0.50$

$$L = 3Q/2\mu (2gh^3)^{0.5}$$

000169

$$L = \frac{3 \times 0.495}{2 \times 0.5 \times (2 \times 9.8 \times 0.55^3)^{0.5}} = 0.82 \text{ mts.}$$

La entrada será protegida con rejas que disminuirán el área de entrada.

Si consideramos  $L = 1.50$  mts.

Diámetro de cada barra = 1" = 0.025 mts.

Espacio entre barras = 0.05 mts.

Número de barras serán =  $(1.50/0.05 - 1) = 29$  und.

Espacio ocupado por barras =  $29 \times 0.025 = 0.725$  mts.

Espacio libre =  $1.50 - 0.725 = 0.775$  mts.

Área necesaria = 0.451 m<sup>2</sup>.

Entonces  $h = 0.35$  mts.

Pero por experiencia de otras bocatomas en zona de selva las rejillas se saturan con hojarasca por el descuido en la fase de operación al no realizarse la limpieza diaria de estas rejillas, debido a esto la ventana de captación se considera de mayor altura para no disminuir el flujo de agua que ingresa al canal

Dimensiones de la ventana:

$L = 1.80$  mts.

$H = 0.80$  mts.

La compuerta de control será de las siguientes dimensiones:

$L = 1.00$  mts.

$H = 0.60$  mts.

Por efectos de almacenar agua para las horas punta, la compuerta solo debe captar lo necesario para mantener operativa la central.

#### 4.1.10.2 COMPUERTA DE LIMPIA DEL DESRIPIADOR

$$Q = M A (2 \times g \times h)^{.5}$$

M = Coeficiente de orificio = 0.62 Rectangular

A = Área del orificio de la compuerta

Dimensionamiento por tanteos:

$$A \times B = 0.5 \times 0.50$$

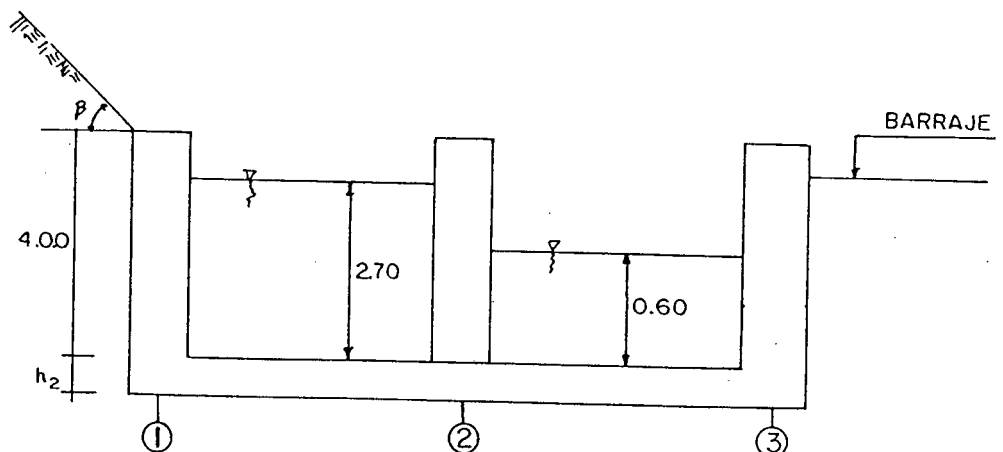
$$H = h_d - A/2 = 2.70 - .5/2 = 2.45 \text{ mts.}$$

Reemplazando tenemos:

$$Q = 1.07 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.495 \text{ OK.}$$

#### 4.1.10.3 DISEÑO DE MUROS DE CAPTACIÓN.

El empuje del suelo y del agua se hará usando el método de Rankine.



000171

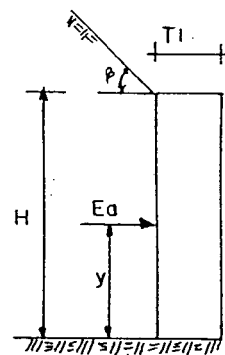
### EJE 1

Más crítico cuando no hay agua.

$$E_a = K_a \times P_{es} \times H^2/2$$

$$Y = H/3$$

$$K_a = \frac{\cos B (\cos B - (\cos^2 B - \cos^2 A)^{0.5})}{\cos B + (\cos^2 B - \cos^2 A)^{0.5}}$$



Datos:

$B = 30^\circ$  (ángulo final del talud)

$A = 35^\circ$  (ángulo de fricción interna del material de relleno)

$P_{es} = 1,900 \text{ Kg/cm}^2$

$H = 4.00 \text{ mts.}$  (altura de relleno lateral del muro)

$K_a = 0.44$

$E_a = 6,688.00 \text{ Kg/mt.}$

$Y = 1.33 \text{ mts}$  (altura donde actúa el empuje horizontal del relleno)

**Espesor del muro.**

**Por flexión.**

Momento actuante.

$$M_a = E_a \times Y$$

$$M_a = 8,895.04 \text{ Kg-mt./mt.}$$

Momento resistente.

$$M_r = K b d^2$$

$$K = \frac{F_c \times J \times R}{2}$$

$$R = 1/(1 + F_s/NF_c)$$

$$J = 1 - R/3$$

$$F_c = 0.45 \times f_c = 0.45 \times 210 = 94.50 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_s = 0.50 \times F_y = 0.50 \times 4200 = 2100 \text{ Kg/cm}^2$$

$$N = E_s/E_c = 2 \times 10^6/15000/210^{.5} = 9.20$$

$$R = 0.293$$

$$J = 0.902$$

$$K = 12.49$$

$$S_i M_a = M_r$$

$$d > (M_a/K_b)^{.5}$$

$$d = 26.69 \text{ cms.}$$

$$T_1 = d + r \text{ db}/2$$

$$T_1 = 29.33 \text{ cms.}$$

Entonces  $T_1 = 30.00 \text{ cms.}$  y  $d = 26.87 \text{ cms.}$

### **Por cortante.**

#### Cortante actuante.

$$V_a = E_a = 6,688.00 \text{ Kg}$$

#### Cortante admisible.

$$V_{adm.} = 0.3 \times f_c^{.5} \times b \times d$$

Igualando  $V_a = V_{adm}$  para encontrar  $d_{mín.}$

$$d > V_a/(0.3 \times b \times f_c^{.5})$$

$$d > 15.38$$

Entonces  $T_1 = 30.00 \text{ cms.}$  y  $d = 26.87 \text{ cms.}$

### **CÁLCULO DE LA ARMADURA PRINCIPAL**

$$A_s = M_a/(F_s \times J \times d) = 17.48 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{mín.}} = 0.0018 \times 100 \times 26.87 = 4.84 \text{ cm}^2$$

000173

Espaciamiento entre varillas:

$$S = 100 A_b / A_s$$

Acero principal db  $\frac{3}{4}$  " cada 15 cms.

### **REFUERZO VERTICAL**

db  $\frac{1}{2}$  " cada 25 cms.

db = diámetro de barras.

### **REFUERZO HORIZONTAL**

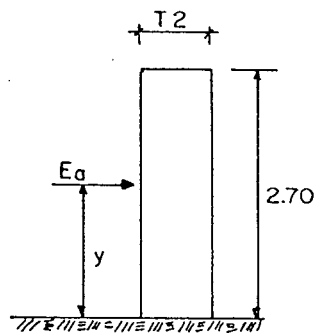
Cuantía mínima = 0.0025

$$A_{s\text{mín.}} = .0025 \times 100 \times 26.87 = 6.72 \text{ cms}^2$$

db  $\frac{1}{2}$  " cada 15 cms ambas caras.

### **EJE 2**

Más crítico cuando trabaja a su máximo nivel y el canal de limpia esté seco.



$$Ea = C \times Pea \times H^2/2$$

$$Y = H/3$$

C = 1.00 para el caso del agua.

$$Ea = 3645.00 \text{ Kg}$$

$$Y = 0.90 \text{ mts.}$$

### **Espesor del muro.**

#### **Por flexión.**

#### **Momento actuante.**

$$Ma = Ea \times Y$$

$$Ma = 3,280.50 \text{ Kg-mt./mt.}$$

#### **Momento resistente.**

$$Mr = K b d^2$$

$$\text{Si } Ma = Mr$$

$$d > (Ma/Kb)^{.5}$$

$$d > 16.21 \text{ cms.}$$

$$T2 > d + r db/2$$

$$T2 > 19.34 \text{ cms.}$$

Entonces  $T2=30.00\text{cms.}$  y  $d = 26.87 \text{ cms.}$

#### **Por cortante.**

#### **Cortante actuante.**

$$Va = Ea = 3,645.00 \text{ Kg}$$

#### **Cortante admisible.**

$$Vadm. = 0.3 \times f c^{.5} \times b \times d$$

Si igualamos  $Va = Vadm.$

$$d > V_a / (0.3 \times b \times f_c^{.5})$$

$$d > 8.38 \text{ cms.}$$

Entonces  $T_2 = 30.00 \text{ cms.}$  y  $d = 26.87 \text{ cms.}$

### **CÁLCULO DE LA ARMADURA PRINCIPAL**

$$A_s = M_a / (F_s \times J \times d) = 6.45 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{mín.}} = 0.0018 \times 100 \times 26.87 = 4.84 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento entre varillas:

$$S = 100 A_b / A_s$$

Acero principal db ½" cada 20 cms.

### **REFUERZO VERTICAL**

db ½" cada 25 cms.

### **REFUERZO HORIZONTAL**

Cuantía mínima = 0.0025

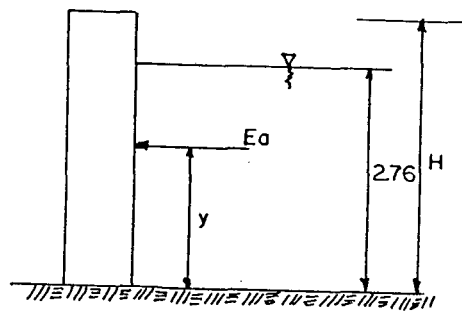
$$A_{s\text{mín.}} = .0025 \times 100 \times 26.87 = 6.72 \text{ cms}^2$$

db ½" cada 15 cms ambas caras.



### EJE 3

Más crítico cuando trabaja a su máximo caudal y el canal de limpia esté seco.



$$E_a = C \times P_e a \times H^2 / 2$$

$$Y = H / 3$$

$C = 1.00$  para el caso del agua.

$$E_a = 3,808.80 \text{ Kg}$$

$$Y = 0.92 \text{ mts.}$$

### Espesor del muro.

**Por flexión.**

Momento actuante.

$$M_a = E_a \times Y$$

$$M_a = 3,504.10 \text{ Kg-mt./mt.}$$

Momento resistente.

000177

$$M_r = K b d^2$$

$$S_i M_a = M_r$$

$$d > (M_a/Kb)^{.5}$$

$$d > 16.75 \text{ cms.}$$

$$T_3 > d + r db/2$$

$$T_3 > 19.89 \text{ cms.}$$

Entonces  $T_3=30.00\text{cms.}$  y  $d = 26.87 \text{ cms.}$

### **Por cortante.**

#### Cortante actuante.

$$V_a = E_a = 3,808.80 \text{ Kg}$$

#### Cortante admisible.

$$V_{adm.} = 0.3 \times f'c^{.5} \times b \times d$$

$$\text{Si igualamos } V_a = V_{adm.}$$

$$d > V_a/(0.3 \times b \times f'c^{.5})$$

$$d > 8.76 \text{ cms.}$$

Entonces  $T_3 = 30.00 \text{ cms.}$  y  $d = 26.87 \text{ cms.}$

### **CÁLCULO DE LA ARMADURA PRINCIPAL**

$$A_s = M_a/(F_s \times J \times d) = 6.88 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{mín.}} = 0.0018 \times 100 \times 26.87 = 4.84 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento entre varillas:

$$S = 100 A_b / A_s$$

Acero principal db ½" cada 15 cms.

## **REFUERZO VERTICAL**

db ½" cada 25 cms.

## **REFUERZO HORIZONTAL**

Cuantía mínima = 0.0025

Asmín. = .0025 x 100 x 26.87 = 6.72 cms<sup>2</sup>

db ½" cada 15 cms ambas caras.

### **4.1.10.4**

#### **DISEÑO DEL ESPESOR DE LA LOSA DEL PISO.**

Si consideramos el mismo recorrido que para el barraje tomamos la sub presión del punto más crítico, donde el espesor de la losa de fondo de la poza de disipación de energía es de 0.70 mts. para lograr la estabilidad con su propio peso.

En este punto el valor de la sub presión es igual a 1.23 Ton/m<sup>2</sup>

$$E_{lf} > 4/3(S_i - Y_c \times P_{ea})/2.4$$

Donde:

$Y_c$  = Tirante de agua del canal = 0.55 mts.

$P_{ea}$  = Peso específico del agua = 1,000 Kg/m<sup>3</sup>

Pero el punto más crítico es cuando la compuerta de ingreso de agua al canal esté cerrada (canal vacío).

Considerando un espesor de 20 cms. entonces  $d=14$  cms.

#### **Metrado de cargas**

Peso propio de la losa =  $0.20 \times 2400 = 480 \text{ kg/m}^2$

Empuje de la subpresión =  $1,230 \text{ Kg/m}^2$

Carga distribuida  $W_u = 1230 - 480 = 750 \text{ Kg/cm}^2$

### Momento actuante en los extremos

$$M_{ae} = W_u \times l^2/12$$

$$l = 1.50 \text{ mts}$$

$$M_{ae} = 140.63 \text{ Kg-mt}$$

### Momento actuante en el centro

$$M_{ac} = W_u \times l^2/24$$

$$M_{ac} = 70.31 \text{ Kg-mt.}$$

## **CÁLCULO DEL ÁREA DE ACERO**

$$A_s = M_a / (F_s \times J \times d)$$

$$A_s = 0.53 \text{ cm}^2$$

Área de acero mínimo

$$\text{Cuantía mínima} = 0.0018$$

$$A_{s\text{mín.}} = (0.0018)(100)(14) = 2.52 \text{ cm}^2$$

Entonces se colocará acero mínimo en ambas caras y ambos sentidos.

## **ESPACIAMIENTO ENTRE BARRAS**

$$S = 100 A_b / A_s$$

Entonces se colocará db 3/8" cada 25 cms. ambos sentidos y ambas caras.

### **4.1.10.5**

## **DISEÑO DE LA LOSA DE INSPECCIÓN.**

Realizaremos el cálculo de la losa por el método último de rotura.

Tomamos un espesor de losa igual a 15.00 cms.

Metrado de cargas.

$$\text{Peso propio de la losa} = 0.15 \times 2400 = 360 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Peso por sobre carga} = 500 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_u = 1.5 \times 360 + 1.8 \times 500 = 1,440.00 \text{ Kg/m}^2$$

Momento actuante en los extremos.

$$M_{ae} = W_u l^2/12$$

$$l = 2.6 \text{ mts.}$$

$$M_{ae} = 811.20 \text{ Kg-mt.}$$

$$M_{ae/o} = 901.33 \text{ Kg-mt.}$$

Momento actuante en el centro de luz.

$$M_{ac} = W_u l^2/24$$

$$M_{ac} = 405.60 \text{ Kg-mt.}$$

$$M_{ac/o} = 450.67 \text{ Kg-mt.}$$

**CÁLCULO DEL ÁREA DE ACERO**

Momento último resistente con cuantía máxima

$$M_{ur} = Kbd^2$$

$$M_{ur} = 54.34 \times 100 \times 11^2 = 6,575.14 \text{ Kg-mt}$$

Momento último resistente con cuantía mínima

$$M_{ur} = Kbd^2$$

$$M_{ur} = 7.40 \times 100 \times 11^2 = 895.40 \text{ Kg-mt} > M_{ae/o}$$

$$A_s = 1.99 \text{ cm}^2 \quad a = 0.47 \text{ cm.}$$

**ESPACIAMIENTO ENTRE BARRAS**

$$S = 100A_b/A_s$$

Entonces se colocará db 3/8" cada 30 cms.

Área de acero mínimo

Cuantía mínima= 0.0018

Asmín.=(0.0018)(100)(11)=1.98cm<sup>2</sup>

Entonces se colocará db 3/8" cada 30 cms. ambos sentidos y ambas caras.

#### 4.1.10.6

### CÁLCULO DE TRASLAPES Y ANCLAJES.

### CÁLCULO DE LA LONGITUD DE DESARROLLO.

#### a) EN TRACCIÓN.

$$0.06AbF_y/F'_c^{.5}$$

$$L_d = 0.006dbF_y$$

30.00 cm.

De los tres el mayor.

#### b) EN COMPRESIÓN.

$$0.08AbF_y/F'_c^{.5}$$

$$L_d = 0.004dbF_y$$

30.00 cm.

De los tres el mayor.

PARA  $F_y=4,200 \text{ Kg/cm}^2$   $F'_c=210\text{Kg/cm}^2$

#### TRACCIÓN

#### COMPRESIÓN

db=3/8=30cm.

db=3/8=30cm.

Ld= db=1/2=30cm.

Ld= db=1/2=30cm.

db=5/8=35cm.

db=5/8=47cm.

db=3/4=50cm.

db=3/4=66cm.

**PARA  $F_y=4,200 \text{ Kg/cm}^2$   $F'_c=175\text{Kg/cm}^2$**

**TRACCIÓN**

**COMPRESIÓN**

$db=3/8=30\text{cm.}$

$db=3/8=30\text{cm.}$

$Ld= db=1/2=30\text{cm.}$

$Ld= db=1/2=33\text{cm.}$

$db=5/8=40\text{cm.}$

$db=5/8=51\text{cm.}$

$db=3/4=55\text{cm.}$

$db=3/4=73\text{cm.}$

**CÁLCULO DE TRASLAPES.**

**a) EN TRACCIÓN.**

**EMPALME TIPO A.-** Se usa cuando se empalme los  $\frac{3}{4}$  o menos del número de barras en las zonas de esfuerzos bajos.

**EMPALME TIPO B.-** Usado cuando se empalmen más de las  $\frac{3}{4}$  partes del refuerzo en zonas de esfuerzos bajos.

Los empalmes en zonas de esfuerzos altos deben evitarse pero si fuera necesario se empleará el tipo b para empalmar menos del 50% del área de acero.

**EMPALME TIPO C.-** Se usa para empalmar más del 50% en zonas de esfuerzos altos.

**LONGITUD DE TRASLAPES. ( $L_t$ )**

**1.0  $L_d$  Tipo A**

**$L_t= 1.5 L_d$  Tipo B**

**1.7  $L_d$  Tipo C**

**b) EN COMPRESIÓN.**

La longitud de traslape en compresión es igual a la longitud de desarrollo en compresión.

$$L_t = L_d$$

En ninguno de los casos la longitud de traslape debe ser menor a 30 centímetros.

**CÁLCULO DE ANCLAJES.**

La longitud de anclaje ( $L_a$ ) es igual a 1.5 veces la longitud de desarrollo.

$$L_a = 1.5 L_d.$$



#### 4.2 DISEÑO DE LAS OBRAS DE CONDUCCIÓN:

El agua captada en la toma será conducida a través del canal aductor hasta la cámara de carga, para ser luego conducida por una tubería de presión a las turbinas instaladas en la casa de máquinas para generar energía mecánica y después ser transformada a energía eléctrica.

El tipo y material a ser utilizado en la construcción del canal lo determinan tres factores básicos que deciden la pendiente y las dimensiones del mismo. Estos factores son los siguientes:

##### a) SECCIÓN Y ÁNGULO DEL TALUD DEL CANAL:

El flujo de agua en un canal excavado en material suelto (como suelo arenoso), hará que las paredes se derrumben hacia dentro, a menos que los lados estén inclinados ligeramente. El ancho del canal está en relación con su profundidad. La ventaja de revestir los canales es que resultan más angostos para el mismo caudal, de allí que no se necesita una gran excavación horizontal en una ladera angosta. Normalmente se prefieren canales trapezoidales por tener mayor eficiencia hidráulica, aunque dependiendo del material de construcción, los rectangulares son a veces más fáciles de construir.

##### b) VELOCIDAD DEL AGUA ( V ):

El flujo de agua excesivamente rápido erosionará las paredes del canal, mientras que velocidades demasiado bajas permitirán la deposición de

sedimentos en la caja del canal originando la reducción del área hidráulica y por lo tanto la disminución de la capacidad de conducción del agua.

c) RUGOSIDAD (n):

Cuando el agua circula a lo largo del canal pierde energía (disminución de velocidad) en el proceso de deslizarse por las paredes y el lecho ó fondo del canal. Mientras más rugoso es el material que conforma la caja del canal, más perdida por fricción y mayor la pendiente o desnivel que se requerirá entre la entrada y la salida del canal.

Para el caso de nuestro proyecto, debido a las condiciones geológicas y topográficas existentes, usaremos canal de sección rectangular en todo el tramo, con pendientes variadas según los siguientes tramos:

TRAMO	PROGRESIVA DE	A	PENDIENTE S(%)	RUGOSIDAD (n)	ESTRUCTURA
I	00+000	00+100	0.6	0.015	Canal
II	00+085	00+100	-	0.015	Sedimentador
III	00+100	01+485	0.3	0.015	Canal
IV	01+485	01+500	-	0.015	Cámara de carga

El canal de conducción para uso hidroenergético es preferible sea revestido para evitar erosiones y filtraciones perjudiciales.

#### 4.2.1

### DISEÑO HIDRÁULICO DE CANALES:

a) Progresiva 00+000 al 00+085 (canal rectangular)

$$Qd = 0.450 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$S = 0.006$$

$$n = 0.015$$

Criterios de diseño:

Para conseguir una máxima eficiencia hidráulica en canales rectangulares se debe cumplir que:

$$b = 2d$$

$$A = b \cdot d = 2d \cdot d = 2 d^2$$

$$P = 4d$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{2 d^2}{4d} = \frac{d}{2}$$

Usando la ecuación de Manning.

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{R^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n}$$

Reemplazando:

$$d = 0.55 \text{ m} \quad b = 1.10 \text{ m} \quad V = 0.74 \text{ m/seg}$$

### CARACTERISTICAS HIDRÁULICAS

$$Q = 0.450 \text{ m}^3 \quad d = 0.550 \text{ m}$$

$$A = 0.605 \text{ m}^2 \quad n = 0.015$$

$$V = 0.74 \text{ m/seg}$$

$$S = 0.003 \quad f = 0.30 \text{ m}$$

$$b = 1.10 \text{ m}$$

$$h = 0.85 \text{ m}$$

b) Tramo 00+100 al 01+485 (canal rectangular)

$$S = 0.003 \quad n = 0.015$$

Usando las mismas fórmulas del ítem (a), obtenemos:

$$d = 0.61 \text{ m} \quad b = 1.22 \text{ m} \quad v = 0.61 \text{ m/seg}$$

### CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS

$$Q = 0.45 \text{ m}^3 \quad d = 0.60 \text{ m}$$

$$A = 0.74 \text{ m}^2 \quad n = 0.015$$

$$V = 0.61 \text{ m/seg}$$

$$S = 0.003 \quad f = 0.300 \text{ m}$$

$$b = 1.20 \text{ m} \quad h = 0.900 \text{ m}$$

#### **4.2.2 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL CANAL:**

La condición de diseño debe ser la más crítica y esto ocurre cuando el canal está vacío.

Las dimensiones del canal serán:

$$\text{Espesor del muro} = 0.20 \text{ mts.}$$

$$\text{Espesor del piso} = 0.15 \text{ Mts}$$

$$\text{Espesor de la tapa} = 0.10 \text{ Mts}$$

$$\text{Altura del relleno que actúa contra la pared} = 0.70 \text{ Mts.}$$

$$Ea = Ka \text{ Pes } H^2/2$$

$$Ea = 265.34 \text{ Kg.}$$

$$Y = 0.23 \text{ Mts.}$$

Momento actuante.

$$Ma = Ea Y = 61.03 \text{ Kg-mt.}$$

Momento resistente.

Esfuerzos actuantes.

$$\text{Reacción de la tapa} = 180 \text{ Kg}$$

$$\text{Peso del Muro} = 480 \text{ Kg.}$$

$$\text{Esfuerzo total} = 660 \text{ Kg}$$

$$\text{Brazo de palanca} = 0.10 \text{ mts.}$$

$$Mr = 660 \times 0.10 = 66.00 \text{ Kg}$$

$$Mr > Ma \rightarrow \text{Ok.}$$

ACERO EN LA TAPA

$$\text{Asmín.} = 0.0018 \times 100 \times 7 = 1.26 \text{ cm}^2$$

Se colocará db 3/8" cada 30.00 cms ambos sentidos.

El concreto a usarse en la caja del canal será de resistencia

$$f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$$

#### 4.3 DISEÑO DEL DESARENADOR:

El agua captada en el río para ser conducida a la turbina transportará pequeñas partículas de materia sólida en suspensión compuesto de materiales abrasivos, tales como arena, que ocasionará el rápido desgaste de los álabes de la turbina. Para eliminar este material en suspensión se usa desarenadores, donde la velocidad del agua es reducida al mínimo con el objeto de que las partículas de arena o piedras se asienten en el fondo del desarenador (tasa de sedimentación), donde el depósito

formado podrá ser lavado oportunamente. Es necesario que el sedimento se asiente tanto a la entrada del canal como a la entrada de la tubería en la cámara de carga.

Los desarenadores deben cumplir 5 principios básicos:

- I.- Deben tener una longitud y ancho (dimensionamiento hidráulico) adecuado para que los sedimentos se depositen, sin que estas estructuras resulten demasiado voluminosas y caras.
- II.- Deben permitir eliminar fácilmente los depósitos.
- III.- La eliminación de sedimentos a través de la compuerta debe hacerse cuidadosamente para evitar la erosión del suelo que rodea y soporta la base de la tubería y del depósito. Es mejor construir una superficie empedrada similar al canal de desague del aliviadero.
- IV.- Se debe impedir la turbulencia del agua causada por cambios de área o recodos, que harán que los sedimentos pasen hacia la tubería de presión.
- V.- Capacidad suficiente para permitir la acumulación de sedimentos.

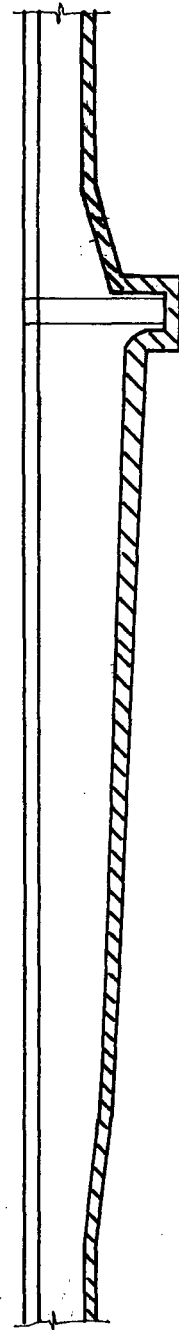
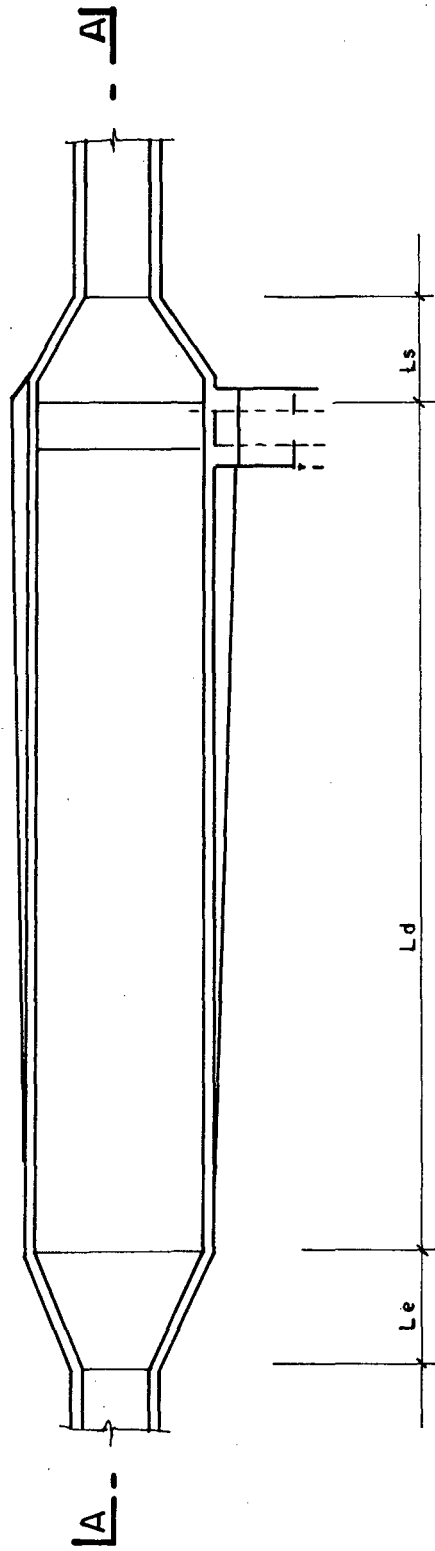
#### **4.3.1 ANCHO Y LONGITUD DEL DESARENADOR:**

La longitud del desarenador se divide en 3 partes:  $L_e$  (entrada),  $L_d$  (decantación) y  $L_s$  (salida). La parte central es el área de decantación. (Ver esquema adjunto).

La profundidad del desarenador se divide en 2 partes:

La profundidad de decantación ( $h_d$ ) y la de recolección ( $h_r$ ). El desarenador solo funcionará correctamente si a la sedimentación que se va formando no se le permite pasar el borde del área de recolección que se encuentra en el límite superior de la zona de recolección ( $h_r$ ).

PLANTA



SECCION A-A

La velocidad horizontal del agua (VH) debe ser baja puesto que la zona de decantación tiene una sección transversal (A). Para diseñar un desarenador se elige una velocidad del agua adecuada, recomendándose un valor de 0.2 m/seg en la mayoría de los casos, pero también pueden adoptarse valores más altos, hasta 0.5 m/seg. El siguiente paso es escoger un valor de la profundidad de decantación (hd). Se recomienda no seleccionar valores mayores de 1 m., para fines de diseño. Otra razón práctica para ello es que la evacuación de la sedimentación del desarenador puede ser difícil de llevarse a cabo si este es muy profundo. En este punto es posible determinar el ancho (b) del desarenador.

En la mayoría de las microcentrales hidroeléctricas es suficiente eliminar partículas que tengan más de 0.3 mm de diámetro, las cuales tienen velocidades de decantación mayores de 0.03 m/seg. El desarenador debe ser lo suficientemente largo como para permitir que se decanten las partículas más livianas cuando la taza de decantación está llena.

#### 4.3.2 DISEÑO HIDRÁULICO

La partícula llega al fondo después de un tiempo T de recorrer la altura como la longitud.

a) Cálculo de la longitud del desarenador (Ld):

Para encontrar la longitud del desarenador se hará uso de la siguiente ecuación:

$$\frac{hd}{W - \mu} = \frac{Ld}{V}$$



$$Ld = \frac{hd \cdot V}{W - \mu} \quad (\text{Longitud de decantación})$$

Donde:

hd = Prof. media de agua en el desarenador. (prof. de decantación)

V = Velocidad del agua en el desarenador

W = Velocidad de decantación o sedimentación

$\mu$  = Velocidad ascensional causada por la turbulencia.

**Según Sokolov:**

$$\mu = 0.152W$$

Reemplazando, tenemos.

$$Ld = \frac{1.20 \cdot hd \cdot V}{W}$$

Para esta microcentral contamos con los siguientes datos:

$$Q = 1.1 Q_{\text{diseño}} = 1.1 \times 0.450 = 0.495 \text{ m}^3/\text{seg} = 0.50 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$V = 0.30 \text{ m/seg} \rightarrow \text{velocidad del agua en el desarenador}$$

$$hd = 1.00 \text{ m} \rightarrow \text{profundidad de decantación.}$$

$$\phi = 0.30 \text{ mm} \rightarrow \text{diámetro de partícula.}$$

De experiencias anteriores descritas tenemos que:

$$W = 3.24 \text{ cm/seg (Para } \phi = 0.30 \text{ mm)}$$

Reemplazando los datos obtenemos:

$$Ld = \frac{1.20 \times 1.00 \times 0.30}{0.0324} = 11.15 \text{ m}$$

Consideraremos  $Ld = 11.50 \text{ m}$

b) La sección transversal del desarenador será:

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{0.50}{0.30} = 1.67 \text{ m}^2$$

Como  $h_d = 1.00 \text{ m}$ , entonces

$b = 1.67 \text{ mts}$ , para mayor eficacia consideramos que:

$b = 2.00 \text{ m}$ .

c) La longitud de transición ( $L_e$ ) de entrada y de salida ( $L_s$ ) entre el canal y la poza desarenadora será:

$$L_e = L_s = \frac{B_2 - B_1}{2 \text{Tg} \alpha} < \frac{L_d}{3}$$

Donde:

$L_e = L_s =$  Longitud de transición en la entrada y salida

$B_2 =$  ancho del desarenador

$B_1 =$  Ancho del canal

$\alpha = 12.5^\circ$  (recomendable por su eficiencia hidráulica)

Reemplazando:

$$L_e = \frac{2.00 - 1.10}{2 \text{Tg} (12.5^\circ)} = 2.03 \text{ m} < \frac{11.15}{3} = 3.72 \text{ m}$$

Consideraremos  $L_e = L_s = 2.25 \text{ m}$

d) Compuerta de limpia del desarenador:

$$Q = m \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \dots\dots\dots(4)$$

Donde:

$m =$  Coeficiente de orificio = 0.62 rectangular

A = Area del orificio de la compuerta.

H = Altura de carga hidráulica.

Dimensionamiento por tanteos:

Asumiendo que:

$$a \times b = 0.50 \text{ m} \times 0.50 \text{ m}$$

$$H = h_d - a/2 = 1.00 - 0.50/2 = 0.75 \text{ m}$$

Reemplazando en la expresión (4):

$$Q = 0.62 \times 0.25 \times \sqrt{(2 \times 9.81 \times 0.75)}$$

$$Q = 0.595 > 0.495 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \text{OK}$$

Las dimensiones de la compuerta 0.50 x 0.50 asumidos están correctos.

Las paredes del desarenador serán verticales. El nivel del fondo del desarenador tendrá una pendiente del 4% longitudinalmente de manera que las partículas decantadas se dirijan hacia el canal de purga, con su respectiva compuerta de limpia.

e) Vertedero de demasías.

$$\text{Caudal a aliviar } Q = 0.50 - 0.45 = 0.05 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$\text{Tirante } H = 0.05 \text{ mts.}$$

Usaremos la misma fórmula del cálculo de la compuerta.

$$Q = m. L.H. \sqrt{(2.g.H)}$$

$$\text{Por tanteos } L = 1.5 \text{ mts.}$$

Pero por razones de seguridad  $L = 2.00 \text{ mts.}$

### 4.3.3 DISEÑO ESTRUCTURAL

#### 4.3.3.1 DISEÑO DE MUROS

La pared del lado derecho tendrá 1.00 mts más alto que el necesario hidráulicamente para lograr el ángulo original que tenía el terreno natural y estabilizar la ladera.

**EJE 1.-** Lado derecho, pegado al cerro.

Más crítico cuando el desarenador está vacío.

$H = 2.30$  mts.

$B = 30^\circ$  (repose del terreno natural)

$A = 35^\circ$  (ángulo de fricción interna del material)

$Pes = 1,900.00$  Kg/m<sup>3</sup>

$Ka = 0.44$

$Ea = 2,211.22$  Kg.

$Y = 0.77$  mts.

**ESPESOR DEL MURO.**

**Por Flexión.**

Momento actuante.

$Ma = Ea Y$

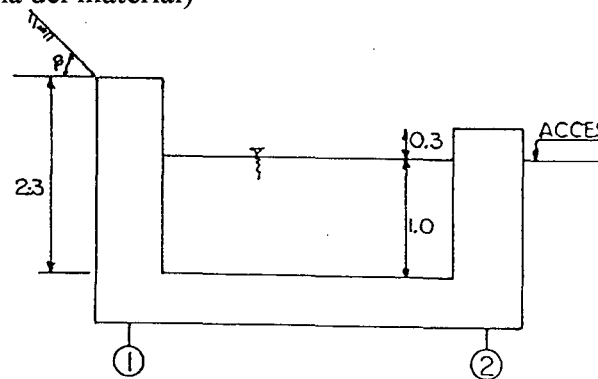
$Ma = 1,702.64$  Kg-mt.

Momento resistente

$Mr = K b d^2$

$d = (Mr/Kb)^{0.5}$

Si  $Mr = ma$



$$d > 11.68$$

$$T1 = d + r + db/2$$

$$T1 > 14.83$$

$$\text{Entonces } T1 = 20.00 \text{ cms. y } d = 16.86 \text{ cms.}$$

### **ACERO PRINCIPAL**

$$As = Ma / (Fs J d)$$

$$As = 17.48 \text{ cm}^2$$

$$As_{\text{mín.}} = 0.0018 \times 100 \times 16.86 = 3.03 \text{ cm}^2$$

### **ACERO PRINCIPAL**

db 1/2" cada 20 cms.

### **REFUERZO VERTICAL**

db 3/8" cada 20 cms.

### **REFUERZO HORIZONTAL**

$$\text{Cuantía mínima} = 0.0025$$

$$As = 0.0025 \times 100 \times 16.86 = 4.22 \text{ cm}^2$$

db 1/2" cada 30 cms. ambas caras.

### **EJE 2.- Lado izquierdo pegado al camino de inspección.**

Más crítico cuando el desarenador está vacío.

$$H = 1.00 \text{ mts.}$$

$$B = 00^\circ$$

$$A = 35^\circ$$

$$\text{Pes} = 1,900.00 \text{ Kg/m}^3$$

$$Hs/c = 0.60 \text{ mts.}$$

$$Ea = 1,206.66 \text{ Kg.}$$

$$Y = 0.42 \text{ mts.}$$

### **ESPEJOR DEL MURO.**

#### **Por Flexión.**

##### Momento actuante.

$$Ma = Ea Y$$

$$Ma = 506.80 \text{ Kg-mt.}$$

##### Momento resistente

$$Mr = K b d^2$$

$$d = (Mr/Kb)^{.5}$$

$$\text{Si } Mr = ma$$

$$d > 6.37$$

$$T1 = d + r + db/2$$

$$T1 > 9.51$$

Pero por homogeneidad de la estructura  $T2 = 20 \text{ cms.}$

Entonces  $T2 = 20.00 \text{ cms.}$  y  $d = 16.86 \text{ cms.}$

### **ACERO PRINCIPAL**

$$As = Ma / (Fs J d)$$

$$As = 1.59 \text{ cm}^2$$

$$As_{\text{mín.}} = 0.0018 \times 100 \times 16.86 = 3.03 \text{ cm}^2$$

### **ACERO PRINCIPAL**

db 3/8" cada 20 cms.

### **REFUERZO VERTICAL**

db 3/8" cada 20 cms.

## REFUERZO HORIZONTAL

Cuantía mínima = 0.0025

$$A_s = 0.0025 \times 100 \times 16.86 = 4.22 \text{ cm}^2$$

db 3/8" cada 15 cms. ambas caras.

### **4.3.3.2 DISEÑO DE LOSA DE INSPECCIÓN Y LOSA INFERIOR.**

#### **LOSA DE INSPECCIÓN.**

Considerando un espesor de 0.10 mts.

$$\text{Peso propio de la losa} = 0.10 \times 2,400 = 240 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Peso de la sobrecarga} = 400 \text{ Kg/cm}^2$$

Longitud efectiva = 1.50 mts.

$$W_u = 1.5 \times 240 + 1.8 \times 400$$

$$W_u = 1,080.00 \text{ Kg/m}$$

Momento actuante en el centro de luz.

$$M_a = W_u \times l^2/8$$

$$M_a = 303.75 \text{ Kg-mt.}$$

$$M_{a/o} = 337.50 \text{ Kg-mt.}$$

Momento resistente

$$M_{ur} = 362.60 \text{ Kg-mt.}$$

Entonces los cálculos de acero serán con acero mínimo.

$$A_{s\text{mín.}} = 0.0018 \times 100 \times 7 = 1.26 \text{ cm}^2$$

db 3/8" cada 30 centímetros ambos sentidos y ambas caras.

### **LOSA INFERIOR.**

Los cálculos de las losas salen con acero mínimo por la pequeña longitud que tienen; por lo tanto el espesor de la losa de fondo será de 20 centímetros y el acero se colocará de la siguiente manera: db 3/8" cada 30 centímetros ambos sentidos.

#### **4.4 DISEÑO DE LA CÁMARA DE CARGA:**

El Tanque de Presión o Cámara de Carga es una estructura hidráulica que se construye entre el final del canal de aducción y el inicio de la tubería de presión.

Cumple con las siguientes funciones:

- I.- Crea un volumen de reserva de agua que permite satisfacer las necesidades de las tuberías durante los aumentos bruscos de demanda.
- II.- Impide la entrada en la tubería de presión materiales sólidos de arrastre y flotantes.
- III.- Produce la sedimentación de los materiales sólidos como arenas que vienen por el canal y permite su eliminación.
- IV.- Desaloja el exceso de aguas en las horas en las que el caudal de agua consumido por las turbinas es inferior al caudal de diseño.
- V.- Mantiene sobre la tubería una altura de agua suficiente para evitar la entrada de aire.
- VI.- Proporciona la conexión necesaria para unir la tubería de presión con el canal que le antecede.



La Cámara de Carga consta de los siguientes elementos:

- I.- Reservorio en contacto con el canal a través de una transición que hace función de desarenador y decantador de fondo.
- II.- Vertedero que evacúa hacia un canal de demasías los excesos de agua.
- III.- Dispositivos de rejillas y compuertas a la entrada.
- IV.- Tranquilla de ingreso a la tubería. Dispositivo que mantiene un volumen de agua permanente justo a la entrada de la tubería acondicionada para el ingreso.

#### 4.4.1 DISEÑO HIDRÁULICO

a) Conexión a la Cámara de Carga y Tubería:

La entrada a la tubería deberá tener una forma abocinada, esto se hace para evitar en lo posible las contracciones de la vena líquida, se consigue aumentando en su origen la sección en un 25% o más y la velocidad de entrada no debe exceder de 1.50 m/seg. En la forma abocinada el coeficiente de contracción puede elevarse a 0.97, así pues la sección de la embocadura puede ser según la fórmula:

$$A = \frac{Q}{0.97 V} = \frac{\pi D_o^2}{4}$$

$$A = \frac{0.45}{0.97 \times 1.50} = \frac{\pi D_o^2}{4}$$

Luego el Diámetro de la embocadura será:

$$D_o = 0.63 \text{ m}$$

b) Entrada de aire:

Si el nivel de agua sobre la entrada de la tubería baja de un cierto valor, se forma remolinos por cuyo embudo es succionado el aire, el cual es perjudicial para el funcionamiento de las turbinas.

Por este motivo, esto se toma en cuenta en el diseño para que con el máximo descenso del nivel de agua en el tanque de presión, quede siempre una cierta altura mínima de agua sobre la tubería. Gómez Navarro da para esta altura un nivel mínimo igual a 10 veces la energía de la velocidad.

$$H_o = 10 \left( \frac{V^2}{2g} \right)$$

Siendo:

V = Velocidad en la tubería de presión, varía entre 2 m/seg y 8 m/seg.

El valor de  $H_o$ . Resulta demasiado grande inclusive trabajando con  $V=2\text{m/seg}$ .

Haciendo un estudio experimental de la formación de remolinos Polikovski y Perlman encontraron, que para que éstos no se formen debe cumplirse la condición:

$$H_o > 0.5 D_o \left( \frac{V}{\sqrt{2D_o}} \right)^{0.55}$$

Siendo:

$D_o$  = Diámetro de la tubería de presión a la entrada = 0.63 m

Luego:

$$H_o = 0.50 \times 0.63 \times \left( \frac{2}{\sqrt{2 \times 0.63}} \right)^{0.55} = 0.41 \text{ m}$$

$$H_o > 0.41 \text{ m.}$$

c) Carga Mínima sobre la Tubería de Presión H:

$$H = \frac{K (V_{tp})^2}{2g} > 1$$

Donde:

$V_{tp}$  = Velocidad del agua en la tubería de presión, varía de 2m/seg a 8 m/seg

$K$  = Factor que varía entre 2 y 3

Reemplazando estos valores tenemos:

$$H_1 = 2 \times \left( \frac{2.29^2}{2 \times 9.81} \right) = 0.53 \text{ m}$$

$$H_1 = 3 \times \left( \frac{2.29^2}{2 \times 9.81} \right) = 0.80 \text{ m}$$

Como debe cumplirse la condición:

$$H > 1$$

Entonces tomaremos:

$$H = 1.20 \text{ m.}$$

d) Compuertas y Rejillas de Ingreso:

Con el objeto de evitar la entrada de materiales flotantes en la tubería, entre ésta y el tubo de presión se instalan rejillas finas; generalmente de platinas de ¼" x 2" ( 6 mm x 50 mm ).

La limpieza de las rejillas se hace por medio de rastrillos especiales y para facilitarla, las rejillas están inclinadas con la horizontal en un ángulo que varía entre 50° y 55° para limpieza a mano.

Dimensionamiento:

$$Q = c V A$$

Donde:

$$Q = \text{caudal de diseño} = 0.450 \text{ m}^3/\text{seg}$$

A = Area libre entre barrotes

c = Coeficiente de contracción de rejillas = 0.6

V = Velocidad del agua en el canal = 0.61 m/seg

Luego:

$$A = \frac{Q}{cV} = \frac{0.450}{0.60 \times 0.61} = 1.23 \text{ m}^2$$

• Ancho Necesario :

$$AD = \text{ancho del desarenador} = 2.00 \text{ m}$$

$$Ap = \text{ancho de platinas de } \frac{1}{4}'' = 0.00635 \text{ m}$$

$$Ep = \text{espacio entre platinas} = 5.00 \text{ cm}$$

$$Np = \text{número de platinas de } \frac{1}{4}'' = (2.00/0.05-1) = 39$$

$$Asp = \text{espacio total de platinas} = 0.00635 \times 39 = 0.25 \text{ m}^2$$

$$El = \text{espacio sobrante} = 2.00 - 0.25 = 1.75 \text{ m}$$

• Altura necesaria de las barras:

$$h = 1.23/1.75 = 0.703 \text{ m}$$

Por lo tanto

$$h = 1.00 \text{ m}$$

- Longitud de las barras (Lb):

$$Lb = h/\text{sena} = 1 / \text{sen } 55^\circ = 1.22 \text{ m}$$

$$Lb = 1.22 \text{ m}$$

Resumen:

Entonces;  $B \times h = 2.00 \text{ m} \times 1.00 \text{ m}$

Usaremos marco de rejillas con platinas de  $\frac{1}{4}'' \times 2''$ , cada 0.05 m.

- e) Pérdida de Carga por Rejillas (hf):

Según Kirschmer:

$$hf = \beta \left( \frac{t}{s} \right)^{4/3} \left( \frac{V^2}{2g} \right) \text{ sena}$$

$$hf = 2.42 \left( \frac{0.006}{0.05} \right)^{4/3} \left( \frac{0.61^2}{2 \times 9.81} \right) \text{ sen } 55^\circ$$

$$hf = 0.0008 \text{ m.}$$

Como se puede apreciar con estas dimensiones se obtiene una pérdida de carga mínima por efecto de la rejilla metálica.

- f) Cálculo del Aliviadero de demasías:

- Cálculo de la altura de agua sobre la cresta:

Para vertederos rectangulares, usaremos la fórmula de Weisbach.

$$Q = \frac{2}{3} c.L \sqrt{2.g \{ (H-h)^{3/2} - h^{3/2} \}}$$

Donde:

c = Coeficiente de descarga, varía de 0.64 a 0.79

L = Longitud de la cresta del rebosador

h = Carga de la velocidad de aproximación

H = Altura de agua sobre el rebosador

Podemos calcular también:

$$h = \frac{V_0^2}{2 \cdot g}$$

Donde:

V<sub>0</sub> = Velocidad de aproximación

Despreciando "h" por ser muy pequeño por fines prácticos, tenemos:

$$Q = \frac{2}{3} c \cdot L \sqrt{[2 \cdot g (H)^{2/3}]}$$

Considerando L = 2 m y c = 0.64

$$H = \left[ \frac{3Q}{2 \cdot c \cdot L \sqrt{(2g)}} \right]^{2/3}$$

$$H = \left[ \frac{3 \times 0.45}{2 \times 0.64 \times 2.0 \sqrt{(2 \times 9.81)}} \right]^{2/3} = 0.24 \text{ m}$$

Trabajaremos con:

$$H = 0.25 \text{ m}$$

- Cálculo de la altura del Muro del canal del aliviadero:

$$Q = \frac{A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n}$$

$$Q = 0.45 \text{ m}^3/\text{seg} \quad Z = 0$$

$$S = 0.005 \quad n = 0.015$$

$$A = b \times y \quad \text{suponemos } b = 0.50 \text{ m}$$

Reemplazando y resolviendo por iteraciones.

$y = 0.50$  m (tirante de agua en el canal).

$h = 0.70$  m (altura del muro considerando borde libre de 30 cm)

g) Cálculo del volumen de la Cámara de Carga:

$$V = 0.693 \times A \times \frac{V^2}{S \cdot g}$$

Donde:

$A =$  área del canal con  $Q_{\text{diseño}} = 0.45$  m<sup>3</sup>/seg

$V =$  Velocidad del agua en el canal = 0.61 m/seg

$S =$  Pendiente del canal = 0.003

$g =$  Aceleración de la gravedad = 9.81 m/seg<sup>2</sup>

Reemplazando datos obtenemos:

$$V = 0.693 \times 0.45 \times \frac{(0.61)^2}{0.003 \times 9.81} = 3.94 \text{ m}^3$$

$$V = 5.00 \text{ m}^3$$

Las dimensiones del Desarenador será el mismo que se ha diseñado al comienzo del canal, después de la toma.

#### **4.5 ESTRUCTURAS DE ESTABILIZACIÓN:**

Pilares de soporte, anclajes y bloques de empuje sirven todos para cumplir la misma función básica: Dar el peso necesario para contrarrestar las fuerzas internas que los fluidos podrían hacer que la tubería se mueva con el peligro de romperse.

Un soporte de tubería sostiene el peso de ésta y el agua que contiene. Los anclajes sirven para mantener en tierra a la tubería, así como para fijarla y evitar movimientos laterales. Un bloque de empuje es usado en codos de tuberías enterradas a fin de transmitir las fuerzas a la tierra circundante.

Los apoyos o soportes deben construirse de manera que permitan el movimiento longitudinal de la tubería al contraerse o dilatarse debido a cambios de temperatura.

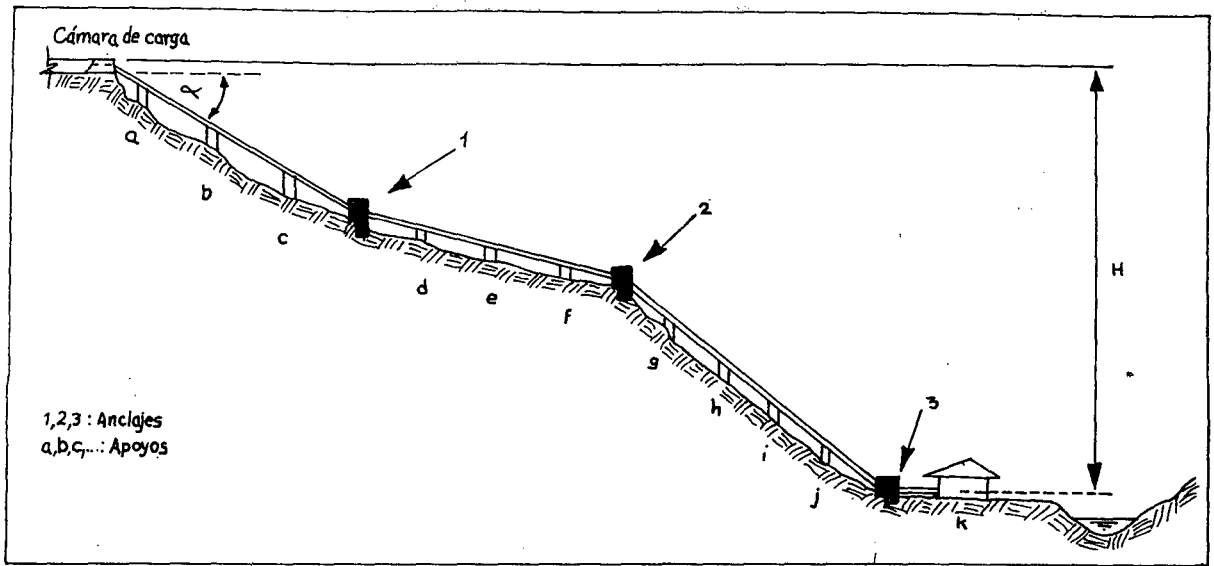
Los soportes deben ser colocados en suelo natural y no en relleno. La superficie de apoyo debe estar calculada para soportar el peso sin exceder el límite de capacidad de resistencia del suelo. Además deben hacerse canaletas de drenaje a lo largo de la tubería para evitar la erosión de los cimientos de los soportes.

##### **4.5.1 DISEÑO DE LOS ANCLAJES.**

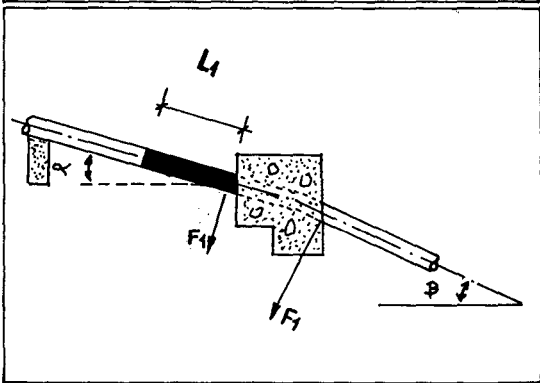
Los anclajes son bloques de concreto que envuelven la tubería de presión con el propósito de fijarla al terreno. Por lo tanto, deben resistir cualquier fuerza que la tubería ejerza sobre ellos.

Generalmente, estos se ubican en aquellos lugares donde hay cambios de dirección o de pendiente, o donde existen cambios de sección (según figura adjunta).

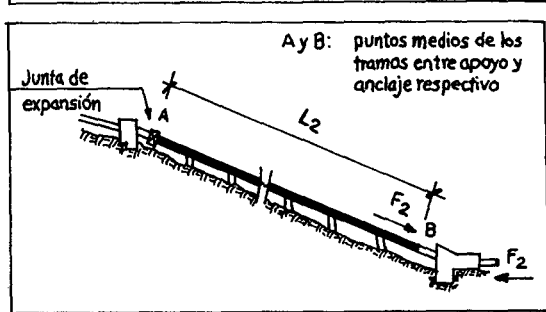




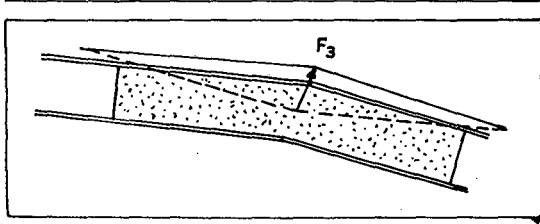
$$F_1 = (W_t + W_a) \times L_1 \times \cos \alpha$$



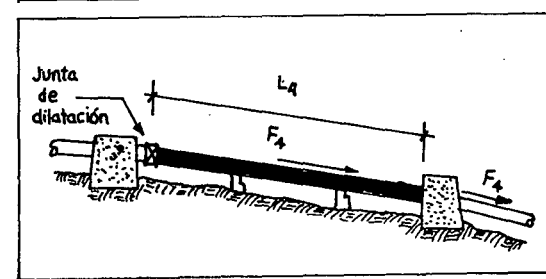
$$F_2 = \mu \cdot (W_t + W_a) \cdot L_2 \cdot \cos \alpha$$



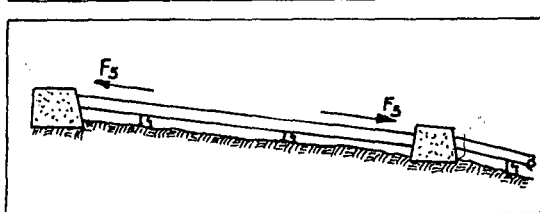
$$F_3 = 1.6 \times 10^3 \times H \times D^2 \times \text{Sen} \frac{(\beta - \alpha)}{2}$$



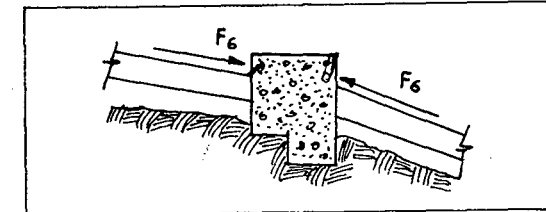
$$F_4 = W_t \times L_4 \cdot \text{Sen} \alpha$$



$$F_5 = 31 \times D \times t \times E \times \alpha \times \Delta T$$



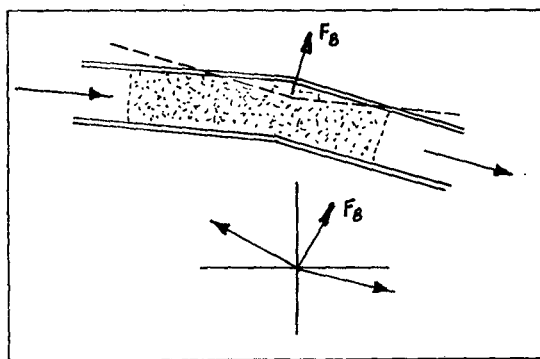
$$F_6 = 31 \times D \times C$$



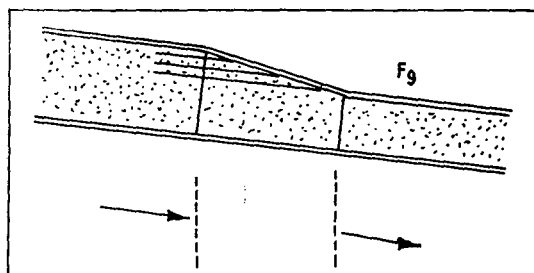
$$F_7 = 3.1 \times H \times D \times t$$



$$F_8 = 250 (Q/D)^2 \times \text{Sen} \frac{(\beta - \alpha)}{2}$$



$$F_9 = 1 \times 10^3 \times H \times \Delta A$$



Al diseñar los anclajes, es necesario tener en cuenta los cambios de pendiente. Dependiendo de la pendiente que se trate, hay dos tipos de anclajes: hacia fuera y hacia adentro.

Los anclajes hacia adentro influyen favorablemente en su estabilidad, ya que los esfuerzos debidos a la desviación del movimiento del agua actúan contra el terreno. En cambio, en los anclajes hacia afuera, estos esfuerzos actúan en el otro sentido: en dirección al aire o espacio.

Para estos últimos, es importante conocer bien la magnitud de los ángulos y el tipo de suelo donde se ubican. En ocasiones habrá que acoplar a la tubería otros elementos de fijación (armaduras, anillos, etcétera) que garanticen que el concreto no se desprenda por encima del tubo.

Para ambos casos, las fuerzas que actúan sobre los anclajes son:

a) Componente del peso de la tubería con agua perpendicular a ella (F1).

Para el cálculo del anclaje, deben considerarse los dos tramos de tubería: el que está aguas arriba y el que está aguas abajo del anclaje (fig. adjunta).

$$F1 = (W_t + W_a) \times L_1 \times \text{Cos}\alpha$$

(para aguas arriba)  $L_1$

Donde:

$L_1$  = Distancia del anclaje al punto medio del tramo.

$\alpha$  = Ángulo de inclinación del tramo de tubería analizado aguas arriba del anclaje.

$\beta$  = Idem, en el caso del tramo de tubería aguas abajo del anclaje.

- b) Fuerza de fricción entre la tubería y los apoyos (F2). Esta fuerza existe sólo en el caso de que existan uno o más apoyos entre el anclaje y la junta de dilatación (ver figura adjunta)

Ejemplo: si existiera una junta de dilatación en el tramo inferior, inmediatamente después del anclajes, las fuerzas de fricción correspondientes al tramo inferior no son transmitidas al anclaje en estudio, sino al que está más abajo.

$$F2 = \mu \cdot (W_t + W_a) \cdot L_2 \cdot \text{Cos}\alpha$$

Donde:

$L_2$  = Longitud de la tubería sujeta a movimiento.

$\alpha$  = Ángulo de inclinación de la tubería aguas arriba del anclaje.

Usar  $\beta$  para aguas abajo del anclaje.

- c) Fuerza en los cambios de dirección debido a la presión hidrostática (F3) ver fig. 3.45

$$F3 = 1.6 \times 10^3 \times H \times D^2 \times \text{Sen} \frac{(\beta - \alpha)}{2}$$

Donde:

H = Presión estática en la tubería a la altura del anclaje en m.

D = Diámetro interno de la tubería en m.

$\alpha$  = Angulo de inclinación de la tubería con respecto a la horizontal en el tramo aguas arriba del anclaje.

$\beta$  = Angulo de inclinación de la tubería con respecto a la horizontal aguas abajo del anclaje.

d) Componente del peso de la tubería paralela a ella ( $F_4$ )

El tramo de tubería aguas arriba del anclaje tratará de empujar a este, mientras que el tramo aguas abajo del anclaje tratará de jalarlo en la dirección de la pendiente.

$$F_4 = W_t \times L_4 \times \text{Sen} \alpha$$

Donde:

$L_4$  = Es la longitud de tubería a considerar en cada tramo. Generalmente, es el tramo entre la junta de dilatación y el anclaje.

$\alpha$  = Angulo de inclinación de la tubería (usar  $\beta$  cuando se esté analizando el tramo aguas abajo del anclaje).

e) Fuerza debido a cambios de temperatura en la tubería ( $F_5$ )

Esta fuerza se origina cuando la tubería no tiene juntas de dilatación y cuando ésta se encuentra en la superficie.

$$F_5 = 31 \times D \times t \times E \times \alpha \times \Delta T$$

Donde:

$D$  = Diámetro del tubo en m.

$t$  = Espesor de la pared del tubo en m.

$a$  = Coeficiente de dilatación lineal de la tubería ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ).

$\Delta T$  = Máxima Variación de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ).

$E$  = Módulo de elasticidad de Young ( $\text{Kg-f/cm}^2$ )

f) Fuerza de fricción en la junta de dilatación (F6)

Esta fuerza se origina entre la empaquetadura y las partes de la junta de dilatación, cuando se contrae o se dilata la tubería (fig. 3.47)

$$F6 = 3.1 \times D \times C$$

Donde:

$D$  = Diámetro interior de la tubería en m.

$C$  = Fricción en la junta de expansión por unidad de longitud de circunferencia en  $\text{Kg-f/m}$  (un valor aproximado es  $F6 = 10 \times D$  en  $\text{Kg-f}$ , en este caso  $D$  en mm.)

g) Fuerza debida a la presión hidrostática dentro de las juntas de expansión (F7)

Esta fuerza es debido a la presión hidrostática que trata de separar en dos la junta de dilatación (fig.3.48)

$$F7 = 3.1 \times H \times D \times t$$

Donde:

$H$  = Presión estática en la tubería a la altura del anclaje en m.

D = Diámetro interior de la tubería.

t = Espesor de la pared de la tubería en mm.

h) Fuerza debida al cambio de dirección de la cantidad de movimiento (F8)

En los codos o cambios de pendiente, la velocidad del agua cambia de dirección. Ello ocasiona una fuerza resultante sobre el codo, la cual tiene la misma dirección y sentido que  $F_3$  (fig. 3.49)

Generalmente, la magnitud de esta fuerza es mínima, por lo que no se toma en cuenta.

$$F8 = 250 \frac{(2/D)^2 \times \text{Sen}(\beta - \alpha)}{2}$$

Donde:

$$Q = \text{m}^3/\text{s}$$

i) Fuerza debida al cambio del diámetro en la tubería cuando hay reducción (F9)

Esta fuerza actúa en el sentido de la reducción, es decir, hacia la tubería de menor diámetro. (fig. 3.50)

$$F9 = 1 \times 10^3 \times H \times \Delta A$$

Donde:

H = Presión estática en la tubería a la altura de la reducción en m.

$\Delta A$  = Cambio de las áreas de las tuberías en  $\text{m}^2$

Las figuras que se han mostrado anteriormente, indican la dirección de las fuerzas para el caso en que la tubería se esté dilatando.

Si la tubería se estuviera contrayendo, las fuerzas  $F_2$ ,  $F_5$  y  $F_6$  tienen sentido contrario.

Una vez calculada la magnitud de las fuerzas, se procede al cálculo de la estabilidad del anclaje siguiendo el mismo procedimiento que para el cálculo de los apoyos, es decir considerando los casos:

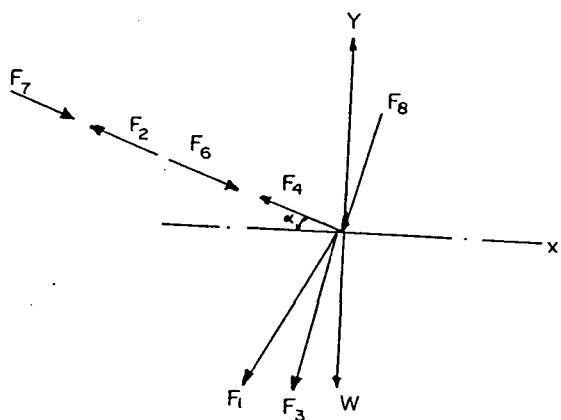
Dilatación y contracción de la tubería.

### Coefficiente de fricción entre concreto y suelo

* Arena gruesa y grava	:	0.5 – 0.6
* Arena y grava mezclada con limo	:	0.4 – 0.5
* Arena y limo o grava y limo con alto contenido de arcilla	:	0.3 – 0.4
* Arcilla dura	:	0.25 – 0.4
* Arcilla blanda o limo	:	0.2 – 0.3

Cuando la tubería se contraiga solamente las fuerzas  $F_2$  y  $F_6$  cambian de sentido; las magnitudes son las mismas.

Las fuerzas actuantes son tal como se muestran en la siguiente figura:





**Nota :**

Cuando se trabaja con tuberías PVC de alta presión, como estas van enterradas, las fuerzas F1 y F4 ocasionadas por el peso en la tubería están distribuidas a lo largo de ella y son soportados por el terreno.

Además, por el hecho de estar enterradas, no sufren cambios de temperatura; por lo tanto no requieren de juntas de dilatación, deduciéndose que no existen las fuerzas que se originan cuando se usan estas.

Una vez calculado todas las fuerzas indicadas, procedemos a obtener resultantes Horizontales (FH) y Vertical (FV). Las dimensiones de los apoyos y anclajes se calculan en función de las fuerzas resultantes en X e Y incluyendo el peso propio de los bloques de concreto; además se considera la fuerza de empuje del suelo apoyado sobre el bloque.

La Resultante de todas estas fuerzas será:

$$FH = -F1 \operatorname{Sen}\alpha + \operatorname{Cos}\alpha (F2+F4+F6+F7) - \operatorname{Sen}\alpha/2 (F3+F8)$$

$$FV = -F1 \operatorname{Cos}\alpha + \operatorname{Sen}\alpha (F2+F4+F6+F7) - \operatorname{Cos}\alpha/2 (F3+F8)$$

Se debe verificar las siguientes condiciones de equilibrio:

I) Fuerza de Fricción:

La relación entre la fuerza total horizontal y vertical no debe exceder el coeficiente de fricción del terreno con el bloque.

$$\frac{\sum FH}{(G + \sum FV)} < f$$

Donde:

f = Coeficiente de fricción

G = Peso del bloque

II) Verificar la resistencia del terreno:

$$\frac{G \pm Fv}{b.L} < st$$

Donde:

St = Capacidad portante del suelo

III) La resultante de todas las fuerzas debe pasar por el tercio de la base:

$$\frac{2b}{3} > \frac{M}{FV} > \frac{b}{3}$$

En los apoyos únicamente actúan las Fuerzas F1 y F3.

Trabaja como una viga continua.

El Momento Producido es:

$$M = \frac{1}{12} (Gt + Gw) \cdot L \cdot \text{Cos}\beta$$

El Momento Resultante es:

$$M = \frac{3.14 t \cdot D^2}{4}$$

El Esfuerzo Máximo en la dirección del eje:

$$S = \frac{M}{I} = \frac{(Gt + Gw) \cdot L \cdot \text{Cos}\beta}{I}$$

$$M_r = 9.42 t \cdot D^2$$

Con esta ecuación podemos encontrar la distancia máxima entre apoyos. El Esfuerzo Admisible a la tracción de tuberías de acero está entre  $900 \text{ Kg/cm}^2$  y  $1600 \text{ Kg/m}^2$  y la distancia L entre apoyos varía entre 6 m y 12 m.

El Cálculo de las Fuerzas Actuantes en los anclajes se muestran en los Cuadros Adjuntos que a continuación se indican:

## DATOS PARA EL CÁLCULO DE FUERZAS EN LOS ANCLAJES Y APOYOS

$$Wt = (\pi/4) \times (De^2 - Di^2) \times \text{Pet}$$

$$Wa = (\pi/4) \times Di^2 \times \text{Pea}$$

DATOS	ANCLAJES											OBSERVACIONES	
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11		
De (mts)	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.37	0.37	0.37	La=L1a+L1b para apoyos
Di (mts)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.35	0.35	0.35	
Pet (Kg/m <sup>2</sup> )	7.86	7.86	7.86	7.86	7.86	7.86	7.86	7.86	7.86	7.86	7.86	7.86	
Pea (Kg/m <sup>2</sup> )	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00	
L1a (mts)	-	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.20	2.58	
L1b (mts)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	0.60	0.60	
B1	00°00'	17°27'	08°09'	07°32'	22°05'	23°50'	25°36'	20°14'	00°00'	00°00'	00°00'	00°00'	
B2	17°27'	08°09'	07°32'	22°05'	23°50'	25°36'	20°14'	00°00'	00°00'	00°00'	00°00'	00°00'	
H1 (mts)	3.49	26.42	33.49	40.18	69.10	97.25	123.05	142.10	142.10	142.10	142.10	142.10	
L2a (mts)	-	53.98	45.39	46.51	72.69	65.16	54.14	50.08	3.00	7.52	3.35	3.35	
H2 (mts)	9.49	26.69	33.75	40.83	69.91	98.57	123.91	142.10	142.10	142.10	142.10	142.10	
L4a (mts)	-	56.48	47.89	49.01	75.19	67.66	56.64	52.58	5.50	7.52	3.35	3.35	
L4b (mts)	20.00	1.90	1.98	1.72	2.00	3.05	2.50	2.00	2.00	3.70	3.70	3.70	
t (mm)	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	
Q (m <sup>2</sup> /seg)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.23	0.23	0.23	0.23	
H3 (mts)	-	-	-	-	-	-	-	142.10	-	142.10	142.10	142.10	
DA (m <sup>2</sup> )	-	-	-	-	-	-	-	0.10	-	0.03	0.03	0.03	
Wt (Kg/mts)	113.12	113.12	113.12	113.12	113.12	113.12	113.12	113.12	79.78	79.78	79.78	79.78	
Wa (Kg/mts)	196.35	196.35	196.35	196.35	196.35	196.35	196.35	196.35	96.21	96.21	96.21	96.21	
L2b (mts)	17.50	-	-	-	-	-	-	-	-	3.35	3.35	3.35	

$$E_{tubo} = (\pi \times D^2/4) \times ((b1/\cos B1) + (b2/\cos B2))$$

Wt= Peso tubería

Wa= Peso del agua

000220

**ANCLAJE A1**

INCREMENTO DE TEMPERATURA				
FUERZAS	F	FX	FY	FZ
F1a	-	-	-	-
F1b	738.07	-221.33	-704.10	-
F2a	-	-	-	-
F2b	2,583.24	-2,464.36	774.65	-
F3	211.76	-32.12	-209.31	-
F4a	-	-	-	-
F4b	678.43	647.21	-203.44	-
F5	-	-	-	-
F6a	-	-	-	-
F6b	5,000.00	-4,789.89	1,499.37	-
F7a	-	-	-	-
F7b	372.33	-355.19	111.65	-
F8	30.72	-4.66	-30.36	-
F9	-	-	-	-
<b>SUMA</b>		<b>-7,200.35</b>	<b>1,238.45</b>	<b>-</b>

DISMINUCION DE TEMPERATURA				
FUERZAS	F	FX	FY	FZ
F1a	-	-	-	-
F1b	738.07	-221.33	-704.10	-
F2a	-	-	-	-
F2b	2,583.24	2,464.36	-774.65	-
F3	211.76	-32.12	-209.31	-
F4a	-	-	-	-
F4b	678.43	647.21	-203.44	-
F5	-	-	-	-
F6a	-	-	-	-
F6b	5,000.00	4,789.89	-1,499.37	-
F7a	-	-	-	-
F7b	372.33	-355.19	111.65	-
F8	30.72	-4.66	-30.36	-
F9	-	-	-	-
<b>SUMA</b>		<b>7,268.15</b>	<b>-3,309.59</b>	<b>-</b>

**ANCLAJE A2**

INCREMENTO DE TEMPERATURA				
FUERZAS	F	FX	FY	FZ
F1a	738.07	-221.33	-704.10	-
F1b	765.86	-108.57	-758.13	-
F2a	7,968.20	7,601.49	-2,389.46	-
F2b	-	-	-	-
F3	856.73	-69.45	-853.91	-
F4a	1,915.90	1,827.73	-574.53	-
F4b	30.47	30.16	-4.32	-
F5	-	-	-	-
F6a	5,000.00	4,769.89	-1,499.37	-
F6b	5,000.00	-4,949.50	708.83	-
F7a	372.33	355.19	-111.65	-
F7b	470.81	-466.05	66.74	-
F8	16.42	-1.33	-16.37	-
F9	-	-	-	-
<b>SUMA</b>		<b>8,768.23</b>	<b>-6,136.26</b>	<b>-</b>

DISMINUCION DE TEMPERATURA				
FUERZAS	F	FX	FY	FZ
F1a	738.07	-221.33	-704.10	-
F1b	765.86	-108.57	-758.13	-
F2a	7,968.20	-7,601.49	2,389.46	-
F2b	-	-	-	-
F3	856.73	-69.45	-853.91	-
F4a	1,915.90	1,827.73	-574.53	-
F4b	30.47	30.16	-4.32	-
F5	-	-	-	-
F6a	5,000.00	-4,769.89	1,499.37	-
F6b	5,000.00	4,949.50	-708.83	-
F7a	372.33	355.19	-111.65	-
F7b	470.81	-466.05	66.74	-
F8	16.42	-1.33	-16.37	-
F9	-	-	-	-
<b>SUMA</b>		<b>-6,075.54</b>	<b>223.74</b>	<b>-</b>

**ANCLAJE A3**

INCREMENTO DE TEMPERATURA				
FUERZAS	F	FX	FY	FZ
F1a	765.86	-108.57	-758.13	-
F1b	767.00	-100.56	-760.38	-
F2a	6,952.49	6,882.27	-985.62	-
F2b	-	-	-	-
F3	72.09	-0.39	-72.09	-
F4a	767.99	760.23	-108.87	-
F4b	29.36	29.11	-3.85	-
F5	-	-	-	-
F6a	5,000.00	4,949.50	-708.83	-
F6b	5,000.00	-4,956.84	655.52	-
F7a	470.81	466.05	-66.74	-
F7b	569.59	-564.67	74.68	-
F8	1.09	-0.01	-1.09	-
F9	-	-	-	-
<b>SUMA</b>		<b>7,356.13</b>	<b>-2,735.41</b>	<b>-</b>

DISMINUCION DE TEMPERATURA				
FUERZAS	F	FX	FY	FZ
F1a	765.86	-108.57	-758.13	-
F1b	767.00	-100.56	-760.38	-
F2a	6,952.49	-6,882.27	985.62	-
F2b	-	-	-	-
F3	72.09	-0.39	-72.09	-
F4a	767.99	760.23	-108.87	-
F4b	29.36	29.11	-3.85	-
F5	-	-	-	-
F6a	5,000.00	-4,949.50	708.83	-
F6b	5,000.00	4,956.84	-655.52	-
F7a	470.81	466.05	-66.74	-
F7b	569.59	-564.67	74.68	-
F8	1.09	-0.01	-1.09	-
F9	-	-	-	-
<b>SUMA</b>		<b>-6,393.73</b>	<b>-657.54</b>	<b>-</b>

**ANCLAJE A4**

INCREMENTO DE TEMPERATURA				
FUERZAS	F	FX	FY	FZ
F1a	767.00	-100.56	-760.38	
F1b	716.92	-269.53	-664.33	
F2a	7,134.61	7,073.03	-935.37	
F2b	-	-	-	
F3	2,035.23	-257.73	-2,018.85	
F4a	726.84	720.57	-95.29	
F4b	73.15	67.78	-27.50	
F5	-	-	-	
F6a	5,000.00	4,956.84	-655.52	
F6b	5,000.00	-4,633.19	1,879.78	
F7a	569.58	564.66	-74.67	
F7b	975.24	-903.69	366.65	
F8	25.64	-3.25	-25.43	
F9	-	-	-	
SUMA		7,214.95	-3,010.91	-

DISMINUCION DE TEMPERATURA				
FUERZAS	F	FX	FY	FZ
F1a	767.00	-100.56	-760.38	
F1b	716.92	-269.53	-664.33	
F2a	7,134.61	-7,073.03	935.37	
F2b	-	-	-	
F3	2,035.23	-257.73	-2,018.85	
F4a	726.84	720.57	-95.29	
F4b	73.15	67.78	-27.50	
F5	-	-	-	
F6a	5,000.00	-4,956.84	655.52	
F6b	5,000.00	4,633.19	-1,879.78	
F7a	569.58	564.66	-74.67	
F7b	975.24	-903.69	366.65	
F8	25.64	-3.25	-25.43	
F9	-	-	-	
SUMA		-7,578.42	-3,588.69	-

**ANCLAJE A5**

INCREMENTO DE TEMPERATURA				
FUERZAS	F	FX	FY	FZ
F1a	716.92	-269.53	-664.33	
F1b	707.70	-285.97	-647.35	
F2a	10,422.53	9,657.91	-3,918.41	
F2b	-	-	-	
F3	422.09	-6.45	-422.04	
F4a	3,197.68	2,963.09	-1,202.19	
F4b	91.42	83.62	-36.94	
F5	-	-	-	
F6a	5,000.00	4,633.19	-1,879.78	
F6b	5,000.00	-4,573.62	2,020.39	
F7a	975.24	903.69	-366.65	
F7b	1,375.05	-1,257.79	555.63	
F8	3.09	-0.05	-3.09	
F9	-	-	-	
SUMA		11,848.10	-6,564.75	-

DISMINUCION DE TEMPERATURA				
FUERZAS	F	FX	FY	FZ
F1a	716.92	-269.53	-664.33	
F1b	707.70	-285.97	-647.35	
F2a	10,422.53	-9,657.91	3,918.41	
F2b	-	-	-	
F3	422.09	-6.45	-422.04	
F4a	3,197.68	2,963.09	-1,202.19	
F4b	91.42	83.62	-36.94	
F5	-	-	-	
F6a	5,000.00	-4,633.19	1,879.78	
F6b	5,000.00	4,573.62	-2,020.39	
F7a	975.24	903.69	-366.65	
F7b	1,375.05	-1,257.79	555.63	
F8	3.09	-0.05	-3.09	
F9	-	-	-	
SUMA		-7,586.85	990.84	-

**ANCLAJE A6**

INCREMENTO DE TEMPERATURA				
FUERZAS	F	FX	FY	FZ
F1a	707.70	-285.97	-647.35	
F1b	697.73	-301.48	-629.24	
F2a	9,222.74	8,436.26	-3,726.71	
F2b	-	-	-	
F3	599.70	-9.25	-599.63	
F4a	3,092.69	2,828.96	-1,249.69	
F4b	149.08	134.45	-64.42	
F5	-	-	-	
F6a	5,000.00	4,573.62	-2,020.39	
F6b	5,000.00	-4,509.16	2,160.43	
F7a	1,375.05	1,257.79	-555.63	
F7b	1,728.54	-1,558.85	746.88	
F8	3.12	-0.05	-3.12	
F9	-	-	-	
SUMA		10,566.33	-6,588.86	-

DISMINUCION DE TEMPERATURA				
FUERZAS	F	FX	FY	FZ
F1a	707.70	-285.97	-647.35	
F1b	697.73	-301.48	-629.24	
F2a	9,222.74	-8,436.26	3,726.71	
F2b	-	-	-	
F3	599.70	-9.25	-599.63	
F4a	3,092.69	2,828.96	-1,249.69	
F4b	149.08	134.45	-64.42	
F5	-	-	-	
F6a	5,000.00	-4,573.62	2,020.39	
F6b	5,000.00	4,509.16	-2,160.43	
F7a	1,375.05	1,257.79	-555.63	
F7b	1,728.54	-1,558.85	746.88	
F8	3.12	-0.05	-3.12	
F9	-	-	-	
SUMA		-6,435.12	584.48	-

000220

**ANCLAJE A7**

INCREMENTO DE TEMPERATURA				
FUERZAS	F	FX	FY	FZ
F1a	697.73	-301.48	-629.24	
F1b	725.93	-251.06	-681.13	
F2a	7,554.97	6,813.31	-3,264.40	
F2b	-	-	-	
F3	2,304.28	-107.88	-2,301.75	
F4a	2,768.42	2,496.65	-1,196.20	
F4b	97.80	91.76	-33.82	
F5	-	-	-	
F6a	5,000.00	4,509.16	-2,160.43	
F6b	5,000.00	-4,691.46	1,729.22	
F7a	1,728.54	1,558.85	-746.88	
F7b	1,982.30	-1,859.98	685.57	
F8	9.48	-0.44	-9.47	
F9	-	-	-	
SUMA		8,257.45	-8,608.54	-

DISMINUCION DE TEMPERATURA				
FUERZAS	F	FX	FY	FZ
F1a	697.73	-301.48	-629.24	
F1b	725.93	-251.06	-681.13	
F2a	7,554.97	-6,813.31	3,264.40	
F2b	-	-	-	
F3	2,304.28	-107.88	-2,301.75	
F4a	2,768.42	2,496.65	-1,196.20	
F4b	97.80	91.76	-33.82	
F5	-	-	-	
F6a	5,000.00	-4,509.16	2,160.43	
F6b	5,000.00	4,691.46	-1,729.22	
F7a	1,728.54	1,558.85	-746.88	
F7b	1,982.30	-1,859.98	685.57	
F8	9.48	-0.44	-9.47	
F9	-	-	-	
SUMA		-5,004.58	-1,217.31	-

**ANCLAJE A8  
CUANDO TRABAJAN LAS DOS TURBINAS**

INCREMENTO DE TEMPERATURA				
FUERZAS	F	FX	FY	FZ
F1a	725.93	-251.06	-681.13	
F1b	879.95	-	-879.95	
F2a	7,270.95	6,822.27	-2,514.62	
F2b	-	-	-	
F3	9,984.12	-1,753.75	-9,828.89	
F4a	2,057.03	1,930.09	-711.41	
F4b	-	-	-	
F5	-	-	-	
F6a	5,000.00	4,691.46	-1,729.22	
F6b	3,500.00	-5,974.87	-	-2,474.87
F7a	1,982.30	1,859.98	-685.57	
F7b	1,387.61	-2,368.80	-	-981.19
F8	35.57	-6.25	-35.02	
F9	14,210.00	24,257.99		10,047.99
SUMA		29,207.07	-17,065.82	6,591.93

DISMINUCION DE TEMPERATURA				
FUERZAS	F	FX	FY	FZ
F1a	725.93	-251.06	-681.13	
F1b	879.95	-	-879.95	
F2a	7,270.95	-6,822.27	2,514.62	
F2b	-	-	-	
F3	9,984.12	-1,753.75	-9,828.89	
F4a	2,057.03	1,930.09	-711.41	
F4b	-	-	-	
F5	-	-	-	
F6a	5,000.00	-4,691.46	1,729.22	
F6b	3,500.00	5,974.87	-	2,474.87
F7a	1,982.30	1,859.98	-685.57	
F7b	1,387.61	-2,368.80	-	-981.19
F8	35.57	-6.25	-35.02	
F9	14,210.00	24,257.99		10,047.99
SUMA		18,129.35	-8,578.12	11,541.67

**ANCLAJE A8  
CUANDO TRABAJA TURBINA N°01**

INCREMENTO DE TEMPERATURA				
FUERZAS	F	FX	FY	FZ
F1a	725.93	-251.06	-681.13	
F1b	879.95	-	-879.95	
F2a	7,270.95	6,822.27	-2,514.62	
F2b	-	-	-	
F3	9,984.12	-1,753.75	-9,828.89	
F4a	2,057.03	1,930.09	-711.41	
F4b	-	-	-	
F5	-	-	-	
F6a	5,000.00	4,691.46	-1,729.22	
F6b	3,500.00	-3,500.00	-	
F7a	1,982.30	1,859.98	-685.57	
F7b	1,387.61	-1,387.61	-	
F8	35.57	-6.25	-35.02	
F9	14,210.00	14,210.00		
SUMA		22,615.14	-17,065.82	-

DISMINUCION DE TEMPERATURA				
FUERZAS	F	FX	FY	FZ
F1a	725.93	-251.06	-681.13	
F1b	879.95	-	-879.95	
F2a	7,270.95	-6,822.27	2,514.62	
F2b	-	-	-	
F3	9,984.12	-1,753.75	-9,828.89	
F4a	2,057.03	1,930.09	-711.41	
F4b	-	-	-	
F5	-	-	-	
F6a	5,000.00	-4,691.46	1,729.22	
F6b	3,500.00	3,500.00	-	
F7a	1,982.30	1,859.98	-685.57	
F7b	1,387.61	-1,387.61	-	
F8	35.57	-6.25	-35.02	
F9	14,210.00	14,210.00		
SUMA		6,587.68	-8,578.12	-

**ANCLAJE A8  
CUANDO TRABAJA TURBINA N°02**

INCREMENTO DE TEMPERATURA				
FUERZAS	F	FX	FY	FZ
F1a	725.93	-251.06	-681.13	
F1b	879.95	-	-879.95	
F2a	7,270.95	6,822.27	-2,514.62	
F2b	-	-	-	
F3	9,984.12	-1,753.75	-9,828.89	
F4a	2,057.03	1,930.09	-711.41	
F4b	-	-	-	
F5	-	-	-	
F6a	5,000.00	4,691.46	-1,729.22	
F6b	3,500.00	-2,474.87	-	-2,474.87
F7a	1,982.30	1,859.98	-685.57	
F7b	1,387.61	-981.19	-	-981.19
F8	35.57	-6.25	-35.02	
F9	14,210.00	10,047.99		10,047.99
SUMA		19,884.68	-17,065.82	6,591.93

DISMINUCION DE TEMPERATURA				
FUERZAS	F	FX	FY	FZ
F1a	725.93	-251.06	-681.13	
F1b	879.95	-	-879.95	
F2a	7,270.95	-6,822.27	2,514.62	
F2b	-	-	-	
F3	9,984.12	-1,753.75	-9,828.89	
F4a	2,057.03	1,930.09	-711.41	
F4b	-	-	-	
F5	-	-	-	
F6a	5,000.00	-4,691.46	1,729.22	
F6b	3,500.00	2,474.87	-	2,474.87
F7a	1,982.30	1,859.98	-685.57	
F7b	1,387.61	-981.19	-	-981.19
F8	35.57	-6.25	-35.02	
F9	14,210.00	10,047.99		10,047.99
SUMA		1,806.96	-8,578.12	11,541.67

**ANCLAJE A9**

INCREMENTO DE TEMPERATURA				
FUERZAS	F	FX	FY	FZ
F1a	439.98	-	-439.98	
F1b	439.98	-	-439.98	
F2a	263.99	186.67	-	186.67
F2b	-	-	-	
F3	-	-	-	
F4a	-	-	-	
F4b	-	-	-	
F5	-	-	-	
F6a	3,500.00	2,474.87	-	2,474.87
F6b	3,500.00	-3,500.00	-	
F7a	1,387.61	981.19	-	981.19
F7b	1,387.61	-1,387.61	-	
F8	-	-	-	
F9	-	-	-	
SUMA		-1,244.88	-879.96	3,642.73

DISMINUCION DE TEMPERATURA				
FUERZAS	F	FX	FY	FZ
F1a	439.98	-	-439.98	
F1b	439.98	-	-439.98	
F2a	263.99	-186.67	-	-186.67
F2b	-	-	-	
F3	-	-	-	
F4a	-	-	-	
F4b	-	-	-	
F5	-	-	-	
F6a	3,500.00	-2,474.87	-	-2,474.87
F6b	3,500.00	3,500.00	-	
F7a	1,387.61	981.19	-	981.19
F7b	1,387.61	-1,387.61	-	
F8	-	-	-	
F9	-	-	-	
SUMA		432.04	-879.96	-1,680.35

**CUADRO DE SIGNOS**

INCREMENTO DE TEMPERATURA				
FUERZAS	F	FX	FY	FZ
F1a		-	-	
F1b		-	-	
F2a		+	-	
F2b		-	+	
F3		-	-	
F4a		+	-	
F4b		+	-	
F5		+	-	
F6a		+	-	
F6b		-	+	
F7a		+	-	
F7b		-	+	
F8		-	-	
F9		+	-	
SUMA				

DISMINUCION DE TEMPERATURA				
FUERZAS	F	FX	FY	FZ
F1a		-	-	
F1b		-	-	
F2a		-	+	
F2b		+	-	
F3		-	-	
F4a		+	-	
F4b		+	-	
F5		-	+	
F6a		-	+	
F6b		+	-	
F7a		+	-	
F7b		-	+	
F8		-	-	
F9		+	-	
SUMA				



**CUADRO DE DESCOMPOSICION DE FUERZAS EN COORDENADAS**

INCREMENTO DE TEMPERATURA				
FUERZAS	F	FX	FY	FZ
F1a	F	FxSENO A1	FxCOS A1	
F1b	F	FxSENO A2	FxCOS A2	
F2a	F	FxCOS A1	FxSENO A1	
F2b	F	FxCOS A2	FxSENO A2	
F3	F	FxSENO (A1-A2)/2	FxCOS (A1-A2)/2	
F4a	F	FxCOS A1	FxSENO A1	
F4b	F	FxCOS A2	FxSENO A2	
F5	F	FxCOS A1	FxSENO A1	
F6a	F	FxCOS A1	FxSENO A1	
F6b	F	FxCOS A2	FxSENO A2	
F7a	F	FxCOS A1	FxSENO A1	
F7b	F	FxCOS A2	FxSENO A2	
F8	F	FxSENO (A1-A2)/2	FxCOS (A1-A2)/2	
F9	F	FxCOS A1	FxSENO A1	
SUMA				

DISMINUCION DE TEMPERATURA				
FUERZAS	F	FX	FY	FZ
F1a	F	FxSENO A1	FxCOS A1	
F1b	F	FxSENO A2	FxCOS A2	
F2a	F	FxCOS A1	FxSENO A1	
F2b	F	FxCOS A2	FxSENO A2	
F3	F	FxSENO (A1-A2)/2	FxCOS (A1-A2)/2	
F4a	F	FxCOS A1	FxSENO A1	
F4b	F	FxCOS A2	FxSENO A2	
F5	F	FxCOS A1	FxSENO A1	
F6a	F	FxCOS A1	FxSENO A1	
F6b	F	FxCOS A2	FxSENO A2	
F7a	F	FxCOS A1	FxSENO A1	
F7b	F	FxCOS A2	FxSENO A2	
F8	F	FxSENO (A1-A2)/2	FxCOS (A1-A2)/2	
F9	F	FxCOS A1	FxSENO A1	
SUMA				

## ANCLAJE A1

### CALCULANDO VOLUMEN MÍNIMO DEL ANCLAJE

$$VMINA > \frac{(\sum F_x - \sum F_y)}{\mu t} \rightarrow (1)$$

Consideremos  $\mu t = 0.30$  por efectos sísmicos

Reemplazando datos en (1)

$$VMINA > 9.09 M^3$$

$$VTUBO = 0.51 M^3$$

$$VTOTAL MÍNIMO > 9.60 M^3$$

$$VTUBO = \frac{(\pi \times D^2)}{\mu} \left( \frac{b1}{\text{Cos}\alpha} + \frac{b2}{\text{Cos}\beta} \right)$$

$$b1 = 0$$

$$b2 = 2.50$$

$$\alpha = 0$$

$$\beta = 17^\circ 27'$$

$$W_A = (9.50 - 0.51) \times 2300$$

$$W_A = 20,677.00 \text{ Kg. (Peso del anclaje)}$$

### CALCULANDO FUERZA SÍSMICA

$$H = \frac{ZUSCP}{Rd}$$

$$Z = 0.70 \rightarrow \text{Zona 2}$$

$$U = 1.00 \rightarrow \text{Categoría C}$$

$$S = 1.40 \rightarrow \text{Suelo tipo III .... TS} = 0.9$$

$$C = 0.8 / ((T/TS) + 1) \rightarrow 0.16 < C < 0.40$$

$$T = 0.08 N \rightarrow N = 1$$

$$\therefore C = 0.73 \Rightarrow C = 0.40$$

$$R_d = 6 \rightarrow \text{Tipo E1}$$

$H = 0.07 P$ , pero para zona 1 y 2  $H = 0.12P$  como mínimo

$$\therefore H = 0.12P$$

$$H = 0.12 (20,608.00)$$

$$H = 2,481.24 \text{ Kg}$$

1er. Condición de Equilibrio ( $\Sigma F_x + H$ ) <  $\mu t (\Sigma F_y + W_A)$

$$\mu t = 0.35 \rightarrow \text{Cuando se trata de suelo}$$

$$\mu t = 0.50 \rightarrow \text{Cuando se trata de roca}$$

$$\mu t = 0.41 \rightarrow \text{Cimentación mejorada sobre conglomerado.}$$

$$9749.39 < 9834.50 \Rightarrow \text{Ok!}$$

2da. Condición de Equilibrio ( $b/3 < x < 2b/3$ )

$$\Sigma M_o^{(+)} = 0$$

$$\Sigma F_x (1.50) + W_A (1.15) + H (1.00) - R_y (x) = 0$$

$$R_y (x) = 37,162.02 \dots (1)$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$R_y = W_A + \Sigma F_y$$

$$R_y = 23.986.59 \dots (2)$$

(2) en (1)

$$X = 1.55$$

$$0.83 < x < 1.67 \Rightarrow \text{Ok!}$$

3ra. Condición de Equilibrio (Sbase < Sterreno)

$$e = X - \frac{b}{2}$$

$$e = 1.55 - 1.25$$

$$e = 0.30$$

$$S_{base} = \frac{R_y}{A} (1 \pm \frac{6e}{b})$$

$$S_{base} = \frac{23986.59}{250 \times 190} (1 \pm \frac{6 \times 0.30}{2.50})$$

$$\left. \begin{array}{l} S_{m\acute{a}x} = 0.87 \text{ Kg/cm}^2 \\ S_{m\acute{i}n} = 0.14 \text{ Kg/cm}^2 \end{array} \right\} \begin{array}{l} < \text{Sterreno} \Rightarrow \text{Ok!} \\ < \text{Sterreno} \Rightarrow \text{Ok!} \end{array}$$

Diseño de los soportes del tubo de presión cuando se produce el golpe de ariete, donde la fuerza en Y se invierte.

Esfuerzo actuante ft. - Actúan las fuerzas F2, F6, y F7 aumentadas en un 100% por el golpe de ariete  $f_t = 2(774.65 + 1499.39 + 111.65) = 4771.34 \text{ Kg}$ .

Esfuerzo Admisible Ft

$$F_t = 0.5 F_y$$

$$F_t = 0.5 \times 4200$$

$$F_t = 2100 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\Rightarrow A_s > \frac{f_t}{F_t} = \frac{4771.34}{2100} = 2.27 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{100 (2Ab)}{A S} \rightarrow \text{Considerando } \phi \text{ 3/8}$$

$$S = 100 \frac{(2 \times 0.71)}{2.27} = 62.50, \text{ pero } S_{\text{máx}} = 45 \text{ cm} \therefore \phi \text{ 3/8 } \partial .45$$

Nota: La armadura en la base se hará con  $\phi \frac{1}{2} \partial 0.45$  en ambos sentidos a 10 cm de la cimentación, donde anclarán el anillo de acero  $\phi \text{ 3/8 } \partial 0.45$  que agarra a la tubería de presión, también se colocarán  $\phi \text{ 3/8 } \partial .45$  por confinamiento.

### ANCLAJE A2

#### CALCULANDO VOLUMEN MINIMO DEL ANCLAJE

$$V_{\text{MINA}} > \frac{(\sum F_x - \sum F_y)}{\mu t}$$

Consideremos  $\mu t = 0.30$  por efectos sísmicos

$$V_{\text{MINA}} > 10.04 \text{ M}^3$$

$$V_{\text{TUBO}} = 0.77 \text{ M}^3$$

$$V_{\text{TA}} > 10.81 \text{ M}^3$$

$$V_{\text{TUBO}} = \frac{(\pi \times D^2)}{\mu} \left( \frac{b_1}{\text{Cos}\alpha} + \frac{b_2}{\text{Cos}\beta} \right)$$

$$b1 = 2.58$$

$$b2 = 1.19$$

$$\alpha = 17^{\circ}27'$$

$$\beta = 08^{\circ}09'$$

### Cálculo del Centro de gravedad del Anclaje

$$A1 = 1.04 \text{ m}^2, \quad X = 0.86, \quad Y = 2.09$$

$$A2 = 0.10, \quad X = 2.98, \quad Y = 1.71$$

$$A3 = 2.71, \quad X = 1.29, \quad Y = 1.40$$

$$A4 = 1.96, \quad X = 3.12, \quad Y = 0.83$$

$$AT = 5.27$$

$$Xg = \frac{(1.04)(0.86) + (0.10)(2.98) + (2.71)(1.29) + (1.96)(3.12)}{5.27}$$

$$Xg = 1.94$$

$$Yg = \frac{(1.04)(2.09) + (0.10)(1.71) + (2.71)(1.40) + (1.96)(0.83)}{5.27}$$

$$Yg = 1.33$$

$$C.g = (1.94, 1.33)$$

### - Cálculo del Peso del Anclaje

$$WA = [5.27 \times 2 - 0.77] \times 2300$$

$$WA = 22,471.00 \text{ Kg.}$$

### Cálculo de Fuerza sísmica

$$H = 0.12P$$

$$H = 0.12 (22,471.00)$$

$$H = 2,696.52 \text{ Kg.}$$

Centro de Fuerzas de la Tubería

$$\text{CFT} = (2.58, 1.32)$$

1era. Condición de Equilibrio ( $\sum F_x + H < \mu_t (\sum F_y + WA)$ )

$$11464.75 < 11728.98 \Rightarrow \text{Ok!} \quad \mu_t = 0.41 \rightarrow \text{Cimiento mejorado}$$

2da. Condición de Equilibrio ( $b/3 < x < 2b/3$ )

$$\sum M_o^{(+)} = 0$$

$$\sum F_x (0.34) + \sum F_y (2.58) + WA (1.94) + H (1.33) - R_y (x) = 0$$

$$R_y (x) = 65,992.86 \quad \dots (1)$$

$$\sum F_y = 0 \quad \Rightarrow \quad R_y = 28,607.26 \text{ Kg} \quad \dots (2)$$

(2) en (1)

$$X = 2.31 \quad 1.26 < x < 2.51 \Rightarrow \text{Ok!}$$

3era Condición de Equilibrio ( $S_{base} < S_{terreno}$ )

$$e = X - \frac{b}{2}$$

$$e = 0.43$$

$$S_{base} = \frac{R_y}{A} (1 \pm \frac{6e}{b})$$

$$S_{base} = \frac{28607.26}{377 \times 200} (1 \pm \frac{6 \times 0.43}{3.77})$$

$$\left. \begin{array}{l} S_{\max} = 0.64 \text{ Kg/cm}^2 \\ S_{\min} = 0.12 \text{ Kg/cm}^2 \end{array} \right\} \begin{array}{l} < \text{Sterreno} \Rightarrow \text{Ok!} \\ < \text{Sterreno} \Rightarrow \text{Ok!} \end{array}$$

### Diseño de Anillos de Soporte de Tubería de Presión

#### Esfuerzo actuante

$$f_t = 2(2,389.46 + 1,499.37 + 66.74) = 7,911.14 \text{ Kg}$$

#### Esfuerzo Admisible

$$F_t = 0.5 F_y$$

$$F_t = 0.5 \times 4200$$

$$F_t = 2100 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\Rightarrow A_s > \frac{f_t}{F_t} = \frac{7,911.14}{2100} = 3.77 \text{ cm}^2$$

#### Cálculo del Espaciamiento entre barras

$$S = \frac{100(2Ab)}{A S} \rightarrow \text{Considerando } \phi \text{ 3/8} \Rightarrow S = 37.67$$

$$\Rightarrow \phi \text{ 3/8 } \partial .35$$



Nota: La armadura en la base se hará con  $\phi \frac{1}{2} 0.45$  en ambos sentidos para anclar los anillos, se colocará  $\phi 3/8 \partial .45$  por confinamiento.

### ANCLAJE A3

#### CALCULANDO VOLUMEN MÍNIMO DEL ANCLAJE

$$VMINA > \frac{(\sum F_x - \sum F_y)}{\mu t} 2300$$

Consideremos  $\mu t = 0.30$  para prediseño

$$VMINA > 9.47 M^3$$

$$VTUBO = 0.53 M^3$$

$$VMINA > 10.00 M^3$$

$$VTUBO = \frac{(\pi \times D^2)}{\mu} \left( \frac{b1}{\text{Cos}\alpha} + \frac{b2}{\text{Cos}\beta} \right)$$

$$b1 = 1.20$$

$$b2 = 1.30$$

$$\alpha = 08^\circ 09'$$

$$\beta = 07^\circ 32'$$

#### Cálculo del Centro de gravedad del Anclaje

$$A1 = 0.10 m^2, \quad X = 0.40, \quad Y = 1.64$$

$$A2 = 0.17, \quad X = 1.63, \quad Y = 1.47$$

$$A3 = 1.90, \quad X = 0.60, \quad Y = 0.79$$

$$\underline{A4 = 1.83} \quad , \quad X = 1.85 \quad , \quad Y = 0.71$$

$$AT = 3.94$$

$$Xg = \frac{(0.10)(0.40) + (0.11)(1.63) + (1.90)(0.60) + (1.83)(1.85)}{3.94}$$

$$Xg = 1.20 \text{ mts.}$$

$$Yg = \frac{(0.10)(1.64) + (0.11)(1.47) + (1.90)(0.79) + (1.83)(0.71)}{3.94}$$

$$Yg = 0.79$$

$$C.g = (1.20, 0.79)$$

#### Cálculo del Peso del Anclaje

$$WA = [3.94 \times 2.30 - 0.53] \times 2300$$

$$WA = 19,623.60 \text{ Kg.}$$

#### Cálculo de Fuerza sísmica

$$H = 0.12P$$

$$H = 0.12 (19,623.60)$$

$$H = 2,354.83 \text{ Kg.}$$

#### Centro de Fuerzas de la Tubería

$$CFT = (1.20, 1.08)$$

1era. Condición de Equilibrio  $(\Sigma F_x + H) < \mu t (\Sigma F_y + WA)$

$$9,710.96 < 9,837.96 \Rightarrow \text{Ok!}$$

$\mu_t = 0.44 \rightarrow$  Cimiento mejorado

2da. Condición de Equilibrio ( $b/3 < x < 2b/3$ )

$$\sum M_o^{(+)} = 0$$

$$\sum F_x (1.08) + \sum F_y (1.20) + WA (1.20) + H (0.79) - R_y (x) = 0$$

$$R_y (x) = 36,635.75 \quad \dots (1)$$

$$\sum F_y = 0 \quad \Rightarrow \quad R_y = 22,359.01 \text{ Kg} \quad \dots (2)$$

(2) en (1)

$$X = 1.64 \quad \quad \quad 0.83 < X < 1.67 \Rightarrow \text{Ok!}$$

3era Condición de Equilibrio ( $S_{base} < S_{terreno}$ )

$$e = X - \frac{b}{2}$$

$$e = 0.39$$

$$S_{base} = \frac{R_y}{A} (1 \pm \frac{6e}{b})$$

$$S_{base} = \frac{22359.01}{250 \times 230} (1 \pm \frac{6 \times 0.39}{2.50})$$

$$S_{\text{máx}} = 0.75 \text{ Kg/cm}^2 \quad \left. \begin{array}{l} < S_{\text{terreno}} \Rightarrow \text{Ok!} \\ < S_{\text{terreno}} \Rightarrow \text{Ok!} \end{array} \right\}$$

$$S_{\text{mín}} = 0.02 \text{ Kg/cm}^2$$

## Diseño de Anillos de Soporte de Tubería de Presión

### Esfuerzo actuante

$$ft = 2(985.62 + 708.83 + 74.68) = 3538.26 \text{ Kg}$$

### Esfuerzo Admisible Ft

$$Ft = 0.5 Fy$$

$$Ft = 0.5 \times 4200$$

$$Ft = 2100 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\Rightarrow As > \frac{ft}{Ft} = 1.68 \text{ cm}^2$$

### Cálculo del Espaciamiento entre barras

$$S = \frac{100 (2Ab)}{A S} \rightarrow \text{Considerando } \phi 3/8 \Rightarrow S = 84.52 > S_{\text{máx}} = 45 \text{ cm.}$$

$$\therefore \phi 3/8 \partial 45 \quad \square \phi 3/8 \partial 45$$

Nota: La armadura en la base será a 0.10 mts. de la cimentación para anclar anillos  $\phi \frac{1}{2} \partial 0.45$  en ambos sentidos.

## ANCLAJE A4

### CALCULANDO VOLUMEN MÍNIMO DEL ANCLAJE

$$VMINA > \frac{(\sum Fx - \sum Fy)}{\mu t}$$

$$\text{Consideremos } \mu t = 0.30$$

$$VMINA > 12.54 \text{ M}^3$$

$$VTUBO = 0.54 \text{ M}^3$$

$$V_{TOTAL} \text{ MÍNIMO} > 13.08 \text{ M}^3$$

$$V_{TUBO} = \frac{(\pi \times D^2)}{4} \left( \frac{b_1}{\cos \alpha} + \frac{b_2}{\cos \beta} \right)$$

$$b_1 = 2.50$$

$$b_2 = 1.00$$

$$\alpha = 07^\circ 32'$$

$$\beta = 22^\circ 05'$$

#### Cálculo del Centro de gravedad del Anclaje

$$A_1 = 0.41 \text{ m}^2, \quad X = 0.83, \quad Y = 2.08$$

$$A_2 = 0.21, \quad X = 2.83, \quad Y = 1.70$$

$$A_3 = 3.93, \quad X = 1.25, \quad Y = 1.19$$

$$A_4 = 1.56, \quad X = 3.00, \quad Y = 0.78$$

$$A_T = 6.11$$

$$X_g = \frac{(0.41)(0.83) + (0.21)(2.83) + (3.93)(1.25) + (1.56)(3.00)}{6.11}$$

$$X_g = 1.72 \text{ mts.}$$

$$Y_g = \frac{(0.41)(2.08) + (0.21)(1.70) + (3.93)(1.19) + (1.56)(0.78)}{6.11}$$

$$Y_g = 1.16$$

$$C.g = (1.72, 1.16)$$

#### Cálculo del Peso del Anclaje

$$W_A = [6.11 \times 2.90 - 0.54] \times 2300$$

$$W_A = 39,511.70 \text{ Kg.}$$

### Cálculo de Fuerza sísmica

$$H = 0.12P$$

$$H = 0.12 (39,511.70)$$

$$H = 4,741.40 \text{ Kg.}$$

### Centro de Fuerzas de la Tubería

$$\text{CFT} = (2.50, 1.47)$$

### 1era. Condición de Equilibrio $(\Sigma F_x + H) < \mu t (\Sigma F_y + WA)$

$$11,956.35 < 12,930.12 \quad \Rightarrow \quad \text{Ok!}$$

$$\mu t = 0.30 \rightarrow \text{Cimiento mejorado}$$

### 2da. Condición de Equilibrio $(b/3 < x < 2b/3)$

$$\Sigma M_o^{(+)} = 0$$

$$\Sigma F_x (1.07) + \Sigma F_y (2.50) + WA (1.72) + H (0.76) - R_y (x) = 0$$

$$R_y (x) = 88255.31 \quad \dots (1)$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad \Rightarrow \quad R_y = 43100.39 \text{ Kg} \quad \dots (2)$$

(2) en (1)

$$X = 2.05 \quad 1.17 < x < 2.33 \Rightarrow \text{Ok!}$$

3era Condición de Equilibrio (Sbase < Sterreno)

$$e = X - \frac{b}{2}$$

$$e = 0.30$$

$$S_{base} = \frac{R_y}{A} (1 \pm \frac{6e}{b})$$

$$S_{base} = \frac{43100.39}{350 \times 290} (1 \pm \frac{6 \times 0.39}{3.55})$$

$$S_{m\acute{a}x} = 0.64 \text{ Kg/cm}^2 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} < \text{Sterreno} \Rightarrow \text{Ok!}$$

$$S_{m\acute{i}n} = 0.21 \text{ Kg/cm}^2 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} < \text{Sterreno} \Rightarrow \text{Ok!}$$

Diseño de Anillos de Soporte de Tubería de Presión

Esfuerzo actuante

$$f_t = 2(935.37 + 655.52 + 366.65) = 3915.08 \text{ Kg}$$

Esfuerzo Admisible Ft

$$F_t = 0.5 F_y$$

$$F_t = 0.5 \times 4200$$

$$F_t = 2100 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\Rightarrow A_s > \frac{f_t}{F_t} = 1.86 \text{ cm}^2$$

Cálculo del Espaciamiento entre barras

$$S = \frac{100 (2Ab)}{45 \text{ cm.} \cdot A S} \rightarrow \text{Considerando } \phi \text{ 3/8 } \therefore S = 76.34 > S_{m\acute{a}x} =$$

$$\Rightarrow \phi \text{ 3/8 } \partial .45$$

Nota: La armadura en la base  $\phi \frac{1}{2} \partial 0.45$  ambos sentidos para anclar Anillos  $\square \phi \frac{3}{8} \partial .45$  en los anillos.

### ANCLAJE A5

#### CALCULANDO VOLUMEN MÍNIMO DEL ANCLAJE

$$VMINA > \frac{(\sum F_x - \sum F_y)}{2300 \mu t}$$

$$\text{Consideremos } \mu t = 0.30$$

$$VMINA > 14.32 \text{ M}^3$$

$$VTUBO = 0.80 \text{ M}^3$$

$$VTOTAL \text{ MÍNIMO } > 15.12 \text{ M}^3$$

$$VTUBO = \frac{(\pi \times D^2)}{\mu} \left( \frac{b_1}{\text{Cos}\alpha} + \frac{b_2}{\text{Cos}\beta} \right)$$

$$b_1 = 2.00$$

$$b_2 = 1.50$$

$$\alpha = 22^\circ 05'$$

$$\beta = 23^\circ 50'$$

#### Cálculo del Centro de gravedad del Anclaje

$$A_1 = 0.74 \text{ m}^2, \quad X = 0.67, \quad Y = 2.93$$

$$A_2 = 0.50, \quad X = 2.50, \quad Y = 2.22$$

$$A_3 = 4.32, \quad X = 1.00, \quad Y = 1.58$$

$$\underline{A_4 = 3.00}, \quad X = 2.75, \quad Y = 1.00$$

$$AT = 8.56$$



$$X_g = \frac{(0.74)(0.67) + (0.50)(2.50) + (4.32)(1.00) + (3.00)(2.75)}{8.56}$$

$$X_g = 1.67 \text{ mts.}$$

$$Y_g = \frac{(0.74)(2.93) + (0.50)(2.22) + (4.32)(1.58) + (3.00)(1.00)}{8.56}$$

$$Y_g = 1.53$$

$$C.g = (1.67, 1.53)$$

#### Cálculo del Peso del Anclaje

$$W_A = [8.56 \times 1.90 - 0.80] \times 2300$$

$$W_A = 35,567.20 \text{ Kg.}$$

#### Cálculo de Fuerza sísmica

$$H = 0.12P$$

$$H = 0.12 (35,567.20)$$

$$H = 4,268.06 \text{ Kg.}$$

#### Centro de Fuerzas de la Tubería

$$CFT = (2.00, 2.16)$$

#### 1era. Condición de Equilibrio $(\Sigma F_x + H) < \mu t (\Sigma F_y + W_A)$

$$16,116.16 < 17,274.10 \quad \Rightarrow \quad \text{Ok!}$$

$$\mu t = 0.41 \rightarrow \text{Cimiento mejorado}$$

2da. Condición de Equilibrio ( $b/3 < x < 2b/3$ )

$$\sum M_o^{(+)} = 0$$

$$\sum F_x (1.66) + \sum F_y (2.00) + W_A (1.67) + H (1.03) - R_y (x) = 0$$

$$R_y (x) = 96,590.67 \quad \dots (1)$$

$$\sum F_y = 0 \quad \Rightarrow \quad R_y = 42,131.95 \text{ Kg} \quad \dots (2)$$

(2) en (1)

$$X = 2.29$$

$$1.17 < x < 2.33 \Rightarrow \text{Ok!}$$

3era Condición de Equilibrio ( $S_{base} < S_{terreno}$ )

$$e = X - \frac{b}{2}$$

$$e = 0.54$$

$$S_{base} = \frac{R_y}{A} (1 \pm \frac{6e}{b})$$

$$S_{base} = \frac{42131.95}{350 \times 190} (1 \pm \frac{6 \times 0.54}{3.50})$$

$$S_{\text{máx}} = 1.22 \text{ Kg/cm}^2 \quad \left. \begin{array}{l} < S_{\text{terreno}} \Rightarrow \text{Ok!} \\ < S_{\text{terreno}} \Rightarrow \text{Ok!} \end{array} \right\}$$

$$S_{\text{mín}} = 0.05 \text{ Kg/cm}^2$$

Diseño de Anillos de Soporte de Tubería de Presión

Esfuerzo actuante

$$f_t = 2(3918.41 + 1879.78 + 555.63) = 12,707.64 \text{ Kg}$$

Esfuerzo Admisible

$$F_t = 0.5 F_y$$

$$F_t = 0.5 \times 4200$$

$$F_t = 2100 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\Rightarrow A_s > \frac{f_t}{F_t} = 6.05 \text{ cm}^2$$

#### Cálculo del Espaciamiento entre barras

$$S = \frac{100 (2Ab)}{A S} \quad \rightarrow \quad \text{Considerando } \phi \text{ 3/8 } \Rightarrow S = 23.47$$

$$\therefore \phi \text{ 3/8 } \partial .20$$

Nota: La armadura se colocará con  $\phi \frac{1}{2} \partial 0.40$  ambos sentidos para anclar Anillos y los estribos irán por confinamiento  $\square \phi \text{ 3/8 } \partial .45$  en los anillos.

#### ANCLAJE A6

#### CALCULANDO VOLUMEN MÍNIMO DEL ANCLAJE

$$V_{\text{MINA}} > \frac{(\sum F_x - \sum F_y)}{2300} \mu t$$

$$\text{Consideremos } \mu t = 0.30$$

$$V_{\text{MINA}} > 12.45 \text{ M}^3$$

$$V_{\text{TUBO}} = 0.81 \text{ M}^3$$

$$V_{\text{TOTAL MÍNIMO}} > 13.26 \text{ M}^3$$

$$VTUBO = \frac{(\pi \times D^2)}{\mu} \left( \frac{b_1}{\cos\alpha} + \frac{b_2}{\cos\beta} \right)$$

$$b_1 = 2.00$$

$$b_2 = 1.50$$

$$\alpha = 23^\circ 05'$$

$$\beta = 25^\circ 36'$$

#### Cálculo del Centro de gravedad del Anclaje

$$A_1 = 0.88 \text{ m}^2, \quad X = 0.67, \quad Y = 3.01$$

$$A_2 = 0.54, \quad X = 2.50, \quad Y = 2.24$$

$$A_3 = 4.34, \quad X = 1.00, \quad Y = 1.64$$

$$A_4 = 3.00, \quad X = 2.75, \quad Y = 1.00$$

$$A_T = 8.76$$

$$X_g = \frac{(0.88)(0.67) + (0.54)(2.50) + (4.34)(1.00) + (3.00)(2.75)}{8.76}$$

$$X_g = 1.66 \text{ mts.}$$

$$Y_g = \frac{(0.88)(3.01) + (0.54)(2.24) + (4.34)(1.64) + (3.00)(1.00)}{8.76}$$

$$Y_g = 1.60$$

$$C.g = (1.66, 1.60)$$

#### Cálculo del Peso del Anclaje

$$W_A = [8.76 \times 1.70 - 0.81] \times 2300$$

$$WA = 35,388.60 \text{ Kg.}$$

### Cálculo de Fuerza sísmica

$$H = 0.12P$$

$$H = 0.12 (35,388.60)$$

$$H = 3,886.63 \text{ Kg.}$$

### Centro de Fuerzas de la Tubería

$$CFT = (2.00, 2.22)$$

### 1era. Condición de Equilibrio ( $\Sigma F_x + H < \mu t (\Sigma F_y + WA)$ )

$$14,452.96 < 15,980.76 \quad \Rightarrow \quad \text{Ok!}$$

$$\mu t = 0.41 \rightarrow \text{Cimiento mejorado}$$

### 2da. Condición de Equilibrio ( $b/3 < x < 2b/3$ )

$$\Sigma M_o^{(+)} = 0$$

$$\Sigma F_x (1.67) + \Sigma F_y (2.00) + WA (1.66) + H (1.05) - R_y (x) = 0$$

$$R_y (x) = 88,669.53 \quad \dots (1)$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad \Rightarrow \quad R_y = 38,977.46 \text{ Kg} \quad \dots (2)$$

(2) en (1)

$$X = 2.27 \quad 1.17 < x < 2.33 \Rightarrow \text{Ok!}$$

### 3era Condición de Equilibrio (Sbase < Sterreno)

$$e = X - \frac{b}{2}$$

$$e = 0.52$$

$$S_{base} = \frac{Ry}{A} (1 \pm \frac{6e}{b})$$

$$S_{base} = \frac{38977.46}{350 \times 170} (1 \pm \frac{6 \times 0.52}{3.50})$$

$$S_{m\acute{a}x} = 1.24 \text{ Kg/cm}^2 \quad \left. \vphantom{S_{m\acute{a}x}} \right\} < \text{St. sobre cimiento mejorado} \Rightarrow \text{Ok!}$$

$$S_{m\acute{i}n} = 0.07 \text{ Kg/cm}^2 \quad \left. \vphantom{S_{m\acute{i}n}} \right\} < \text{St. sobre cimiento mejorado} \Rightarrow \text{Ok!}$$

### Diseño de Anillos de Soporte de Tubería de Presión

#### Esfuerzo actuante

$$ft = 2(3726.71 + 2020.39 + 746.88) = 12,987.96 \text{ Kg}$$

#### Esfuerzo Admisible Ft

$$Ft = 0.5 Fy$$

$$Ft = 0.5 \times 4200$$

$$Ft = 2100 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\Rightarrow As > \frac{ft}{Ft} = 6.18 \text{ cm}^2$$

#### Cálculo del Espaciamiento entre barras

$$S = \frac{100(2Ab)}{A S} \rightarrow \text{Considerando } \phi \text{ 3/8} \Rightarrow S = 22.98$$

$$\therefore \phi \text{ 3/8 } \partial .20$$

Nota: La armadura será con  $\phi \frac{1}{2} \varnothing 0.40$  ambos sentidos para anclar los Anillos,  $\square \phi \frac{3}{8} \varnothing 0.45$  en los anillos.

### ANCLAJE A7

#### CALCULANDO VOLUMEN MÍNIMO DEL ANCLAJE

$$VMINA > \frac{(\sum F_x - \sum F_y)}{\mu t} 2300$$

Consideremos  $\mu t = 0.30$

$$VMINA > 8.22 M^3$$

$$VTUBO = 0.88 M^3$$

$$VTOTAL MÍNIMO > 9.10 M^3$$

$$VTUBO = \frac{(\pi \times D^2)}{\mu} \left( \frac{b1}{\text{Cos}\alpha} + \frac{b2}{\text{Cos}\beta} \right)$$

$$b1 = 1.30$$

$$b2 = 2.55$$

$$\alpha = 25^\circ 36'$$

$$\beta = 20^\circ 14'$$

#### Cálculo del Centro de gravedad del Anclaje

$$A1 = 0.40 m^2, \quad X = 0.43, \quad Y = 3.70$$

$$A2 = 1.20, \quad X = 2.15, \quad Y = 2.86$$

$$A3 = 2.72, \quad X = 0.65, \quad Y = 2.45$$

$$A4 = 2.93, \quad X = 2.58, \quad Y = 1.98$$

$$A5 = 1.54, \quad X = 1.93, \quad Y = 1.20$$

$$A_6 = 0.95 \quad , \quad X = 0.48 \quad , \quad Y = 0.50$$

$$AT = 9.74$$

$$X_g = \frac{(.4)(.43) + (1.2)(2.15) + (2.72)(.65) + (2.93)(2.58) + (1.54)(1.93) + (.95)(.48)}{9.74}$$

$$X_g = 1.59 \text{ mts.}$$

$$Y_g = \frac{(.4)(3.7) + (1.2)(2.86) + (2.72)(2.45) + (2.93)(1.98) + (1.54)(1.2) + (.98)(.5)}{9.74}$$

$$Y_g = 2.02$$

$$C.g = ( 1.59 , 2.02 )$$

#### Cálculo del Peso del Anclaje

$$WA = [(0.40 + 1.20 + 2.72 + 2.95) \times 1.50 + (1.54 + 0.95) \times 3.00 - 0.88] \times 2300$$

$$WA = 40.169.50 \text{ Kg.}$$

#### Cálculo de Fuerza sísmica

$$H = 0.12P$$

$$H = 0.12 (40,169.50)$$

$$H = 4,820.34 \text{ Kg.}$$

#### Centro de Fuerzas de la Tubería

$$CFT = (1.30 , 2.99)$$



1era. Condición de Equilibrio ( $\sum F_x + H) < \mu t (\sum F_y + WA)$

$$13,077.79 < 19,998.99 \Rightarrow \text{Ok!}$$

$\mu t = 0.41 \rightarrow$  Cimiento mejorado

2da. Condición de Equilibrio ( $b/3 < x < 2b/3$ )

$$\sum M_o^{(+)} = 0$$

$$\sum F_x (2.99) + \sum F_y (1.30) + WA (1.59) + H (2.02) - R_y (x) = 0$$

$$R_y (x) = 109,487.47 \quad \dots (1)$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow R_y = 48,778.04 \text{ Kg} \quad \dots (2)$$

(2) en (1)

$$X = 2.24$$

$$1.28 < x < 2.57 \Rightarrow \text{Ok!}$$

3era Condición de Equilibrio ( $S_{base} < S_{terreno}$ )

$$e = X - \frac{b}{2}$$

$$e = 0.32$$

$$S_{base} = \frac{R_y (1 \pm 6e)}{A \quad b}$$

$$S_{base} = \frac{4877804}{350 \times 300} (1 \pm \frac{6 \times 0.32}{3.85})$$

$$S_{\text{máx}} = 0.63 \text{ Kg/cm}^2 \quad \left. \begin{array}{l} < S_{\text{terreno}} \\ < S_{\text{terreno}} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{Ok!}$$

$$S_{\text{mín}} = 0.21 \text{ Kg/cm}^2 \quad \left. \begin{array}{l} < S_{\text{terreno}} \\ < S_{\text{terreno}} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{Ok!}$$

## Diseño de Anillos de Soporte de Tubería de Presión

### Esfuerzo actuante

$$f_t = 2(3264.40 + 2160.43 + 685.57) = 12,220.80 \text{ Kg}$$

### Esfuerzo Admisible

$$F_t = 0.5 F_y$$

$$F_t = 0.5 \times 4200$$

$$F_t = 2100 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\Rightarrow A_s > \frac{f_t}{F_t} = 5.82 \text{ cm}^2$$

### Cálculo del Espaciamiento entre barras

$$S = \frac{100 (2Ab)}{A S} \rightarrow \begin{array}{l} \text{Considerando } \phi 3/8 \Rightarrow S = 24.40 \text{ cm} \\ \phi 1/2 \Rightarrow S = 44.33 \text{ cm} \end{array}$$

$$\therefore \phi 1/2 \partial .40$$

### DISEÑO DE PARRILLA

$$\frac{M_v}{\phi} = \frac{63 \times 75^2}{2 (0.9)} = 196,875.00 \text{ Kg-cm}$$

$$\text{Mur mín} = 54.34 \times 100 \times 32^2 = 5,564,416 \text{ Kg-cm}$$

$$\text{Mur mín} = 7.4 \times 100 \times 31^2 = 757,760 \text{ Kg-cm}$$

$$\text{Mur mín} > M_v \Rightarrow A_{s\text{min}} = \text{minbd}$$

$$A_{s\text{min}} = 0.0018 \times 100 \times 32 = 5.76 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{100 A_b}{A_s} \Rightarrow \begin{array}{l} \phi 1/2 \Rightarrow S = 22.40 \\ \phi 1/2 \partial .20 \end{array}$$

## ACERO DE REPARTICION

$$\% \text{ Asr} = \frac{55}{\sqrt{L}} \quad \text{pero } L = 0.75 \Rightarrow \% \text{ Asr} = 63.51\% \Rightarrow \% \text{ Asr} = 50\%$$

$$\text{Asr} = 2.88 \text{ cm}^2 \quad \phi \frac{1}{2}'' \rightarrow S = 44.79 \Rightarrow \phi \frac{1}{2}'' \text{ @ } 0.40 \text{ mts.}$$

## ANCLAJE A8

### PREDISEÑANDO LAS DIMENSIONES

$$V_{\text{MINA}} > \frac{(\sum F_x - \sum F_y)}{2300} \mu t$$

$$\text{Consideremos } \mu t = 0.30$$

$$V_{\text{MINA}} > 34.91 \text{ M}^3$$

$$V_{\text{TUBO}} = 1.28 \text{ M}^3$$

$$V_{\text{TOTAL MÍNIMO}} > 36.19 \text{ M}^3$$

### ANALIZANDO EN EL CUADRANTE X - Y

#### Cálculo del Centro de gravedad del Anclaje

$$A_1 = 0.52 \text{ m}^2, \quad X = 0.56, \quad Y = 1.89$$

$$A_2 = 5.03, \quad X = 1.97, \quad Y = 1.04$$

$$A_3 = 1.37, \quad X = 4.47, \quad Y = 1.04$$

$$A_4 = 2.00, \quad X = 2.50, \quad Y = 0.20$$

$$A_T = 8.92$$

$$X_g = \frac{(0.52)(0.56) + (5.03)(1.97) + (1.37)(4.47) + (2.00)(2.50)}{8.92}$$

$$X_g = 2.39 \text{ mts.}$$

$$Y_g = \frac{(0.52)(1.89) + (5.03)(1.04) + (1.37)(1.04) + (2.00)(0.20)}{8.92}$$

$$Y_g = 0.90$$

$$C.g = (2.39, 0.90)$$

### Cálculo del Peso del Anclaje

$$WA = [(0.52+5.03) \times 2.83 + 1.37 \frac{(2.91+3.98)}{2} + 2 \times 5 - 1.28] \times 2300$$

$$WA = 67,036.15 \text{ Kg.}$$

### Cálculo de Fuerza sísmica

$$H = 0.12P$$

$$H = 0.12 (67,036.15)$$

$$H = 8,044.34 \text{ Kg.}$$

### Centro de Fuerzas de la Tubería

$$CFT = (1.69, 1.18)$$

1era. Condición de Equilibrio  $(\sum F_x + H) < \mu t (\sum F_y + WA)$

$$37251.41 < 37,845.89 \quad \Rightarrow \quad \text{Ok!}$$

$\mu t = 0.45 \rightarrow$  Cimiento mejorado con falsa zapata.

2da. Condición de Equilibrio  $(b/3 < x < 2b/3)$

$$\sum M_o^{(+)} = 0$$

$$\sum F_x (1.18) + \sum F_y (1.69) + WA (2.39) + H (0.90) - R_y (x) = 0$$

$$R_y (x) = 230,761.88 \quad \dots (1)$$

$$\sum F_y = 0 \quad \Rightarrow \quad R_y = 84,101.97 \text{ Kg} \quad \dots (2)$$

(2) en (1)

$$X = 2.74 \quad 1.67 < X < 3.33 \Rightarrow \text{Ok!}$$

3era Condición de Equilibrio (Sbase < Sterreno)

$$e = X - \frac{b}{2}$$

$$e = 0.24$$

$$S_{base} = \frac{R_y (1 \pm 6e)}{A \quad b}$$

$$S_{base} = \frac{84,101.97 (1 \pm 6 \times 0.24)}{500 \times 500 \quad 5.00}$$

$$S_{\text{máx}} = 0.43 \text{ Kg/cm}^2 \quad \left. \begin{array}{l} < \text{Sterreno Mejorando} \Rightarrow \text{Ok!} \\ < \text{Sterreno Mejorando} \Rightarrow \text{Ok!} \end{array} \right\}$$

$$S_{\text{mín}} = 0.24 \text{ Kg/cm}^2 \quad \left. \begin{array}{l} < \text{Sterreno Mejorando} \Rightarrow \text{Ok!} \\ < \text{Sterreno Mejorando} \Rightarrow \text{Ok!} \end{array} \right\}$$

ANALIZANDO EN EL CUADRANTE Z - Y

Cálculo del Centro de gravedad del Anclaje

$$A1 = 1.75 \text{ m}^2, \quad X = 2.57, \quad Y = 1.99$$

$$A2 = 1.37, \quad X = 3.45, \quad Y = 1.04$$

$$A3 = 2.25 \quad , \quad X = 2.03 \quad , \quad Y = 1.04$$

$$\underline{A4 = 2.00} \quad , \quad X = 2.50 \quad , \quad Y = 0.20$$

$$AT = 7.37$$

$$Xg = \frac{(1.75)(2.57) + (1.37)(3.45) + (2.25)(2.03) + (2.00)(2.50)}{7.37}$$

$$Xg = 2.55 \text{ mts.}$$

$$Yg = \frac{(1.75)(1.99) + (1.37)(1.04) + (2.25)(1.04) + (2.00)(0.20)}{7.37}$$

$$Yg = 1.04$$

$$C.g = (2.55, 1.04)$$

#### Centro de Fuerzas de la Tubería

$$CFT = (1.90, 1.18)$$

#### 1era. Condición de Equilibrio ( $\Sigma Fz + H$ ) < $\mu t$ ( $\Sigma Fy + Wy$ )

$$19,586.01 < 37,845.89 \quad \Rightarrow \quad \text{Ok!}$$

#### 2da. Condición de Equilibrio ( $b/3 < x < 2b/3$ )

$$\Sigma Mo^{(+)} = 0$$

$$\Sigma Fz (1.18) + \Sigma Fy (1.90) + WA (2.55) + H (1.04) - Ry (x) = 0$$

$$Ry (x) = 225,352.52 \quad \dots (1)$$

$$\Sigma Fy = 0 \quad \Rightarrow \quad Ry = 84,101.97 \text{ Kg} \quad \dots (2)$$

(2) en (1)

$$X = 2.68$$

$$1.67 < X < 3.33 \Rightarrow \text{Ok!}$$

### 3era Condición de Equilibrio (Sbase < Sterreno)

$$e = X - \frac{b}{2}$$

$$e = 0.18$$

$$S_{base} = \frac{R_y}{A} (1 \pm \frac{6 \cdot e}{b})$$

$$S_{base} = \frac{84,101.97}{500 \times 500} (1 \pm \frac{6 \times 0.18}{5})$$

$$\left. \begin{array}{l} S_{\max} = 0.41 \text{ Kg/cm}^2 \\ S_{\min} = 0.26 \text{ Kg/cm}^2 \end{array} \right\} \begin{array}{l} < \text{Sterreno Mejorando} \Rightarrow \text{Ok!} \\ < \text{Sterreno Mejorando} \Rightarrow \text{Ok!} \end{array}$$

### Diseño de Anillos de Soporte de Tubería de Presión

#### Esfuerzo actuante

$$f_t = 2(2514.62 + 1729.22) = 8,487.68 \text{ Kg}$$

#### Esfuerzo Admisible

$$F_t = 0.5 F_y$$

$$F_t = 0.5 \times 4200$$

$$F_t = 2100 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\Rightarrow A_s > \frac{f_t}{F_t} = 4.04 \text{ cm}^2$$

### Cálculo del Espaciamiento entre barras

$$S = \frac{100 (2Ab)}{A S} \rightarrow \text{Considerando } \phi \text{ 3/8} \Rightarrow S = 35.14 \text{ cm}$$

$$\therefore \phi \text{ 3/8"} \approx 0.30$$

### DISEÑO DE ARMADURA

$$\frac{M_v}{\phi} = \frac{43 \times 115^2}{2 (0.9)} = 315,930.56 \text{ Kg-cm}$$

$$\text{Mur } p_{\text{mín}} = 54.34 \times 100 \times 32^2 = 5'564,416 \text{ Kg-cm}$$

$$\text{Mur } p_{\text{mín}} = 7.4 \times 100 \times 32^2 = 757,760 \text{ Kg-cm}$$

$$\text{Mur } p_{\text{mín}} > M_v \Rightarrow A_{\text{min}} = p_{\text{min}} b d$$

$$A_{\text{min}} = 0.0018 \times 100 \times 32 = 5.76 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{100 A_b}{A_s} \Rightarrow \phi \text{ 1/2"} \Rightarrow S = 22.40$$
$$\phi \text{ 1/2"} \approx 0.20$$

### ACERO DE REPARTICION

$$\% \text{ Asr} = \frac{55}{\sqrt{L}} \text{ pero } L = 1:15 \Rightarrow \% \text{ Asr} = 51.29\% \Rightarrow \% \text{ Asr} = 50\%$$

$$\text{Asr} = 2.88 \text{ cm}^2 \quad \phi \text{ 1/2"} \rightarrow S = 44.79 \Rightarrow \phi \text{ 1/2"} \approx 0.40 \text{ mts.}$$

### ANCLAJE A9

### CALCULANDO VOLUMEN MÍNIMO DEL ANCLAJE

$$V_{\text{MINA}} > \frac{(\sum F_z - \sum F_y)}{\mu t}$$

$$V_{\text{MINA}} > 4.90 \text{ M}^3$$



$$VTUBO = 0.30 M^3$$

$$VTOTAL \text{ MÍNIMO } > 5.20 M^3$$

### Cálculo del Centro de gravedad del Anclaje

$$A1 = 2.24 m^2, \quad X = 0.64, \quad Y = 0.88$$

$$A2 = 1.17, \quad X = 1.62, \quad Y = 0.88$$

$$A3 = 1.24, \quad X = 2.31, \quad Y = 0.88$$

$$AT = 4.65$$

$$Xg = \frac{(2.24)(0.64) + (1.17)(1.62) + (1.24)(2.31)}{4.65}$$

$$Xg = 1.33 \text{ mts.}$$

$$Yg = \frac{(2.24)(0.88) + (1.17)(0.88) + (1.24)(0.88)}{4.65}$$

$$Yg = 0.88$$

$$C.g = (1.33, 0.88)$$

### Cálculo del Peso del Anclaje

$$WA = \left\{ [(1.95)(2) + (1.95)(0.81) \times 2] \times 1.75 - 0.30 \right\} \times 2300$$

$$WA = 21.364.99 \text{ Kg.}$$

### Cálculo de Fuerza sísmica

$$H = 0.12P$$

$$H = 2,563.80 \text{ Kg.}$$

Centro de Fuerzas de la Tubería

$$CFT = (1.69, 1.33)$$

1era. Condición de Equilibrio ( $\Sigma Fz + H < \mu t (\Sigma Fy + WA)$ )

$$6,206.53 < 9,120.43 \Rightarrow \text{Ok!} \quad \mu t = 0.41 \rightarrow \text{Cimiento mejorado}$$

2da. Condición de Equilibrio ( $b/3 < x < 2b/3$ )

$$\Sigma Mo^{(c)} = 0$$

$$\Sigma Fz (1.33) + \Sigma Fy (1.69) + WA (1.33) + H (0.88) - Ry (x) = 0$$

$$Ry (x) = 37,003.54 \quad \dots (1)$$

$$\Sigma Fy = 0 \quad \Rightarrow \quad Ry = 22,244.95 \text{ Kg} \quad \dots (2)$$

(2) en (1)

$$X = 1.66 \quad 0.89 < x < 1.77 \Rightarrow \text{Ok!}$$

3era Condición de Equilibrio ( $S_{base} < \text{Sterreno}$ )

$$e = X - \frac{b}{2}$$

$$e = 0.33$$

$$S_{base} = \frac{Ry}{A} (1 \pm \frac{6e}{b})$$

$$S_{base} = \frac{22,244.95}{54,795} (1 \pm \frac{6 \times 0.33}{2.66})$$

$$S_{\text{máx}} = 0.71 \text{ Kg/cm}^2 \quad \left. \begin{array}{l} < \text{Sterreno Mejorado} \Rightarrow \text{Ok!} \\ < \text{Sterreno Mejorado} \Rightarrow \text{Ok!} \end{array} \right\}$$

$$S_{\text{mín}} = 0.10 \text{ Kg/cm}^2$$

## Diseño de Anillos de Soporte de Tubería de Presión

### Esfuerzo actuante

$$f_t = 2(2,514.62 + 1,729.22) = 8,487.68 \text{ Kg}$$

### Esfuerzo Admisible Ft

$$F_t = 0.5 F_y$$

$$F_t = 0.5 \times 4200$$

$$F_t = 2100 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\Rightarrow A_s > \frac{f_t}{F_t} = 4.04 \text{ cm}^2$$

### Cálculo del Espaciamiento entre barras

$$S = \frac{100 (2Ab)}{A_s} \rightarrow \text{Considerando } \phi \text{ 3/8"} \Rightarrow S = 35.14 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow \text{Anillos } \phi \text{ 3/8"} \text{ } \partial .30$$

### DISEÑO DE ARMADURA

$$\frac{M_v}{\phi} = \frac{W_v m^2}{2\phi} = \frac{43 \times 115^2}{2(0.9)} = 315,930.56 \text{ Kg-cm}$$

$$\text{Mur } p_{\text{mín}} = K_1 b d^2 = 54.34 \times 100 \times 32^2 = 5'564,416 \text{ Kg-cm}$$

$$\text{Mur } p_{\text{mín}} = K_2 b d^2 = 7.40 \times 100 \times 32^2 = 757,760 \text{ Kg-cm}$$

$$\text{Mur } p_{\text{mín}} > M_v \Rightarrow A_{s_{\text{min}}} = \text{min} b x d$$

$$A_{s_{\text{min}}} = 0.0018 \times 100 \times 32 = 5.76 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{100 A_b}{A_s} \Rightarrow \phi \text{ 1/2"} \Rightarrow S = 22.40 \Rightarrow \phi \text{ 1/2"} \text{ } \partial .20$$

### ACERO DE REPARTICIÓN

$$\% \text{ Asr} = 55 \quad L = 1.15 \Rightarrow \% \text{ Asr} = 51.29\% \Rightarrow \% \text{ Asr} = 50\%$$

$$\text{Asr} = 2.88 \text{ cm}^2 \quad \phi \frac{1}{2} \rightarrow S = 44.79 \Rightarrow \phi \frac{1}{2}'' \text{ } \partial .40 \text{ mts.}$$

### ANCLAJE A10 - A11

#### CALCULANDO VOLUMEN MÍNIMO DEL ANCLAJE

$$V_{\text{MINA}} > \frac{(\sum F_x - \sum F_y)}{2300 \mu t}$$

Consideremos  $\mu t = 0.30$

$$V_{\text{TOTAL}} > 12.76 \text{ M}^3$$

#### Dimensionando el Anclaje

$$V \text{ TUBO} = 0.34 \text{ m}^3$$

$$A1 = 4.73 \text{ m}^2, \quad X = 1.75, \quad Y = 1.18$$

$$A2 = 1.75, \quad X = 1.75, \quad Y = 0.25$$

$$AT = 6.48$$

$$X_g = \frac{(4.73)(1.75) + (1.75)(1.75)}{6.48}$$

$$X_g = 1.75 \text{ mts.}$$

$$Y_g = \frac{(4.73)(1.18) + (1.75)(0.25)}{6.48}$$

$$Y_g = 0.93$$

$$C.g = ( 1.75 , 0.93 )$$

### Cálculo del Peso del Anclaje

$$WA = (4.73 \times 1.50 + 1.75 \times 3.00 - 0.34) \times 2300$$

$$WA = 27611.50 \text{ Kg.}$$

### Cálculo de Fuerza sísmica

$$H = 0.12P$$

$$H = 3,313.38 \text{ Kg.}$$

### 1era. Condición de Equilibrio ( $\Sigma F_x + H < \mu t (\Sigma F_y + WA)$ )

$$12,262.53 < 12,646.92 \quad \Rightarrow \quad \text{Ok!} \quad \mu t = 0.45 \rightarrow \text{Sobre falsa zapata}$$

### 2da. Condición de Equilibrio ( $b/3 < x < 2b/3$ )

$$\Sigma M_o^{(+)} = 0$$

$$\Sigma F_x (1.43) + \Sigma F_y (1.75) + WA (1.75) + H (0.93) - R_y (x) = 0$$

$$R_y (x) = 65,061.20 \quad \dots (1)$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad \Rightarrow \quad R_y = 28,104.27 \text{ Kg} \quad \dots (2)$$

(2) en (1)

$$X = 2.31 \quad 1.17 < x < 2.33 \Rightarrow \text{Ok!}$$

### 3era Condición de Equilibrio (Sbase < Sterreno)

$$e = X - \frac{b}{2}$$

$$e = 0.56$$

$$S_{base} = \frac{R_y}{A} (1 \pm \frac{6e}{b})$$

$$S_{base} = \frac{28.104.27}{350 \times 300} (1 \pm \frac{6 \times 0.33}{3.5})$$

$$S_{m\acute{a}x} = 0.52 \text{ Kg/cm}^2 \quad \left. \vphantom{S_{m\acute{a}x}} \right\} < \text{Sterreno Mejorado} \Rightarrow \text{Ok!}$$

$$S_{m\acute{i}n} = 0.01 \text{ Kg/cm}^2 \quad \left. \vphantom{S_{m\acute{i}n}} \right\} < \text{Sterreno Mejorado} \Rightarrow \text{Ok!}$$

### DISEÑO DE ARMADURA

$$\frac{M_v}{\phi} = \frac{W v m^2}{2\phi} = \frac{52 \times 50^2}{2(0.9)} = 72,222.22 \text{ Kg-cm}$$

$$\text{Mur m\acute{i}n} = K_1 b d^2 = 54.34 \times 100 \times 42^2 = 9'585,576 \text{ Kg-cm}$$

$$\text{Mur m\acute{i}n} = K_2 b d^2 = 7.40 \times 100 \times 42^2 = 1'305,360 \text{ Kg-cm}$$

$$\text{Mur m\acute{i}n} > \underline{M_v} \Rightarrow A_{s\text{min}} = \text{min} b x d$$

$$A_{s\text{min}} = 0.0018 \times 100 \times 42 = 7.56 \text{ cm}^2$$

### Espaciamiento entre barras

$$S = \frac{100 A_b}{A_s} \Rightarrow \phi \frac{1}{2}'' \Rightarrow S = 17.06 \Rightarrow \phi \frac{1}{2}'' \partial .15$$

### ACERO DE REPARTICION

$$\% A_{sr} = \frac{55}{\sqrt{L}} L = 0.50 \Rightarrow \% A_{sr} = 77.78 > 50 \Rightarrow \% A_{sr} = 50\%$$

$$A_{sr} = 3.78 \text{ cm}^2 \quad \phi \frac{1}{2}'' \rightarrow S = 34.13 \Rightarrow \phi \frac{1}{2}'' \partial .30 \text{ mts.}$$

#### 4.5.2 DISEÑO DE APOYOS.

- a) fuerzas que intervienen en los apoyos

$W = (\text{Peso del tubo más peso del agua})$  por unidad longitudinal.

Esta a su vez tiene 2 componentes  $W_x$  y  $W_y$ .

$W_x =$  Fuerza longitudinal, paralela al tubo.

$W_y =$  Fuerza perpendicular al tubo.

$F_2 =$  Fuerza de fricción entre tubo y apoyo, originada por  $W_y$ .

- b) Fuerzas que intervienen para el cálculo.

$F_1 = W_y$  Componente del peso del tubo con agua por unidad de longitud perpendicular al tubo.

$F_2 =$  Fuerza de fricción entre apoyo y tubo.

La componente  $W_x$  no actúa para el apoyo sino para el cálculo de anclaje.

- c) Valor de  $F_1$  y  $F_2$ .

$F_1 = W \cdot L_a \cdot \cos a$ .

Pero:  $W = W_t + W_a$ .

Reemplazando en  $F_1$ .

$F_1 = (W_t + W_a) \times L_a \times \cos a$ .

$F_2 = u \cdot F_1$

Donde :

$W_t =$  Peso del tubo por unidad de longitud (N/m) o (Kg.f/m).

$W_a$  = Peso del agua en el tubo por unidad de longitud (N/m) o (Kg.f/m).

H = Coeficiente de fricción entre tubo y concreto (acero y concreto) (u=0.5 ó 0.6).

$L_a$  = Distancia entre los apoyos o entre los puntos medios de 2 tramos consecutivos.

A = Ángulo de inclinación de la tubería.

Operando en las fórmulas, haciendo intervenir el concepto de peso, en función del peso específico, volumen y características geométricas del tubo y agua, tenemos:

$$W_t = Y_t \times T_t$$

$$W_t = Y_t \times \frac{\pi}{4} (D_e^2 - D^2) \quad (\text{kg/m})$$

$$W_a = Y_a \times \frac{\pi}{4} D_e^2 \quad (\text{kg/m})$$

Donde:

$Y_t$  = Peso específico de la tubería (N/m<sup>3</sup> ó Kg-f/m<sup>3</sup>).

$Y_a$  = Peso específico del agua (N/m<sup>3</sup> ó Kg - f/m<sup>3</sup>).

$D_e$  = Diámetro exterior del tubo en m.

D = Diámetro interior del tubo en m.

$L_a$  = Longitud entre apoyos en m.

Esta longitud no debe causar deflexiones excesivas, ni esfuerzos de flexión mayores a los admisibles en la tubería.

Generalmente, se aconseja que:



$$L_a \leq 8 \text{ m.}$$

La flecha máxima  $\Delta$  se calcula mediante:

$$\Delta = 5/384 \times W \times L_a^4 / (E \times I)$$

Y el momento flector máximo es como viga simplemente apoyada

$$M = W \cdot L_a^2 / 8$$

Donde:

$$M = W_t + W_a$$

E = Módulo de elasticidad del material de la tubería.

I = Momento de inercia de la sección.

Para el caso de vigas se conoce que:

$$\Delta_{\text{adm.}} = \frac{1}{360} \times L_a$$

d) Cálculo de las fuerzas

Se presentan dos casos:

1.- Cuando la tubería se está dilatando

2.- Cuando la tubería se está contrayendo

**Para el primer caso.**

$$W = \text{Peso del apoyo: } W = V \times Y_c$$

Donde:

V = Volumen de concreto del apoyo

$$Y_c = \text{Peso específico del concreto} = 2,300 \text{ Kg/m}^3$$

R<sub>x</sub> = Reacción horizontal del suelo contra el apoyo

R<sub>y</sub> = Reacción vertical del suelo contra el apoyo

$X$  = Distancia de la  $R_x$  al punto 0.

Para asegurar la estabilidad del apoyo se deben cumplir tres condiciones:

1.  $\Sigma F_x < \mu_t \times \Sigma F_y$

Donde:

$\mu_t$  = Coeficiente de fricción entre el apoyo de concreto y el terreno.

$\Sigma F_x$  = Sumatoria de las fuerzas en x.

$\Sigma F_y$  = Sumatoria de las fuerzas en y.

2.  $S_{base} < S_{adm. \text{ del terreno}}$

$S_{base}$  = Esfuerzo de compresión sobre el terreno.

$S_{adm}$  = Esfuerzo de compresión admisible del terreno

$$S_{base} = R_y / A \times (1 \pm 6 \cdot e / b)$$

El doble signo significa que habrá  $S_{m\acute{a}x.}$  Y  $S_{m\acute{i}n.}$

$R_y$  = Reacción vertical del suelo contra el apoyo

$b$  = Largo de la base del apoyo

$A$  = Area de la base del apoyo

$e$  = Excentricidad de la reacción vertical.

$$e = x - b/2$$

- 3 El Sbase mínimo debe ser positivo; en caso contrario significará que se produce el volteo del apoyo.

CALCULOS PREVIOS – VERIFICANDO DISTANCIA ENTRE  
APOYOS

Cálculo del momento flector y flecha máxima originada por el peso del tubo y agua

$$M = \frac{(wt + wa) La^2}{8} = 967.09 \text{ Kg-mt}$$

Flecha Maxima

$$\Delta = \frac{5}{384} \times \frac{(wt + wa) \times La^4}{EI}$$

$$E = 21.02 \times 10^9 \text{ Kg/m}^2$$

Momento de Fuerzas axiales  $I_x = I_y = I$

$$I = \pi (De^4 + D^4)/64$$

$$I = 3.14 (0.518^4 - 0.500^4)/64$$

$$I = 4.662 \times 10^{-4}$$

$$\therefore \Delta = \frac{5}{384} \frac{(113.12 + 196.35) \times 5^4}{(21.02 \times 10^9) (4.662 \times 10^{-4})}$$

$$\Delta \text{ máx} = 0.00026 \text{ mts.}$$

Flecha Admisible

$$\Delta \text{ Adm} = \frac{1}{360} \times La = 0.01389 \text{ mts.}$$

$$\Delta \text{ Max} \ll \Delta \text{ Adm} \Rightarrow \text{Ok}$$

## APOYOS TRAMO 1

$$F1 = (wt + wa) La \times \text{Cos}\alpha$$

$$F1 = 1476.14 \text{ Kg}$$

$$F2 = \mu F1$$

$$F2 = 738.01 \text{ Kg}$$

$$\Sigma F_x = -F1 \text{ Sen}\alpha - F2 \text{ Cos}\alpha \quad \Rightarrow \quad \Sigma F_x = -1146.70 \text{ Kg.}$$

$$\Sigma F_y = -F1 \text{ Cos}\alpha + F2 \text{ Sen}\alpha \quad \Rightarrow \quad \Sigma F_y = -1186.90 \text{ Kg.}$$

### Calculando Volumen Mínimo

$$V > \frac{(\Sigma F_x - \Sigma F_y)/2300}{\mu t} \quad \mu t = 0.30$$

$$V > 1.15 \text{ m}^3$$

### Calculando el Centro de Gravedad

$$A1 = 0.06 \quad X = 0.40 \quad Y = 1.76$$

$$A2 = 0.72 \quad X = 0.30 \quad Y = 1.10$$

$$A3 = 0.70 \quad X = 0.70 \quad Y = 0.25$$

$$AT = 1.48$$

$$X_g = \frac{(0.06)(0.40) + (0.72)(0.30) + (0.70)(0.70)}{1.48} = 0.49$$

$$Y_g = \frac{(0.06)(1.76) + (0.72)(1.10) + (0.70)(0.25)}{1.48} = 0.72$$

$$C_g = (0.49, 0.72)$$

Volumen que ocupa el tubo

$$VTUBO = \frac{\pi D^2}{8} \left( \frac{b}{\cos\alpha} \right) = 0.07 \text{ m}^3$$

Peso del Apoyo

$$WA = [(1.48) \times 1.00 - 0.07] \times 2300$$

$$WA = 3,243 \text{ Kg.}$$

Cálculo de Fuerza Sísmica

$$H = 0.12P$$

$$H = 0.12 (2783)$$

$$H = 389.16 \text{ Kg}$$

Centro de Fuerzas de la tubería

$$CFT (0.30, 1.55)$$

1era. Condición de Equilibrio  $(\sum F_x + H) < \mu t (\sum F_y + WA)$

$$1,535.86 < 1,550.47 \Rightarrow \text{Ok!} \quad \mu t = 0.35$$

2da. Condición de Equilibrio  $(b/3 < x < 2b/3)$

$$\sum M_o^{(c)} = 0$$

$$\sum F_x (1.55) + \sum F_y (0.30) + WA (0.49) + H (0.72) - R_y (x) = 0$$

$$R_y (x) = 4002.72 \quad \dots (1)$$

$$\sum F_y = 0 \quad \Rightarrow \quad R_y = 4429.90 \text{ Kg} \quad \dots (2)$$

(2) en (1)

$$X = 0.90$$

$$0.47 < x < 0.93 \Rightarrow \text{Ok!}$$

3era Condición de Equilibrio (Sbase < Sterreno)

$$e = X - \frac{b}{2}$$

$$e = 0.20$$

$$S_{base} = \frac{R_y}{A} (1 \pm \frac{6e}{1.4})$$

$$S_{base} = \frac{4429.90}{140 \times 100} (1 \pm \frac{6 \times 0.20}{1.4})$$

$$S_{\text{máx}} = 0.59 \text{ Kg/cm}^2 \quad \left. \vphantom{S_{\text{máx}}} \right\} < \text{Sterreno} \Rightarrow \text{Ok!}$$

$$S_{\text{mín}} = 0.05 \text{ Kg/cm}^2 \quad \left. \vphantom{S_{\text{mín}}} \right\} < \text{Sterreno} \Rightarrow \text{Ok!}$$

### APOYOS TRAMO 2

$$F1 = 1,531.72 \text{ Kg}$$

$$F2 = 765.86$$

$$\Sigma F_x = -975.27 \text{ Kg}$$

$$\Sigma F_y = -1,407.68 \text{ Kg}$$

Calculando Volumen Mínimo

$$V > 0.80 \text{ m}^3$$

### Calculando el Centro de Gravedad del Apoyo

$$A1 = 0.03 \quad X = 0.40 \quad Y = 1.73$$

$$A2 = 0.72 \quad X = 0.30 \quad Y = 1.10$$

$$A3 = 0.70 \quad X = 0.70 \quad Y = 0.25$$

$$AT = 1.45$$

$$Xg = \frac{(0.03)(0.40) + (0.72)(0.30) + (0.70)(0.70)}{1.45} = 0.50$$

$$Yg = \frac{(0.03)(1.73) + (0.72)(1.10) + (0.70)(0.25)}{1.45} = 0.70$$

$$Cg = (0.50, 0.70)$$

### Volumen que ocupa el tubo

$$VTUBO = \frac{\pi D^2}{8} \left( \frac{b}{\cos \alpha} \right)$$

$$VTUBO = 0.06 \text{ m}^3$$

### Peso del Apoyo

$$WA = [(1.45) \times 1.00 - 0.06] \times 2300$$

$$WA = 3,197 \text{ Kg.}$$

### Cálculo de Fuerza Sísmica

$$H = 0.12P$$

$$H = 383.64 \text{ Kg}$$

### Centro de Fuerzas de la tubería

$$CFT (0.30, 1.50)$$

1era. Condición de Equilibrio ( $\Sigma F_x + H < \mu t (\Sigma F_y + WA)$ )

$$1358.91 < 1611.64 \Rightarrow \text{Ok!} \quad \mu t = 0.35$$

2da. Condición de Equilibrio ( $b/3 < x < 2b/3$ )

$$\Sigma M_o^{(c)} = 0$$

$$\Sigma F_x (1.50) + \Sigma F_y (0.30) + WA (0.50) + H (0.70) - R_y (x) = 0$$

$$R_y (x) = 3752.26 \quad \dots (1)$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad \Rightarrow \quad R_y = 4604.68 \text{ Kg} \quad \dots (2)$$

(2) en (1)

$$X = 0.81 \quad 0.47 < x < 0.93 \Rightarrow \text{Ok!}$$

3era Condición de Equilibrio ( $S_{base} < \text{Sterreno}$ )

$$e = \frac{X - b}{2}$$

$$e = 0.11$$

$$S_{base} = \frac{R_y}{A} (1 \pm \frac{6e}{1.4})$$

$$S_{base} = \frac{4604.68}{140 \times 100} (1 \pm \frac{6 \times 0.11}{1.4})$$

$$S_{\text{máx}} = 0.48 \text{ Kg/cm}^2 \quad \left. \begin{array}{l} < \text{Sterreno} \Rightarrow \text{Ok} \\ < \text{Sterreno} \Rightarrow \text{Ok} \end{array} \right\}$$

$$S_{\text{mín}} = 0.17 \text{ Kg/cm}^2$$



### APOYOS TRAMO 3

$$F1 = 1,533.99 \text{ Kg}$$

$$F2 = 767.00$$

$$\Sigma F_x = -961.49 \text{ Kg.}$$

$$\Sigma F_y = -1,420.19 \text{ Kg.}$$

#### Calculando el Centro de Gravedad del Apoyo

$$A1 = 0.02 \quad X = 0.40 \quad Y = 1.73$$

$$A2 = 0.72 \quad X = 0.30 \quad Y = 1.10$$

$$\underline{A3 = 0.70} \quad X = 0.70 \quad Y = 0.25$$

$$AT = 1.44$$

$$X_g = \frac{(0.02)(0.40) + (0.72)(0.30) + (0.70)(0.70)}{1.44} = 0.50$$

$$Y_g = \frac{(0.02)(1.73) + (0.72)(1.10) + (0.70)(0.25)}{1.44} = 0.70$$

$$C_g = (0.50, 0.70)$$

#### Volumen que ocupa el tubo

$$VTUBO = \frac{\pi D^2}{8} \left( \frac{b}{\cos \alpha} \right)$$

$$VTUBO = 0.06 \text{ m}^3$$

#### Peso del Apoyo

$$WA = [(1.44) \times 1.00 - 0.06] \times 2300$$

$$WA = 3,174 \text{ Kg.}$$

### Cálculo de Fuerza Sísmica

$$H = 0.12P$$

$$H = 380.88 \text{ Kg}$$

### Centro de Fuerzas de la tubería

$$\text{CFT } (0.30, 1.49)$$

### 1era. Condición de Equilibrio ( $\Sigma F_x + H < \mu t (\Sigma F_y + WA)$ )

$$1342.37 < 1607.97 \Rightarrow \text{Ok!} \quad \mu t = 0.35$$

### 2da. Condición de Equilibrio ( $b/3 < x < 2b/3$ )

$$\Sigma M_o^{(c)} = 0$$

$$\Sigma F_x (1.49) + \Sigma F_y (0.30) + WA (0.50) + H (0.70) - R_y (x) = 0$$

$$R_y (x) = 3712.29 \quad \dots (1)$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad \Rightarrow \quad R_y = 4594.19 \text{ Kg} \quad \dots (2)$$

(2) en (1)

$$X = 0.81 \quad 0.47 < x < 0.93 \Rightarrow \text{Ok!}$$

### 3era Condición de Equilibrio ( $S_{base} < S_{terreno}$ )

$$e = X - \frac{b}{2}$$

$$e = 0.11$$

$$S_{base} = \frac{R_y}{A} (1 \pm \frac{6e}{1.4})$$

$$S_{base} = \frac{4594.19}{140 \times 100} (1 \pm \frac{6 \times 0.11}{1.4})$$

$$S_{m\acute{a}x} = 0.48 \text{ Kg/cm}^2 \quad \left. \vphantom{S_{m\acute{a}x}} \right\} < \text{Sterreno} \Rightarrow \text{Ok!}$$

$$S_{m\acute{i}n} = 0.17 \text{ Kg/cm}^2 \quad \left. \vphantom{S_{m\acute{i}n}} \right\} < \text{Sterreno} \Rightarrow \text{Ok!}$$

#### APOYOS TRAMO 4

$$F1 = 1,433.83 \text{ Kg}$$

$$F2 = 716.92$$

$$\Sigma F_x = -1203.38 \text{ Kg.}$$

$$\Sigma F_y = -1,059.11 \text{ Kg.}$$

#### Calculando el Centro de Gravedad del Apoyo

$$A1 = 0.07 \quad X = 0.40 \quad Y = 1.78$$

$$A2 = 0.72 \quad X = 0.30 \quad Y = 1.10$$

$$\underline{A3 = 0.75} \quad X = 0.75 \quad Y = 0.25$$

$$AT = 1.54$$

$$X_g = \frac{(0.07)(0.40) + (0.72)(0.30) + (0.75)(0.75)}{1.54} = 0.52$$

$$X_g = \frac{(0.07)(1.78) + (0.72)(1.10) + (0.75)(0.25)}{1.54} = 0.72$$

$$C_g = (0.52, 0.72)$$

Volumen que ocupa el tubo

$$VTUBO = \frac{\pi D^2}{8} \left( \frac{bo}{\cos\alpha} \right)$$

$$VTUBO = 0.07 \text{ m}^3$$

Peso del Apoyo

$$WA = [(1.54) \times 1.00 - 0.07] \times 2300$$

$$WA = 3,381 \text{ Kg.}$$

Cálculo de Fuerza Sísmica

$$H = 0.12P$$

$$H = 405.72 \text{ Kg}$$

Centro de Fuerzas de la tubería

$$CFT (0.30, 1.57)$$

1era. Condición de Equilibrio ( $\Sigma F_x + H$ ) <  $\mu t (\Sigma F_y + WA)$

$$1609.10 < 1776.04 \Rightarrow \text{Ok!} \quad \mu t = 0.40$$

2da. Condición de Equilibrio ( $b/3 < x < 2b/3$ )

$$\Sigma M_o^{(x)} = 0$$

$$\Sigma F_x (1.57) + \Sigma F_y (0.30) + WA (0.52) + H (0.72) - R_y (x) = 0$$

$$R_y (x) = 4257.28 \quad \dots (1)$$

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow R_y = 4440.11 \text{ Kg} \quad \dots (2)$$

(2) en (1)

$$X = 0.96$$

$$0.5 < x < 1.00 \Rightarrow \text{Ok!}$$

3era Condición de Equilibrio ( $S_{\text{base}} < S_{\text{terreno}}$ )

$$e = X - \frac{b}{2}$$

$$e = 0.21$$

$$S_{\text{base}} = \frac{Ry}{A} (1 \pm \frac{6e}{1.5})$$

$$S_{\text{base}} = \frac{4440.11}{150 \times 100} (1 \pm \frac{6 \times 0.21}{1.5})$$

$$S_{\text{máx}} = 0.54 \text{ Kg/cm}^2 \quad \left. \vphantom{S_{\text{máx}}} \right\} < S_{\text{terreno}} \Rightarrow \text{Ok!}$$

$$S_{\text{mín}} = 0.05 \text{ Kg/cm}^2 \quad \left. \vphantom{S_{\text{mín}}} \right\} < S_{\text{terreno}} \Rightarrow \text{Ok!}$$

#### APOYOS TRAMO 5

$$F1 = 1,415.40 \text{ Kg}$$

$$F2 = 707.70$$

$$\Sigma Fx = - 1219.28 \text{ Kg.}$$

$$\Sigma Fy = - 1,008.74 \text{ Kg.}$$

Calculando el Centro de Gravedad del Apoyo

$$A1 = 0.08$$

$$X = 0.40$$

$$Y = 1.79$$

$$A2 = 0.72 \quad X = 0.30 \quad Y = 1.10$$

$$A3 = 0.75 \quad X = 0.75 \quad Y = 0.25$$

$$AT = 1.55$$

$$X_g = \frac{(0.08)(0.40) + (0.72)(0.30) + (0.75)(0.75)}{1.55} = 0.52$$

$$X_g = \frac{(0.08)(1.79) + (0.72)(1.10) + (0.75)(0.25)}{1.55} = 0.72$$

$$C_g = (0.52, 0.72)$$

Volumen que ocupa el tubo

$$VTUBO = \frac{\pi D^2}{8} \left( \frac{bo}{\cos\alpha} \right)$$

$$VTUBO = 0.07 \text{ m}^3$$

Peso del Apoyo

$$WA = [(1.55) \times 1.00 - 0.07] \times 2300$$

$$WA = 3,404 \text{ Kg.}$$

Cálculo de Fuerza Sísmica

$$H = 0.12P$$

$$H = 408.48 \text{ Kg}$$

Centro de Fuerzas de la tubería

$$CFT (0.30, 1.59)$$

1era. Condición de Equilibrio ( $\Sigma F_x + H) < \mu t (\Sigma F_y + WA)$

$$1,627.76 < 1765.10 \Rightarrow \text{Ok!} \quad \mu t = 0.40$$

2da. Condición de Equilibrio ( $b/3 < x < 2b/3$ )

$$\Sigma M_o^{(c)} = 0$$

$$\Sigma F_x (1.59) + \Sigma F_y (0.30) + WA (0.52) + H (0.72) - R_y (x) = 0$$

$$R_y (x) = 4305.46 \quad \dots (1)$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad \Rightarrow \quad R_y = 4412.74 \text{ Kg} \quad \dots (2)$$

(2) en (1)

$$X = 0.98 \quad 0.5 < x < 1.00 \Rightarrow \text{Ok!}$$

3era Condición de Equilibrio ( $S_{base} < S_{terreno}$ )

$$e = \frac{X - b}{2}$$

$$e = 0.23$$

$$S_{base} = \frac{R_y (1 \pm 6 e)}{A \cdot 1.5}$$

$$S_{base} = \frac{4,412.74}{150 \times 100} \cdot \frac{(1 \pm 6 \times 0.21)}{1.5}$$

$$S_{\text{máx}} = 0.56 \text{ Kg/cm}^2 \quad \left. \begin{array}{l} < S_{\text{terreno}} \Rightarrow \text{Ok!} \\ < S_{\text{terreno}} \Rightarrow \text{Ok!} \end{array} \right\}$$

$$S_{\text{mín}} = 0.02 \text{ Kg/cm}^2$$

## APOYOS TRAMO 6

$$F1 = 1,395.45 \text{ Kg}$$

$$F2 = 697.73$$

$$\Sigma F_x = -1232.19 \text{ Kg.}$$

$$\Sigma F_y = -956.99 \text{ Kg.}$$

### Calculando el Centro de Gravedad del Apoyo

$$A1 = 0.09 \quad X = 0.40 \quad Y = 1.80$$

$$A2 = 0.72 \quad X = 0.30 \quad Y = 1.10$$

$$\underline{A3 = 0.75} \quad X = 0.52 \quad Y = 0.25$$

$$AT = 1.56$$

$$X_g = \frac{(0.09)(0.40) + (0.72)(0.30) + (0.75)(0.75)}{1.56} = 0.52$$

$$X_g = \frac{(0.09)(1.80) + (0.72)(1.10) + (0.75)(0.25)}{1.56} = 0.73$$

$$C_g = (0.52, 0.73)$$

### Volumen que ocupa el tubo

$$VTUBO = \frac{\pi D^2}{8} \left( \frac{bo}{\cos \alpha} \right)$$

$$VTUBO = 0.07 \text{ m}^3$$

### Peso del Apoyo

$$WA = [(1.56) \times 1.00 - 0.07] \times 2300$$

$$WA = 3,427 \text{ Kg.}$$



Cálculo de Fuerza Sísmica

$$H = 0.12P$$

$$H = 411.24 \text{ Kg}$$

Centro de Fuerzas de la tubería

$$\text{CFT } (0.30, 1.60)$$

1era. Condición de Equilibrio ( $\Sigma F_x + H < \mu t (\Sigma F_y + WA)$ )

$$1,643.43 < 1,753.60 \Rightarrow \text{Ok!} \quad \mu t = 0.40$$

2da. Condición de Equilibrio ( $b/3 < x < 2b/3$ )

$$\Sigma M_o^{(c)} = 0$$

$$\Sigma F_x (1.60) + \Sigma F_y (0.30) + WA (0.52) + H (0.73) - R_y (x) = 0$$

$$R_y (x) = 4340.85 \quad \dots (1)$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad \Rightarrow \quad R_y = 4383.99 \text{ Kg} \quad \dots (2)$$

(2) en (1)

$$X = 0.99 \quad 0.5 < x < 1.00 \Rightarrow \text{Ok!}$$

3era Condición de Equilibrio ( $S_{base} < S_{terreno}$ )

$$e = X - \frac{b}{2}$$

$$e = 0.24$$

$$S_{base} = \frac{R_y (1 \pm 6 e)}{A \quad 1.5}$$

$$S_{base} = \frac{4383.99}{150 \times 100} (1 \pm \frac{6 \times 0.24}{1.5})$$

$$S_{m\acute{a}x} = 0.57 \text{ Kg/cm}^2 \quad \left. \vphantom{S_{m\acute{a}x}} \right\} < \text{Sterreno} \Rightarrow \text{Ok!}$$

$$S_{m\acute{i}n} = 0.01 \text{ Kg/cm}^2 \quad \left. \vphantom{S_{m\acute{i}n}} \right\} < \text{Sterreno} \Rightarrow \text{Ok!}$$

#### 4.6 DISEÑO DE LA CASA DE MAQUINAS.

Llamada también Casa de Fuerza, consiste en una construcción cuya función es la de alojar la maquinaria y equipo de generación de la central.

Debido a que la pendiente es muy pronunciada, se ha logrado ubicar en una zona poco accidentada, la que estará ubicada a 15 m. de diferencia de altura respecto al espejo de agua y a 50m. medida en proyección horizontal del río de Shitariyacu, logrando de esta manera descartar cualquier deterioro de la casa por posibles inundaciones.

El área necesaria para la Casa de Fuerza depende del caudal  $Q$  y de la Caída Neta  $H$  (no incluye residencia del operador).

Según la Tabla adjunta, entrando con  $Q = 0.45 \text{ m}^3/\text{seg}$  y  $H = 139.42$ , determinamos que el área destinada a la Casa de Fuerza debería ser por lo menos de  $A=80.00\text{m}^2$ . Para el proyecto se tomó las dimensiones de 9.00 m x 20.00 m. haciendo un área de  $A = 180.00 \text{ m}^2$  considerando ambientes adicionales de Oficina, Almacén, Servicios Higiénicos y un domicilio para el operador, además de un canal de fuga para eliminar las aguas nuevamente hacia la quebrada.

Se optó por una construcción del tipo APORTICADA, con columnas y viga collarín de concreto armado, techo de calamina sobre tijerales de madera tornillo, muros de bloqueta de cemento, puertas de ventanas de fierro.

## DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CASA DE MAQUINAS

### - CÁLCULO DE VIGAS COLLARIN ( AMARRE ).

El análisis se hará para el tramo que tenga mayor longitud de espaciamiento.

DATOS.

$$F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Columnas} = 30 \times 30 \text{ cm}$$

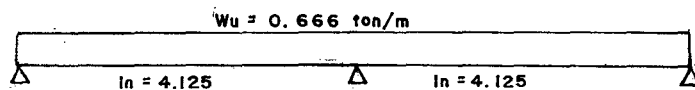
$$\text{Vigas} = 20 \times 30 \text{ cm}$$

### METRADO DE CARGAS

$$\text{PPVC} = 0.20 \times 0.30 \times 2.4 = 0.144 \text{ Ton/m}$$

$$\text{P s/c (proceso constructivo)} = 0.250 \text{ Ton/m}$$

$$W_u = 1.5 (0.144) + 1.8 (0.250) = 0.666 \text{ Ton/m}$$



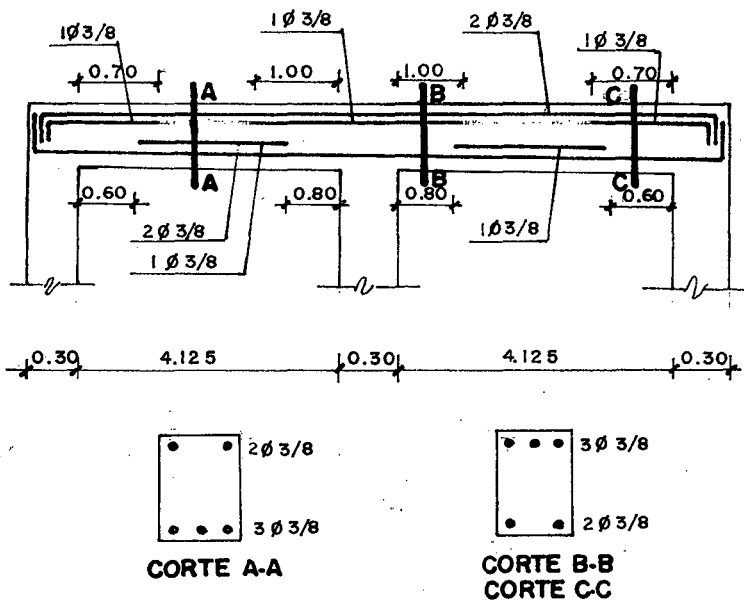
Coef.	1/16	1/14	1/9	1/14	1/16
M +	0.71	0.81	1.26	0.81	0.71
M/φ	0.79	0.90	1.40	0.90	0.79

$$\text{Murpmáx.} = K b d^2 = 54.34 \times 20 \times 24^2 = 6.26 \text{ Ton-m}$$

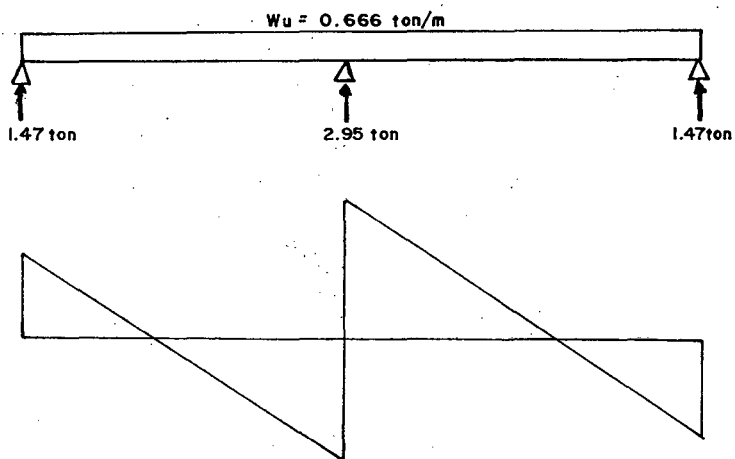
$$\text{Murpmín.} = K b d^2 = 13.44 \times 20 \times 24^2 = 1.55 \text{ Ton-m}$$

$$\text{Por lo tanto: Asmín} = \text{pmín} \times b \times d = 0.0033 \times 20 \times 24 = 1.584 \text{ cm}^2$$

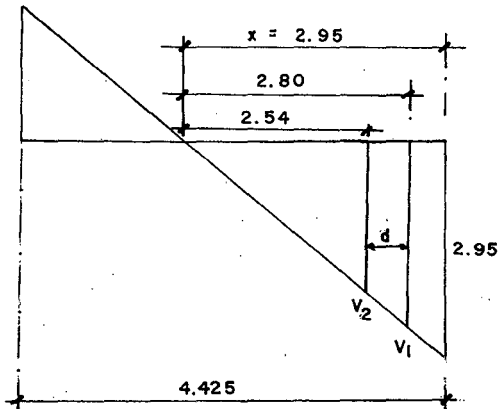
Entonces se colocará 3 aceros corrugados de 3/8"



- DISEÑO POR CORTE.



Se efectuará el cálculo para el tramo central.



Encontramos el centro de corte por relación de triángulos.

$$\frac{1.47 + 2.95}{4.425} = \frac{2.95}{X}$$

$$X = 2.95 \text{ m.}$$

$$dc = r + de + db/2$$

$$dc = 2.5 + 1.0 + 0.64 = 4.14 \text{ m}$$

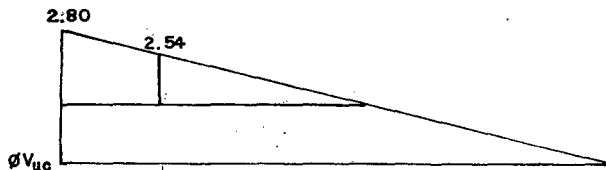
$$d = h - dc$$

$$d = 25.86 \text{ cm}$$

Relación de triángulos.

$$2.95/2.95 = V1/2.80 \text{ Entonces } V1 = 2.80 \text{ Ton}$$

$$2.95/2.95 = V2/2.54 \text{ Entonces } V2 = 2.54 \text{ Ton}$$



$V_u$	2.80	2.54
$V_u/\phi$	3.29	2.99

Cortante Máximo

$$V_{\text{máx}} = 2.1 \times f'c^{1/2} \times b \times d$$

$$V_{\text{máx}} = 15.74 \text{ Ton}$$

$$V_{\text{máx}} > V_{\text{ud}}/\phi$$

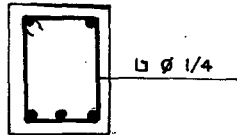
Cortante del concreto

$$V_{\text{uc}} = v_{\text{uc}} \times b \times d$$

$$= 0.5 \times f'c^{1/2} \times b \times d$$

$$V_{\text{uc}} = 3.75 \text{ Ton}$$

Como se puede apreciar, estructuralmente no se necesita refuerzo por corte, pero el Ing. OSHIRO HIGA recomienda que se debe colocar acero por razones sísmicas, por lo tanto se colocará  $\square \phi 1/4$  1 a 0.05, 4 a 0.10, 3 a 0.15, R a 0.30



## DISEÑO DE COLUMNAS

Para realizar el cálculo, se tomó la reacción que transmiten a la columna del pórtico central las vigas analizadas, y con el método de Hardy Croos se calculó los momentos en los elementos de todo el pórtico, procediéndose a tomar el mayor momento de uno de los extremos superiores calculados, además de todo esto, se aumentó la fuerza que transmite el tijeral a la columna, de esta manera,

se acondicionó a la columna a diseñar con todos los esfuerzos máximos que pudiera ocurrir, debido a que los esfuerzos que deba soportar el pórtico son mínimos.

#### DATOS

$$P_d \text{ tijeral} = 0.60 \text{ Ton}$$

$$R \text{ vigas} = 2.95 \text{ Ton}$$

$$\text{Momento} = 0.47 \text{ Ton-m}$$

$$P_u = (2.95 + 0.60) \times 1.5 = 5.325 \text{ Ton}$$

#### ESTUDIO DE $\phi$

$$F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$0.10 \times f_c \times A_g > P_u$$

$$\phi = 0.90$$

#### ANÁLISIS DEL PÓRTICO

$$L_n \text{ col.} = 4.500 - (0.30/2 + 0.50/2) = 4.100 \text{ m}$$

$$L_n \text{ vig} = 4.425 - (0.30/2 + 0.30/2) = 4.125 \text{ m}$$

$$\psi_1 = 0$$

$$\psi_2 = (4EI/L)_{\text{col 1er piso}} / ((4EI/L)_{\text{viga1}} + (4EI/L)_{\text{viga2}})$$

$$\psi_2 = 0.75$$

Del ábaco para estructuras con desplazamientos

$$K = 1.56$$



### CÁLCULO DE luc

$$luc = K \times l_n \text{ col} = 1.56 \times 410 = 639.60$$

### ÍNDICE DE ESBELTEZ

$$K \text{ luc} / r = 639.6 / 0.3 \times 30 = 71.07 > 22$$

$$J_s = 1 / (1 - P_u / \phi P_c)$$

$$P_c = P_F \times EI / (K \text{ luc})^2$$

$$P_c = 353987.16$$

$$J_s = 1.011$$

$$P_u = 3.55 \text{ Ton}$$

$$M_u = 0.47 \text{ Ton-m}$$

### CÁLCULO DE LA EXCENTRICIDAD

$$e = M_u / P_u$$

$$e = 13.24 \text{ cm}$$

### CÁLCULO DEL ÁREA DE ACERO

$$e/t = 13.24 / 30 = 0.44$$

Considerando  $\phi \frac{1}{2}$ ,  $\square \phi \frac{1}{4}$

$$d_c = d' = 3.00 + 0.60 + 0.65 = 4.25 \text{ cm}$$

$$\gamma = (t - d_c - d') / t$$

$$\gamma = 0.717$$

$$k = P_u / A_g = 3.94 \text{ Kg/cm}^2 = 0.056 \text{ KSI}$$

$$k e/t = 0.056 \times 0.44 = 0.025 \text{ KSI}$$

$$\delta_g 0.750 = 0.0042$$

$$\delta_g 0.717 = X \qquad \delta_g 0.717 = 0.0041$$

$$\delta_g 0.600 = 0.0035$$

$$A_{st} = 0.0041 \times 30 \times 30 = 3.69 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto 4  $\phi$   $\frac{1}{2}$

#### DISEÑO POR CORTE

$$V_u = M/l = 0.47 / 4.50 = 0.10 \text{ Ton}$$

$$V_{u/o} = 0.10 / 0.85 = 0.12 \text{ Ton}$$

$$V_{uc} = 0.5 \times (210)^{1/2} \times 30 \times 25.75 = 5.60 \text{ Ton}$$

Según el cálculo no necesitamos estribos, pero al igual que en las vigas se colocará de manera similar:  $\phi$   $\frac{1}{4}$  1 a 0.05, 4 a 0.10, 3 a 0.15, R a 0.30 ambos extremos.

## DISEÑO DE ZAPATA

### Dimensionamiento AZ

$$AZ = C PS / \sigma_{at} = 1.04 \times (3550 + 874.8) / 0.41 = 11224 \text{ cm}^2$$

$$t = b$$

$$A = AZ^{1/2} + 0.5x(t-b) = 105.94$$

$$B = AZ^{1/2} - 0.5x(t-b) = 105.94$$

Por lo tanto se tomará  $A=B=110 \text{ cm}$

$$m = n = (110 - 30) / 2 = 40 \text{ cm}$$

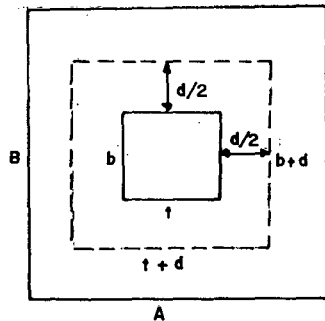
### Reacción neta de rotura del terreno. $\sigma_{nu}$

$$\sigma_{nu} = Pu / AZ = (1.5 \times 4424.8) / (110 \times 110) = 0.55 \text{ Kg/cm}^2$$

### Dimensionamiento de h.

- h por punzonamiento.

Sección crítica  $d/2$  de la cara del apoyo.



$$t = b$$

$$b_o = 2(b + d + t + d)$$

$$b_o = 4(b + d)$$

$$V_{up/\phi} = (\sigma_{nu} \times (A \times B - (b+d)(b+d))) / \phi \quad \text{----- 1}$$

$$v_{up} = V_{up/\phi} / (b_o \times d) \quad \text{----- 2}$$

$$\text{Pero } v_{up} = 1.0 \times (f_c)^{1/2}$$

Reemplazando datos en 2 tenemos

$$d = 3.64 \text{ cm}$$

- h por corte.

$$Vu/\phi = (\sigma_{nu} \times B \times (m-d))/\phi \quad \text{----- 1}$$

$$vu = 0.50 \times (f'c)^{1/2} \quad \text{----- 2}$$

Igualando 1=2 y reemplazando datos tenemos:

$$d = 3.28 \text{ cm}$$

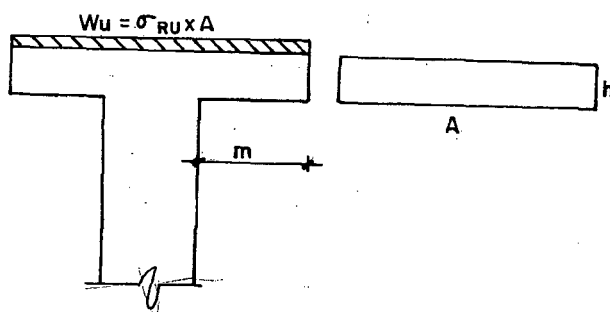
Pero por criterio de diseño se tomará la altura de la zapata igual al espesor de la columna.

$$h = 30 \text{ cm}$$

$$d = 22 \text{ cm}$$

### Diseño por flexión.

$$Wu = 0.55 \times 110 = 60.50 \text{ Kg/cm}$$



$$M_u/\phi = W_u \times m / 2 \phi = 60.5 \times 40^2 / (2 \times 0.9) = 53,777.78 \text{ Kg-cm}$$

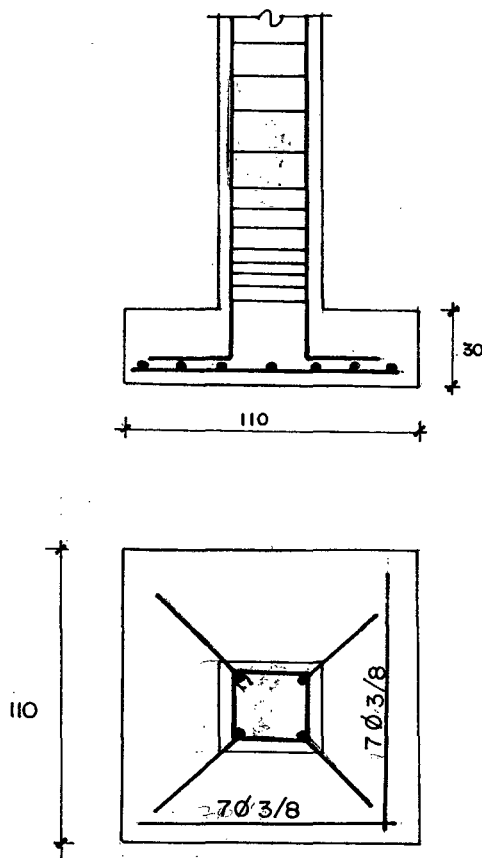
$$M_{urp\acute{m}ax} = 54.35 \times 110 \times 22^2 = 2,893,594 \text{ Kg-cm}$$

$$M_{urp\acute{m}in} = 7.40 \times 110 \times 22^2 = 393,976 \text{ Kg-cm}$$

$$\rho_{m\acute{i}n} = 0.0018$$

$$A_{s\acute{m}in} = 0.0018 \times 110 \times 22 = 4.36 \text{ cm}^2$$

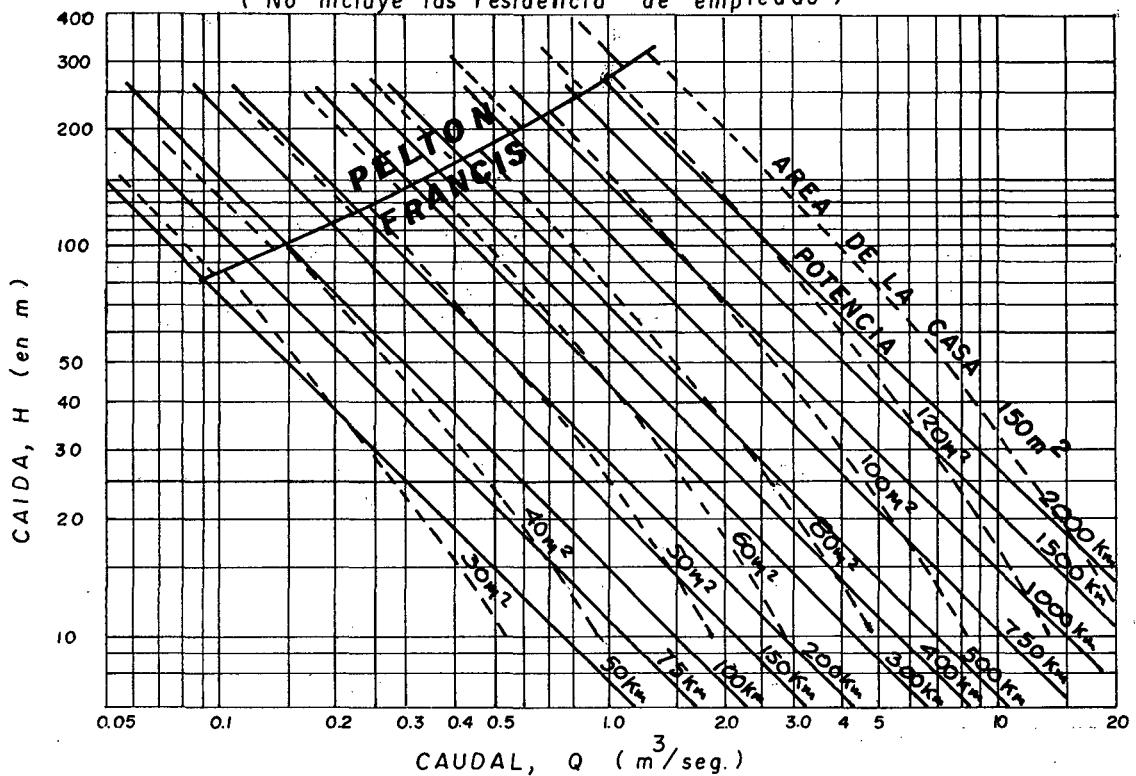
Por lo tanto se colocará 7  $\phi$  3/8" ambos sentidos.



## AREA NECESARIA PARA LA CASA DE MAQUINAS DE UNA CENTRAL HIDRAULICA

EN FUNCION DE Q. y H.

( No incluye las residencias de empleado )



#### 4.7 DISEÑO DEL CANAL DE FUGA.

El agua después de pasar por la tubería de la Casa de Máquinas llega a una última sección que es la Cámara de Descarga, por intermedio de un tubo difusor. Posteriormente el agua circulará por el canal de fuga hasta llegar nuevamente hacia el río Shitariyacu.

Se ha considerado un canal de sección rectangular por tratarse de una zona rocosa.

Condiciones:

$$Q = 0.450 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$S = 0.600 \text{ (por la topografía del terreno)}$$

$$n = 0.015$$

$$L = 50.00 \text{ m}$$

Realizando el mismo análisis del diseño de Obras de Conducción y considerando la pendiente natural del terreno el mismo del canal ( $S=0.600$ ) y  $b=2d$ , obtenemos:

$$b \times d = 1.10 \times 0.55$$

#### 4.8 DISEÑO DEL EQUIPO ELECTROMECAÁNICO.

##### 4.8.1 Cálculo de las Pérdidas de Carga:

a) Pérdidas de las Rejillas de la Cámara de Carga:

Este valor fue calculado en el diseño de la Cámara de Carga.

$$hf = 0.0008 \text{ m.}$$

b) Pérdidas por contracción en la entrada de la tubería:

$$hf_2 = K \times \frac{V^2}{2g}$$

$$K = (1/C_c - 1)^2$$

$$C_c = 0.97$$

$$K = 0.001$$

$$hf_2 = \frac{0.001 \times (2.29)^2}{2 \times 9.81} = 0.0003 \text{ m}$$

$$hf_2 = 0.0003 \text{ m.}$$

c) Pérdidas por Fricción:

$$Hf_3 = f \left( \frac{L}{D} \right) \left( \frac{V^2}{2 \cdot g} \right)$$

Donde:

f = Coeficiente por fricción

L = Longitud total de la Tubería = 438 m.

D = Diámetro de la Tubería = 0.50 m.

V = Velocidad media del agua = 2.29 m/seg

g = Aceleración de la gravedad = 9.81 m/seg<sup>2</sup>

El coeficiente "f" se puede calcular por el diagrama de Mcody, en función del N° de Reynolds y K/D.

$$Re = \frac{V \cdot D}{Y}$$

Y = Viscosidad Cinemática del agua

$$Y = 1.14 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{seg}$$

Reemplazando:

$$Re = \frac{2.29 \times 0.50}{1.14 \times 10^{-6}} = 1 \times 10^6$$

$$e = K/D$$



$$e = \frac{0.00511}{0.50} = 0.01022$$

Con estos datos entramos al Diagrama de Moody y encontramos:

$$f = 0.038$$

Luego:

$$Hf_3 = 0.038 \times (438) \times \left( \frac{2.29^2}{2 \times 9.81} \right) = 8.90 \text{ m.}$$

$$hf_3 = 8.90 \text{ m.}$$

d) Pérdidas por cambios de dirección:

$$hf_4 = K \left( \frac{V^2}{2g} \right) ; \quad K = \text{Sen}^2 \theta$$

<u>Cambios de Dirección</u>	<u><math>\theta^\circ</math></u>	<u><math>\text{Sen}^2 \theta</math></u>
A2	09.30°	0.026
A3	00.62°	0.000
A4	15.55°	0.072
A5	01.75°	0.001
A6	01.77°	0.001
A7	05.37°	0.009
A8	20.14°	0.119
A8-1	45.00°	0.500
A9-1	45.00°	<u>0.500</u>
		1.228

$$hf_4 = 1.228 \times \left( \frac{2.29^2}{2 \times 9.81} \right) = 0.328 \text{ m.}$$

d) Pérdidas por Válvulas Compuertas:

$$hf5 = K \left( \frac{V^2}{2 \cdot g} \right) ; \quad K = 0.19 \text{ (Totalmente abierta)}$$

$$hf5 = 0.19 \times (3.18^2) / (2 \times 9.81).$$

$$hf5 = 0.098 \text{ m.}$$

e) Pérdidas por Carga Total (Hf):

$$Hf = hf1 + hf2 + hf3 + hf4 + hf5$$

$$Hf = 0.0008 + 0.134 + 8.90 + 0.328 + 0.098$$

$$Hf = 9.46 \text{ m.}$$

f) Altura Neta (carga hidráulica Hn):

$$Hn = 139.42 - 9.46 = 129.96 \text{ m.}$$

#### **4.8.2 Selección del tipo de Turbina:**

Para seleccionar el tipo de Turbina a utilizar en la minicentral hidroeléctrica, utilizaremos la Tabla N° 20 de la página 62 del libro GUIA PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS DESTINADAS A LA ELECTRIFICACIÓN RURAL DEL PERÚ, Edición Junio de 1,980 presentado por el Ing. TSUGUO NOZAKI.

Para la minicentral consideramos dos turbinas, por lo tanto el caudal de diseño será  $Q=0.45/2=0.225\text{m}^3/\text{seg}$ .

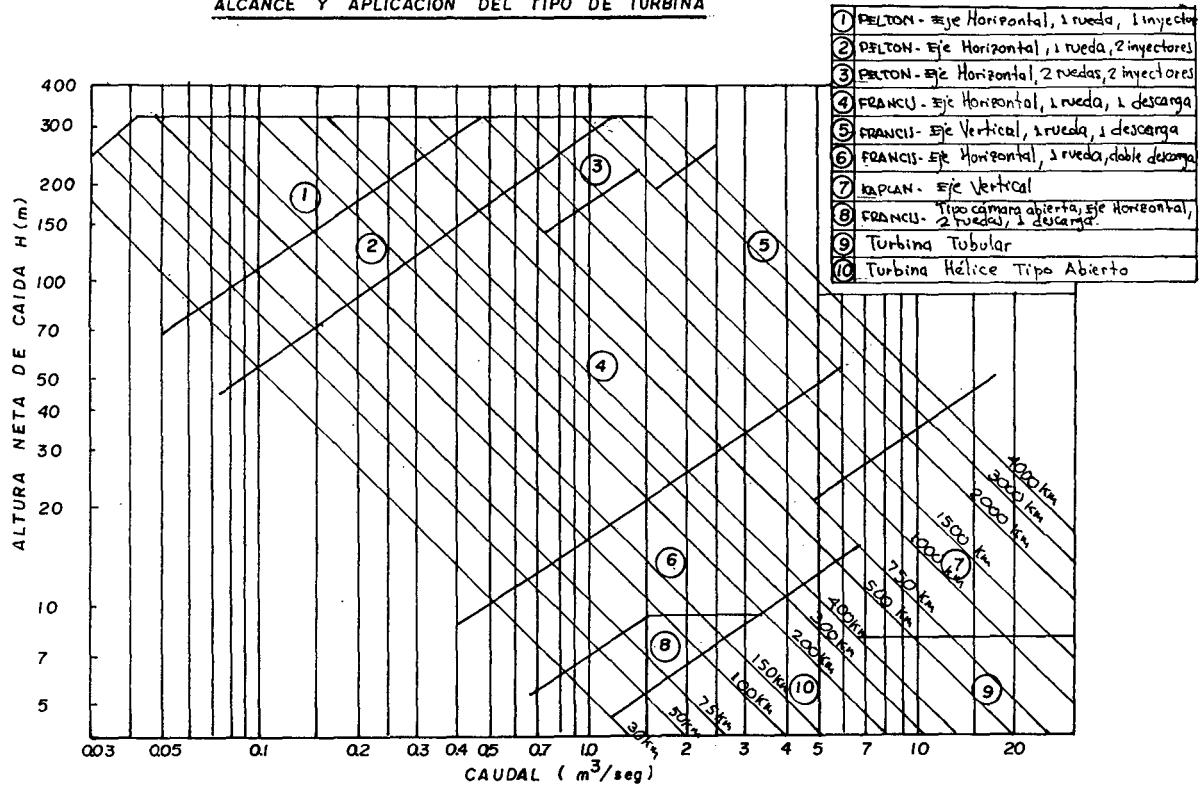
Al gráfico entramos con los datos de Caudal de Diseño  $Q_{\text{diseño}} = 0.225$  m<sup>3</sup>/seg y Altura Neta = 129.96 m.

Al intersectar los datos de entrada nos ubicamos en la zona 2 y obtenemos:

Tipo PELTON: Con eje vertical, 01 rueda y varios inyectores.

El diseño completo de todos los equipos electromecánicos de la casa de máquinas no es tema del presente proyecto de Titulación.

ALCANCE Y APLICACION DEL TIPO DE TURBINA



TIPOS DE TURBINA

(Turbina de reacción)			
Turbina Hélice	{ Cámara cerrada } { Cámara abierta }	{ Eje horizontal } { Eje vertical }	{ Rodete de aletas fijas (Hélice) }
			{ Rodete de aletas móviles (Kaplan) }
(Turbina de reacción)			
Turbina Francis	{ Camara cerrada } { Camara abierta }	{ Eje horizontal } { Eje vertical }	{ De una rueda } { Una descarga }
			{ De dos ruedas } { Doble descarga }
			{ De una rueda } { Una descarga }
(Turbina de acción)			
Turbina Pelton	{ Eje horizontal } { Eje vertical }	{ De una rueda } { De dos ruedas }	{ Un inyector }
			{ Dos inyectores }
			{ Cuatro inyectores }
		{ De una rueda }	{ Varios inyectores }

## **4.9 TUBERÍA FORZADA:**

### **4.9.1 CRITERIOS DE DISEÑO:**

Es el elemento que conduce el flujo de agua desde la cámara de carga hasta la casa de máquinas (turbinas); se caracteriza por estar a altas presiones y el flujo viaja a grandes velocidades (2m/seg a 8m/seg). En el presente proyecto se considerará tubería de acero.

Dada la gran altura de caída y las altas presiones que soportará la tubería es recomendable que esta se apoye sobre elementos que puedan estar firmemente sujetos al terreno; es decir sobre dados y anclajes de concreto ubicados principalmente en los cambios de dirección de la tubería.

Además será necesario instalar dispositivos de juntas de dilatación ubicadas antes de los anclajes, cumplirán la función de contrarrestar las variaciones longitudinales por dilatación y contracción provocadas por los cambios de temperaturas sensibles por el acero pueden ser de diferentes modelos.

Uno de los factores importantes en el diseño de la tubería forzada es la determinación del diámetro más económico, para lo cual existen una serie de fórmulas empíricas siendo el método más adecuado el de hacer una comparación de costos, entre el costo de la energía que se pierde por tener un diámetro y el costo de una tubería de mayor diámetro.

Es recomendable controlar la sobrepresión generada por efecto del golpe de ariete ocasionado por un cierre brusco de las válvulas de control. Se debe evitar en lo posible que el cierre de las válvulas sea instantánea sino más o menos prolongado.

#### 4.9.2 DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO ECONÓMICO:

El costo de la Tubería depende del peso de la misma, existiendo una relación directa entre el peso de la tubería el espesor y diámetro.

Cálculo del espesor de la Tubería para cada tramo. Usaremos la siguiente expresión:

$$e = \frac{1.5 P \times D}{2 \sigma_a} + T_o$$

Donde:

P = Presión de agua =  $\gamma_a \times H_i$

$\gamma_a$  = p.e del agua = 1000 Kg/m<sup>3</sup>

$H_i$  = Altura de agua (m)

$\sigma_a$  = Esfuerzo admisible del acero = 1000 Kg/cm<sup>2</sup>

D = Diámetro de la tubería (m)

$T_o$  = Coeficiente de corrosión 1 mm <  $T_o$  < 4 mm.

Usaremos para el proyecto  $T_o = 3$  mm.

Reemplazando valores en la ecuación.

$$e = \frac{1.5 \times 1000 \times H_i \times D}{2 \times 10000000} + 0.003$$

**Espesor para cada tramo.**

$$e1 = 0.002034 \times D + 0.003$$

$$e2 = 0.003029 \times D + 0.003$$

$$e3 = 0.004604 \times D + 0.003$$

$$e4 = 0.006497 \times D + 0.003$$

$$e5 = 0.008387 \times D + 0.003$$

$$e6 = 0.009563 \times D + 0.003$$

$$e7 = 0.010457 \times D + 0.003$$

**Peso de la Tubería:**

$$Wt = D e L Yac.$$

$$Yac = 7,800 \text{ Kg/m}^3 \text{ (P.E. acero)}$$

$$W1 = 613.236 D (0.002034 D + 0.003)$$

$$W2 = 783.510 D (0.003029 D + 0.003)$$

$$W3 = 455.286 D (0.004604 D + 0.003)$$

$$W4 = 448.578 D (0.006497 D + 0.003)$$

$$W5 = 450.450 D (0.008387 D + 0.003)$$

$$W6 = 283.140 D (0.009563 D + 0.003)$$

$$W7 = 300.378 D (0.010457 D + 0.003)$$

**Costo total de la Tubería:**

Costo de tubería / Ton = \$ 3,500 (pequeñas Centrales Hidroeléctricas – Electroperú pag. 28 cap. optimización del diámetro en el conducto forzado).

Costo total de Tubería (CTT) = Costo Tub/ton x WT

Costo anual de Tubería:

$$CTTA = CTT \times FRA. + 5\% CTT$$

Donde CTT es costo total de Tubería.

Y FRC factor de recuperación de capital.

$$FRC = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^{n-1}}$$

Para el proyecto consideraremos tasa de interés  $i = 15\%$

Tiempo de préstamo. = 15 años.

Entonces:

$$FRC = \frac{0.15(1+0.15)^{15}}{(1+0.15)^{15-1}}$$

$$FRC = 0.171$$

El costo total anual será:

$$CTTA = 0.221 CTT$$

Donde CTT = 3,500 WT para cada tramo.

Costo de Energía perdida:

La energía perdida es producto de la perdida por fricción en la tubería forzada.

$$\text{Potencia perdida} = E_f Q H_f$$

Asumiendo una eficiencia de 72%

$n_t = \text{Efic. Turbina}$   $n_g = \text{Efic. del generador}$

$$n_t = 0.8 \qquad n_g = 0.9$$

$$\text{Entonces } E_f = 0.8 \times 0.9 = 0.72$$

$$\text{Potencia perdida} = 7.25 Q H_f (\text{Kw})$$



$H_f = f L V^2 / 2g D$ , Puesto que no conocemos con precisión el número de Reynolds asumiremos un valor de  $f = 0.02$  y longitud de tubería = 438 metros.

$$V = Q/A = 4Q/\pi D^2 \quad V^2 = 16 Q^2 / \pi^2 D^4$$

$$\Rightarrow H_f = 0.02 \times 438 \times 16 Q^2 / \pi^2 D^4 2g D$$

$$H_f = 0.15/D^5$$

$$\text{Energía perdida} = P_p \times t = 7.25 \times 0.45 \times 8760 \times 0.15/D^5$$

$$\text{Energía perdida en un año} = 4,286.93/D^5$$

Costo de Energía perdida en un año = E perdida x CKWh

Costo por kilovatios hora (CKWh) = 0.10 dólares

Entonces la energía perdida =  $428.7 / D^5$ :

Costo total por Tubería y Pérdida de Energía:

$$CTE = CTTA + CEP$$

$$CTE = 773.5 WT + 428.7 / D^5$$

Donde WT = f(D) para cada tramo.

El menor costo nos indicará el valor del diámetro económico.

#### **4.9.3 DISEÑO DE LA TUBERÍA FORZADA:**

Del análisis para la determinación del diámetro se toma como un predimensionamiento de los espesores para cada tramo de la Tubería del análisis.

Tramo	Diámetro (mts)	Espesor (mm)
-------	----------------	--------------

1	0.50	4.0
2	0.50	4.5
3	0.50	5.3
4	0.50	6.2
5	0.50	7.2
6	0.50	7.8
7	0.50	8.2

En la fase del funcionamiento de la Central Hidroeléctrica es necesario un control de las presiones excesivas, ocasionadas por las maniobras en el control de las válvulas por lo cual determinaremos el tiempo de cierre mínimo que se necesita de manera que el efecto de sobrepresión no produzca situaciones perjudiciales en la tubería.

Este fenómeno de sobrepresión se le conoce como el golpe de ariete, según estudios realizados por Allieve las sobrepresiones originadas por el golpe de ariete se propagan a lo largo de la tubería entre el punto de cierre y hasta la cámara de carga en forma ondulatoria con efectos de compresión del agua y dilatación de la tubería en un sentido.

La velocidad de propagación o celeridad de esta onda elástica a lo largo de la tubería y en forma radial está dado por la siguiente expresión:

$$C = \frac{a}{1 + Ew D/E e}$$

Donde:

a = Velocidad de propagación del sonido en el agua que varía (1420-1425 m/seg) a 15°C.

$E_w$  = Módulo de elasticidad del agua 2030N/m<sup>2</sup>

E = Módulo de elasticidad del material de la tubería Acero 210000N/mm<sup>2</sup>

D = Diámetro de la tubería = 0.50 metros

e = Espesor de la tubería.

Como en nuestro caso tenemos siete tramos con diferentes espesores entonces calcularemos la Celeridad promedio en la tubería.

El tiempo total de recorrido de la onda es igual a la suma de los tiempos de recorrido de las ondas en cada tramo de la tubería, así se tiene que:

$$\text{Tiempo total recorrido} = \frac{\text{Longitud total (Lt)}}{\text{Celeridad prom (C prom)}} \quad \dots 1$$

$$\text{Suma de tiempos parciales} = \frac{\text{Longitud del tramo}}{\text{Celeridad del tramo}} \quad \dots 2$$

Igualando 1 y 2

$$C \text{ prom} = \frac{L_1 + L_2 + L_3 + \dots}{L_1/C_1 + L_2/C_2 + L_3/C_3 + \dots}$$

L1, L2, L3,..... Longitud de cada tramo

C1, C2, C3,... Celeridad de cada tramo.

Reemplazando en la fórmula:

$$C1 = \frac{1425}{1 + 2030 \times 0.5/2.1E11 \cdot 0.004} = 1425 \text{ m/seg.}$$

$$C2 = \frac{1425}{1 + 2030 \times 0.5/2.1E11 \cdot 0.0045} = 1425 \text{ m/seg.}$$

$$C3 = \frac{1425}{1 + 2030 \times 0.5/2.1E11 \cdot 0.0053} = 1425 \text{ m/seg.}$$

$$C4 = \frac{1425}{1 + 2030 \times 0.5/2.1E11 \cdot 0.0062} = 1425 \text{ m/seg.}$$

$$C5 = \frac{1425}{1 + 2030 \times 0.5/2.1E11 \cdot 0.0072} = 1425 \text{ m/seg.}$$

$$C6 = \frac{1425}{1 + 2030 \times 0.5/2.1E11 \cdot 0.0078} = 1425 \text{ m/seg.}$$

$$C7 = \frac{1425}{1 + 2030 \times 0.5/2.1E11 \cdot 0.0082} = 1425 \text{ m/seg.}$$

Entonces la Celeridad promedio será:

$C_{prom} = 1425 \text{ m/seg.}$

**Tiempo de maniobra Recomendable de válvulas:**

El factor de comparación es el tiempo de viaje de ida y vuelta de la onda desde la válvula a la cámara de carga ( $T_c$ ).

$T_c = 2 \times L/C$       Donde L = Longitud de Tubería

$T_c = 2 \times 438/1425$

$T_c = 0.61 \text{ segundos.}$

Se pueden presentar dos casos, cierre brusco o lento de la válvula de control.

**Caso 1.- Cierre brusco.-** Donde:

Tiempo de maniobra ( $T_{m1}$ ) < Período de la tubería ( $T_c$ ).

$T_{m1} < T_c$

Se generará una sobrepresión igual a:

$P_d = H_d$

Donde  $H_d = C V / g$

$C =$  Celeridad (m/seg)

$V =$  Velocidad del flujo

$g =$  Aceleración de la gravedad.

Reemplazando valores:

$H_d = 1425 \times 2.29/9.81 = 332.65 \text{ metros}$

$P_d = 332,650 \text{ Kgf.}$

Esto se debe evitar controlando el tiempo de cierre.

**Caso 2 . Cierre Lento.** Donde:

Tiempo de maniobra ( $T_{m2}$ ) > Período de la Tubería ( $T_c$ )  $T_{m2} > T_c$

La sobrepresión que se genera en este caso está dado por la fórmula:

$$P_d = H_d$$

$$H_d = 2 V L / g T_{m2} \quad \text{Donde: } V = \text{Velocidad del Flujo}$$

$L$  = Longitud de Tubería

$g$  = Acel. Gravedad.

El tiempo de cierre recomendado será para que genere una altura de agua a la considerada para el cálculo del espesor en el acápite anterior.

$$H_d = 0.5 H_e \quad H_e = \text{Altura estática.}$$

$$H_d = 0.5 \times 139.42 = 69.71 \text{ metros.}$$

$$V = 2.29 \text{ m/seg} \quad L = 438 \text{ metros} \quad g = 9.81 \text{ m/seg}^2$$

$$\Rightarrow T_{m2} = 2 \times 2.29 \times 438 / (9.81 \times 69.71)$$

$$T_{m2} = 2.93 \text{ segundos.}$$

$\Rightarrow$  El tiempo de maniobra debe ser  $> 2.93$  seg.

Se debe adquirir para el proyecto una válvula con tiempo de cierre mayor que 2.93 seg.

### **Verificación de los espesores de la tubería Forzada.**

Los espesores fueron calculados en función de los esfuerzos a que estará sometida la Tubería considerando 3 mm adicionales por efectos de corrosión, pero existen otros 2 efectos que son:

- **Por vibración ante el paso del agua:** El espesor de la tubería debe cumplir

con:

$$e \text{ (mm)} > 0.0025 D + 1.2 \quad \text{si } V < 5 \text{ m/seg.}$$

$$e \text{ (mm)} > 0.00385 D + 3.1 \quad \text{si } V > 5 \text{ m/seg.}$$

Para el caso del proyecto  $V < 5 \text{ m/seg.}$  y  $D = 0.50 \text{ m.}$

$$\Rightarrow e \text{ (mm)} = 2.45 \text{ mm} < 4.0 \text{ mm (espesor mínimo) Ok!}$$

- **Por presión de vacío**

$$e > D^3 F. S. P \text{ vacío} / (2 Eac)$$

$$e > 0.0075 D$$

Considerando un factor de seguridad = 3

$$P \text{ vacío} = 1 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Eac = 2 \times 10^6 \quad D = 50 \text{ Cm.}$$

Reemplazando valores.

$$e = 3.75 \text{ mm} < 4.0 \text{ mm Ok! Es correcto lo elegido.}$$

#### 4.10 OBRAS DE ARTE

##### 4.10.1 PONTÓN

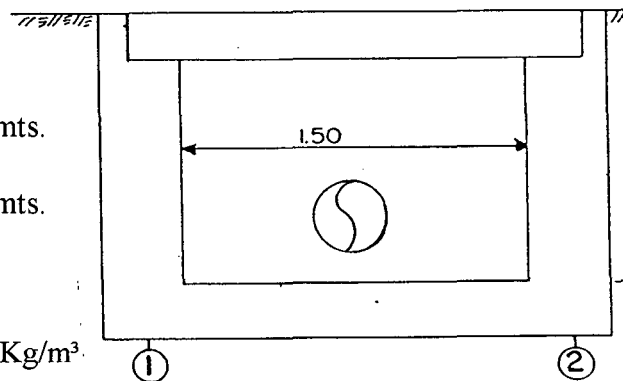
El pontón es una estructura diseñada y construida con el propósito de cruzar sobre un obstáculo natural como un río o sobre uno artificial como es la tubería de presión, permitiendo así el tránsito vehicular y peatonal.

En el presente proyecto se ha ubicado un pontón tipo losa de una longitud igual a 1.50 metros de luz y un ancho igual a 3.60 metros, esta estructura se ubica a continuación de la cámara de carga para cruzar la tubería de presión y dar continuidad al camino de acceso.

##### a.- DISEÑO ESTRUCTURAL

###### DATOS

H	=	3.00 mts.
Hs/c	=	0.60 mts.
A	=	35°
Pes	=	1,900.00 Kg/m <sup>3</sup>
Ka	=	Tg (45 - A/2) = 0.52



EJE 1 = EJE 2

###### DISEÑO DEL ESPESOR DE MUROS

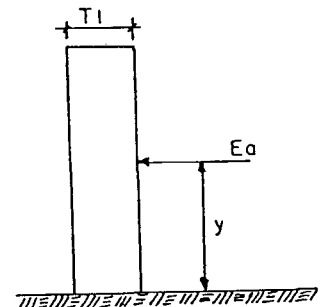
$$Ea = 6224.40 \text{ Kg}$$

$$Y = 1.14 \text{ Mts}$$

###### POR FLEXION

Momento Actuante

$$Ma = Ea \times Y = 7,095.82 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$



000312



Momento resistente

$$M_r = Kbd^2$$

Si  $M_r = M_a$

$$d = (M_a / (b K))^{0.5}$$

Por lo tanto  $d > 23.84$  cms pero  $d_c = 6$  cms

Entonces  $T_1 = T_2 > 29.84$  cms

Por cuestiones sísmicas  $T = 35$  cms.

**VERIFICANDO ESPESOR CON FUERZA SISMICA**

**PESO MURO**

$$P_m = 0.35 \times 3.00 \times 1.00 \times 2,400 = 2,520.00 \text{ Kg}$$

**FUERZA SISMICA**

$$F_s = 0.12 P_m = 302.40 \text{ Kg}$$

$$Y_1 = 1.50 \text{ mts}$$

Momento actuante

$$M_a = E_a \times Y + F_s \times Y_1 = 7,549.42 \text{ Kg-mt}$$

Por lo tanto  $d > 24.58$   $d_c = 6.0$  cms

Entonces  $T > 30.59$  cms

En conclusión  $T = 35$  cms. Es correcto y  $d = 29$  cms

**ACEROS**

**ACERO VERTICAL PRINCIPAL ( TRACCION )**

$$A_s = M_a / (F_s \times j \times d) = 13.74 \text{ cm}^2$$

$S = 100 A_b / A_s$  Entonces Diámetro  $\frac{1}{2}$ " cada 0.09 mts.

**ACERO VERTICAL DE REFUERZO ( COMPRESION )**

Cuantía mínima = 0.0018

$$A_{s\text{mín}} = C_m b d = 0.0018 \times 100 \times 29 = 5.22 \text{ cm}^2$$

000313

S= Diámetro 3/8" cada 0.13 mts.

### ACERO DE REPARTICION HORIZONTAL AMBAS CARAS

Cuantía mínima horizontal = 0.0025

As = 0.0025 x 100 x 35 = 8.75 cm<sup>2</sup>

S= Diámetro 1/2" cada 0.14 mts.

### TRASLAPES

#### TRACCION

Diámetro 3/8" = 45 cms. Tipo B

Diámetro 1/2" = 45 cms. Tipo B

#### COMPRESION

Diámetro 3/8" = 30 cms.

Diámetro 1/2" = 30 cms.

### ANCLAJES

#### TRACCION

Diámetro 3/8" = 45 cms.

Diámetro 1/2" = 45 cms.

Recubrimiento = 5 cms.

#### COMPRESION

Diámetro 3/8" = 45 cms.

Diámetro 1/2" = 45 cms.

### DISEÑO DE LOSA

#### METRADO DE CARGAS

PPL= 0.30 X 2,400 = 720 Kg/m<sup>2</sup>

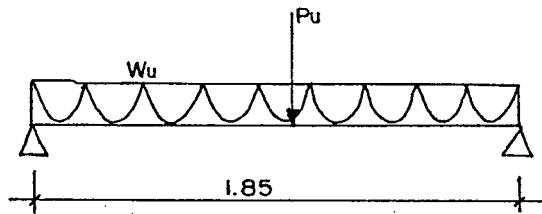
Ps/c= 400 Kg/m<sup>2</sup>

Wu= 1.5 PPL + 1.8 Ps/c = 1,800.00 Kg/m<sup>2</sup>

Peso de la rueda = 8,000.00 Kg

Para H10

Pu= 1.5 Prueda = 12,000.00 Kg



$$M_{\text{máx.}} = W_u l^2 / 8 + P_u l / 4 = 6,320.06 \text{ Kg - mt.}$$

$$M_{\text{máx.}} / F_s = 7,022.29 \text{ Kg - mt.}$$

$$\text{Mur } p_{\text{máx}} = 54.34 \times 100 \times 26^2 = 36,733.84 \text{ Kg - mt.}$$

$$\text{Mur } p_{\text{mín}} = 7.40 \times 100 \times 26^2 = 5,002.40 \text{ Kg - mt.}$$

$$A_s = M_{\text{máx}} / F_s / (F_y (d - a/2)) \qquad a = A_s F_y / (0.85 \times f'_c \times b)$$

$$\text{Por lo tanto } A_s = 6.63 \text{ cm}^2 \qquad a = 1.56 \text{ cm}$$

S= Diámetro ½" cada 0.15 mts.

#### ACERO POR REPARTICION, CONTRACCION Y TEMPERATURA

#### AMBAS CARAS

$$p_{\text{mín.}} = 0.0018$$

$$A_{s_{\text{mín.}}} = 0.0018 \times 100 \times 26 = 4.68 \text{ cm}^2$$

S= Diámetro 3/8" cada 0.15 mts.

#### DISEÑO DE LOSA DE FONDO (PISO)

#### CALCULO DE PRESIONES EN EL SUELO

#### METRADO DE CARGAS

$$PPM = 2 ( 0.35 \times 3.00 \times 1.00 \times 2,400 ) = 5,040.00 \text{ Kg}$$

000315

$$PPL = 0.20 \times 2.55 \times 1.00 \times 2,400 = 1,224.00 \text{ Kg}$$

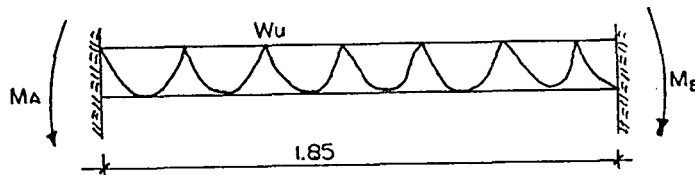
$$\text{TOTAL} = 6,264.00 \text{ Kg}$$

$$FV = 2 \times 7,665.00 + 6,264.00 = 21,594.00 \text{ Kg}$$

$$P = FV/A = 21,594.00 / (255 \times 100) = 0.847 \text{ Kg/cm}^2 = 8,740.00 \text{ Kg/mt}^2$$

$$PPL = 0.20 \times 2,400.00 = 480 \text{ Kg/mt}^2$$

$$\text{Por lo tanto } Wu = 8,470.00 - 480.00 = 7,990.00 \text{ Kg/mt}^2$$



$$M_A = -M_B = Wu l^2 / 12 = 2,278.81 \text{ Kg - mt.}$$

$$M_{CL} = - Wu l^2 / 24 = 1,139.41 \text{ Kg - mt.}$$

$$M_{urpm\acute{a}x.} = 54.34 \times 100 \times 16^2 = 13,911.04 \text{ Kg - mt.}$$

$$M_{urpm\acute{m}n.} = 7.40 \times 100 \times 16^2 = 1,894.40 \text{ Kg - mt.}$$

$M_{CL} < M_{urpm\acute{m}n.}$  Entonces Asmín.

#### ACERO EN LOS EXTREMOS

$$A_s = 3.48 \text{ cm}^2 \quad \text{Entonces Diámetro } 3/8'' \text{ cada } 0.20 \text{ mts.}$$

#### ACERO EN EL CENTRO DE LUZ

$$A_{sm\acute{m}n.} = 2.88 \text{ cm}^2 \quad \text{Entonces Diámetro } 3/8'' \text{ cada } 0.20 \text{ mts.}$$

#### ACERO DE REPARTICION AMBAS CARAS

$$A_{sm\acute{m}n} = 2.88 \text{ cm}^2 \quad \text{Entonces Diámetro } 3/8'' \text{ cada } 0.20 \text{ mts.}$$

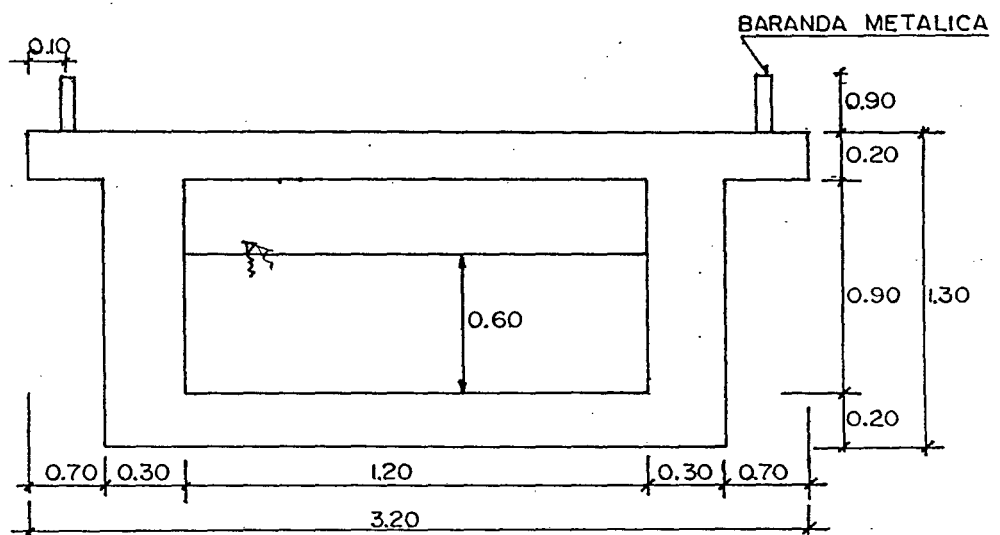
#### 4.10.2 ACUEDUCTO

Esta estructura se construirá en la progresiva 00+280 del desarrollo del canal y servirá para cruzar un accidente topográfico profundo, su construcción será de concreto armado, el diseño estructural se detallan en los planos indicados.

#### DISEÑO DEL ACUEDUCTO

#### ALGUNOS CRITERIOS DE DISEÑO

- Las condiciones del flujo en el acueducto debe ser igual al del canal en todas sus características hidráulicas.
- El diseño se hará considerando una viga ficticia de 3.20 mts de ancho buscando que el alma en compresión quede dentro de los 20 centímetros de la losa superior.
- La construcción se hará en forma monolítica.
- La longitud será de 12.00 metros.
- Las bases de sustento estarán sobre roca fija.



000317

## DISEÑO DEL ACERO EN TRACCION GENERAL DE VIGA

### METRADO DE CARGAS

$$PPLS = 0.20 \times 3.20 \times 2,400 = 1,536.00 \text{ Kg/mt.}$$

$$PPLI = 0.20 \times 1.80 \times 2,400 = 864.00 \text{ Kg/mt.}$$

$$PPV = 2(0.3 \times 0.9 \times 2,400) = 1,296.00 \text{ Kg/mt.}$$

$$PH2O = (0.6 \times 1.2 \times 1,000) = 720.00 \text{ Kg/mt.}$$

$$P \text{ baranda} = 100.00 \text{ Kg/mt.}$$

---

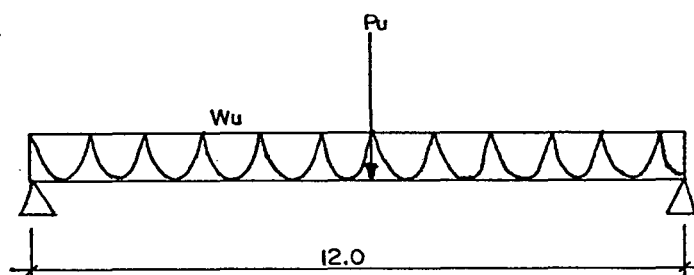
$$WD = 4,516.00 \text{ Kg/mt.}$$

$$WL = 500.00 \text{ Kg/mt.}$$

$$WU = 1.5WD + 1.8WL = 7,674.00 \text{ Kg/mt.}$$

Considerando una carga puntual en el centro de 2,000.00 Kg considerando que pasará camioneta de inspección.

$$PD = 2,000.00 \text{ Kg.} \quad PU = 1.5PD = 3,000.00 \text{ Kg.}$$



000318

$$M_{\text{máx.}} = WU l^2 / 8 + PU l / 4 = 147,132.00 \text{ Kg} \cdot \text{mt.}$$

$$M_{\text{máx.}} / F_s = 163,480.00 \text{ Kg} \cdot \text{mt.}$$

$$M_{\text{urpmáx.}} = 54.34 \times 320 \times 124^2 = 2,673,701.89 \text{ Kg} \cdot \text{mt.}$$

$$M_{\text{urpmín.}} = 7.40 \times 320 \times 124^2 = 364,103.68 \text{ Kg} \cdot \text{mt.}$$

$M_{\text{urpmín.}} > M_{\text{máx.}} / F_s$  Entonces Asmín.

$$\text{Asmín.} = 71.42 \text{ cm}^2 \quad a = 5.25 \text{ cm} < 20 \text{ cms. Entonces OK.}$$

$$\text{Número de barras Diámetro } \frac{3}{4}'' \quad 71.24 / 2.84 = 26 \text{ varillas}$$

$$b_w = 180 \text{ cms.}$$

Recubrimiento = 3 cms ambas caras

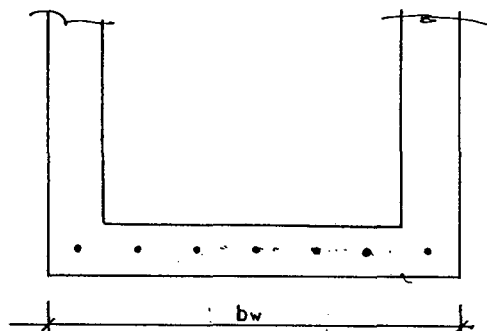
$$b_{\text{neto}} = 180 - 6 = 174 \text{ cm.}$$

$$\text{Espacio ocupado por barras} = 26 \times 1.90 = 49.40 \text{ cms.}$$

$$\text{Espacio libre} = 174 - 49.40 = 124.60 \text{ cms}$$

$$\text{Número de espacios entre barras} = 25$$

$$\text{Espacio entre barras} = 124.60 / 25 = 4.98 \text{ cm.}$$



000319

## DISEÑO DE LOSA INFERIOR

### METRADO DE CARGAS

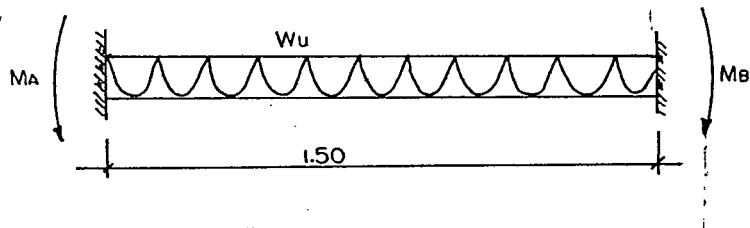
$$\text{PPL} = 0.20 \times 2,400 = 480.00 \text{ Kg/mt}^2$$

$$\text{PH}_2\text{O} = 0.60 \times 1,000 = 600.00 \text{ Kg/mt}^2$$

---

$$\text{WD} = 1,080.00 \text{ Kg/mt}^2$$

$$\text{WU} = 1.5 \text{ WD} = 1,620.00 \text{ Kg/mt}^2$$



$$d = 13.45$$

$$\text{MA} = -\text{MB} = \text{WU} l^2 / 12 = 303.75 \text{ Kg-mt.}$$

$$\text{MCL} = \text{WU} l^2 / 24 = 151.88 \text{ Kg-mt.}$$

$$\text{Murpmáx.} = 54.34 \times 100 \times 13.45^2 = 9,830.24 \text{ Kg-mt.}$$

$$\text{Murpmín.} = 7.40 \times 100 \times 13.45^2 = 1,338.68 \text{ Kg-mt.}$$

Murpmín. > Mmáx. Entonces Asmín.

$$\text{Asmín.} = 2.42 \text{ cm}^2 \quad a = 0.57 \text{ cm.}$$

Espaciamiento Diámetro 1/2" cada 53.30 cm.

Espaciamiento Diámetro 3/8" cada 29.34 cm.

Nota.- El acero + será diámetro 1/2" cada 0.10 mts. Considerando que el porcentaje de repartición % Asp = 55/(L)^.5 considerado para vías con acero principal paralelo al tráfico y para no usar barras muy diferentes dentro del diseño de un mismo elemento.

000320



$$\%Asp = 55/(12)^{.5} = 15.88\%$$

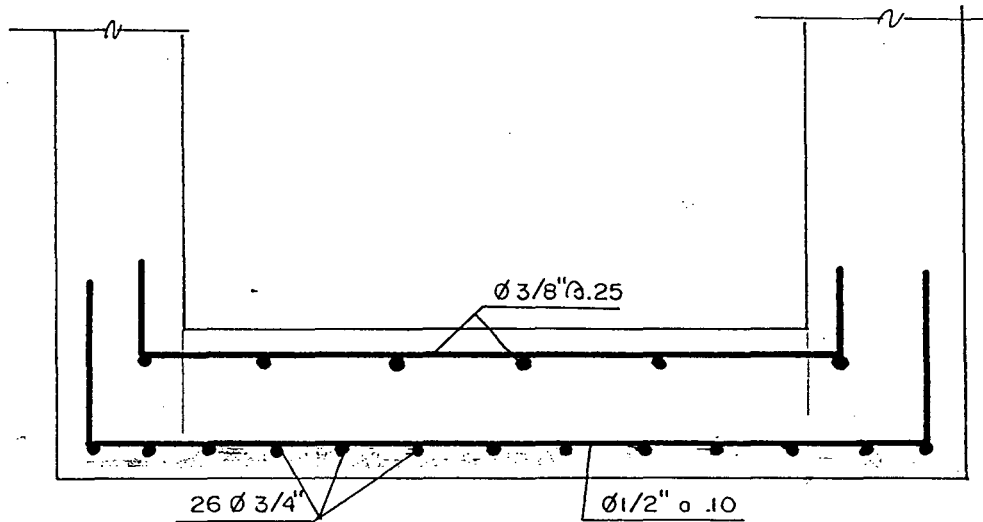
$$Asp = 71.42 \text{ cm}^2$$

$$Asr = 0.1588 \times 71.42 = 11.34 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento Diámetro 1/2" cada 11.38 cm.

Por lo tanto Diámetro de 1/2" cada 0.10 mts.

El acero será diámetro 3/8" cada 0.25 mts. Ambos sentidos.

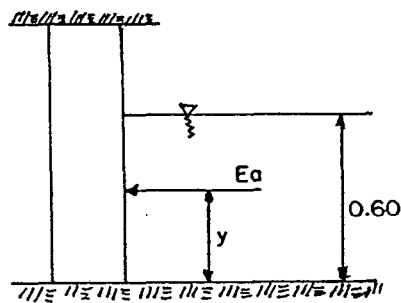


### DISEÑO DEL MURO

$$Ea = PeH_2O \times h^2 / 2 = 1,000.00 \times 0.60^2 / 2 = 180 \text{ Kg.}$$

$$Y = h / 3 = 0.60 / 3 = 0.20 \text{ mts.}$$

$$Pu = Ea \times 1.5 = 270.00 \text{ Kg.}$$



$$A = 0.70 \text{ mts.}$$

$$B = 0.20 \text{ mts.}$$

$$R_A = P_u \times B / L$$

$$R_B = P_u \times A / L$$

$$M_a = P_u \times A \times B^2 / L^2 = 9.33 \text{ Kg-mt.}$$

$$M_b = P_u \times B \times A^2 / L^2 = 32.67 \text{ Kg-mt.}$$

Para  $X=A$

$$M_{\text{máx.}} = P_u \times B \times A / L - P_u \times A \times B^2 / L^2 = 32.67 \text{ Kg-mt.}$$

$$M_{\text{máx.}} / F_s = 32.67 / 0.90 = 36.30 \text{ Kg-mt.}$$

$$M_{\text{urpmáx.}} = 54.34 \times 100 \times 24^2 = 31,299.84 \text{ Kg-mt.}$$

$$M_{\text{urpmín.}} = 7.40 \times 100 \times 24^2 = 4,262.40 \text{ Kg-mt.}$$

$M_{\text{urpmín.}} > M_{\text{máx.}} / F_s$ . Entonces usar Asmín.

$$A_{\text{smín.}} = 0.0018 \times 100 \times 24 = 4.32 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento Diámetro  $\frac{1}{2}$ " cada 29.86 cms.

Espaciamiento Diámetro  $\frac{3}{8}$ " cada 16.44 cms.

Por lo tanto usar Diámetro  $\frac{1}{2}$ " cada 0.25 mts. Ambas caras

#### REFUERZO HORIZONTAL

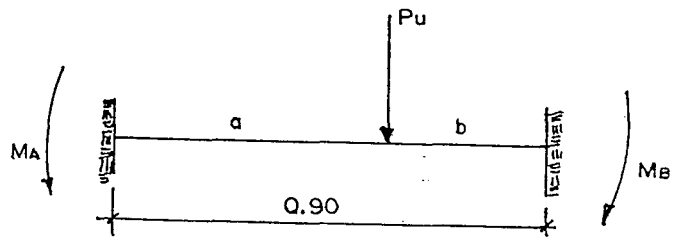
$$p_{\text{mín.}} = 0.0025$$

$$A_{\text{smín.}} = 0.0025 \times 100 \times 24 = 6.00 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento Diámetro  $\frac{1}{2}$ " cada 21.50 cms.

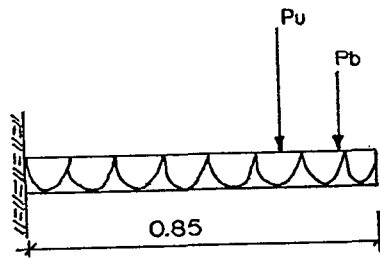
Espaciamiento Diámetro  $\frac{3}{8}$ " cada 11.83 cms.

Por lo tanto usar Diámetro  $\frac{1}{2}$ " cada 0.20 mts. Ambas caras



## DISEÑO DE LOSA SUPERIOR

### DISEÑO DE LOSA EN VOLADIZO



Considerando que la rueda del carro se acerque lo máximo a la baranda quedando entre rueda y baranda 30 cms. de espacio.

#### METRADO DE CARGAS

##### CARGAS DISTRIBUIDAS

$$PPL = 0.20 \times 2,400.00 = 480.00 \text{ Kg/mt.}$$

$$PS/C = 500.00 \text{ Kg/mt.}$$

$$WU = 1.5PPL + 1.8PS/C = 1,620.00 \text{ Kg/mt.}$$

##### CARGAS PUNTUALES

$$P_{\text{baranda}} = 100.00 \text{ Kg}$$

$$P_{Db} = 1.5 P_b = 150.00 \text{ Kg.}$$

$$P_{\text{rueda}} = 1,000.00 \text{ Kg.}$$

$$P_{Dr} = 1.5 P_r = 1,500.00 \text{ Kg.}$$

$$M_{\text{máx.}} = WU \times l^2 / 2 + P_{Db} \times (1 - 0.10) + P_{Dr} \times (1 - 0.40)$$

$$M_{\text{máx.}} = 1,372.73 \text{ Kg-mt.}$$

$$M_{\text{máx.}}/F_s = 1,525.25 \text{ Kg-mt.}$$

$$M_{\text{urpmáx.}} = 54.34 \times 100 \times 24^2 = 31,299.84 \text{ Kg-mt.}$$

$$M_{\text{urpmín.}} = 7.40 \times 100 \times 24^2 = 4,262.40 \text{ Kg-mt.}$$

$$M_{\text{urpmín.}} > M_{\text{máx.}}/F_s \quad \text{Entonces } A_{\text{smín.}} = 4.32 \text{ cm}^2$$

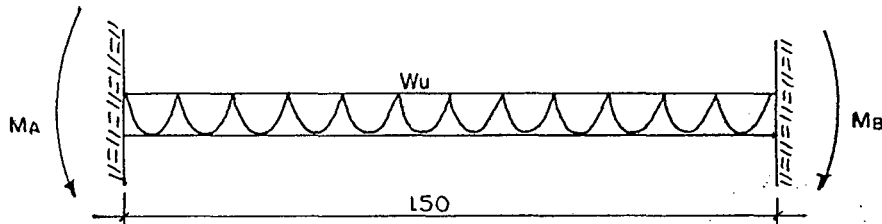
Diámetro  $\frac{1}{2}$ " cada 29.86 cms.

Diámetro 3/8" cada 16.44 cms.

### DISEÑO DE LOSA CENTRAL

Si consideramos que el vehículo lo mas pegado a la baranda la rueda pasa por la altura del muro, por lo tanto, el peso que transmite la rueda solo se considera para el diseño del volado.

$$WU = 1,620.00 \text{ Kg/mt.}$$



$$M_A = - M_B = WU \times l^2 / 12 = 303.75 \text{ Kg-mt.}$$

$$M_{CL} = WU \times l^2 / 24 = 151.88 \text{ Kg-mt.}$$

$$M_{m\acute{a}x./Fs} = 337.50 \text{ Kg-mt.}$$

$$M_{urp\acute{m}\acute{a}x.} = 54.34 \times 100 \times 24^2 = 31,299.84 \text{ Kg-mt.}$$

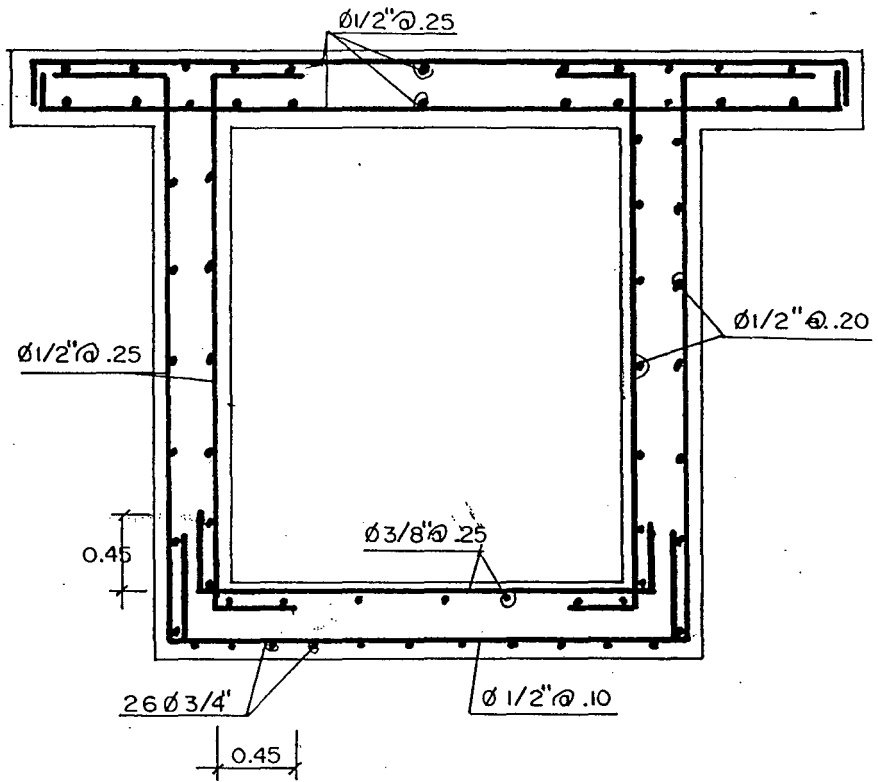
$$M_{urp\acute{m}\acute{i}n.} = 7.40 \times 100 \times 24^2 = 4,262.40 \text{ Kg-mt.}$$

$$M_{urp\acute{m}\acute{i}n.} > M_{m\acute{a}x./Fs} \quad \text{Entonces } A_{s\acute{m}\acute{i}n.} = 4.32 \text{ cm}^2$$

Diámetro 1/2" cada 29.86 cms.

Diámetro 3/8" cada 16.44 cms.

Por lo tanto usar Diámetro 1/2" cada 0.25 mts. Ambos sentidos y ambas caras incluido los volados.



000325

## CAPÍTULO V

### **COSTOS Y PRESUPUESTOS A NIVEL DE OBRAS CIVILES**

El presupuesto de obra que a continuación se detalla, incluyen algunas actividades que no están contempladas en el presente proyecto de investigación, debido a la amplitud del tema, pero para dar mayor alcance del costo total de obras civiles lo incluyo en el presupuesto.

Los costos de horas hombre para el siguiente presupuesto, tienen como fuente la publicación mensual de la revista del grupo S10 COSTOS para la industria de la construcción edición 061 - abril 1999

**Resumen del procesamiento del presupuesto**

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

**ESTADISTICAS**

	Faltantes	Verificados
ITEMS		178
INSUMOS PARTIDA		0
METRADOS	0	136
ANALISIS DE COSTOS	0	136
PRECIOS	0	104

**ITEMS**

	Total
PARTIDAS BASICAS	136
PARTIDAS ESTIMADAS	0
PARTIDAS COMBINADAS	0
INSUMOS PARTIDA	0
PARTIDAS FORMATO	0
TITULOS Y SUBTITULOS	42

**COSTOS**

	Tarieta	Monto
MANO DE OBRA	100.00%	1,299,809.36
MATERIAL	100.00%	897,176.94
EQUIPOS	100.00%	316,694.77
ESTIMADAS		0.00
COSTO DIRECTO		2,513,680.91
COSTO INDIRECTO		956,706.95
TOTAL		3,470,387.86

## Fórmula polinómica

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha presupuesto 28/02/97 Ubicación Geográfica 220604 PACHIZA

Monomio	Factor	Porcentaje (%)	Símbolo	Índice	Descripción
1	0.442	100.00	M	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
2	0.066	71.21	APD	02	ACERO DE CONSTRUCCION LISO
	0.066	13.64		29	DOLAR
	0.066	15.15		53	PETROLEO DIESEL
3	0.146	100.00	I	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR
4	0.129	100.00	C	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I
5	0.094	100.00	M	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO
6	0.056	100.00	D	28	DINAMITA
7	0.067	52.24	HM	36	HORMIGON
	0.067	47.76		43	MADERA NACIONAL PARA ENCOF. Y CARPINT.

$$K = 0.442*(Mr / Mo) + 0.066*(APDr / APDo) + 0.146*(Ir / Io) + 0.129*(Cr / Co) + 0.094*(Mr / Mo) + 0.056*(Dr / Do) + 0.067*(HMr / HMo)$$



## Presupuesto

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Cliente PROYECTO ESPECIAL ALTO HUALLAGA

Tarieta 0001

Costo al

28/02/1997

Departamento SAN MARTIN

Provincia MARISCAL CACERES

Distrito

PACHIZA

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
01.00.00	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>						
01.01.00	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>						
01.01.01	ALMACEN Y GUARDIANIA	M2	60.00	33.50	2,680.00		
01.01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA	UND	2.00	704.27	1,408.54		
01.01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	GLB	1.00	3,264.22	3,264.22		
01.01.04	CERCO PERIMETRICO	M	352.00	11.39	4,009.28		
01.01.05	LIMPIEZA Y ELIMINACION DE DESMONTE	M2	2,535.00	1.94	4,917.90		
01.01.06	AGUA POTABLE Y DESAG. CASA DE MAQUINA	M2	10.60	492.53	5,220.62		
01.01.07	CASA DE RESIDENTE Y SUPERVISORES	M2	21.00	93.75	1,968.75		
01.01.08	CONSTRUCCION DE TAMBOS	GLB	10.00	533.66	5,336.60		
01.01.09	INSTALACIONES ELECTRICAS	GLB	1.00	939.43	939.43	29,747.74	29,747.74
02.00.00	<b>CONSTRUCCION DE CANAL ADUCTOR</b>						
02.01.00	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>						
02.01.01	LIMPIEZA Y DEFORESTACION	M2	30,075.00	1.94	58,345.50		
02.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	KM	1.50	1,347.28	2,020.92		
02.01.04	TRAZO Y REPLANTEO FINAL	KM	1.50	1,347.28	2,020.92	62,367.34	
02.02.00	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>						
02.02.01	EXCAVACION MANUAL EN ROCA SUELTA	M3	1,169.65	50.42	58,983.64		
02.02.02	EXCAVACION MANUAL EN ROCA FIJA	M3	3,260.48	74.90	244,209.95		
02.02.03	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO A MANO	M3	3,157.78	23.77	75,060.43		
02.02.04	PLATAFORMA CON ENROCADO	M3	160.00	94.65	15,176.00		
02.02.05	RELLENO CON MATERIAL PROPIO A MANO	M3	1,701.39	18.36	31,237.52		
02.02.06	ENTIBADO PARA PROTECCION DE CANAL	M2	620.00	19.48	12,077.60		
02.02.07	DESQUINCHE PARTE SUPERIOR DEL CANAL	M	1,600.00	69.64	111,424.00		
02.02.08	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE	M3	7,025.39	12.65	90,276.26		
02.02.09	FILTRO DE PIEDRAS	M3	60.00	160.61	9,636.60		
02.02.10	EXCAVACION DE TIERRA BAJO AGUA	M3	400.00	113.38	45,352.00	693,434.20	
02.03.00	<b>CONCRETO ARMADO</b>						
02.03.01	CONCRETO F'C = 175 KG/CM2	M3	1,528.10	295.29	451,232.65		
02.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA	M2	3,674.00	24.35	89,461.90		
02.03.03	ACERO F'Y= 4200 KG/CM2	KG	13,664.98	2.51	34,299.10		
02.03.04	JUNTAS DE DILATAACION CON ASFALTO	M	990.00	4.92	4,870.60		
02.03.05	ENCOFRADO Y DESENCOF. TECHO Y MUROS	M2	5,902.60	14.63	86,357.96		
02.03.06	JUNTAS CON WATER STOP	M	1,020.00	12.39	12,637.60		
02.03.07	JUNTAS CON TEKNOPOR DE 1"	M	5,440.00	1.54	8,377.60		
02.03.08	SUMINISTRO DE HORMIGON Y OTROS	M3	1,840.64	96.42	177,474.51		
02.03.09	COMPUERTA DE IZAJE DE 1 x 1	UND	2.00	3,078.20	6,156.40		
02.03.10	COMPUERTA DESLIZANTE DE 0.5 x 0.5.	UND	1.00	2,414.51	2,414.51		
02.03.11	UÑAS DE CONCRETO F'C= 175 KG/CM2	M3	36.00	283.54	10,207.44	863,490.67	1,639,312.21
03.00.00	<b>CONSTRUCCION DE DESARENADOR</b>						
03.01.00	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>						
03.01.01	LIMPIEZA Y DEFORESTACION	M2	47.15	1.94	91.47		
03.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	M2	47.15	1.46	68.84	160.31	
03.02.00	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>						
03.02.01	EXCAVACION MANUAL EN ROCA FIJA	M3	13.15	74.90	984.94		
03.02.02	EXCAVACION MANUAL EN ROCA SUELTA	M3	20.13	50.42	1,014.95		
03.02.03	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO A MANO	M3	84.52	23.77	2,009.04		

## Presupuesto

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Cliente PROYECTO ESPECIAL ALTO HUALLAGA

Tarieta 0001 Costo al 28/02/1997

Departamento SAN MARTIN

Provincia MARISCAL CACERES

Distrito PACHIZA

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
03.02.04	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE	M3	130.89	12.65	1,681.94	5,690.67	
03.03.00	<b>CONCRETO ARMADO</b>						
03.03.01	CONCRETO F'C = 175 KG/CM2	M3	27.82	295.29	8,214.97		
03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	M2	194.10	21.39	4,151.80		
03.03.03	ACERO F'Y= 4200 KG/CM2	KG	1,409.92	2.51	3,538.90		
03.03.04	REVESTIMIENTO CON IMPERMEABILIZANTE	M2	112.50	32.05	3,605.63		
03.03.05	SOLADO DE CONCRETO	M2	45.40	17.55	796.77		
03.03.06	SUMINISTRO DE HORMIGON Y OTROS	M3	36.17	96.42	3,467.51	23,795.58	
03.04.00	<b>OBRAS DE ACERO</b>						
03.04.01	COMPUERTA DESLIZANTE C/MANUBRIO DE IZAJE DE 1 x 1	UND	1.00	3,078.20	3,078.20		
03.04.02	COMPUERTA DESLI. C/MANUBRIO DE IZAJE DE 0.55 x 0.55	UND	1.00	2,414.51	2,414.51		
03.04.03	JUNTA WATER STOP	M	30.00	13.59	407.70	5,900.41	35,547.17
04.00.00	<b>CONSTRUCCION DE BOCATOMA</b>						
04.01.00	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>						
04.01.01	LIMPIEZA Y DEFORESTACION	M2	550.00	1.94	1,067.00		
04.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	M2	550.00	1.46	803.00	1,870.00	
04.02.00	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>						
04.02.01	EXCAVACION DE LECHO DE RIO	M3	850.00	114.86	97,631.00		
04.02.02	EXCAVACION MANUAL EN ROCA FIJA	M3	53.76	74.90	4,026.62		
04.02.03	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE	M3	1,101.60	12.65	14,155.56		
04.02.04	RELLENO COMPACTADO A MANO	M3	14.50	23.77	344.67	116,157.85	
04.03.00	<b>CONCRETO SIMPLE</b>						
04.03.01	CONCRETO 1:1.6 : 1.7 (C:AF:AG) + 30% PG DIAM. 20 CM.	M3	18.54	329.94	6,117.09		
04.03.02	CONCRETO 1: 2.1 : 2.48 (C:AF:AG) + 30%PG DIAM. 20 CM.	M3	50.76	234.56	11,906.27		
04.03.03	SOLADO DE CONCRETO F'C=140 KG/CM2	M2	168.00	17.55	2,948.40		
04.03.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	M2	72.56	21.39	1,552.06		
04.03.05	CONCRETO FC=210 KG/CM2	M3	29.20	327.23	9,555.12		
04.03.06	CONCRETO FC=175 KG/CM2	M3	197.08	274.47	54,092.55		
04.03.07	SUMINISTRO DE HORMIGON Y OTROS	M3	353.94	96.42	34,126.69	120,298.38	
04.04.00	<b>CONCRETO ARMADO</b>						
04.04.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2	M3	76.87	327.23	25,154.17		
04.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	M2	517.60	21.39	11,071.46		
04.04.03	ACERO F'Y= 4200 KG/CM2	KG	4,851.64	2.51	12,177.62		
04.04.04	REVESTIMIENTO CON IMPERMEABILIZANTE	M2	156.00	32.05	4,999.60		
04.04.05	JUNTA WATER STOP	M	84.00	13.59	1,141.56		
04.04.06	JUNTA DE DILATACION CON ADITIVO	M	180.00	25.02	4,503.60	59,048.21	
04.05.00	<b>OBRAS DE ACERO</b>						
04.05.01	REJILLAS DE INSPECCION CON PLATINAS POR M2	M2	13.79	1,078.20	14,868.38		
04.05.02	REJAS DE PROTECCION A OBRAS DE ACERO EN CAPTACION	M2	25.00	1,748.20	43,705.00		
04.05.03	REJILLA DE INGRESO DE 1 x 1	UND	1.00	1,906.20	1,906.20		
04.05.04	COMPUERTA VERTICAL C/SIST. IZAJE 1 x 1	UND	1.00	3,078.20	3,078.20	63,557.78	360,932.22
05.00.00	<b>CONSTRUCCION DE CAMARA DE CARGA</b>						
05.01.00	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>						

**PROYECTO ESPECIAL ALTO HUALLAGA****Presupuesto**

**Obra** 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.  
**Fórmula** 01 OBRAS CIVILES  
**Ciente** PROYECTO ESPECIAL ALTO HUALLAGA **Tarieta** 0001 **Costo al** 28/02/1997  
**Departamento** SAN MARTIN **Provincia** MARISCAL CACERES **Distrito** PACHIZA

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
05.01.01	LIMPIEZA Y DEFORESTACION	M2	101.00	1.94	195.94		
05.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	M2	101.00	1.46	147.46	343.40	
05.02.00	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>						
05.02.01	EXCAVACION MANUAL DE CAMARA	M3	141.10	25.68	3,623.45		
05.02.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	M3	12.63	18.33	231.51		
05.02.03	EXCAVACION MANUAL EN ROCA FIJA	M3	4.20	74.90	314.58		
05.02.04	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE	M3	145.94	12.85	1,875.33	6,044.87	
05.03.00	<b>CONCRETO ARMADO</b>						
05.03.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2	M3	39.22	327.23	12,833.96		
05.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	M2	272.45	21.39	5,827.71		
05.03.03	ACERO FY= 4200 KG/CM2	KG	2,843.45	2.51	7,137.06		
05.03.04	REVESTIMIENTO CON IMPERMEABILIZANTE	M2	108.63	32.05	3,481.59		
05.03.05	PLATEA DE CIMENTACION F'C=140 KG/CM2	M3	7.17	16.73	119.95		
05.03.06	SUMINISTRO DE HORMIGON Y OTROS	M3	83.71	96.42	8,071.32		
05.03.07	JUNTA WATER STOP	M	64.50	13.59	876.56		
05.03.08	CONCRETO F'C = 175 KG/CM2	M3	18.00	295.29	5,315.22	43,663.37	
05.04.00	<b>OBRAS DE ACERO</b>						
05.04.01	COMPUERTA DESLI. C/MANUBRIO DE IZAJE DE 0.55 x 0.55	UND	1.00	2,414.51	2,414.51		
05.04.02	REJILLA METALICA DE 3 x 3	UND	1.00	3,078.72	3,078.72		
05.04.03	PINTURA ESMALTE	M2	108.00	7.84	846.72		
05.04.04	BARANDA CON TUBERIA GALVANIZADA	M	25.00	658.20	16,455.00		
05.04.05	ESCALERA CON TUBO GALVANIZADO	GLB	1.00	1,078.20	1,078.20	23,873.15	73,924.79
06.00.00	<b>CONSTRUCCION DE ANCLAJES Y APOYOS DE TUBERIA DE PRESION</b>						
06.01.00	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>						
06.01.01	LIMPIEZA Y DEFORESTACION	M2	2,365.00	1.94	4,588.10		
06.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	KM	0.44	2,338.40	1,028.90		
06.01.03	TRAZO Y REPLANTEO FINAL	KM	0.44	1,347.28	592.80	6,209.80	
06.02.00	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>						
06.02.01	EXCAVACION PARA ANCLAJE Y APOYO DE TUBERIA	M3	2,662.87	23.77	63,296.42		
06.02.02	EXCAVACION MANUAL EN ROCA SUELTA	M3	442.51	50.42	22,311.35		
06.02.03	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE	M3	3,415.92	12.85	43,894.57	129,502.34	
06.03.00	<b>CONCRETO ARMADO</b>						
06.03.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2	M3	266.74	327.23	87,285.33		
06.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	M2	725.06	21.39	15,509.03		
06.03.03	ACERO FY= 4200 KG/CM2	KG	1,384.28	2.51	3,474.54		
06.03.04	SOLADO DE CONCRETO F'C=140 KG/CM2	M2	138.60	17.55	2,432.43		
06.03.05	SUMINISTRO DE HORMIGON Y OTROS	M3	346.76	96.42	33,434.60		
06.03.06	FALSA ZAPATA CONCRETO F'C=100KG/CM2+30%PG	M3	20.00	128.60	2,572.00		
06.03.07	DREN DE PIEDRAS PARA AGUAS SUBTERRANEAS	M2	45.00	42.66	1,919.70	146,627.63	
06.04.00	<b>OBRAS DE ACERO</b>						
06.04.01	PERNOS 3/4" x 6"	UND	200.00	22.66	4,532.00		
06.04.02	PATA SOLDADA DE 3/4"	UND	200.00	22.66	4,532.00	9,064.00	291,403.77
07.00.00	<b>ACCESO A CAMARA DE CARGA</b>						

000331

**PROYECTO ESPECIAL ALTO HUALLAGA****Presupuesto**

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Cliente PROYECTO ESPECIAL ALTO HUALLAGA

Tarieta 0001

Costo al 28/02/1997

Departamento SAN MARTIN

Provincia MARISCAL CACERES

Distrito PACHIZA

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
07.01.00	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>						
07.01.01	LIMPIEZA Y DEFORESTACION	M2	15,750.00	1.94	30,555.00		
07.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	KM	1.05	2,336.40	2,455.32	33,010.32	
07.02.00	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>						
07.02.01	ELIMINACION DE MATERIAL ORGANICO	M3	787.53	4.02	3,165.87		
07.02.02	CARGUIO	M3	787.50	1.03	811.13		
07.02.03	TRANSPORTE	M3	787.50	24.39	19,207.13		
07.02.04	BASE Y SUB-BASE E=0.15 MTS	M3	787.50	1.17	921.36	24,105.51	57,115.63
08.00.00	<b>AGUEDUCTO DE TUBERIA COLGANTE</b>						
08.01.00	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>						
08.01.01	LIMPIEZA Y DEFORESTACION	M2	44.00	1.94	85.36		
08.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	M	44.00	1.39	61.16	146.52	
08.02.00	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>						
08.02.01	EXCAVACION MANUAL EN ROCA FIJA	M3	58.08	74.90	4,350.19		
08.02.02	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE	M3	63.69	12.65	820.99	5,171.18	
08.03.00	<b>CONCRETO ARMADO</b>						
08.03.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2	M3	4.87	327.23	1,593.61		
08.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	M2	8.78	21.39	187.80		
08.03.03	ACERO FY= 4200 KG/CM2	KG	58.70	2.51	147.34		
08.03.04	SUMINISTRO DE HORMIGON Y OTROS	M3	12.66	96.42	1,241.89	3,170.64	8,466.34
09.00.00	<b>PUENTE EN CRUCE DE TUBERIA DE PRESION</b>						
09.01.00	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>						
09.01.01	LIMPIEZA Y DEFORESTACION	M2	25.00	1.94	48.50		
09.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	M	25.00	1.39	34.75	83.25	
09.02.00	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>						
09.02.01	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO A MANO	M3	15.21	23.77	361.54		
09.02.02	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE	M3	16.73	12.65	214.96	576.52	
09.03.00	<b>OBRAS DE CONCRETO</b>						
09.03.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2	M3	15.00	327.23	4,908.45		
09.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	M2	46.25	21.39	989.29		
09.03.03	ACERO FY= 4200 KG/CM2	KG	77.48	2.51	194.47		
09.03.04	SUMINISTRO DE HORMIGON Y OTROS	M3	16.50	96.42	1,590.93	7,683.14	8,342.91
10.00.00	<b>CANAL DE DESCARGA</b>						
10.01.00	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>						
10.01.01	LIMPIEZA Y DEFORESTACION	M2	40.00	1.94	77.60		
10.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	M	40.00	1.39	55.60	133.20	
10.02.00	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>						
10.02.01	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO A MANO	M3	17.50	23.77	415.98		
10.02.02	EXCAVACION MANUAL EN ROCA SUELTA	M3	8.50	85.61	727.69		
10.02.03	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE	M3	28.60	12.65	367.51	1,511.18	
10.03.00	<b>OBRAS DE CONCRETO</b>						

000332

**PROYECTO ESPECIAL ALTO HUALLAGA**

Fecha : 25/08/99 15:49:20

**Presupuesto**

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 428 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Cliente PROYECTO ESPECIAL ALTO HUALLAGA

Tarieta 0001 Costo al 28/02/1997

Departamento SAN MARTIN

Provincia MARISCAL CACERES

Distrito PACHIZA

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
10.03.01	ALBAÑILERIA DE PIEDRA	M2	10.00	31.02	310.20		
10.03.02	CONCRETO F'c = 175 KG/CM2	M3	15.00	295.29	4,429.35		
10.03.03	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL	M2	100.00	21.39	2,139.00		
10.03.04	ACERO F'Y= 4200 KG/CM2	KG	140.00	2.45	343.00	7,221.55	8,865.93

COSTO DIRECTO

2,513,680.91

GATOS GENERALES 17.00% DEL C.D.

427,325.75

=====

SUB TOTAL

2,941,006.66

UTILIDAD 0% (ADMINISTRACION DIRECTA)

0.00

IMPUESTO 18% (I.G.V.)

529,381.20

=====

TOTAL PRESUPUESTO OBRAS CIVILES

3,470,387.86

=====

**SON : TRES MILLONES CUATROCIENTOS SETENTA MIL TRESCIENTOS OCHENTISIETE Y 86/100 NUEVOS SOLES**

000333

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

Partida	01.01.01		ALMACEN Y GUARDIANIA				
Rendimiento	25.000	M2/DIA	Costo unitario directo por : M2				33.50
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
<b>Mano de Obra</b>							
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0320	10.08	0.32	
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.6400	8.40	5.38	
470104	PEON	HH	6.00	1.9200	6.78	13.02	
<b>18.72</b>							
<b>Materiales</b>							
020103	CLAVOS PARA MADERA C/C 2"	KG		0.0700	3.50	0.25	
020105	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.0700	3.50	0.25	
020409	ALAMBRE NEGRO N° 16	KG		0.3000	3.00	0.90	
430031	MADERA CAPIRONA (TRONCOS)	UND		0.2400	2.60	0.62	
430032	PAJA PARA TECHO	UND		20.0000	0.10	2.00	
430103	MADERA TORNILLO	P2		12.0000	0.85	10.20	
<b>14.22</b>							
<b>Equipos</b>							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	18.72	0.56	
<b>0.56</b>							

Partida	01.01.02		CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA				
Rendimiento	1.500	UND/DIA	Costo unitario directo por : UND				704.27
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
<b>Mano de Obra</b>							
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.5333	10.08	5.38	
470102	OPERARIO	HH	1.00	5.3333	8.40	44.80	
470104	PEON	HH	3.00	16.0000	6.78	108.48	
<b>158.66</b>							
<b>Materiales</b>							
020107	CLAVOS PARA MADERA C/C 4"	KG		0.3000	3.50	1.05	
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		1.0000	20.00	20.00	
360000	HORMIGON	M3		0.4000	30.00	12.00	
430031	MADERA CAPIRONA (TRONCOS)	UND		3.0000	2.60	7.80	
840101	CARTEL DE OBRA DE 1.8 X 2.40	UND		1.0000	500.00	500.00	
<b>540.85</b>							
<b>Equipos</b>							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	158.66	4.76	
<b>4.76</b>							

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1999

Partida 01.01.03 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION  
 Rendimiento GLB/DIA Costo unitario directo por : GLB 3,264.22

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Materiales</b>						
329702	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	GLB		1.0000	3,264.22	3,264.22
						<b>3,264.22</b>

Partida 01.01.04 CERCO PERIMETRICO  
 Rendimiento 80.000 M/DIA Costo unitario directo por : M 11.39

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0100	10.08	0.10
470104	PEON	HH	1.00	0.1000	6.78	0.68
						<b>0.78</b>
<b>Materiales</b>						
029101	GRAPAS	KG		0.0200	3.50	0.07
430031	MADERA CAPIRONA (TRONCOS)	UND		0.2000	2.60	0.52
469101	ALAMBRE DE PUAS	RLL		4.0000	2.50	10.00
						<b>10.59</b>
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.78	0.02
						<b>0.02</b>

Partida 01.01.05 LIMPIEZA Y ELIMINACION DE DESMONTE  
 Rendimiento 33.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 1.94

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0242	10.08	0.24
470104	PEON	HH	1.00	0.2424	6.78	1.64
						<b>1.88</b>
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.88	0.06
						<b>0.06</b>

Partida 01.01.06 AGUA POTABLE Y DESAG. CASA DE MAQUINA  
 Rendimiento 1.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 492.53

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.8000	10.08	8.06
470102	OPERARIO	HH	2.00	16.0000	8.40	134.40
470104	PEON	HH	2.00	16.0000	6.78	108.48
						<b>250.94</b>
<b>Materiales</b>						
020105	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.8000	3.50	2.80
020409	ALAMBRE NEGRO N°16	KG		0.0600	3.00	0.18
029702	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	KG		1.0500	1.66	1.73
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.0900	20.00	1.80
360000	HORMIGON	M3		0.3600	30.00	10.80
430103	MADERA TORNILLO	P2		15.0000	0.85	12.75
720020	TUB. PVC SAP PRESION C-10 1 1/2" x5m	UND		31.0000	4.00	124.00

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1999

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
721311	TUB. PVC SAL P/DESAGUE DE 4"	M		40.0000	2.00	80.00
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	250.94	7.50
<b>234.00</b>						
<b>7.50</b>						

Partida 01.01.07

CASA DE RESIDENTE Y SUPERVISORES

Rendimiento 16.000 M2/DIA

Costo unitario directo por : M2

93.75

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.20	0.1000	10.08	1.01
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.5000	8.40	4.20
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.5000	7.57	3.79
470104	PEON	HH	2.00	1.0000	6.78	6.78
<b>15.78</b>						
<b>Materiales</b>						
021321	CLAVOS PARA CALAMINA	KG		0.4000	7.50	3.00
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.2000	20.00	4.00
430103	MADERA TORNILLO	P2		60.0000	0.85	51.00
560197	CALAMINAS GALVANIZADAS	PLN		1.5000	13.00	19.50
<b>77.50</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	15.78	0.47
<b>0.47</b>						

Partida 01.01.08

CONSTRUCCION DE TAMBOS

Rendimiento 1.600 GLB/DIA

Costo unitario directo por : GLB

533.88

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.20	1.0000	10.08	10.08
470102	OPERARIO	HH	1.00	5.0000	8.40	42.00
470104	PEON	HH	2.00	10.0000	6.78	67.80
<b>119.88</b>						
<b>Materiales</b>						
020107	CLAVOS PARA MADERA C/C 4"	KG		8.0000	3.50	28.00
430031	MADERA CAPIRONA (TRONCOS)	UND		80.0000	2.60	208.00
430032	PAJA PARA TECHO	UND		1,200.0000	0.10	120.00
430103	MADERA TORNILLO	P2		64.0000	0.85	54.40
<b>410.40</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	119.88	3.60
<b>3.60</b>						



## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

Partida 01.01.09 INSTALACIONES ELECTRICAS  
 Rendimiento 8.000 GLB/DIA Costo unitario directo por : GLB 939.43

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470102	OPERARIO	HH	1.00	1.0000	8.40	8.40
470103	OFICIAL	HH	8.00	8.0000	7.57	60.56
470104	PEON	HH	24.00	24.0000	6.78	162.72
<b>Materiales</b>						
070201	ALAMBRE THW 14 AWG	M		500.0000	0.40	200.00
112131	FOCOS 100 W	PZA		30.0000	3.00	90.00
123115	INTERRUPTOR SIMPLE	PZA		20.0000	0.90	18.00
123210	TOMACORRIENTE SIMPLE	PZA		20.0000	0.90	18.00
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		4.0000	20.00	80.00
360000	HORMIGON	M3		3.0000	30.00	90.00
430103	MADERA TORNILLO	P2		88.0000	0.85	74.80
560197	CALAMINAS GALVANIZADAS	PLN		10.0000	13.00	130.00
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	231.68	6.95
						6.95

Partida 02.01.01 LIMPIEZA Y DEFORESTACION  
 Rendimiento 33.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 1.94

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0242	10.08	0.24
470104	PEON	HH	1.00	0.2424	6.78	1.64
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.88	0.06
						0.06

Partida 02.01.02 TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO  
 Rendimiento 0.400 KM/DIA Costo unitario directo por : KM 1,347.28

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470032	TOPOGRAFO	HH	2.00	40.0000	8.40	336.00
470101	CAPATAZ	HH	0.10	2.0000	10.08	20.16
470103	OFICIAL	HH	1.00	20.0000	7.57	151.40
470104	PEON	HH	4.00	80.0000	6.78	542.40
<b>Materiales</b>						
292201	CORDEL	M		100.0000	0.30	30.00
300102	CAL HIDRATADA DE 25 Kg	BOL		0.0500	6.00	0.30
440100	ESTACA DE MADERA	P2		0.0200	0.85	0.02
544599	PINTURA	GLN		0.5000	36.00	18.00
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1,049.96	31.50
370239	WINCHA DE 50m	HE	1.00	20.0000	0.50	10.00
375401	MIRAS Y JALONES	HM	1.00	20.0000	1.00	20.00
491901	TEODOLITO	HM	1.00	20.0000	5.50	110.00

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1999

491903	NIVEL	HE	1.00	20.0000	3.75	75.00
491905	ECLIMETRO	UND	1.00	2.5000	1.00	2.50
						<b>249.00</b>

Partida 02.01.04

TRAZO Y REPLANTEO FINAL

Rendimiento 0.400 KM/DIA

Costo unitario directo por : KM

1,347.28

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470032	TOPOGRAFO	HH	2.00	40.0000	8.40	336.00
470101	CAPATAZ	HH	0.10	2.0000	10.08	20.16
470103	OFICIAL	HH	1.00	20.0000	7.57	151.40
470104	PEON	HH	4.00	80.0000	6.78	542.40
						<b>1,049.96</b>
<b>Materiales</b>						
292201	CORDEL	M		100.0000	0.30	30.00
300102	CAL HIDRATADA DE 25 Kg	BOL		0.0500	6.00	0.30
440100	ESTACA DE MADERA	P2		0.0200	0.85	0.02
544599	PINTURA	GLN		0.5000	36.00	18.00
						<b>48.32</b>
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1,049.96	31.50
370239	WINCHA DE 50m	HE	1.00	20.0000	0.50	10.00
375401	MIRAS Y JALONES	HM	1.00	20.0000	1.00	20.00
491901	TEODOLITO	HM	1.00	20.0000	5.50	110.00
491903	NIVEL	HE	1.00	20.0000	3.75	75.00
491905	ECLIMETRO	UND	1.00	2.5000	1.00	2.50
						<b>249.00</b>

Partida 02.02.01

EXCAVACION MANUAL EN ROCA SUELTA

Rendimiento 27.590 M3/DIA

Costo unitario directo por : M3

50.42

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0290	10.08	0.29
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.2900	8.40	2.44
470103	OFICIAL	HH	2.00	0.5799	7.57	4.39
470104	PEON	HH	2.00	0.5799	6.78	3.93
						<b>11.05</b>
<b>Materiales</b>						
270006	MECHA O GUIA	P		9.0000	0.25	2.25
270210	FULMINANTE O DETONANTE	UND		2.0000	0.40	0.80
280022	DINAMITA	KG		2.0200	9.10	18.38
						<b>21.43</b>
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	11.05	0.33
490208	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM	HM	1.00	0.2900	51.61	14.97
490610	MARTILLO NEUMATICO 29 KG C/BARRENO-ACCS	HM	1.00	0.2900	9.12	2.64
						<b>17.94</b>

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

Partida		02.02.02		EXCAVACION MANUAL EN ROCA FIJA			
Rendimiento		17.780	M3/DIA	Costo unitario directo por : M3			74.90
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
<b>Mano de Obra</b>							
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0450	10.08	0.45	
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.4499	8.40	3.78	
470103	OFICIAL	HH	2.00	0.6999	7.57	6.81	
470104	PEON	HH	2.00	0.6999	6.78	6.10	
<b>17.14</b>							
<b>Materiales</b>							
270006	MECHA O GUIA	P		13.0000	0.25	3.25	
270210	FULMINANTE O DETONANTE	UND		3.0000	0.40	1.20	
280022	DINAMITA	KG		2.8000	9.10	25.48	
<b>29.93</b>							
<b>Equipos</b>							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	17.14	0.51	
490208	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM	HM	1.00	0.4499	51.61	23.22	
490610	MARTILLO NEUMATICO 29 KG C/BARRENO-ACCS	HM	1.00	0.4499	9.12	4.10	
<b>27.83</b>							

Partida		02.02.03		EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO A MANO			
Rendimiento		2.700	M3/DIA	Costo unitario directo por : M3			23.77
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
<b>Mano de Obra</b>							
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.2963	10.08	2.99	
470104	PEON	HH	1.00	2.9630	6.78	20.09	
<b>23.08</b>							
<b>Equipos</b>							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	23.08	0.69	
<b>0.69</b>							

Partida		02.02.04		PLATAFORMA CON ENROCADO			
Rendimiento		4.000	M3/DIA	Costo unitario directo por : M3			94.85
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
<b>Mano de Obra</b>							
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.2000	10.08	2.02	
470102	OPERARIO	HH	1.00	2.0000	8.40	16.80	
470103	OFICIAL	HH	1.00	2.0000	7.57	15.14	
470104	PEON	HH	1.00	2.0000	6.78	13.56	
<b>47.52</b>							
<b>Materiales</b>							
050009	PIEDRA DE RIO DE 30 cm	M3		0.6500	30.00	25.50	
050011	PIEDRA MEDIANA DE 6"	M3		0.3800	30.00	11.40	
050117	MATERIAL PARA CAMA DE APOYO	M3		0.3000	30.00	9.00	
<b>45.90</b>							
<b>Equipos</b>							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	47.52	1.43	
<b>1.43</b>							

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

Partida 02.02.05 RELLENO CON MATERIAL PROPIO A MANO  
 Rendimiento 3.500 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 18.36

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.2286	10.08	2.30
470104	PEON	HH	1.00	2.2857	6.78	15.50
<b>Materiales</b>						
390500	AGUA	M3		0.0150	2.00	0.03
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	17.80	0.53
						<b>0.53</b>

Partida 02.02.06 ENTIBADO PARA PROTECCION DE CANAL  
 Rendimiento 25.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 19.48

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0320	10.08	0.32
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.3200	8.40	2.69
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.3200	7.57	2.42
470104	PEON	HH	2.00	0.6400	6.78	4.34
<b>Materiales</b>						
020105	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.2000	3.50	0.70
020410	ALAMBRE NEGRO N°8	KG		0.3000	3.00	0.90
430031	MADERA CAPIRONA (TRONCOS)	UND		2.0000	2.60	5.20
440000	MADERA CORRIENTE	P2		4.3600	0.60	2.62
						<b>9.42</b>
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	9.77	0.29
						<b>0.29</b>

Partida 02.02.07 DESQUINCHE PARTE SUPERIOR DEL CANAL  
 Rendimiento 20.000 M/DIA Costo unitario directo por : M 69.64

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0400	10.08	0.40
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.8000	8.40	6.72
470103	OFICIAL	HH	2.00	0.8000	7.57	6.06
470104	PEON	HH	20.00	8.0000	6.78	54.24
						<b>67.42</b>
<b>Materiales</b>						
390209	SOGA DE 1/2" NYLON	KG		0.2000	1.00	0.20
						<b>0.20</b>
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	67.42	2.02
						<b>2.02</b>

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

Partida 02.02.08 ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE  
 Rendimiento 25.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 12.85

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.50	0.1600	10.08	1.61
470104	PEON	HH	5.00	1.6000	6.78	10.66
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	12.46	0.37
379802	CARRETILLA	PZA	1.00	0.0400	0.50	0.02
<b>0.39</b>						

Partida 02.02.09 FILTRO DE PIEDRAS  
 Rendimiento 1.500 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 160.61

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.5333	10.08	5.38
470103	OFICIAL	HH	1.00	5.3333	7.57	40.37
470104	PEON	HH	2.00	10.6667	6.78	72.32
<b>118.07</b>						
<b>Materiales</b>						
050008	PIEDRA DE RIO DE 30 cm	M3		0.6000	30.00	18.00
050010	PIEDRA MEDIANA DE 4"	M3		0.4000	30.00	12.00
050117	MATERIAL PARA CAMA DE APOYO	M3		0.3000	30.00	9.00
<b>39.00</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	118.07	3.54
<b>3.54</b>						

Partida 02.02.10 EXCAVACION DE TIERRA BAJO AGUA  
 Rendimiento 12.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 113.38

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.6667	10.08	0.67
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.6667	8.40	5.60
470103	OFICIAL	HH	3.00	2.0000	7.57	15.14
470104	PEON	HH	6.00	4.0000	6.78	27.12
<b>48.53</b>						
<b>Materiales</b>						
270006	MECHA O GUIA	P		9.0000	0.25	2.25
270210	FULMINANTE O DETONANTE	UND		2.0000	0.40	0.80
280022	DINAMITA	KG		2.0200	9.10	18.39
<b>21.43</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	48.53	1.46
480800	MOTOBOMBA 10 HP 4"	HM	1.00	0.6667	2.21	1.47
490208	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM	HM	1.00	0.6667	51.61	34.41
490610	MARTILLO NEUMATICO 29 KG C/BARRENO-ACCS	HM	1.00	0.6667	9.12	6.08
<b>43.42</b>						

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

Partida 02.03.01 CONCRETO F'c = 175 KG/CM2  
 Rendimiento 10.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 295.29

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	2.00	1.6000	8.40	13.44
470101	CAPATAZ	HH	0.20	0.1600	10.06	1.61
470102	OPERARIO	HH	2.00	1.6000	8.40	13.44
470103	OFICIAL	HH	2.00	1.6000	7.57	12.11
470104	PEON	HH	10.34	8.2720	6.78	56.06
<b>Materiales</b>						
050102	AGREGADO GRUESO DE RIO	M3		0.7600	30.00	22.80
050133	AGREGADO FINO	M3		0.5100	30.00	15.30
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		7.5000	20.00	150.00
390500	AGUA	M3		0.1850	2.00	0.37
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	96.68	2.90
491011	MEZCLADORA CONCRETO TROMPO 8 HP 9 P3	HM	1.00	0.8000	4.66	3.73
495201	VIBRADOR DE 4 HP CAP.=1.25'	HM	1.00	0.6000	4.39	3.51
<b>188.47</b>						

Partida 02.03.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA  
 Rendimiento 15.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 24.35

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.00	0.5333	8.40	4.48
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0533	10.06	0.54
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.5333	8.40	4.48
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.5333	7.57	4.04
470104	PEON	HH	1.00	0.5333	6.78	3.62
<b>17.16</b>						
<b>Materiales</b>						
019101	ACEITE QUEMADO	GLN		0.1000	2.00	0.20
020105	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.1700	3.50	0.60
020410	ALAMBRE NEGRO N°8	KG		0.3000	3.00	0.90
430103	MADERA TORNILLO	P2		4.2400	0.85	3.60
531003	PETROLEO	GLN		0.0100	5.10	0.05
<b>5.35</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	17.16	0.51
499012	CEPILLADORA ELECTRICA	HM	1.00	0.5333	2.50	1.33
<b>1.84</b>						

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

Partida 02.03.03 ACERO F"Y= 4200 KG/CM2  
 Rendimiento 250.000 KG/DIA Costo unitario directo por : KG 2.51

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0032	10.08	0.03
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0320	8.40	0.27
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0320	7.57	0.24
<b>Materiales</b>						
020409	ALAMBRE NEGRO N°16	KG		0.0600	3.00	0.18
029702	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	KG		1.0700	1.65	1.77
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.54	0.02
						<b>0.02</b>

Partida 02.03.04 JUNTAS DE DILATACION CON ASFALTO  
 Rendimiento 100.000 M/DIA Costo unitario directo por : M 4.92

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0080	10.08	0.08
470103	OFICIAL	HH	3.00	0.2400	7.57	1.82
470104	PEON	HH	3.00	0.2400	6.78	1.63
<b>Materiales</b>						
040000	ARENA FINA	M3		0.0020	30.00	0.06
130006	ASFALTO RC-250	GLN		0.1330	6.00	0.80
539002	KEROSENE INDUSTRIAL	GLN		0.1000	4.20	0.42
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.53	0.11
						<b>0.11</b>

Partida 02.03.05 ENCOFRADO Y DESENCOF. TECHO Y MUROS  
 Rendimiento 15.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 14.63

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0533	10.08	0.54
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.5333	8.40	4.48
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.5333	7.57	4.04
<b>Materiales</b>						
019101	ACEITE QUEMADO	GLN		0.1000	2.00	0.20
020105	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.1700	3.50	0.60
020410	ALAMBRE NEGRO N°8	KG		0.3000	3.00	0.90
430103	MADERA TORNILLO	P2		4.1800	0.85	3.55
531003	PETROLEO	GLN		0.0100	5.10	0.05
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	9.06	0.27
						<b>0.27</b>

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

Partida 02.03.06 JUNTAS CON WATER STOP  
 Rendimiento 100.000 M/DIA Costo unitario directo por : M 12.39

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0080	10.08	0.08
470103	OFICIAL	HH	2.00	0.1600	7.57	1.21
470104	PEON	HH	2.00	0.1600	6.78	1.08
<b>Materiales</b>						
291204	WATER STOP PVC DE 4"	M		1.0500	9.48	9.95
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.37	0.07
						0.07

Partida 02.03.07 JUNTAS CON TEKNOPOR DE 1"  
 Rendimiento 100.000 M/DIA Costo unitario directo por : M 1.54

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0080	10.08	0.08
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0800	7.57	0.61
470104	PEON	HH	1.00	0.0800	6.78	0.54
<b>Materiales</b>						
020105	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.0100	3.50	0.04
291263	TECKNOPORT E= 1"	M2		0.0100	23.00	0.23
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.23	0.04
						0.04

Partida 02.03.08 SUMINISTRO DE HORMIGON Y OTROS  
 Rendimiento 7.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 96.42

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	HH	1.00	1.1429	8.40	9.60
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.1143	10.08	1.15
470103	OFICIAL	HH	1.00	1.1429	7.57	8.65
470104	PEON	HH	7.00	8.0000	6.78	54.24
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	73.64	2.21
490890	TRACTOR DE TIRO DE 60 HP	HM	1.00	1.1429	18.00	20.57
						22.78



## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

Partida 02.03.09

COMPUERTA DE IZAJE DE 1 x 1

Rendimiento 1.000 UND/DIA

Costo unitario directo por : UND

3,078.20

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470029	SOLDADOR	HH	0.25	2.0000	8.40	16.80
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.6000	10.08	6.06
470102	OPERARIO	HH	1.00	8.0000	8.40	67.20
470103	OFICIAL	HH	1.00	8.0000	7.57	60.56
470104	PEON	HH	1.00	8.0000	6.78	54.24
<b>206.86</b>						
<b>Materiales</b>						
295501	SOLDADURA CELLOCORD P (AWS E6010) 1/8"	KG		0.1500	7.50	1.13
542120	BASE ANTICORROSIVA EPOXICO C/DISOLV. Y CATALIZADOR	GLN		0.6000	250.00	200.00
542205	PINTURA ESMALTE EPOXICA	GLN		0.6000	180.00	144.00
850101	COMPUERTA METALICA DE 1 X 1	UND		1.0000	2,500.00	2,500.00
<b>2,845.13</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	206.86	6.21
490750	MOTOSOLDADORA DE 250 AMP.	HM	0.25	2.0000	10.00	20.00
<b>26.21</b>						

Partida 02.03.10

COMPUERTA DESLIZANTE DE 0.5 x 0.5.

Rendimiento 1.500 UND/DIA

Costo unitario directo por : UND

2,414.51

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470029	SOLDADOR	HH	0.25	1.3333	8.40	11.20
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.5333	10.08	5.38
470102	OPERARIO	HH	1.00	5.3333	8.40	44.80
470103	OFICIAL	HH	1.00	5.3333	7.57	40.37
470104	PEON	HH	1.00	5.3333	6.78	36.16
<b>137.91</b>						
<b>Materiales</b>						
295501	SOLDADURA CELLOCORD P (AWS E6010) 1/8"	KG		0.1500	7.50	1.13
542120	BASE ANTICORROSIVA EPOXICO C/DISOLV. Y CATALIZADOR	GLN		0.6000	250.00	150.00
542205	PINTURA ESMALTE EPOXICA	GLN		0.6000	180.00	108.00
850102	COMPUERTA METALICA DE 0.5 X 0.5	UND		1.0000	2,000.00	2,000.00
<b>2,259.13</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	137.91	4.14
490750	MOTOSOLDADORA DE 250 AMP.	HM	0.25	1.3333	10.00	13.33
<b>17.47</b>						

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

Partida 02.03.11 UÑAS DE CONCRETO F'C= 175 KG/CM2  
 Rendimiento 10.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 283.54

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.00	0.8000	8.40	6.72
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0600	10.08	0.81
470102	OPERARIO	HH	2.00	1.6000	8.40	13.44
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.8000	7.57	6.06
470104	PEON	HH	8.00	6.4000	6.78	43.39
						<b>70.42</b>
<b>Materiales</b>						
050102	AGREGADO GRUESO DE RIO	M3		0.7600	30.00	22.80
050133	AGREGADO FINO	M3		0.5100	30.00	15.30
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		7.5000	20.00	150.00
390500	AGUA	M3		0.1850	2.00	0.37
720021	TUB. PVC SAP PRESION C-10 EC 2" x 5m	UND		0.9000	17.00	15.30
						<b>203.77</b>
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	70.42	2.11
491011	MEZCLADORA CONCRETO TROMPO 8 HP 9 P3	HM	1.00	0.8000	4.66	3.73
495201	VIBRADOR DE 4 HP CAP.=1.25'	HM	1.00	0.8000	4.39	3.51
						<b>9.35</b>

Partida 03.01.01 LIMPIEZA Y DEFORESTACION  
 Rendimiento 33.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 1.94

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0242	10.08	0.24
470104	PEON	HH	1.00	0.2424	6.78	1.64
						<b>1.88</b>
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.88	0.06
						<b>0.06</b>

Partida 03.01.02 TRAZO Y REPLANTEO  
 Rendimiento 400.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 1.46

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470032	TOPOGRAFO	HH	1.00	0.0200	8.40	0.17
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0020	10.08	0.02
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0200	7.57	0.15
470104	PEON	HH	2.00	0.0400	6.78	0.27
						<b>0.61</b>
<b>Materiales</b>						
292201	CORDEL	M		2.0000	0.30	0.60
300102	CAL HIDRATADA DE 25 Kg	BOL		0.0100	6.00	0.06
440100	ESTACA DE MADERA	P2		0.0200	0.85	0.02
544599	PINTURA	GLN		0.0010	36.00	0.04
						<b>0.72</b>
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.61	0.02
370239	WINCHA DE 50m	HE	1.00	0.0200	0.50	0.01
375401	MIRAS Y JALONES	HM	1.00	0.0200	1.00	0.02

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha

28/02/1997

491903	NIVEL	HE	1.00	0.0200	3.75	0.08
						0.13

Partida 03.02.01

EXCAVACION MANUAL EN ROCA FIJA

Rendimiento 17.780 M3/DIA

Costo unitario directo por : M3

74.90

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0450	10.08	0.45
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.4499	8.40	3.78
470103	OFICIAL	HH	2.00	0.8999	7.57	6.81
470104	PEON	HH	2.00	0.8999	6.78	6.10
						17.14
<b>Materiales</b>						
270006	MECHA O GUIA	P		13.0000	0.25	3.25
270210	FULMINANTE O DETONANTE	UND		3.0000	0.40	1.20
280022	DINAMITA	KG		2.8000	9.10	25.48
						29.93
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	17.14	0.51
490208	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM	HM	1.00	0.4499	51.61	23.22
490610	MARTILLO NEUMATICO 29 KG C/BARRENO-ACCS	HM	1.00	0.4499	9.12	4.10
						27.83

Partida 03.02.02

EXCAVACION MANUAL EN ROCA SUELTA

Rendimiento 27.590 M3/DIA

Costo unitario directo por : M3

50.42

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0290	10.08	0.29
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.2900	8.40	2.44
470103	OFICIAL	HH	2.00	0.5799	7.57	4.39
470104	PEON	HH	2.00	0.5799	6.78	3.93
						11.05
<b>Materiales</b>						
270006	MECHA O GUIA	P		9.0000	0.25	2.25
270210	FULMINANTE O DETONANTE	UND		2.0000	0.40	0.80
280020	DINAMITA EN CARTUCHO	UND		2.0200	9.10	18.38
						21.43
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	11.05	0.33
490208	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM	HM	1.00	0.2900	51.61	14.97
490610	MARTILLO NEUMATICO 29 KG C/BARRENO-ACCS	HM	1.00	0.2900	9.12	2.64
						17.94

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 428 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

Partida 03.02.03 EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO A MANO  
 Rendimiento 2.700 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 23.77

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.2963	10.08	2.99
470104	PEON	HH	1.00	2.9630	6.78	20.09
<b>23.08</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	23.08	0.69
<b>0.69</b>						

Partida 03.02.04 ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE  
 Rendimiento 25.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 12.85

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.50	0.1600	10.08	1.61
470104	PEON	HH	5.00	1.6000	6.78	10.85
<b>12.46</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	12.46	0.37
379802	CARRETILLA	PZA	1.00	0.0400	0.50	0.02
<b>0.39</b>						

Partida 03.03.01 CONCRETO F'C = 175 KG/CM2  
 Rendimiento 10.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 295.29

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	2.00	1.6000	8.40	13.44
470101	CAPATAZ	HH	0.20	0.1600	10.08	1.61
470102	OPERARIO	HH	2.00	1.6000	8.40	13.44
470103	OFICIAL	HH	2.00	1.6000	7.57	12.11
470104	PEON	HH	10.34	8.2720	6.78	56.08
<b>96.68</b>						
<b>Materiales</b>						
050102	AGREGADO GRUESO DE RIO	M3		0.7600	30.00	22.80
050133	AGREGADO FINO	M3		0.5100	30.00	15.30
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		7.5000	20.00	150.00
390500	AGUA	M3		0.1850	2.00	0.37
<b>188.47</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	96.68	2.90
491011	MEZCLADORA CONCRETO TROMPO 8 HP 9 P3	HM	1.00	0.8000	4.66	3.73
495201	VIBRADOR DE 4 HP CAP.=1.25"	HM	1.00	0.8000	4.39	3.51
<b>10.14</b>						

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

Partida 03.03.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL  
 Rendimiento 9.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 21.39

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0669	10.08	0.90
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.6669	8.40	7.47
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.6669	7.57	6.73
<b>15.10</b>						
<b>Materiales</b>						
019101	ACEITE QUEMADO	GLN		0.1000	2.00	0.20
020105	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.3100	3.50	1.09
020410	ALAMBRE NEGRO N°8	KG		0.3000	3.00	0.90
430103	MADERA TORNILLO	P2		4.2400	0.85	3.60
531003	PETROLEO	GLN		0.0100	5.10	0.05
<b>5.84</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	15.10	0.45
<b>0.45</b>						

Partida 03.03.03 ACERO F'Y= 4200 KG/CM2  
 Rendimiento 250.000 KG/DIA Costo unitario directo por : KG 2.51

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0032	10.08	0.03
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0320	8.40	0.27
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0320	7.57	0.24
<b>0.54</b>						
<b>Materiales</b>						
020409	ALAMBRE NEGRO N°16	KG		0.0600	3.00	0.18
029702	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	KG		1.0700	1.65	1.77
<b>1.95</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.54	0.02
<b>0.02</b>						

Partida 03.03.04 REVESTIMIENTO CON IMPERMEABILIZANTE  
 Rendimiento 12.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 32.05

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0667	10.08	0.67
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.6667	8.40	5.60
470104	PEON	HH	1.00	0.6667	6.78	4.52
<b>10.79</b>						
<b>Materiales</b>						
020105	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.0200	3.50	0.07
040000	ARENA FINA	M3		0.0300	30.00	0.90
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.3460	20.00	6.92
301115	IMPERMEABILIZANTE	GLN		0.4000	32.00	12.80
390500	AGUA	M3		0.0090	2.00	0.02
430103	MADERA TORNILLO	P2		0.3900	0.85	0.33
<b>21.04</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	10.79	0.22

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 428 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/199

0.2

Partida	03.03.05	SOLADO DE CONCRETO				
Rendimiento	80.000 M2/DIA	Costo unitario directo por : M2				17.5:
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.00	0.1000	8.40	0.84
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0100	10.08	0.10
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.2000	8.40	1.68
470103	OFICIAL	HH	2.00	0.2000	7.57	1.51
470104	PEON	HH	6.00	0.6000	6.78	4.07
<b>Materiales</b>						
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.2840	20.00	5.68
360000	HORMIGON	M3		0.0940	30.00	2.82
390500	AGUA	M3		0.0200	2.00	0.04
431652	REGLA DE MADERA	P2		0.1000	0.66	0.09
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	8.20	0.25
491011	MEZCLADORA CONCRETO TROMPO 6 HP 9 P3	HM	1.00	0.1000	4.66	0.47
<b>8.20</b>						

Partida	03.03.06	SUMINISTRO DE HORMIGON Y OTROS				
Rendimiento	7.000 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3				96.42
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	HH	1.00	1.1429	8.40	9.60
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.1143	10.08	1.15
470103	OFICIAL	HH	1.00	1.1429	7.57	8.65
470104	PEON	HH	7.00	8.0000	6.78	54.24
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	73.64	2.21
490690	TRACTOR DE TIRO DE 60 HP	HM	1.00	1.1429	18.00	20.57
<b>73.64</b>						
<b>22.78</b>						

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1999

Partida 03.04.01 COMPUERTA DESLIZANTE C/MANUBRIO DE IZAJE DE 1 x 1  
 Rendimiento 1.000 UND/DIA Costo unitario directo por : UND 3,078.21

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470029	SOLDADOR	HH	0.25	2.0000	8.40	16.80
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.8000	10.08	8.08
470102	OPERARIO	HH	1.00	8.0000	8.40	67.20
470103	OFICIAL	HH	1.00	8.0000	7.57	60.56
470104	PEON	HH	1.00	8.0000	6.78	54.24
<b>206.88</b>						
<b>Materiales</b>						
295501	SOLDADURA CELLOCORD P (AWS E6010) 1/8"	KG		0.1500	7.50	1.13
542120	BASE ANTICORROSIVA EPOXICO C/DISOLV. Y CATALIZADOR	GLN		0.8000	250.00	200.00
542205	PINTURA ESMALTE EPOXICA	GLN		0.8000	180.00	144.00
850101	COMPUERTA METALICA DE 1 X 1	UND		1.0000	2,500.00	2,500.00
<b>2,845.13</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	206.86	6.21
490750	MOTOSOLDADORA DE 250 AMP.	HM	0.25	2.0000	10.00	20.00
<b>26.21</b>						

Partida 03.04.02 COMPUERTA DESLI. C/MANUBRIO DE IZAJE DE 0.55 x 0.55  
 Rendimiento 1.500 UND/DIA Costo unitario directo por : UND 2,414.51

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470029	SOLDADOR	HH	0.25	1.3333	8.40	11.20
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.5333	10.08	5.38
470102	OPERARIO	HH	1.00	5.3333	8.40	44.80
470103	OFICIAL	HH	1.00	5.3333	7.57	40.37
470104	PEON	HH	1.00	5.3333	6.78	36.16
<b>137.91</b>						
<b>Materiales</b>						
295501	SOLDADURA CELLOCORD P (AWS E6010) 1/8"	KG		0.1500	7.50	1.13
542120	BASE ANTICORROSIVA EPOXICO C/DISOLV. Y CATALIZADOR	GLN		0.6000	250.00	150.00
542205	PINTURA ESMALTE EPOXICA	GLN		0.6000	180.00	108.00
850102	COMPUERTA METALICA DE 0.5 X 0.5	UND		1.0000	2,000.00	2,000.00
<b>2,259.13</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	137.91	4.14
490750	MOTOSOLDADORA DE 250 AMP.	HM	0.25	1.3333	10.00	13.33
<b>17.47</b>						

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

<b>Partida</b>	03.04.03	<b>JUNTA WATER STOP</b>				<b>Costo unitario directo por : M</b>	13.59
<b>Rendimiento</b>	100.000 M/DIA						

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0060	10.08	0.08
470103	OFICIAL	HH	3.00	0.2400	7.57	1.82
470104	PEON	HH	3.00	0.2400	6.78	1.63
<b>Materiales</b>						
291204	WATER STOP PVC DE 4"	M		1.0500	9.48	9.95
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.53	0.11
						0.11

<b>Partida</b>	04.01.01	<b>LIMPIEZA Y DEFORESTACION</b>				<b>Costo unitario directo por : M2</b>	1.94
<b>Rendimiento</b>	33.000 M2/DIA						

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0242	10.08	0.24
470104	PEON	HH	1.00	0.2424	6.78	1.64
						1.88
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.88	0.06
						0.06

<b>Partida</b>	04.01.02	<b>TRAZO Y REPLANTEO</b>				<b>Costo unitario directo por : M2</b>	1.46
<b>Rendimiento</b>	400.000 M2/DIA						

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470032	TOPOGRAFO	HH	1.00	0.0200	8.40	0.17
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0020	10.08	0.02
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0200	7.57	0.15
470104	PEON	HH	2.00	0.0400	6.78	0.27
						0.61
<b>Materiales</b>						
292201	CORDEL	M		2.0000	0.30	0.60
300102	CAL HIDRATADA DE 25 Kg	BOL		0.0100	6.00	0.06
440100	ESTACA DE MADERA	P2		0.0200	0.85	0.02
544599	PINTURA	GLN		0.0010	36.00	0.04
						0.72
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.61	0.02
370239	WINCHA DE 50m	HE	1.00	0.0200	0.50	0.01
375401	MIRAS Y JALONES	HM	1.00	0.0200	1.00	0.02
491903	NIVEL	HE	1.00	0.0200	3.75	0.08
						0.13



## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1999

Partida 04.02.01

EXCAVACION DE LECHO DE RIO

Rendimiento 12.000 M3/DIA

Costo unitario directo por : M3

114.8

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0667	10.08	0.6
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.6667	8.40	5.6
470103	OFICIAL	HH	3.00	2.0000	7.57	15.1
470104	PEON	HH	6.00	4.0000	6.78	27.1
<b>Materiales</b>						
270006	MECHA O GUIA	P		9.0000	0.25	2.2
270210	FULMINANTE O DETONANTE	UND		2.0000	0.40	0.8
280022	DINAMITA	KG		2.0200	9.10	18.3
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	48.53	1.4
480600	MOTOBOMBA 10 HP 4"	HM	2.00	1.3333	2.21	2.9
490208	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM	HM	1.00	0.6667	51.61	34.4
490610	MARTILLO NEUMATICO 29 KG C/BARRENO-ACCS	HM	1.00	0.6667	9.12	6.0
<b>44.8</b>						

Partida 04.02.02

EXCAVACION MANUAL EN ROCA FIJA

Rendimiento 17.780 M3/DIA

Costo unitario directo por : M3

74.9

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0450	10.08	0.4
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.4499	8.40	3.7
470103	OFICIAL	HH	2.00	0.8999	7.57	6.8
470104	PEON	HH	2.00	0.8999	6.78	6.1
<b>17.1</b>						
<b>Materiales</b>						
270006	MECHA O GUIA	P		13.0000	0.25	3.2
270210	FULMINANTE O DETONANTE	UND		3.0000	0.40	1.2
280022	DINAMITA	KG		2.8000	9.10	25.4
<b>29.9</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	17.14	0.5
490208	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM	HM	1.00	0.4499	51.61	23.2
490610	MARTILLO NEUMATICO 29 KG C/BARRENO-ACCS	HM	1.00	0.4499	9.12	4.1
<b>27.8</b>						

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

Partida 04.02.03

ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE

Rendimiento 25.000 M3/DIA

Costo unitario directo por : M3

12.85

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.50	0.1600	10.08	1.61
470104	PEON	HH	5.00	1.6000	6.78	10.65
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	12.46	0.37
379602	CARRETILLA	PZA	1.00	0.0400	0.50	0.02
<b>0.39</b>						

Partida 04.02.04

RELLENO COMPACTADO A MANO

Rendimiento 2.700 M3/DIA

Costo unitario directo por : M3

23.77

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.2963	10.08	2.99
470104	PEON	HH	1.00	2.9630	6.78	20.09
<b>23.08</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	23.08	0.69
<b>0.69</b>						

Partida 04.03.01

CONCRETO 1:1.6 : 1.7 (C:AF:AG) + 30% PG DIAM. 20 CM.

Rendimiento 15.000 M3/DIA

Costo unitario directo por : M3

329.94

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.00	0.5333	8.40	4.48
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0633	10.08	0.54
470102	OPERARIO	HH	2.00	1.0667	8.40	8.96
470103	OFICIAL	HH	2.00	1.0667	7.57	8.07
470104	PEON	HH	12.00	6.4000	6.78	43.39
<b>65.44</b>						
<b>Materiales</b>						
050009	PIEDRA GRANDE DE 8"	M3		0.3900	30.00	11.70
050102	AGREGADO GRUESO DE RIO	M3		0.7200	30.00	21.60
050133	AGREGADO FINO	M3		0.4600	30.00	13.80
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		10.5200	20.00	210.40
390500	AGUA	M3		0.1050	2.00	0.21
<b>257.71</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	65.44	1.96
491011	MEZCLADORA CONCRETO TROMPO 8 HP 9 P3	HM	1.00	0.5333	4.66	2.49
495201	VIBRADOR DE 4 HP CAP.=1.25"	HM	1.00	0.5333	4.39	2.34
<b>6.79</b>						

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1999

Partida 04.03.02

CONCRETO 1: 2.1 : 2.48 (C:AF:AG) + 30%PG DIAM. 20 CM.

Rendimiento 24.000 M3/DIA

Costo unitario directo por : M3 234.56

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.00	0.3333	8.40	2.80
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0333	10.08	0.34
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.6667	8.40	5.60
470103	OFICIAL	HH	2.00	0.6667	7.57	5.05
470104	PEON	HH	12.00	4.0000	6.78	27.12
<b>Materiales</b>						
050009	PIEDRA GRANDE DE 8"	M3		0.3900	30.00	11.70
050102	AGREGADO GRUESO DE RIO	M3		0.6900	30.00	20.70
050133	AGREGADO FINO	M3		0.4600	30.00	13.80
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		7.1500	20.00	143.00
390500	AGUA	M3		0.1050	2.00	0.21
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	40.91	1.23
491011	MEZCLADORA CONCRETO TROMPO 8 HP 9 P3	HM	1.00	0.3333	4.66	1.55
495201	VIBRADOR DE 4 HP CAP.=1.25"	HM	1.00	0.3333	4.39	1.46
<b>4.24</b>						

Partida 04.03.03

SOLADO DE CONCRETO F'c=140 KG/CM2

Rendimiento 80.000 M2/DIA

Costo unitario directo por : M2 17.55

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.00	0.1000	8.40	0.84
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0100	10.08	0.10
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.2000	8.40	1.68
470103	OFICIAL	HH	2.00	0.2000	7.57	1.51
470104	PEON	HH	6.00	0.6000	6.78	4.07
<b>Materiales</b>						
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.2840	20.00	5.68
380000	HORMIGON	M3		0.0940	30.00	2.82
390500	AGUA	M3		0.0200	2.00	0.04
431652	REGLA DE MADERA	P2		0.1000	0.66	0.09
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	8.20	0.25
491011	MEZCLADORA CONCRETO TROMPO 8 HP 9 P3	HM	1.00	0.1000	4.66	0.47
<b>0.72</b>						

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 428 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

Partida 04.03.04 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL  
 Rendimiento 9.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 21.39

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0889	10.08	0.90
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.8889	8.40	7.47
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.8889	7.57	6.73
						15.10
<b>Materiales</b>						
019101	ACEITE QUEMADO	GLN		0.1000	2.00	0.20
020105	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.3100	3.50	1.09
020410	ALAMBRE NEGRO N°8	KG		0.3000	3.00	0.90
430103	MADERA TORNILLO	P2		4.2400	0.85	3.60
531003	PETROLEO	GLN		0.0100	5.10	0.05
						5.84
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	15.10	0.45
						0.45

Partida 04.03.05 CONCRETO FC=210 KG/CM2  
 Rendimiento 10.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 327.23

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.00	0.8000	8.40	6.72
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0800	10.08	0.81
470102	OPERARIO	HH	2.00	1.6000	8.40	13.44
470103	OFICIAL	HH	2.00	1.6000	7.57	12.11
470104	PEON	HH	8.00	6.4000	6.78	43.39
						76.47
<b>Materiales</b>						
050102	AGREGADO GRUESO DE RIO	M3		0.7600	30.00	22.80
050133	AGREGADO FINO	M3		0.5100	30.00	15.30
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		10.2100	20.00	204.20
380500	AGUA	M3		0.1900	2.00	0.38
						242.68
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	76.47	2.29
481011	MEZCLADORA CONCRETO TROMPO 8 HP 9 P3	HM	0.80	0.6400	4.66	2.98
485201	VIBRADOR DE 4 HP CAP.=1.25"	HM	0.80	0.6400	4.39	2.81
						8.08

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 428 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

Partida 04.03.06

CONCRETO FC=175 KG/CM2

Rendimiento 10.000 M3/DIA

Costo unitario directo por : M3

274.47

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.00	0.8000	8.40	6.72
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0800	10.08	0.81
470102	OPERARIO	HH	2.00	1.6000	8.40	13.44
470103	OFICIAL	HH	2.00	1.6000	7.57	12.11
470104	PEON	HH	8.00	6.4000	6.78	43.39
<b>Materiales</b>						
050102	AGREGADO GRUESO DE RIO	M3		0.7600	30.00	22.80
050133	AGREGADO FINO	M3		0.5100	30.00	15.30
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		7.5000	20.00	150.00
390500	AGUA	M3		0.1850	2.00	0.37
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	76.47	2.29
491011	MEZCLADORA CONCRETO TROMPO 8 HP 9 P3	HM	1.00	0.8000	4.66	3.73
495201	VIBRADOR DE 4 HP CAP.=1.25'	HM	1.00	0.8000	4.39	3.51
<b>9.53</b>						

Partida 04.03.07

SUMINISTRO DE HORMIGON Y OTROS

Rendimiento 7.000 M3/DIA

Costo unitario directo por : M3

96.42

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	HH	1.00	1.1429	8.40	9.60
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.1143	10.08	1.15
470103	OFICIAL	HH	1.00	1.1429	7.57	8.65
470104	PEON	HH	7.00	8.0000	6.78	54.24
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	73.64	2.21
490690	TRACTOR DE TIRO DE 60 HP	HM	1.00	1.1429	18.00	20.57
<b>22.78</b>						

Partida 04.04.01

CONCRETO FC=210 KG/CM2

Rendimiento 10.000 M3/DIA

Costo unitario directo por : M3

327.23

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.00	0.8000	8.40	6.72
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0800	10.08	0.81
470102	OPERARIO	HH	2.00	1.6000	8.40	13.44
470103	OFICIAL	HH	2.00	1.6000	7.57	12.11
470104	PEON	HH	8.00	6.4000	6.78	43.39
<b>Materiales</b>						
050102	AGREGADO GRUESO DE RIO	M3		0.7600	30.00	22.80
050133	AGREGADO FINO	M3		0.5100	30.00	15.30
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		10.2100	20.00	204.20
390500	AGUA	M3		0.1900	2.00	0.38
<b>Equipos</b>						
<b>242.68</b>						

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	76.47	2.29
491011	MEZCLADORA CONCRETO TROMPO 8 HP 9 P3	HM	0.80	0.6400	4.66	2.98
495201	VIBRADOR DE 4 HP CAP.=1.25'	HM	0.80	0.6400	4.39	2.81
						<b>8.08</b>

Partida 04.04.02

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL

Rendimiento 9.000 M2/DIA

Costo unitario directo por : M2

21.39

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.8889	10.08	0.90
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.8889	8.40	7.47
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.8889	7.57	6.73
						<b>15.10</b>
<b>Materiales</b>						
019101	ACEITE QUEMADO	GLN		0.1000	2.00	0.20
020105	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.3100	3.50	1.09
020410	ALAMBRE NEGRO N°8	KG		0.3000	3.00	0.90
430103	MADERA TORNILLO	P2		4.2400	0.85	3.60
531003	PETROLEO	GLN		0.0100	5.10	0.05
						<b>5.84</b>
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	15.10	0.45
						<b>0.45</b>

Partida 04.04.03

ACERO F'Y= 4200 KG/CM2

Rendimiento 250.000 KG/DIA

Costo unitario directo por : KG

2.51

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0032	10.08	0.03
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0320	8.40	0.27
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0320	7.57	0.24
						<b>0.54</b>
<b>Materiales</b>						
020409	ALAMBRE NEGRO N°16	KG		0.0600	3.00	0.18
029702	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	KG		1.0700	1.65	1.77
						<b>1.95</b>
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.54	0.02
						<b>0.02</b>

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

Partida 04.04.04 REVESTIMIENTO CON IMPERMEABILIZANTE  
 Rendimiento 12.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 32.05

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0667	10.08	0.67
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.6667	8.40	5.60
470104	PEON	HH	1.00	0.6667	6.78	4.52
<b>Materiales</b>						
020105	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.0200	3.50	0.07
040000	ARENA FINA	M3		0.0300	30.00	0.90
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.3460	20.00	6.92
301115	IMPERMEABILIZANTE	GLN		0.4000	32.00	12.80
390500	AGUA	M3		0.0090	2.00	0.02
430103	MADERA TORNILLO	P2		0.3900	0.85	0.33
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	10.79	0.22
						<b>10.79</b>

Partida 04.04.05 JUNTA WATER STOP  
 Rendimiento 100.000 M/DIA Costo unitario directo por : M 13.59

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0080	10.08	0.08
470103	OFICIAL	HH	3.00	0.2400	7.57	1.82
470104	PEON	HH	3.00	0.2400	6.78	1.63
<b>Materiales</b>						
291204	WATER STOP PVC DE 4"	M		1.0500	9.48	9.95
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.53	0.11
						<b>0.11</b>

Partida 04.04.06 JUNTA DE DILATACION CON ADITIVO  
 Rendimiento 50.000 M/DIA Costo unitario directo por : M 25.02

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0160	10.08	0.16
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.1600	7.57	1.21
470104	PEON	HH	1.00	0.1600	6.78	1.08
<b>Materiales</b>						
290135	ADITIVO	GLN		0.1500	150.00	22.50
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.45	0.07
						<b>0.07</b>

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

Partida 04.05.01 REJILLAS DE INSPECCION CON PLATINAS POR M2  
 Rendimiento 1.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 1,078.20

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470029	SOLDADOR	HH	0.25	2.0000	8.40	16.80
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.8000	10.08	8.08
470102	OPERARIO	HH	1.00	8.0000	8.40	67.20
470103	OFICIAL	HH	1.00	8.0000	7.57	60.56
470104	PEON	HH	1.00	8.0000	6.78	54.24
<b>Materiales</b>						
023103	REJILLA METALICA CON PLATINAS POR M2	M2		1.0000	500.00	500.00
295501	SOLDADURA CELLOCORD P (AWS E6010) 1/8"	KG		0.1500	7.50	1.13
542120	BASE ANTICORROSIVA EPOXICO C/DISOLV. Y CATALIZADOR	GLN		0.8000	250.00	200.00
542205	PINTURA ESMALTE EPOXICA	GLN		0.8000	180.00	144.00
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	206.86	6.21
490750	MOTOSOLDADORA DE 250 AMP.	HM	0.25	2.0000	10.00	20.00
						<b>26.21</b>

Partida 04.05.02 REJAS DE PROTECCION A OBRAS DE ACERO EN CAPTACION  
 Rendimiento 1.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 1,748.20

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470029	SOLDADOR	HH	0.25	2.0000	8.40	16.80
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.8000	10.08	8.08
470102	OPERARIO	HH	1.00	8.0000	8.40	67.20
470103	OFICIAL	HH	1.00	8.0000	7.57	60.56
470104	PEON	HH	1.00	8.0000	6.78	54.24
<b>Materiales</b>						
023104	RIELES DE PROTECCION DE OBRAS DE ACERO EN CAPTACION	M2		2.0000	585.00	1,170.00
295501	SOLDADURA CELLOCORD P (AWS E6010) 1/8"	KG		0.1500	7.50	1.13
542120	BASE ANTICORROSIVA EPOXICO C/DISOLV. Y CATALIZADOR	GLN		0.8000	250.00	200.00
542205	PINTURA ESMALTE EPOXICA	GLN		0.8000	180.00	144.00
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	206.86	6.21
490750	MOTOSOLDADORA DE 250 AMP.	HM	0.25	2.0000	10.00	20.00
						<b>26.21</b>



## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

Partida 04.05.03

REJILLA DE INGRESO DE 1 x 1

Rendimiento 1.000 UND/DIA

Costo unitario directo por : UND

1.906.20

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470029	SOLDADOR	HH	0.25	2.0000	8.40	16.80
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.8000	10.08	8.06
470102	OPERARIO	HH	1.00	8.0000	8.40	67.20
470103	OFICIAL	HH	1.00	8.0000	7.57	60.56
470104	PEON	HH	1.00	8.0000	6.78	54.24
<b>Materiales</b>						
295501	SOLDADURA CELLOCORD P (AWS E6010) 1/8"	KG		0.1500	7.50	1.13
542120	BASE ANTICORROSIVA EPOXICO C/DISOLV. Y CATALIZADOR	GLN		0.4000	250.00	100.00
542205	PINTURA ESMALTE EPOXICA	GLN		0.4000	180.00	72.00
850103	REJILLA METALICA DE 1.8 X 1.0	UND		1.0000	1,500.00	1,500.00
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	206.86	6.21
490750	MOTOSOLDADORA DE 250 AMP.	HM	0.25	2.0000	10.00	20.00
						<b>26.21</b>

Partida 04.05.04

COMPUERTA VERTICAL C/SIST. IZAJE 1 x 1

Rendimiento 1.000 UND/DIA

Costo unitario directo por : UND

3.078.20

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470029	SOLDADOR	HH	0.25	2.0000	8.40	16.80
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.8000	10.08	8.06
470102	OPERARIO	HH	1.00	8.0000	8.40	67.20
470103	OFICIAL	HH	1.00	8.0000	7.57	60.56
470104	PEON	HH	1.00	8.0000	6.78	54.24
<b>Materiales</b>						
295501	SOLDADURA CELLOCORD P (AWS E6010) 1/8"	KG		0.1500	7.50	1.13
542120	BASE ANTICORROSIVA EPOXICO C/DISOLV. Y CATALIZADOR	GLN		0.8000	250.00	200.00
542205	PINTURA ESMALTE EPOXICA	GLN		0.8000	180.00	144.00
850101	COMPUERTA METALICA DE 1 X 1	UND		1.0000	2,500.00	2,500.00
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	206.86	6.21
490750	MOTOSOLDADORA DE 250 AMP.	HM	0.25	2.0000	10.00	20.00
						<b>26.21</b>

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

Partida 05.01.01 LIMPIEZA Y DEFORESTACION  
 Rendimiento 33.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 1.94

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0242	10.08	0.24
470104	PEON	HH	1.00	0.2424	6.78	1.64
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.88	0.00

Partida 05.01.02 TRAZO Y REPLANTEO  
 Rendimiento 400.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 1.46

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470032	TOPOGRAFO	HH	1.00	0.0200	8.40	0.17
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0020	10.08	0.02
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0200	7.57	0.15
470104	PEON	HH	2.00	0.0400	6.78	0.27
<b>Materiales</b>						
292201	CORDEL	M		2.0000	0.30	0.60
300102	CAL HIDRATADA DE 25 Kg	BOL		0.0100	6.00	0.06
440100	ESTACA DE MADERA	P2		0.0200	0.85	0.02
544599	PINTURA	GLN		0.0010	36.00	0.04
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.61	0.02
370239	WINCHA DE 50m	HE	1.00	0.0200	0.50	0.01
375401	MIRAS Y JALONES	HM	1.00	0.0200	1.00	0.02
491903	NIVEL	HE	1.00	0.0200	3.75	0.08

Partida 05.02.01 EXCAVACION MANUAL DE CAMARA  
 Rendimiento 2.500 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 25.68

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.3200	10.08	3.23
470104	PEON	HH	1.00	3.2000	6.78	21.70
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	24.93	0.75

## PROYECTO ESPECIAL ALTO HUALLAGA

Fecha :

25/08/99 15:52:4

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

Partida 05.02.02

RELLENO CON MATERIAL PROPIO

Rendimiento 3.500 M3/DIA

Costo unitario directo por : M3

18.33

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.2286	10.08	2.30
470104	PEON	HH	1.00	2.2857	6.78	15.51
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	17.80	0.53

Partida 05.02.03

EXCAVACION MANUAL EN ROCA FIJA

Rendimiento 17.780 M3/DIA

Costo unitario directo por : M3

74.90

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0450	10.08	0.45
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.4499	8.40	3.76
470103	OFICIAL	HH	2.00	0.6999	7.57	6.81
470104	PEON	HH	2.00	0.6999	6.78	6.10
<b>Materiales</b>						
270006	MECHA O GUIA	P		13.0000	0.25	3.25
270210	FULMINANTE O DETONANTE	UND		3.0000	0.40	1.20
280022	DINAMITA	KG		2.8000	9.10	25.48
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	17.14	0.51
490208	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM	HM	1.00	0.4499	51.61	23.22
490610	MARTILLO NEUMATICO 29 KG C/BARRENO-ACCS	HM	1.00	0.4499	9.12	4.10

Partida 05.02.04

ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE

Rendimiento 25.000 M3/DIA

Costo unitario directo por : M3

12.85

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.50	0.1600	10.08	1.61
470104	PEON	HH	5.00	1.6000	6.78	10.85
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	12.46	0.37
379802	CARRETILLA	PZA	1.00	0.0400	0.50	0.02

000363

## PROYECTO ESPECIAL ALTO HUALLAGA

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/199

Partida 05.03.01

CONCRETO FC=210 KG/CM2

Rendimiento 10.000 M3/DIA

Costo unitario directo por : M3

327.2

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.00	0.8000	8.40	6.7
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0800	10.08	0.8
470102	OPERARIO	HH	2.00	1.6000	8.40	13.4
470103	OFICIAL	HH	2.00	1.6000	7.57	12.1
470104	PEON	HH	8.00	6.4000	6.78	43.3
<b>Materiales</b>						
050102	AGREGADO GRUESO DE RIO	M3		0.7600	30.00	22.8
050133	AGREGADO FINO	M3		0.5100	30.00	15.3
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		10.2100	20.00	204.2
390500	AGUA	M3		0.1900	2.00	0.3
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	76.47	2.2
491011	MEZCLADORA CONCRETO TROMPO 8 HP 9 P3	HM	0.80	0.6400	4.66	2.9
495201	VIBRADOR DE 4 HP CAP.=1.25"	HM	0.80	0.6400	4.39	2.8
<b>8.0</b>						

Partida 05.03.02

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL

Rendimiento 9.000 M2/DIA

Costo unitario directo por : M2

21.39

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.8889	10.08	0.9
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.8889	8.40	7.4
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.8889	7.57	6.7
<b>Materiales</b>						
019101	ACEITE QUEMADO	GLN		0.1000	2.00	0.2
020105	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.3100	3.50	1.0
020410	ALAMBRE NEGRO N°8	KG		0.3000	3.00	0.9
430103	MADERA TORNILLO	P2		4.2400	0.65	3.6
531003	PETROLEO	GLN		0.0100	5.10	0.0
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	15.10	0.4
<b>0.4</b>						

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.  
 Fórmula 01 OBRAS CIVILES Fecha 28/02/1997

Partida 05.03.03 ACERO F\*Y= 4200 KG/CM2  
 Rendimiento 250.000 KG/DIA Costo unitario directo por : KG 2.51

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0032	10.08	0.03
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0320	8.40	0.27
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0320	7.57	0.24
<b>Materiales</b>						
020409	ALAMBRE NEGRO N°16	KG		0.0600	3.00	0.18
029702	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	KG		1.0700	1.65	1.77
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.54	0.02
						0.02

Partida 05.03.04 REVESTIMIENTO CON IMPERMEABILIZANTE  
 Rendimiento 12.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 32.05

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0667	10.08	0.67
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.6667	8.40	5.60
470104	PEON	HH	1.00	0.6667	6.78	4.52
						10.79
<b>Materiales</b>						
020105	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.0200	3.50	0.07
040000	ARENA FINA	M3		0.0300	30.00	0.90
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.3460	20.00	6.92
301115	IMPERMEABILIZANTE	GLN		0.4000	32.00	12.80
390500	AGUA	M3		0.0090	2.00	0.02
430103	MADERA TORNILLO	P2		0.3900	0.85	0.33
						21.04
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	10.79	0.22
						0.22

Partida 05.03.05 PLATEA DE CIMENTACION F'C=140 KG/CM2  
 Rendimiento 80.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 16.73

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.00	0.1000	8.40	0.84
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0100	10.08	0.10
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.2000	8.40	1.68
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.1000	7.57	0.76
470104	PEON	HH	6.00	0.6000	6.78	4.07
						7.45
<b>Materiales</b>						
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.2840	20.00	5.68
380000	HORMIGON	M3		0.0940	30.00	2.82
431652	REGLA DE MADERA	P2		0.1000	0.86	0.09
						8.59
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	7.45	0.22

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1999

491011	MEZCLADORA CONCRETO TROMPO 8 HP 9 P3	HM	1.00	0.1000	4.66	0.47
						0.68

**Partida 05.03.06 SUMINISTRO DE HORMIGON Y OTROS**  
**Rendimiento 7.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 96.42**

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	HH	1.00	1.1429	8.40	9.60
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.1143	10.08	1.15
470103	OFICIAL	HH	1.00	1.1429	7.57	8.65
470104	PEON	HH	7.00	8.0000	6.78	54.24
						73.64
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	73.64	2.21
490690	TRACTOR DE TIRO DE 60 HP	HM	1.00	1.1429	18.00	20.57
						22.78

**Partida 05.03.07 JUNTA WATER STOP**  
**Rendimiento 100.000 M/DIA Costo unitario directo por : M 13.59**

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0060	10.08	0.08
470103	OFICIAL	HH	3.00	0.2400	7.57	1.82
470104	PEON	HH	3.00	0.2400	6.78	1.63
						3.53
<b>Materiales</b>						
291204	WATER STOP PVC DE 4"	M		1.0500	9.46	9.95
						9.95
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.53	0.11
						0.11

**Partida 05.03.08 CONCRETO F'C = 175 KG/CM2**  
**Rendimiento 10.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 295.29**

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	2.00	1.6000	8.40	13.44
470101	CAPATAZ	HH	0.20	0.1600	10.08	1.61
470102	OPERARIO	HH	2.00	1.6000	8.40	13.44
470103	OFICIAL	HH	2.00	1.6000	7.57	12.11
470104	PEON	HH	10.34	8.2720	6.78	58.08
						96.68
<b>Materiales</b>						
050102	AGREGADO GRUESO DE RIO	M3		0.7600	30.00	22.80
050133	AGREGADO FINO	M3		0.5100	30.00	15.30
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		7.5000	20.00	150.00
390500	AGUA	M3		0.1850	2.00	0.37
						188.47
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	96.68	2.90
491011	MEZCLADORA CONCRETO TROMPO 8 HP 9 P3	HM	1.00	0.8000	4.66	3.73
495201	VIBRADOR DE 4 HP CAP.=1.25"	HM	1.00	0.8000	4.39	3.51

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/199

10.1

Partida	05.04.01	COMPUERTA DESLI. C/MANUBRIO DE IZAJE DE 0.55 x 0.55				
Rendimiento	1.500 UND/DIA	Costo unitario directo por : UND				2,414.5
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470029	SOLDADOR	HH	0.25	1.3333	8.40	11.2
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.5333	10.08	5.3
470102	OPERARIO	HH	1.00	5.3333	8.40	44.8
470103	OFICIAL	HH	1.00	5.3333	7.57	40.3
470104	PEON	HH	1.00	5.3333	6.78	36.1
<b>Materiales</b>						
295501	SOLDADURA CELLOCORD P (AWS E6010) 1/8"	KG		0.1500	7.50	1.1
542120	BASE ANTICORROSIVA EPOXICO C/DISOLV. Y CATALIZADOR	GLN		0.6000	250.00	150.0
542205	PINTURA ESMALTE EPOXICA	GLN		0.6000	180.00	108.0
650102	COMPUERTA METALICA DE 0.5 X 0.5	UND		1.0000	2,000.00	2,000.0
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	137.91	4.1
490750	MOTOSOLDADORA DE 250 AMP.	HM	0.25	1.3333	10.00	13.3
<b>17.4</b>						

Partida	05.04.02	REJILLA METALICA DE 3 x 3				
Rendimiento	1.000 UND/DIA	Costo unitario directo por : UND				3,078.72
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470029	SOLDADOR	HH	0.25	2.0000	8.40	16.8
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.8000	10.08	8.0
470102	OPERARIO	HH	1.00	8.0000	8.40	67.2
470103	OFICIAL	HH	1.00	8.0000	7.57	60.5
470104	PEON	HH	1.00	8.0000	6.78	54.2
<b>Materiales</b>						
023102	REJILLA METALICA DE 3 X 3	UND		1.0000	2,500.00	2,500.0
295501	SOLDADURA CELLOCORD P (AWS E6010) 1/8"	KG		0.2200	7.50	1.6
542120	BASE ANTICORROSIVA EPOXICO C/DISOLV. Y CATALIZADOR	GLN		0.8000	250.00	200.0
542205	PINTURA ESMALTE EPOXICA	GLN		0.8000	180.00	144.0
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	206.86	6.2
490750	MOTOSOLDADORA DE 250 AMP.	HM	0.25	2.0000	10.00	20.0
<b>26.2</b>						

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

Partida 05.04.03 PINTURA ESMALTE  
 Rendimiento 40.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 7.84

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470028	PINTOR	HH	1.00	0.2000	8.40	1.68
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0200	10.08	0.20
470104	PEON	HH	1.00	0.2000	6.78	1.36
<b>3.24</b>						
<b>Materiales</b>						
544599	PINTURA	GLN		0.1000	36.00	3.60
549101	BASE IMPRIMANTE	KG		0.1000	5.00	0.50
<b>4.10</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.24	0.10
489503	EQUIPO DE PINTURA	HM	1.00	0.2000	2.00	0.40
<b>0.50</b>						

Partida 05.04.04 BARANDA CON TUBERIA GALVANIZADA  
 Rendimiento 1.000 M/DIA Costo unitario directo por : M 658.20

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470029	SOLDADOR	HH	0.25	2.0000	8.40	16.80
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.8000	10.08	8.06
470102	OPERARIO	HH	1.00	8.0000	8.40	67.20
470103	OFICIAL	HH	1.00	8.0000	7.57	60.56
470104	PEON	HH	1.00	8.0000	6.78	54.24
<b>206.86</b>						
<b>Materiales</b>						
295501	SOLDADURA CELLOCORD P (AWS E6010) 1/8"	KG		0.1500	7.50	1.13
542120	BASE ANTICORROSIVA EPOXICO C/DISOLV. Y CATALIZADOR	GLN		0.8000	250.00	200.00
542205	PINTURA ESMALTE EPOXICA	GLN		0.8000	180.00	144.00
860106	BARANDA CON TUB. GALV. DE 2"	M		1.0000	80.00	80.00
<b>425.13</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	206.86	6.21
490750	MOTOSOLDADORA DE 250 AMP.	HM	0.25	2.0000	10.00	20.00
<b>26.21</b>						



## PROYECTO ESPECIAL ALTO HUALLAGA

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

Partida 05.04.05 ESCALERA CON TUBO GALVANIZADO  
 Rendimiento 1.000 GLB/DIA Costo unitario directo por : GLB 1,078.20

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470029	SOLDADOR	HH	0.25	2.0000	8.40	16.80
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.8000	10.08	8.06
470102	OPERARIO	HH	1.00	8.0000	8.40	67.20
470103	OFICIAL	HH	1.00	8.0000	7.57	60.56
470104	PEON	HH	1.00	8.0000	6.78	54.24
<b>Materiales</b>						
295501	SOLDADURA CELLOCORD P (AWS E6010) 1/8"	KG		0.1500	7.50	1.13
542120	BASE ANTICORROSIVA EPOXICO C/DISOLV. Y CATALIZADOR	GLN		0.8000	250.00	200.00
542205	PINTURA ESMALTE EPOXICA	GLN		0.8000	180.00	144.00
652401	ESCALERA P/PISCINA DE FO.GO 1 3/4"	UND		1.0000	500.00	500.00
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	206.86	6.21
490750	MOTOSOLDADORA DE 250 AMP.	HM	0.25	2.0000	10.00	20.00
<b>206.86</b>						
<b>845.13</b>						
<b>26.21</b>						

Partida 06.01.01 LIMPIEZA Y DEFORESTACION  
 Rendimiento 33.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 1.94

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0242	10.08	0.24
470104	PEON	HH	1.00	0.2424	6.78	1.64
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.88	0.06
<b>1.88</b>						
<b>0.06</b>						

Partida 06.01.02 TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO  
 Rendimiento 0.350 KM/DIA Costo unitario directo por : KM 2,338.40

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470032	TOPOGRAFO	HH	2.00	45.7143	8.40	384.00
470101	CAPATAZ	HH	0.10	2.2857	10.08	23.04
470102	OPERARIO	HH	2.00	45.7143	8.40	384.00
470104	PEON	HH	8.00	182.8571	6.78	1,239.77
<b>Materiales</b>						
292201	CORDEL	M		2.0000	0.30	0.60
300102	CAL HIDRATADA DE 25 Kg	BOL		0.0500	6.00	0.30
440100	ESTACA DE MADERA	P2		0.0200	0.85	0.02
544599	PINTURA	GLN		0.0010	36.00	0.04
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2,030.81	60.92
370239	WINCHA DE 50m	HE	1.00	22.8571	0.50	11.43
375401	MIRAS Y JALONES	HM	1.00	22.8571	1.00	22.86
491901	TEODOLITO	HM	1.00	22.8571	5.50	125.71
491903	NIVEL	HE	1.00	22.8571	3.75	85.71

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

306.63

Partida	06.01.03	TRAZO Y REPLANTEO FINAL					
Rendimiento	0.400 KM/DIA	Costo unitario directo por : KM				1,347.28	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
<b>Mano de Obra</b>							
470032	TOPOGRAFO	HH	2.00	40.0000	8.40	336.00	
470101	CAPATAZ	HH	0.10	2.0000	10.08	20.16	
470103	OFICIAL	HH	1.00	20.0000	7.57	151.40	
470104	PEON	HH	4.00	80.0000	6.78	542.40	
							<b>1,049.96</b>
<b>Materiales</b>							
292201	CORDEL	M		100.0000	0.30	30.00	
300102	CAL HIDRATADA DE 25 Kg	BOL		0.0500	6.00	0.30	
440100	ESTACA DE MADERA	P2		0.0200	0.85	0.02	
544599	PINTURA	GLN		0.5000	36.00	18.00	
							<b>48.32</b>
<b>Equipos</b>							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1,049.96	31.50	
370239	WINCHA DE 50m	HE	1.00	20.0000	0.50	10.00	
375401	MIRAS Y JALONES	HM	1.00	20.0000	1.00	20.00	
491901	TEODOLITO	HM	1.00	20.0000	5.50	110.00	
491903	NIVEL	HE	1.00	20.0000	3.75	75.00	
491905	ECLIMETRO	UND	1.00	2.5000	1.00	2.50	
							<b>249.00</b>

Partida	06.02.01	EXCAVACION PARA ANCLAJE Y APOYO DE TUBERIA					
Rendimiento	2.700 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3				23.77	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
<b>Mano de Obra</b>							
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.2963	10.08	2.99	
470104	PEON	HH	1.00	2.9630	6.78	20.09	
							<b>23.08</b>
<b>Equipos</b>							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	23.08	0.69	
							<b>0.69</b>

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

Partida 06.02.02 EXCAVACION MANUAL EN ROCA SUELTA  
 Rendimiento 27.590 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 50.42

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0290	10.08	0.29
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.2900	8.40	2.44
470103	OFICIAL	HH	2.00	0.5799	7.57	4.39
470104	PEON	HH	2.00	0.5799	6.78	3.93
<b>Materiales</b>						
270006	MECHA O GUIA	P		9.0000	0.25	2.25
270210	FULMINANTE O DETONANTE	UND		2.0000	0.40	0.60
280020	DINAMITA EN CARTUCHO	UND		2.0200	9.10	18.38
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	11.05	0.33
490208	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM	HM	1.00	0.2900	51.61	14.97
490610	MARTILLO NEUMATICO 29 KG C/BARRENO-ACCS	HM	1.00	0.2900	9.12	2.64
<b>17.94</b>						

Partida 06.02.03 ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE  
 Rendimiento 25.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 12.85

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.50	0.1600	10.08	1.61
470104	PEON	HH	5.00	1.6000	6.78	10.65
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	12.46	0.37
379802	CARRETILLA	PZA	1.00	0.0400	0.50	0.02
<b>0.39</b>						

Partida 06.03.01 CONCRETO FC=210 KG/CM2  
 Rendimiento 10.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 327.23

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.00	0.8000	8.40	6.72
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0800	10.08	0.81
470102	OPERARIO	HH	2.00	1.6000	8.40	13.44
470103	OFICIAL	HH	2.00	1.6000	7.57	12.11
470104	PEON	HH	8.00	6.4000	6.78	43.39
<b>76.47</b>						
<b>Materiales</b>						
050102	AGREGADO GRUESO DE RIO	M3		0.7600	30.00	22.80
050133	AGREGADO FINO	M3		0.5100	30.00	15.30
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		10.2100	20.00	204.20
390500	AGUA	M3		0.1900	2.00	0.38
<b>242.68</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	76.47	2.29
491011	MEZCLADORA CONCRETO TROMPO 8 HP 9 P3	HM	0.80	0.6400	4.68	2.98
495201	VIBRADOR DE 4 HP CAP.=1.25"	HM	0.80	0.6400	4.39	2.81
<b>8.08</b>						

000371

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

Partida	06.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL				
Rendimiento	9.000 M2/DIA	Costo unitario directo por : M2				21.39
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.6669	10.08	0.90
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.6669	8.40	7.47
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.6669	7.57	6.73
<b>15.10</b>						
<b>Materiales</b>						
019101	ACEITE QUEMADO	GLN		0.1000	2.00	0.20
020105	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.3100	3.50	1.09
020410	ALAMBRE NEGRO N°8	KG		0.3000	3.00	0.90
430103	MADERA TORNILLO	P2		4.2400	0.85	3.60
531003	PETROLEO	GLN		0.0100	5.10	0.05
<b>5.84</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	15.10	0.45
<b>0.45</b>						

Partida	06.03.03	ACERO FY= 4200 KG/CM2				
Rendimiento	250.000 KG/DIA	Costo unitario directo por : KG				2.51
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0320	10.08	0.03
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0320	8.40	0.27
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0320	7.57	0.24
<b>0.54</b>						
<b>Materiales</b>						
020409	ALAMBRE NEGRO N°16	KG		0.0600	3.00	0.18
029702	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	KG		1.0700	1.65	1.77
<b>1.95</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.54	0.02
<b>0.02</b>						

Partida	06.03.04	SOLADO DE CONCRETO F'C=140 KG/CM2				
Rendimiento	80.000 M2/DIA	Costo unitario directo por : M2				17.55
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.00	0.1000	8.40	0.84
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0100	10.08	0.10
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.2000	8.40	1.68
470103	OFICIAL	HH	2.00	0.2000	7.57	1.51
470104	PEON	HH	6.00	0.6000	6.78	4.07
<b>8.20</b>						
<b>Materiales</b>						
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.2840	20.00	5.68
360000	HORMIGON	M3		0.0940	30.00	2.82
390500	AGUA	M3		0.0200	2.00	0.04
431652	REGLA DE MADERA	P2		0.1000	0.86	0.09
<b>8.63</b>						

000372

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

## Equipos

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	8.20	0.25
491011	MEZCLADORA CONCRETO TROMPO 8 HP 9 P3	HM	1.00	0.1000	4.66	0.47
						0.72

Partida 06.03.05

SUMINISTRO DE HORMIGON Y OTROS

Rendimiento 7.000 M3/DIA

Costo unitario directo por : M3

96.42

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	HH	1.00	1.1429	8.40	9.60
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.1143	10.08	1.15
470103	OFICIAL	HH	1.00	1.1429	7.57	8.65
470104	PEON	HH	7.00	8.0000	6.78	54.24
						73.64
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	73.64	2.21
490690	TRACTOR DE TIRO DE 60 HP	HM	1.00	1.1429	18.00	20.57
						22.78

Partida 06.03.06

FALSA ZAPATA CONCRETO F'C=100KG/CM2+30%PG

Rendimiento 25.000 M3/DIA

Costo unitario directo por : M3

128.60

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.00	0.3200	8.40	2.69
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0320	10.08	0.32
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.3200	8.40	2.69
470104	PEON	HH	6.00	1.9200	6.78	13.02
						18.72
<b>Materiales</b>						
050008	PIEDRA DE RIO DE 30 cm	M3		0.3500	30.00	10.50
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		3.5000	20.00	70.00
380000	HORMIGON	M3		0.9100	30.00	27.30
390500	AGUA	M3		0.0150	2.00	0.03
						107.83
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	18.72	0.56
491011	MEZCLADORA CONCRETO TROMPO 8 HP 9 P3	HM	1.00	0.3200	4.66	1.49
						2.05

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

Partida 06.03.07 DREN DE PIEDRAS PARA AGUAS SUBTERRANEAS  
 Rendimiento 10.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 42.66

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0800	10.08	0.81
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.8000	7.57	6.06
470104	PEON	HH	1.00	0.8000	6.78	5.42
<b>Materiales</b>						
050008	PIEDRA DE RIO DE 30 cm	M3		1.0000	30.00	30.00
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	12.29	0.37
<b>0.37</b>						

Partida 06.04.01 PERNOS 3/4" x 6"  
 Rendimiento 50.000 UND/DIA Costo unitario directo por : UND 22.66

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0160	10.08	0.16
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.1600	8.40	1.34
470104	PEON	HH	1.00	0.1600	6.78	1.08
<b>Materiales</b>						
025166	PERNOS 3/4" X 6 1/2"	PZA		1.0000	20.00	20.00
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.58	0.08
<b>0.08</b>						

Partida 06.04.02 PATA SOLDADA DE 3/4"  
 Rendimiento 50.000 UND/DIA Costo unitario directo por : UND 22.66

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0160	10.08	0.16
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.1600	8.40	1.34
470104	PEON	HH	1.00	0.1600	6.78	1.08
<b>Materiales</b>						
023501	PATA SOLDADA DE 3/4"	UND		1.0000	20.00	20.00
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.58	0.08
<b>0.08</b>						

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/199

Partida		07.01.01		LIMPIEZA Y DEFORESTACION			Costo unitario directo por : M2	1.9
Rendimiento		33.000 M2/DIA						
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
<b>Mano de Obra</b>								
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0242	10.08	0.2		
470104	PEON	HH	1.00	0.2424	6.78	1.6		
<b>Equipos</b>								
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.88	0.0	0.0	

Partida		07.01.02		TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO			Costo unitario directo por : KM	2,338.40
Rendimiento		0.350 KM/DIA						
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
<b>Mano de Obra</b>								
470032	TOPOGRAFO	HH	2.00	45.7143	8.40	384.00		
470101	CAPATAZ	HH	0.10	2.2857	10.08	23.04		
470102	OPERARIO	HH	2.00	45.7143	8.40	384.00		
470104	PEON	HH	8.00	182.8571	6.78	1,239.77		
<b>2,030.81</b>								
<b>Materiales</b>								
292201	CORDEL	M		2.0000	0.30	0.60		
300102	CAL HIDRATADA DE 25 Kg	BOL		0.0500	6.00	0.30		
440100	ESTACA DE MADERA	P2		0.0200	0.85	0.02		
544599	PINTURA	GLN		0.0010	36.00	0.04		
<b>0.96</b>								
<b>Equipos</b>								
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2,030.81	60.92		
370239	WINCHA DE 50m	HE	1.00	22.8571	0.50	11.43		
375401	MIRAS Y JALONES	HM	1.00	22.8571	1.00	22.86		
491901	TEODOLITO	HM	1.00	22.8571	5.50	125.71		
491903	NIVEL	HE	1.00	22.8571	3.75	85.71		
<b>306.83</b>								

Partida		07.02.01		ELIMINACION DE MATERIAL ORGANICO			Costo unitario directo por : M3	4.02
Rendimiento		310.000 M3/DIA						
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
<b>Mano de Obra</b>								
470104	PEON	HH	2.00	0.0516	6.78	0.35		
470121	CAPATAZ "B"	HH	0.20	0.0052	10.08	0.05		
<b>0.40</b>								
<b>Equipos</b>								
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.40	0.01		
490433	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	HM	1.00	0.0258	140.00	3.61		
<b>3.62</b>								

## Análisis de precios unitarios

Obra	1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.					Fecha	28/02/1997
Fórmula	01 OBRAS CIVILES						
<b>Partida</b>	<b>07.02.02</b>	<b>CARGUIO</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>750.000 M3/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por : M3</b>	<b>1.03</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
470121	CAPATAZ "B"	HH	0.20	0.0021	10.08	0.02	
470123	CONTROLADOR OFICIAL	HH	1.00	0.0107	7.57	0.08	
						<b>0.10</b>	
	<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.10	0.00	
490410	CARGADOR SALLANTAS 125-155 HP 3 YD3.	HM	1.00	0.0107	87.14	0.93	
						<b>0.93</b>	
<b>Partida</b>	<b>07.02.03</b>	<b>TRANSPORTE</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>200.000 M3/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por : M3</b>	<b>24.39</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
470121	CAPATAZ "B"	HH	0.20	0.0080	10.08	0.08	
470123	CONTROLADOR OFICIAL	HH	1.00	0.0400	7.57	0.30	
						<b>0.38</b>	
	<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.38	0.01	
480421	CAMION VOLQUETE 4x2 120-140 HP 4 M3.	HM	3.00	0.1200	200.00	24.00	
						<b>24.01</b>	
<b>Partida</b>	<b>07.02.04</b>	<b>BASE Y SUB-BASE E=0.15 MTS</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>1.870.000 M3/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por : M3</b>	<b>1.17</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
470104	PEON	HH	6.00	0.0257	6.78	0.17	
470123	CONTROLADOR OFICIAL	HH	1.00	0.0043	7.57	0.03	
470131	CAPATAZ "A"	HH	1.00	0.0043	10.08	0.04	
						<b>0.24</b>	
	<b>Materiales</b>						
390500	AGUA	M3		0.0150	2.00	0.03	
						<b>0.03</b>	
	<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.24	0.01	
490313	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.	HM	1.00	0.0043	79.19	0.34	
490900	MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	1.00	0.0043	126.91	0.55	
						<b>0.90</b>	



## PROYECTO ESPECIAL ALTO HUALLAGA

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

Partida		08.01.01		LIMPIEZA Y DEFORESTACION		
Rendimiento		33.000 M2/DIA		Costo unitario directo por : M2		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0242	10.08	0.24
470104	PEON	HH	1.00	0.2424	6.78	1.64
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.88	0.06
<b>1.94</b>						

Partida		08.01.02		TRAZO Y REPLANTEO		
Rendimiento		400.000 M/DIA		Costo unitario directo por : M		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470032	TOPOGRAFO	HH	1.00	0.0200	8.40	0.17
470104	PEON	HH	2.00	0.0400	6.78	0.27
<b>0.44</b>						
<b>Materiales</b>						
292201	CORDEL	M		2.0000	0.30	0.60
300102	CAL HIDRATADA DE 25 Kg	BOL		0.0100	6.00	0.06
440100	ESTACA DE MADERA	P2		0.0200	0.85	0.02
544599	PINTURA	GLN		0.0010	36.00	0.04
<b>0.72</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.44	0.01
370239	WINCHA DE 50m	HE	1.00	0.0200	0.50	0.01
375401	MIRAS Y JALONES	HM	1.00	0.0200	1.00	0.02
498801	EQUIPO TOPOGRAFICO	HM	1.00	0.0200	9.25	0.19
<b>0.23</b>						

Partida		08.02.01		EXCAVACION MANUAL EN ROCA FIJA		
Rendimiento		17.780 M3/DIA		Costo unitario directo por : M3		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0450	10.08	0.45
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.4499	8.40	3.78
470103	OFICIAL	HH	2.00	0.8999	7.57	6.81
470104	PEON	HH	2.00	0.8999	6.78	6.10
<b>17.14</b>						
<b>Materiales</b>						
270006	MECHA O GUIA	P		13.0000	0.25	3.25
270210	FULMINANTE O DETONANTE	UND		3.0000	0.40	1.20
280022	DINAMITA	KG		2.8000	9.10	25.48
<b>29.93</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	17.14	0.51
490208	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM	HM	1.00	0.4499	51.61	23.22
490610	MARTILLO NEUMATICO 29 KG C/BARRENO-ACCS	HM	1.00	0.4499	9.12	4.10
<b>27.83</b>						

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

Partida 08.02.02 ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE  
 Rendimiento 25.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 12.85

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.50	0.1600	10.08	1.61
470104	PEON	HH	5.00	1.6000	6.78	10.66
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	12.46	0.37
379602	CARRETILLA	PZA	1.00	0.0400	0.50	0.02
<b>12.46</b>						

Partida 08.03.01 CONCRETO FC=210 KG/CM2  
 Rendimiento 10.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 327.23

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.00	0.8000	8.40	6.72
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0800	10.08	0.81
470102	OPERARIO	HH	2.00	1.6000	8.40	13.44
470103	OFICIAL	HH	2.00	1.6000	7.57	12.11
470104	PEON	HH	8.00	6.4000	6.78	43.39
<b>76.47</b>						
<b>Materiales</b>						
050102	AGREGADO GRUESO DE RIO	M3		0.7600	30.00	22.80
050133	AGREGADO FINO	M3		0.5100	30.00	15.30
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		10.2100	20.00	204.20
390500	AGUA	M3		0.1900	2.00	0.38
<b>242.68</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	76.47	2.29
491011	MEZCLADORA CONCRETO TROMPO 8 HP 9 P3	HM	0.80	0.6400	4.66	2.96
495201	VIBRADOR DE 4 HP CAP.=1.25'	HM	0.80	0.6400	4.39	2.81
<b>8.08</b>						

Partida 08.03.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL  
 Rendimiento 9.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 21.39

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.8889	10.08	0.90
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.8889	8.40	7.47
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.8889	7.57	6.73
<b>15.10</b>						
<b>Materiales</b>						
019101	ACEITE QUEMADO	GLN		0.1000	2.00	0.20
020105	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.3100	3.50	1.09
020410	ALAMBRE NEGRO N°8	KG		0.3000	3.00	0.90
430103	MADERA TORNILLO	P2		4.2400	0.65	3.60
531003	PETROLEO	GLN		0.0100	5.10	0.05
<b>5.84</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	15.10	0.45
<b>0.45</b>						

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/199

Partida	08.03.03		ACERO FY= 4200 KG/CM2				
Rendimiento	250.000	KG/DIA	Costo unitario directo por : KG				2.5
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
<b>Mano de Obra</b>							
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0032	10.08	0.00	
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0320	8.40	0.27	
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0320	7.57	0.24	
<b>Materiales</b>							
020409	ALAMBRE NEGRO N°16	KG		0.0600	3.00	0.18	
029702	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	KG		1.0700	1.65	1.76	
<b>Equipos</b>							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.54	0.00	

Partida	08.03.04		SUMINISTRO DE HORMIGON Y OTROS				
Rendimiento	7.000	M3/DIA	Costo unitario directo por : M3				96.42
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
<b>Mano de Obra</b>							
470023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	HH	1.00	1.1429	8.40	9.60	
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.1143	10.08	1.15	
470103	OFICIAL	HH	1.00	1.1429	7.57	8.65	
470104	PEON	HH	7.00	8.0000	6.78	54.24	
<b>Equipos</b>							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	73.64	2.21	
490890	TRACTOR DE TIRO DE 60 HP	HM	1.00	1.1429	18.00	20.57	
<b>22.78</b>							

Partida	09.01.01		LIMPIEZA Y DEFORESTACION				
Rendimiento	33.000	M2/DIA	Costo unitario directo por : M2				1.94
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
<b>Mano de Obra</b>							
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0242	10.08	0.24	
470104	PEON	HH	1.00	0.2424	6.78	1.64	
<b>Equipos</b>							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.88	0.06	
<b>0.06</b>							

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

Partida	09.01.02		TRAZO Y REPLANTEO				Costo unitario directo por : M	1.39
Rendimiento	400.000	M/DIA						
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
<b>Mano de Obra</b>								
470032	TOPOGRAFO	HH	1.00	0.0200	8.40	0.17		
470104	PEON	HH	2.00	0.0400	6.78	0.27	0.44	
<b>Materiales</b>								
292201	CORDEL	M		2.0000	0.30	0.60		
300102	CAL HIDRATADA DE 25 Kg	BOL		0.0100	6.00	0.06		
440100	ESTACA DE MADERA	P2		0.0200	0.65	0.02		
544599	PINTURA	GLN		0.0010	36.00	0.04	0.72	
<b>Equipos</b>								
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.44	0.01		
370239	WINCHA DE 50m	HE	1.00	0.0200	0.50	0.01		
375401	MIRAS Y JALONES	HM	1.00	0.0200	1.00	0.02		
496601	EQUIPO TOPOGRAFICO	HM	1.00	0.0200	9.25	0.19	0.23	

Partida	09.02.01		EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO A MANO				Costo unitario directo por : M3	23.77
Rendimiento	2.700	M3/DIA						
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
<b>Mano de Obra</b>								
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.2963	10.08	2.99		
470104	PEON	HH	1.00	2.9630	6.78	20.09	23.08	
<b>Equipos</b>								
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	23.08	0.69	0.69	

Partida	09.02.02		ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE				Costo unitario directo por : M3	12.85
Rendimiento	25.000	M3/DIA						
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
<b>Mano de Obra</b>								
470101	CAPATAZ	HH	0.50	0.1600	10.08	1.61		
470104	PEON	HH	5.00	1.6000	6.78	10.85	12.46	
<b>Equipos</b>								
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	12.46	0.37		
379802	CARRETILLA	PZA	1.00	0.0400	0.50	0.02	0.39	

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/199

Partida 09.03.01

CONCRETO FC=210 KG/CM2

Rendimiento 10.000 M3/DIA

Costo unitario directo por : M3

327.2

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.00	0.6000	8.40	6.7
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0800	10.08	0.6
470102	OPERARIO	HH	2.00	1.6000	8.40	13.4
470103	OFICIAL	HH	2.00	1.6000	7.57	12.1
470104	PEON	HH	8.00	6.4000	6.78	43.3
<b>76.4</b>						
<b>Materiales</b>						
050102	AGREGADO GRUESO DE RIO	M3		0.7600	30.00	22.8
050133	AGREGADO FINO	M3		0.5100	30.00	15.3
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		10.2100	20.00	204.2
390500	AGUA	M3		0.1900	2.00	0.3
<b>242.6</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	76.47	2.2
491011	MEZCLADORA CONCRETO TROMPO 6 HP 9 P3	HM	0.80	0.6400	4.66	2.9
495201	VIBRADOR DE 4 HP CAP.=1.25'	HM	0.80	0.6400	4.39	2.8
<b>8.0</b>						

Partida 09.03.02

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL

Rendimiento 9.000 M2/DIA

Costo unitario directo por : M2

21.39

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.8889	10.08	0.9
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.8889	8.40	7.4
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.8889	7.57	6.7
<b>15.1</b>						
<b>Materiales</b>						
019101	ACEITE QUEMADO	GLN		0.1000	2.00	0.2
020105	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.3100	3.50	1.0
020410	ALAMBRE NEGRO N°8	KG		0.3000	3.00	0.9
430103	MADERA TORNILLO	P2		4.2400	0.85	3.6
531003	PETROLEO	GLN		0.0100	5.10	0.0
<b>5.8</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	15.10	0.4
<b>0.4</b>						

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/199

Partida 09.03.03

ACERO F'Y= 4200 KG/CM2

Rendimiento 250.000 KG/DIA

Costo unitario directo por : KG

2.51

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0032	10.08	0.00
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0320	8.40	0.27
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0320	7.57	0.24
<b>Materiales</b>						
020409	ALAMBRE NEGRO N° 16	KG		0.0600	3.00	0.16
029702	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	KG		1.0700	1.65	1.77
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.54	0.02
						<b>0.02</b>

Partida 09.03.04

SUMINISTRO DE HORMIGON Y OTROS

Rendimiento 7.000 M3/DIA

Costo unitario directo por : M3

96.42

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	HH	1.00	1.1429	8.40	9.60
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.1143	10.08	1.15
470103	OFICIAL	HH	1.00	1.1429	7.57	8.65
470104	PEON	HH	7.00	8.0000	6.78	54.24
						<b>73.64</b>
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	73.64	2.21
490890	TRACTOR DE TIRO DE 60 HP	HM	1.00	1.1429	18.00	20.57
						<b>22.78</b>

Partida 10.01.01

LIMPIEZA Y DEFORESTACION

Rendimiento 33.000 M2/DIA

Costo unitario directo por : M2

1.94

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0242	10.08	0.24
470104	PEON	HH	1.00	0.2424	6.78	1.64
						<b>1.88</b>
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.68	0.06
						<b>0.06</b>

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/199

Partida	10.01.02		TRAZO Y REPLANTEO				Costo unitario directo por : M	1.31
Rendimiento	400.000	M/DIA						
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
<b>Mano de Obra</b>								
470032	TOPOGRAFO	HH	1.00	0.0200	8.40	0.1		
470104	PEON	HH	2.00	0.0400	6.78	0.2		
<b>0.4</b>								
<b>Materiales</b>								
292201	CORDEL	M		2.0000	0.30	0.6		
300102	CAL HIDRATADA DE 25 Kg	BOL		0.0100	6.00	0.0		
440100	ESTACA DE MADERA	P2		0.0200	0.85	0.0		
544599	PINTURA	GLN		0.0010	36.00	0.0		
<b>0.7</b>								
<b>Equipos</b>								
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.44	0.01		
370239	WINCHA DE 50m	HE	1.00	0.0200	0.50	0.01		
375401	MIRAS Y JALONES	HM	1.00	0.0200	1.00	0.02		
496601	EQUIPO TOPOGRAFICO	HM	1.00	0.0200	9.25	0.19		
<b>0.23</b>								

Partida	10.02.01		EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO A MANO				Costo unitario directo por : M3	23.77
Rendimiento	2.700	M3/DIA						
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
<b>Mano de Obra</b>								
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.2963	10.08	2.99		
470104	PEON	HH	1.00	2.9630	6.78	20.09		
<b>23.08</b>								
<b>Equipos</b>								
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	23.08	0.69		
<b>0.69</b>								

Partida	10.02.02		EXCAVACION MANUAL EN ROCA SUELTA				Costo unitario directo por : M3	85.61
Rendimiento	25.000	M3/DIA						
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
<b>Mano de Obra</b>								
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0320	10.08	0.32		
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.3200	8.40	2.69		
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.3200	7.57	2.42		
470104	PEON	HH	8.00	2.5600	6.78	17.36		
<b>22.79</b>								
<b>Materiales</b>								
270006	MECHA O GUIA	P		18.0000	0.25	4.50		
270210	FULMINANTE O DETONANTE	UND		6.0000	0.40	2.40		
280020	DINAMITA EN CARTUCHO	UND		6.0000	9.10	54.60		
<b>61.50</b>								
<b>Equipos</b>								
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	22.79	0.69		
490655	MOTOPERFORADORA	HM	0.50	0.1600	4.00	0.64		
<b>1.32</b>								

## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

Partida 10.02.03

ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE

Rendimiento 25.000 M3/DIA

Costo unitario directo por : M3

12.85

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.50	0.1600	10.08	1.61
470104	PEON	HH	5.00	1.6000	6.78	10.65
<b>12.46</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	12.46	0.37
379802	CARRETILLA	PZA	1.00	0.0400	0.50	0.02
<b>0.39</b>						

Partida 10.03.01

ALBAÑILERIA DE PIEDRA

Rendimiento 20.000 M2/DIA

Costo unitario directo por : M2

31.02

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.4000	8.40	3.36
470104	PEON	HH	2.00	0.8000	6.78	5.42
<b>8.78</b>						
<b>Materiales</b>						
050025	PIEDRA SELECCIONADA	M3		0.0780	30.00	2.34
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.5900	20.00	11.80
380000	HORMIGON	M3		0.2600	30.00	7.80
390500	AGUA	M3		0.0210	2.00	0.04
<b>21.98</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	8.78	0.26
<b>0.26</b>						

Partida 10.03.02

CONCRETO F'C = 175 KG/CM2

Rendimiento 10.000 M3/DIA

Costo unitario directo por : M3

295.29

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	2.00	1.6000	8.40	13.44
470101	CAPATAZ	HH	0.20	0.1600	10.08	1.61
470102	OPERARIO	HH	2.00	1.6000	8.40	13.44
470103	OFICIAL	HH	2.00	1.6000	7.57	12.11
470104	PEON	HH	10.34	8.2720	6.78	56.08
<b>98.68</b>						
<b>Materiales</b>						
050102	AGREGADO GRUESO DE RIO	M3		0.7600	30.00	22.80
050133	AGREGADO FINO	M3		0.5100	30.00	15.30
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		7.5000	20.00	150.00
390500	AGUA	M3		0.1850	2.00	0.37
<b>188.47</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	98.68	2.90
491011	MEZCLADORA CONCRETO TROMPO 8 HP 9 P3	HM	1.00	0.8000	4.66	3.73
495201	VIBRADOR DE 4 HP CAP.=1.25"	HM	1.00	0.8000	4.39	3.51
<b>10.14</b>						



## Análisis de precios unitarios

Obra 1201003 MINI CENTRAL HIDROELECTRICA "SHITARIYACU" 426 KW.

Fórmula 01 OBRAS CIVILES

Fecha 28/02/1997

Partida 10.03.03 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL  
 Rendimiento 9.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 21.39

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0669	10.08	0.90
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.6669	8.40	7.47
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.6669	7.57	6.73
<b>15.10</b>						
<b>Materiales</b>						
019101	ACEITE QUEMADO	GLN		0.1000	2.00	0.20
020105	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.3100	3.50	1.09
020410	ALAMBRE NEGRO N°8	KG		0.3000	3.00	0.90
430103	MADERA TORNILLO	P2		4.2400	0.65	3.60
531003	PETROLEO	GLN		0.0100	5.10	0.05
<b>5.84</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	15.10	0.45
<b>0.45</b>						

Partida 10.03.04 ACERO FY= 4200 KG/CM2  
 Rendimiento 270.000 KG/DIA Costo unitario directo por : KG 2.45

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.05	0.0015	10.08	0.02
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0296	8.40	0.25
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0296	7.57	0.22
<b>0.49</b>						
<b>Materiales</b>						
020409	ALAMBRE NEGRO N°16	KG		0.0600	3.00	0.18
029742	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	KG		1.0700	1.65	1.77
<b>1.95</b>						
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.49	0.01
<b>0.01</b>						

## CAPÍTULO VI

### PROGRAMACIÓN DE OBRAS

Se ha elaborado un programa para la construcción de las obras civiles del proyecto tomando en consideración las actuales condiciones que facilitarán el proceso constructivo de la infraestructura, equipos y herramientas con que se pueda contar. La ejecución de las obras civiles de la primera fase se puede desarrollar por cuatro frentes de trabajo, de acuerdo a las estructuras a construir.

- Un primer frente será la conformación de plataforma del canal de aducción.
- Un segundo frente será la construcción del canal desde la cámara de carga avanzando hasta la bocatoma al ritmo simultáneo a la conformación del terraplén (plataforma).
- Un tercer frente será la construcción de obras de arte partiendo desde la casa de máquinas avanzando de acuerdo al avance de la plataforma del canal aductor utilizando a esta como acceso hacia la bocatoma.
- El cuarto frente de trabajo será la instalación de la tubería de presión.

Para los trabajos en estos frentes se deberá tomar en cuenta el periodo de lluvias de dicha zona, que abarca de enero a abril con lluvias esporádicas el resto del año que dificultarán la construcción de las obras afectando el rendimiento del personal y de los equipos.

## RITMO DE CONSTRUCCION ADOPTADO

El periodo total estimado para la realización de las obras de la primera fase, está dado por la duración de las obras civiles y la ruta crítica es marcada por la construcción del canal en su conjunto debido a que sirve de acceso para el suministro de materiales hacia la bocatoma.

Si se considera que a nivel global de todas las obras los trabajos preliminares de campamento, movilización de equipos, replanteo topográfico de todos los trazos demandará un tiempo de dos meses por lo que se tendría que a partir del tercer mes se iniciarán los trabajos correspondientes de movimiento masivo de tierras.

En lo referente a las vías de acceso hacia la zona de construcción solo habrá que habilitar un tramo con derrumbes.

A continuación se presenta un cronograma de ejecución de las obras civiles motivo del presente proyecto de titulación.

# CAPÍTULO VII

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1 CONCLUSIONES

En base a lo analizado y discutido en los capítulos precedentes se ha podido deducir las siguientes conclusiones:

- El presente estudio viene facilitando al PEAH, la construcción de las obras civiles de la Mini Central Hidroeléctrica de Shitariyacu.
- La altura neta aprovechable del salto es de 129.96 mts.
- El caudal de diseño aprovechable del río Shitariyacu es de 0.45m<sup>3</sup>/s.
- Se instalarán en la casa de máquinas dos turbinas pelton que permitirán la generación de 426 KW de energía eléctrica para brindar servicio durante las 24 horas del día a los Centros Poblados de: Pachiza, Huicungo, San Ramón, Alto el Sol, Atahualpa y Ricardo Palma.
- La proyección de la demanda de la energía eléctrica, en el presente estudio se ha efectuado en base a índices pre establecidos por no existir registros en la zona del proyecto. Estos índices corresponden a coeficientes de electrificación, tasa de crecimiento, horas de utilización, etc. Siguiendo la metodología de la firma MONENCO y del MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS; vemos que para un periodo de 24 años, los centros poblados beneficiarios para una población

en su conjunto de 7,606 habitantes requieren un total de 426 KW de potencia.

- Del estudio geológico y geotécnico se puede observar que predominan las calizas, margas, lutitas formadas a través de fenómenos coluviales o aluviales. En lo referente al estudio geotécnico se realizó los ensayos de granulometría e identificación de suelos de las diferentes zonas que conforman el proyecto; posteriormente se determinó las capacidades admisibles del terreno respectivamente, observándose que en el tramo desde la bocatoma hasta la cámara de carga presentan valores altos por la presencia de rocas; pero en el tramo de la tubería de presión a la altura de la casa de máquinas, la capacidad portante es baja con  $0.41 \text{ Kg/cm}^2$ , obligando a mejorar la cimentación y ampliar el área de contacto de los anclajes con el suelo.
- Como resultado del estudio hidrológico se puede observar que la escasa información hidrometeorológica existente en nuestro medio no permite trabajar con datos muy confiables, recurriendo a completar y estimar caudales por métodos estadísticos dentro de la cuenca y para sacar los datos de máximas avenidas recurrir a fórmulas empíricas logrando aproximaciones al caudal histórico que presenta el río según versiones de los lugareños y por las marcas encontradas en el cauce del río.

- Desde el punto de vista geológico y geotécnico es factible el proyecto, pues no existen factores negativos que en la toma de decisiones invaliden a éste. No existen grandes derrumbes, Huaycos y fallas geológicas activas.

## 7.2 RECOMENDACIONES

- Las pequeñas centrales hidroeléctricas localizadas en pequeños centros poblados alejados deben recibir preferente atención por parte del gobierno; estas obras en su conjunto, sirven para solucionar problemas sociales y económicos, en consecuencia es necesario su construcción y así aprovechar la existencia de abundante recurso hídrico existente.
- En lo referente a informaciones y registros hidrometeorológicos en la zona de selva, estos generalmente carecen de estaciones; se sugiere al estado a través de sus Instituciones respectivas como es SENAMHI, instalar más estaciones en todo el ámbito de ceja de selva y en especial de la Región San Martín.
- Durante la ejecución de las obras se recomienda la participación comunal por parte de las comunidades beneficiarias para lograr fomentar la importancia y aceptación del proyecto hacia las comunidades.
- Se recomienda que durante la etapa de operación del sistema se dé la mayor importancia a la fase de mantenimiento de la infraestructura mayor para mantener en óptimo estado de funcionamiento a todo el sistema de generación de energía, manteniendo en obra personal adiestrado.
- se recomienda conservar la cuenca del río shitariyacu totalmente intangible y recuperar mayores áreas verdes a sus alrededores para mantener el ciclo hidrológico y no verse

afectado por grandes deforestaciones que conllevan a largas sequías y como consecuencia la falta del recurso hídrico que podría afectar la capacidad de generación de la central.





- 7.- VEN TE CHOW  
Hidráulica de Canales Abiertos  
México. 1,982
- 8.- NAVARRO GÓMEZ  
Saltos de agua y presas de  
Embalse.  
Madrid. España. 1,988
- 9.- MONENCO  
V Proyecto de energía eléctrica  
del Perú.  
Lima. 1,980
- 10.- CROCHIN SVIATOSLAV  
Diseño Hidráulico. Lima. Perú.  
1,983
- 11.- GARCÍA RICO  
Manual de diseño hidráulico de  
canales y obras de arte.  
CONCYTEC.  
Lambayaque. Perú. 1,987
- 12.- NEIRA CHURATA, Jesús  
Geología y Geotecnia Minicentral  
Hidroelectrica Shitariyacu.  
Lima. Perú. 1,997

13.- NEIRA CHURATA, Jesús

Hidrología Minicentral

Hidroeléctrica Shitariyacu.

Lima. Perú. 1,997

14.- SISTEMA DIPEO PARA LA  
ELECTRIFICACION RURAL

Libro P Vol. 3 Tomo 2

PLANIFICACION

INGENIERIA CIVIL

Selección y ubicación de obras

Teorías para el diseño hidráulico

Cálculo Hidráulico.

Lima. Perú. Octubre 1,990

# ANEXOS

000397

## ANEXO

### CONTENIDO

<u>Nº</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>CODIGO</u>
1	Fotografías (varias)	S/C
2	Propiedades físicas y características de los suelos calicata C-SHI-1	Cuadro nº1
3	Propiedades físicas y características de los suelos calicata C-SHI-2	Cuadro nº2
4	Propiedades físicas y características de los suelos calicata C-SHI-3	Cuadro nº3
5	Propiedades físicas y características de los suelos calicata C-SHI-4	Cuadro nº4
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
6	Resumen de ensayos de laboratorio	Cuadro nº5
DETALLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO		
7	Contenido de Humedad C-SHI-1	Cuadro nº6
8	Contenido de Humedad C-SHI-2	Cuadro nº7
9	Contenido de Humedad C-SHI-3	Cuadro nº8
10	Contenido de Humedad C-SHI-4	Cuadro nº9
11	Análisis granulom. por tamizado C-SHI-1	Cuadro nº10
12	Análisis granulom. por tamizado C-SHI-2	Cuadro nº11
13	Análisis granulom. por tamizado C-SHI-3	Cuadro nº12
14	Análisis granulom. por tamizado C-SHI-4	Cuadro nº13
15	Límite líquido y plástico C-SHI-1	Cuadro nº14

16	Límite líquido y plástico C-SHI-2	Cuadro n°15
17	Límite líquido y plástico C-SHI-3	Cuadro n°16
18	Límite líquido y plástico C-SHI-4	Cuadro n°17
19	Gravedad específica de los sólidos del suelo C-SHI-1	Cuadro n°18
20	Gravedad específica de los sólidos del suelo C-SHI-2	Cuadro n°19
21	Gravedad específica de los sólidos del suelo C-SHI-3	Cuadro n°20
22	Gravedad específica de los sólidos del suelo C-SHI-4	Cuadro n°21
23	Ensayo a la compresión axial no confinada C-SHI-1	Cuadro n°22
24	Ensayo a la compresión axial no confinada C-SHI-2	Cuadro n°23
25	Ensayo a la compresión axial no confinada C-SHI-3	Cuadro n°24
26	Ensayo a la compresión axial no confinada C-SHI-4	Cuadro n°25



CALICATA C-SHI-1

000409



CALICATA C-SHI-2

000401





CALICATA C-SHI-3



CALICATA C-SHI-4



OBSERVAMOS LA ROCA CALIZA DONDE SE EMPLAZARÁ  
LA TOMA Y DESARENADOR, COMO SE PUEDE VER LA  
ROCA CALCÁREA ES DIACLASADA

PROGRESIVA 00+000 AL 00+090



OBSERVAMOS CAIDA DE ROCAS Y LA ROCA MADRE ES  
ARENISCA POR EFECTO DIACLASA.

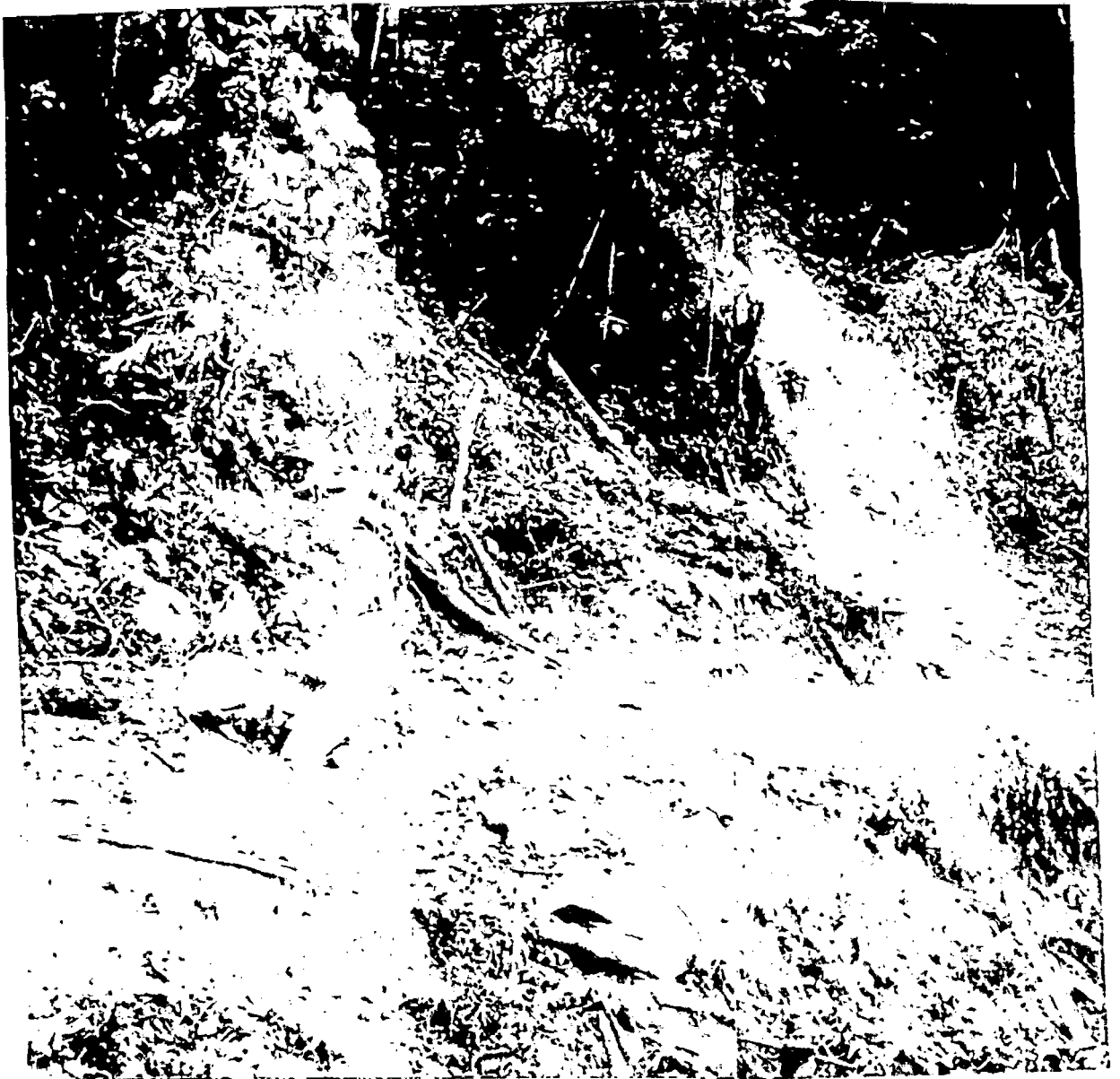
PROGRESIVA 00+506

000205



OBSERVAMOS BLOQUES DE CALIZA, TRONCOS DE  
MADERA COMO PARTE DE MANIFESTACION DE HUAYCO  
PROGRESIVA 00+343 AL 00+353

000406

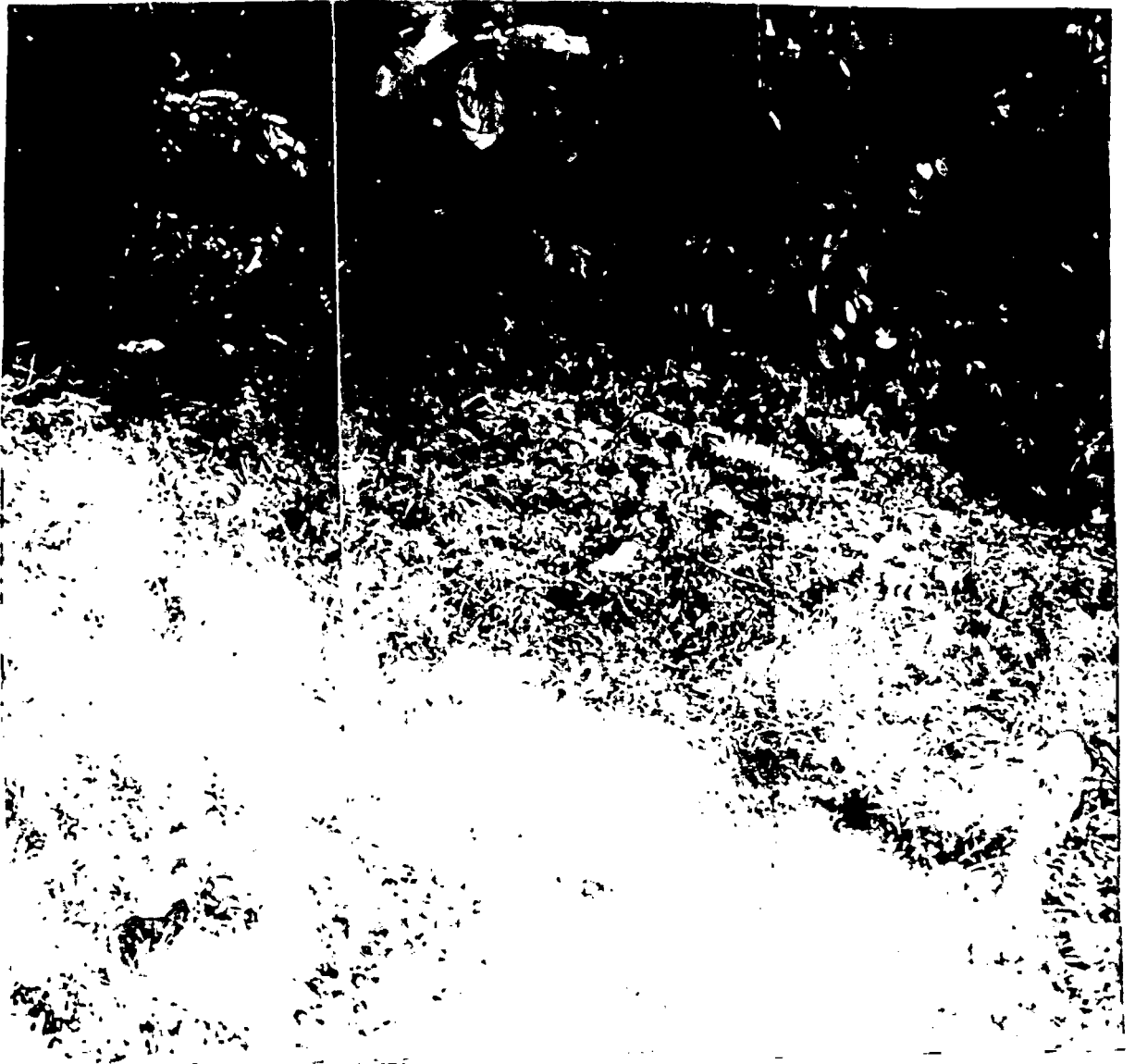


OBSERVAMOS LA APARIENCIA DE DESLIZAMIENTO PERO  
EN REALIDAD ES CAIDA DE ROCAS DEBIDO A QUE LA  
ROCA SUPERIOR ES ARENISCA Y LA INFERIOR ES  
LIMOLITA

PROGRESIVA 00+510 AL 00+520



OBSERVAMOS LA CAIDA DE ROCAS POR QUE EL  
BUZAMIENTO DEL ESTRATO ES DE BAJO GRADO  
PROGRESIVA 01+359 AL 01+383



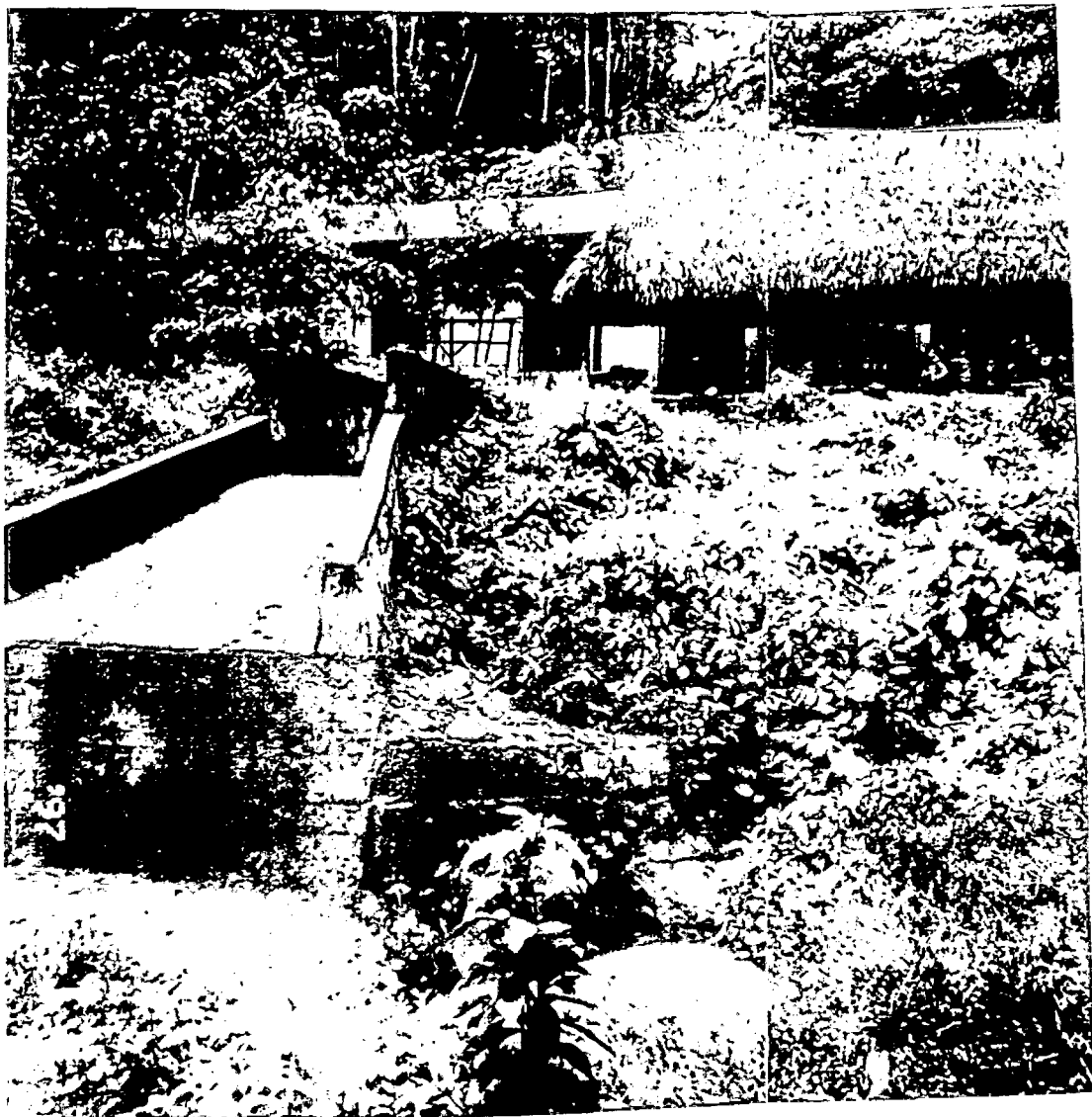
OBSERVAMOS OJOS DE MANANTIAL DE AGUA QUE  
FILTRA A ROCA ARENISCA, ESTA DEBE UTILIZARSE PARA  
ALIMENTAR AL CANAL.

PROGRESIVA 01+461 AL 01+463





OBSERVAMOS LECHO DEL RIO SHITARIYACU

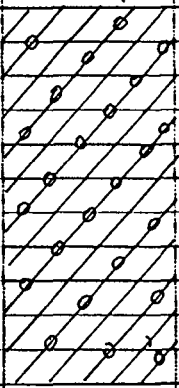


OBSERVAMOS LA CASA DE MÁQUINAS Y CANAL DE  
DESCARGA

CUADRO N°1

EXCAVACION		Manual					FECHA DEL:		23-01-97	
TIPO:		Calicata		NOMBRE C-SHI-1		AL:		COTA TERRENO:		
ESTUDIO PARA:		Mini C.H. SHITARIYACU					ZONA:		CAMARA DE CARGA	
CLASIFICADO POR:		J.N.CH.					REVISADO POR:		J.N.CH.	
PROF.	MUEST	PROPIEDADES FISICAS				DENS. NA gr/cm <sup>3</sup>	NIVEL FREATICA (M)	PERFIL DE SUELOS	SUCS	DESCRIPCION
		% EN PESO DE AGUA								
		LL	LP	IP	Wn					
0.5										
1.0		22	10.78	11.22				SC	ARELLA ARENOSA ARELLA ARENOSA DE COLOR BIRRE A ROJO TAMBIEN APARECE	
1.5									CLUSTES DE ARENISCA.	
2.0										
2.5										

CUADRO N° 2

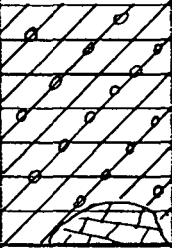
EXCAVACION MANUAL							FECHA DEL:		23-01-97	
TIPO: CALICATA							NOMBRE C-SHI-2		AL:	
ESTUDIO PARA: MINIC.H. SHITARIYACU							ZONA:		TUBERIA DE PRESION	
CLASIFICADO POR: J.N.CH.							REVISADO POR:		J.N.CH.	
PROF.	MUEST	PROPIEDADES FISICAS				DENS. NA	NIVEL FREATICA	PERFIL DE SUELOS	SUCS	DESCRIPCION
		% EN PESO DE AGUA								
		LL	LP	IP	Wn					
								↓ ↓ ↓		TIERRA ORGANICA
								↓ ↓		
								↓ ↓ ↓		
0.5								↓ ↓		
								↓ ↓ ↓		
								↓ ↓ ↓		
								↓ ↓ ↓		
1.0								↓ ↓ ↓		
		29.3	11.04	18.26				↓ ↓	SC	ARENA AREJILADA
										DE COLOR BRUNO
1.5										A ROJO, CON
										CLITOS DE
										ARENILOS.
2.0										
2.5										

PROYECTO ESPECIAL ALTO HUALLAGA

CUADRO N° 3

EXCAVACION		Manual				FECHA DEL:		24-01-97		
TIPO:		Calicata		NOMBRE C-SHI-3		AL:				
ESTUDIO PARA:		Mini C.H. SHITARIYACU				ZONA:		TUBERIA DE PRESION		
CLASIFICADO POR:		J.N.CH.				REVISADO POR:		J.N.CH.		
PROF.	MUEST	PROPIEDADES FISICAS				DENS. NA	NIVEL FREATICA (M)	PERFIL DE SUELOS	SUCS	DESCRIPCION
		% EN PESO DE AGUA								
		LL	LP	IP	Wn					
0.5		19.9	14.54	5.36				CL-ML	TIERRA ORGANICA ARENIA ARDILLOSA DE COLOR GRIS, con CLUSTOS DE ARENILLAS SIN EMPORRO EN ANALISIS PAROTA ARDILLA LOS CLUSTOS, IMPIDEN EXCAVACION	
1.0										
1.5										
2.0										
2.5										

CUADRO N° 4

EXCAVACION		MANUAL				FECHA DEL		24-01-97		
TIPO:		CALICATA		NOMBRE C-SHI-4		AL:		COTA TERRENO:		
ESTUDIO PARA:		Mini C.H. SHITARIYACU				ZONA:		CASA DE MAQUINAS		
CLASIFICADO POR:		J.N.CH.				REVISADO POR:		J.N.CH.		
PROF.	MUEST	PROPIEDADES FISICAS				DENS. NA	NIVEL FREATICA	PERFIL DE SUELOS	SUCS	DESCRIPCION
		% EN PESO DE AGUA								
		LL	LP	IP	W <sub>n</sub>			↓ ↓ ↓		
0.5		28.5	10.1	18.4					SC	TIERRA ORGANICA ARENA ARCILLOSA CON CLAYOS DE CALIZA, ARENISCA QUE IMPIDEN LA EXCAVACION.
1.0										
1.5										
2.0										
2.5										



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CIUDAD UNIVERSITARIA

Jr. Amorarca 3ra. Cuadra Teléfono 52 - 1365

Distrito de Morales

TARAPOTO - PERU

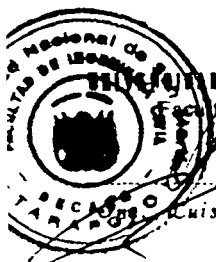
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



# PROYECTO

## MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA SHITARIYACU

Tarapoto 07 de febrero de 1997



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN  
Facultad de Ingeniería Civil

Luis Alberto Paredes Rojas  
DECANO

*[Signature]*  
Luis Alberto Paredes Rojas  
DECANO

000416



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CIUDAD UNIVERSITARIA

Jr. Amorarca 3ra. Cuadra Teléfono 52 - 1365

Distrito de Morales

TARAPOTO - PERU



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

DE MECÁNICA DE SUELOS

CUADRO Nº 5

PROYECTO : "MINI CENTRAL  
HIDROELÉCTRICA SHITARIYACU"

LUGAR :

QUEBRADA SHITARIYACU

DISTRITO DE PACHIZA - HUICUNGO.

ENSAYO	C-SHI-1 P. 1+687	C-SHI-2 P. 1+776.5	C-SHI-3 P. 1+940	C-SHI-4 P. 2+135 +6D
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (%)	9.46	14.47	10.23	13.09
LÍMITE LÍQUIDO	22	29.3	19.9	28.5
LÍMITE PLÁSTICO	10.78	11.04	14.54	10.10
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	11.22	18.26	5.36	18.40
PESO ESPECÍFICO	2.62	2.61	2.59	2.56
CLASIFICACIÓN SUCS	SC	SC	CL-ML	SC
ENSAYO A LA COMPRESIÓN AXIAL NO CONFINADA.	0.827 Kg/cm <sup>2</sup>	1.017 Kg/cm <sup>2</sup>	0.430 Kg/cm <sup>2</sup>	0.410 Kg/cm <sup>2</sup>

000417

Bach. EUMER R. SANCHEZ CHAVEZ  
Laboratorista de Mec. de Suelos.





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

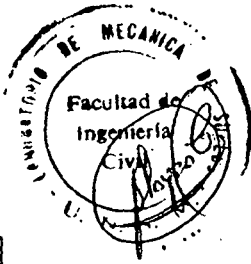
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CIUDAD UNIVERSITARIA

Jr. Amorarca 3ra. Cuadra Teléfono 52 - 1365

Distrito de Morales

TARAPOTO - PERU



CUADRO N° 6

## PROYECTO : "MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA SHITARIYACU"

CALICATA C-SHI-1

P. 1+687

### CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

MUESTRA	1	2	3
PESO DEL TARRO	35,8	37,39	36,31
PESO AGREGADO FINO HUMEDO +	165,3	130,1	104,2
PESO AGREGADO FINO SECO + TARRO	154,11	122,1	98,32
PESO AGREGADO FINO HUMEDO	129,5	92,71	67,89
PESO AGREGADO FINO SECO	118,31	84,71	62,01
PESO DEL AGUA	11,19	8	5,88
% DE HUMEDAD	9,46	9,44	9,48
PROMEDIO	9,46		

*Elmer R. Sanchez Chavez*  
 Bach. ELMER R. SANCHEZ CHAVEZ  
 Laboratorista de Mec. de Suelos



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

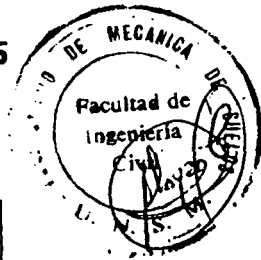
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CIUDAD UNIVERSITARIA

Jr. Amorarca 3ra. Cuadra Teléfono 52 - 1365

Distrito de Morales

TARAPOTO - PERU



CUADRO N° 7

PROYECTO : "MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA SHITARIYACU"			
CALICATA C-SHI-2 P. 1+776,5			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL			
MUESTRA	1	2	3
PESO DEL TARRO	31,82	37,39	36,31
PESO AGREGADO FINO HUMEDO +	74,06	126,3	95,69
PESO AGREGADO FINO SECO + TARRO	68,64	115,2	88,2
PESO AGREGADO FINO HUMEDO	42,24	88,91	59,38
PESO AGREGADO FINO SECO	36,82	77,81	51,89
PESO DEL AGUA	5,42	11,1	7,49
% DE HUMEDAD	14,72	14,27	14,43
PROMEDIO	14,47		

*Elmer R. Sanchez Chavez*  
Bach. ELMER R. SANCHEZ CHAVEZ  
Laboratorista de Mec. de Suelos



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

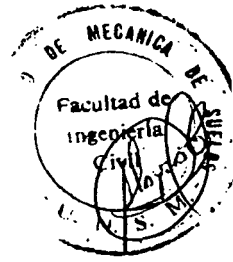
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CIUDAD UNIVERSITARIA

Jr. Amorarca 3ra. Cuadra Teléfono 52 - 1365

Distrito de Morales

TARAPOTO - PERU



CUADRO N° 8

## PROYECTO : "MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA SHITARIYACU"

CALICATA C-SHI-3

P. 1+940

CONTENIDO DE HUMEDAD NAT.			
MUESTRA	1	2	3
PESO DEL TARRO	34,25	33,28	31,57
PESO AGREGADO FINO HUMEDO +	156,23	122,36	95,71
PESO AGREGADO FINO SECO + TAR	144,91	114,25	89,65
PESO AGREGADO FINO HUMEDO	121,98	89,08	64,14
PESO AGREGADO FINO SECO	110,66	80,97	58,08
PESO DEL AGUA	11,32	8,11	6,06
% DE HUMEDAD	10,23	10,02	10,43
PROMEDIO	10,23		

*Sanchez*  
Bach. EMER R. SANCHEZ CHAVEZ  
Laboratorista de Mec. de Suelos



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CIUDAD UNIVERSITARIA

Jr. Amorarca 3ra. Cuadra Teléfono 52 - 1365

Distrito de Morales

TARAPOTO - PERU

CUADRO N°9



## PROYECTO : "MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA SHITARIYACU"

CALICATA C-SHI-4

P. 2+135 +6D

CONTENIDO DE HUMEDAD NAT. MUESTRA	1	2	3
PESO DEL TARRO	39,65	38,51	34,27
PESO AGREGADO FINO HUMEDO +	159,1	124,56	95,69
PESO AGREGADO FINO SECO + TAR	145,2	115,2	88,2
PESO AGREGADO FINO HUMEDO	119,45	86,05	61,42
PESO AGREGADO FINO SECO	105,55	76,69	53,93
PESO DEL AGUA	13,9	9,36	7,49
% DE HUMEDAD	13,17	12,20	13,89
PROMEDIO	13,09		

Bach. ELMER R. SANCHEZ CHAVEZ  
Laboratorista de Mec. de Suelos

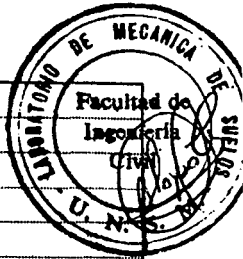


# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CIUDAD UNIVERSITARIA

Jr. Amorarca 3ra. Cuadra Teléfono 52 - 1365



Distrito de Morales  
TARAPOTO - PERU

CUADRO Nº 10

PROYECTO : "MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA SHITARIYACU"

CALICATA C-SHI-1 P. 1+687

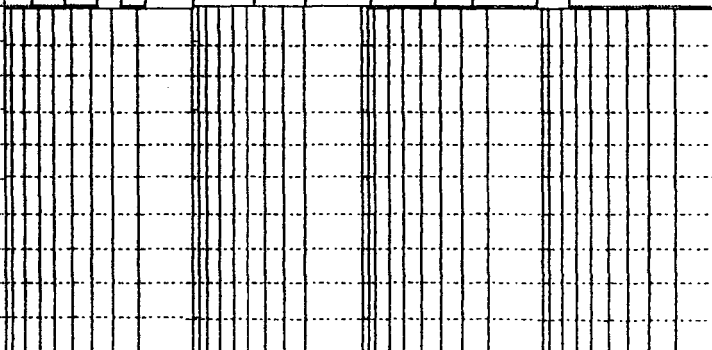
ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Tamices	Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado	% Que Pasa
3"	0	0,00	0,00	100,00
2"	0	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	0	0,00	0,00	100,00
1"	53,26	4,44	4,44	95,56
3/4"	58,64	4,89	9,33	90,68
3/8"	28,97	2,41	11,74	88,26
Nº 4	25,69	2,14	13,88	86,12
Nº 8	25,36	2,11	15,99	84,01
Nº 16	39,64	3,30	19,30	80,70
Nº 30	25,36	2,11	21,41	78,59
Nº 40	78,6	6,55	27,96	72,04
Nº 50	62,3	5,19	33,15	66,85
Nº 80	36,91	3,08	36,23	63,77
Nº 100	65,23	5,44	41,66	58,34
Nº 120	68,9	5,74	47,41	52,60
Nº 140	75,6	6,30	53,71	46,30
Nº 170	49,87	4,16	57,86	42,14
Nº 200	19,63	1,64	59,50	40,50
CAZOLETA	486,04	40,50	100,00	0,00
PESO INIC.	1200			

BOLONOS	GRAVA	ARENA	LIMO	ARCILLA Y COLOIDES
---------	-------	-------	------	--------------------

3" 2" m 1 3/4" 3/8" Nº4 10 20 40 60 140 200

100  
90  
80  
70  
60  
50  
40  
30  
20  
10



ABERTURA (mm)



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

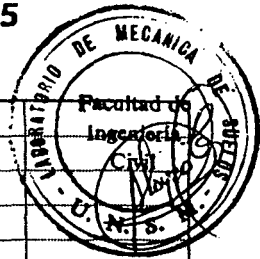
## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CIUDAD UNIVERSITARIA

Jr. Amorarca 3ra. Cuadra Teléfono 52 - 1365

Distrito de Morales

TARAPOTO - PERU



CUADRO Nº II

PROYECTO : "MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA SHITARIYACU"

CALICATA C-SHI-2 P. 1+776,5

ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

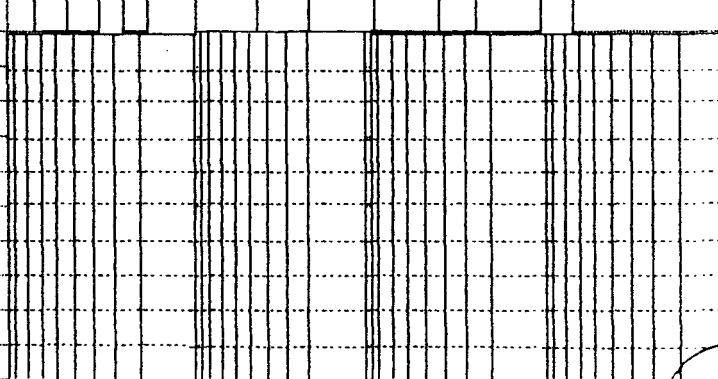
Tamices	Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado	% Que Pasa
3"	0	0,00	0,00	100,00
2"	0	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	0	0,00	0,00	100,00
1"	39,87	6,65	6,65	93,36
3/4"	22,3	3,72	10,36	89,64
3/8"	32,69	5,45	15,81	84,19
Nº 4	3,64	0,61	16,42	83,58
Nº 8	18,64	3,11	19,52	80,48
Nº 16	24,69	4,12	23,64	76,36
Nº 30	46,87	7,81	31,45	68,55
Nº 40	26,39	4,40	35,85	64,15
Nº 50	13,07	2,18	38,03	61,97
Nº 80	49,36	8,23	46,25	53,75
Nº 100	36,8	6,13	52,39	47,61
Nº 120	25,36	4,23	56,61	43,39
Nº 140	18,25	3,04	59,66	40,35
Nº 170	25,63	4,27	63,93	36,07
Nº 200	12,54	2,09	66,02	33,98
CAZOLETA	203,9	33,98	100,00	0,00
PESO INIC.	600			

BOLONES	GRAVA	ARENA	LIMO	ARCILLA Y COLOIDES
---------	-------	-------	------	--------------------

3" 2" m 1 3/4" 3/8" Nº4 10 20 40 60 140 200

100  
90  
80  
70  
60  
50  
40  
30  
20  
10

PORCENTAJE QUE PASA (%)



ABERTURA (mm)

000 023

*Handwritten signature*

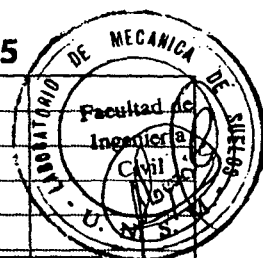
# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CIUDAD UNIVERSITARIA

Jr. Amorarca 3ra. Cuadra Teléfono 52 - 1365

Distrito de Morales  
TARAPOTO - PERU



CUADRO Nº 12

PROYECTO : "MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA SHITARIYACU"

CALICATA C-SHI-3 P. 1+940

ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Tamices	Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado	% Que Pasa
3"	0	0,00	0,00	100,00
2"	0	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	0	0,00	0,00	100,00
1"	0	0,00	0,00	100,00
3/4"	0	0,00	0,00	100,00
3/8"	0	0,00	0,00	100,00
Nº 4	0	0,00	0,00	100,00
Nº 8	26,86	2,56	2,56	97,44
Nº 16	34,68	3,31	5,87	94,13
Nº 30	50,24	4,79	10,67	89,33
Nº 40	70,98	6,77	17,44	82,56
Nº 50	65,48	6,25	23,69	76,31
Nº 80	55,26	5,27	28,96	71,04
Nº 100	45,26	4,32	33,28	66,72
Nº 120	23,65	2,26	35,54	64,46
Nº 140	19,54	1,86	37,40	62,60
Nº 170	42,35	4,04	41,44	58,56
Nº 200	45,68	4,36	45,80	54,20
CAZOLETA	567,94	54,20	100,00	0,00
PESO INIC.	1047,92			

BOLONES GRAVA ARENA LIMO ARCILLA Y COLOIDES

3" 2" 1 3/4" 3/8" Nº4 10 20 40 60 140 200

PORCENTAJE QUE PASA (%)

100  
90  
80  
70  
60  
50  
40  
30  
20  
10

ABERTURA (mm)

*[Signature]*  
Bach. FEMER. R. SANCHEZ C.A.

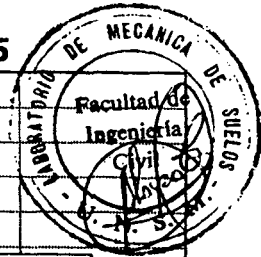


# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CIUDAD UNIVERSITARIA

Jr. Amorarca 3ra. Cuadra Teléfono 52 - 1365



Distrito de Morales  
TARAPOTO - PERU

CUADRO N° 13

PROYECTO : "MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA SHITARIYACU"

CALICATA C-SHI-4 P. 2+135

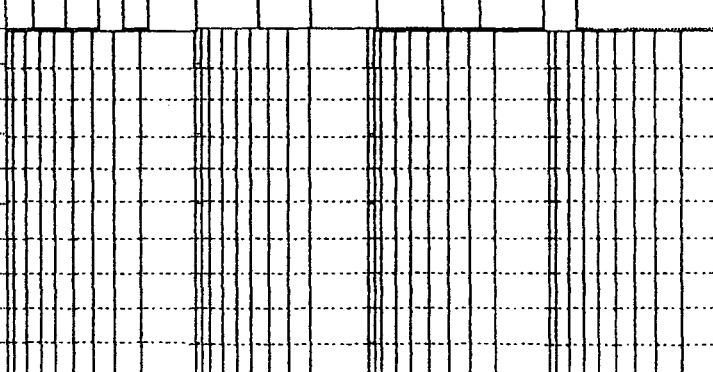
ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Tamices	Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado	% Que Pasa
3"	0	0,00	0,00	100,00
2"	0	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	0	0,00	0,00	100,00
1"	0	0,00	0,00	100,00
3/4"	0	0,00	0,00	100,00
3/8"	0	0,00	0,00	100,00
N° 4	0	0,00	0,00	100,00
N° 8	6,85	1,68	1,68	98,32
N° 16	14,6	3,57	5,25	94,75
N° 30	35,6	8,71	13,96	86,04
N° 40	54,6	13,36	27,33	72,67
N° 50	65,48	16,03	43,35	56,65
N° 80	36,25	8,87	52,22	47,78
N° 100	17,25	4,22	56,45	43,55
N° 120	4,68	1,15	57,59	42,41
N° 140	9,63	2,36	59,95	40,05
N° 170	12,36	3,03	62,97	37,03
N° 200	14,3	3,50	66,47	33,53
CAZOLETA	136,98	33,53	100,00	0,00
PESO INIC.	408,58			

BOLONES GRAVA ARENA LIMO ARCILLA Y COLOIDES

3" 2" m 1 3/4" 3/8" N°4 10 20 40 60 140 200

FORCENTAJE QUE PASA (%)



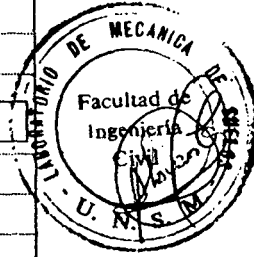
ABERTURA (mm)

*[Handwritten signature]*



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



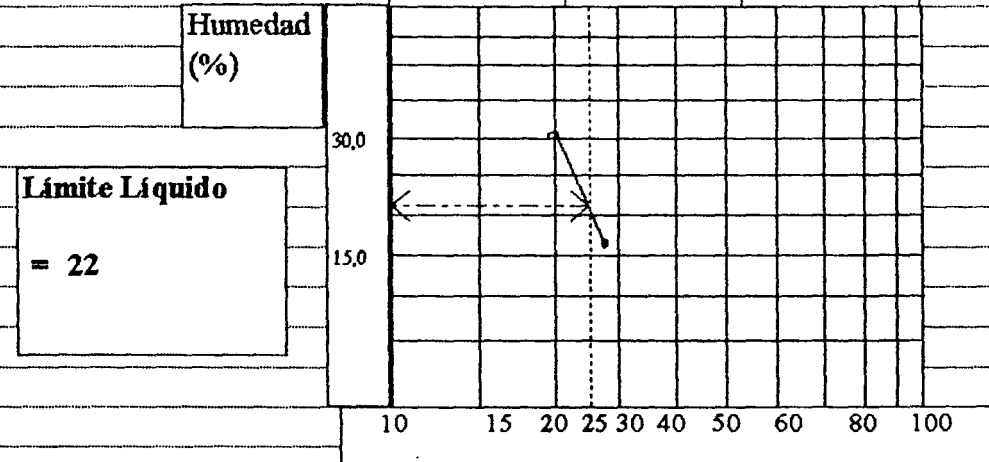
**CIUDAD UNIVERSITARIA**  
 Jr. Amorarca 3ra. Cuadra Teléfono 52 - 1365  
 Distrito de Morales  
**TARAPOTO - PERU**

**PROYECTO : "MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA SHITARIYACU"**

**CALICATA C-SHI-1 P. 1+687**

**CUADRO Nº 14**  
**LÍMITE LÍQUIDO**

Nº de tarro	1	2	3	4
Peso de suelo húmedo + tarro	62,03	60,17	67,27	66,03
Peso de suelo seco + tarro	53,95	53,45	59,25	59,85
Peso del tarro	17,2	16,9	17	17,4
Peso del suelo seco	22,8	22,3	42,25	42,45
Peso de agua	8,08	6,72	8,02	6,18
Contenido de humedad (%)	35,44	30,13	18,98	14,56
Número de golpes.	18	20	28	52



**Nº de Golpes**

**LÍMITE PLÁSTICO**

Nº de tarro	1	2	3	4
Peso de suelo húmedo + tarro	36,11	39,45	38,27	37,28
Peso de suelo seco + tarro	34,3	37,26	36,16	35,36
Peso del tarro	17,3	16,9	17	17,4
Peso del suelo seco	17	20,36	19,16	17,96
Peso de agua	1,81	2,19	2,11	1,92
Contenido de humedad (%)	10,65	10,76	11,01	10,69
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>	<b>10,78</b>			

Bach. E. M. P. SANCHEZ CHAVEZ  
 Laboratorio de Mec. de Suelos



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

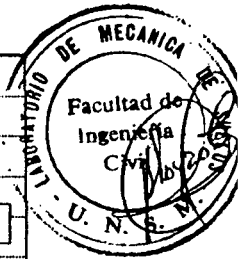
## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CIUDAD UNIVERSITARIA

Jr. Amorarca 3ra. Cuadra Teléfono 52 - 1365

Distrito de Morales

TARAPOTO - PERU



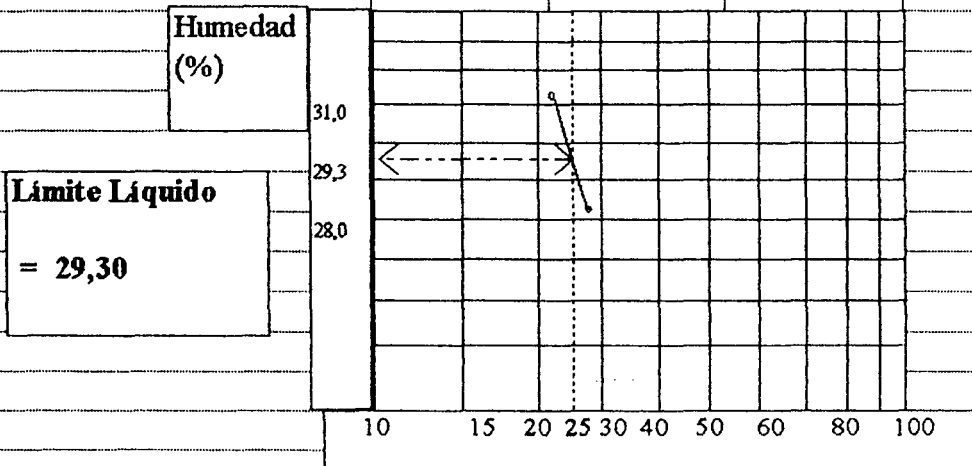
CUADRO N° 15

PROYECTO : "MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA SHITARIYACU"

CALICATA C-SHI-2 P. 1+776,5

### LÍMITE LÍQUIDO

Nº de tarro	1	2	3	4
Peso de suelo húmedo + tarro	41,95	40,62	49,42	47,21
Peso de suelo seco + tarro	36,1	35,43	42,6	42,36
Peso del tarro	17,3	16,9	17	17,4
Peso del suelo seco	18,8	18,53	25,6	24,96
Peso de agua	5,85	5,19	6,82	4,85
Contenido de humedad (%)	31,12	28,01	26,64	19,43
Número de golpes.	22	27	41	50



### LÍMITE PLÁSTICO

Nº de tarro	1	2	3	4
Peso de suelo húmedo + tarro	31,7	33,5	32,6	32,56
Peso de suelo seco + tarro	30,2	31,8	31,12	31,1
Peso del tarro	17,3	16,9	17	17,4
Peso del suelo seco	12,9	14,9	14,12	13,7
Peso de agua	1,5	1,7	1,48	1,46
Contenido de humedad (%)	11,63	11,41	10,48	10,66
LÍMITE PLÁSTICO	11,04			

Bach. ELMER R. SANCHEZ CUAREZ  
Laboratorista de Mec. de Suelos

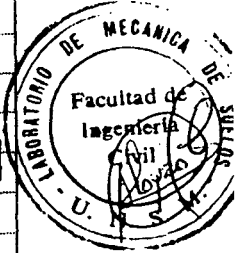


# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CIUDAD UNIVERSITARIA

Jr. Amorarca 3ra. Cuadra Teléfono 52 - 1365

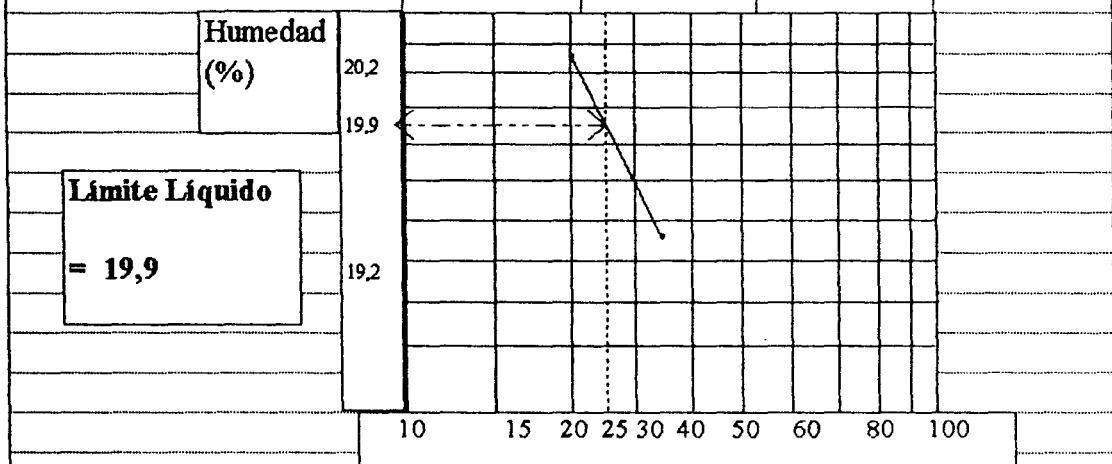


		Distrito de Morales	
		TARAPOTO - PERU	
	CUADRO	Nº 16	

**PROYECTO : "MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA SHITARIYACU"**

**CALICATA C-SHI-3 P. 1+940**

LÍMITE LÍQUIDO				
Nº de tarro	1	2	3	4
Peso de suelo húmedo + tarro	50,5	48,4	45	42,8
Peso de suelo seco + tarro	44,9	43,3	40,7	39,6
Peso del tarro	17,3	16,9	17	17,4
Peso del suelo seco	27,6	26,4	23,7	22,2
Peso de agua	5,6	5,1	4,3	3,2
Contenido de humedad (%)	20,29	19,32	18,14	14,41
Número de golpes.	20	35	38	50



**LÍMITE PLÁSTICO**

Nº de tarro	1	2	3	4
Peso de suelo húmedo + tarro	23,9	23,45	27,02	27
Peso de suelo seco + tarro	23	22,6	25,8	25,85
Peso del tarro	17,3	16,9	17	17,4
Peso del suelo seco	5,7	5,7	8,8	8,45
Peso de agua	0,9	0,85	1,22	1,15
Contenido de humedad (%)	15,79	14,91	13,86	13,61
LÍMITE PLÁSTICO	14,54			

Bach. ELMER D. SANCHEZ GOMEZ  
Laboratorio de Mecánica de Suelos



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CIUDAD UNIVERSITARIA

Jr. Amorarca 3ra. Cuadra Teléfono 52 - 1365

Distrito de Morales

TARAPOTO - PERU

CUADRO Nº 17

PROYECTO : "MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA SHITARIYACU"

CALICATA C-SHI-4 P. 2+135 +6D

### LÍMITE LÍQUIDO

Nº de tarro	1	2	3	4
Peso de suelo húmedo + tarro	48,36	46,5	53,6	52,36
Peso de suelo seco + tarro	40,3	39,8	45,6	46,2
Peso del tarro	17,2	16,9	17	17,4
Peso del suelo seco	22,8	22,3	28,6	28,8
Peso de agua	8,06	6,7	8	6,16
Contenido de humedad (%)	35,35	30,04	27,97	21,39
Número de golpes.	12	18	30	38

Humedad (%)

30,0

Límite Líquido

= 28,5

28,5

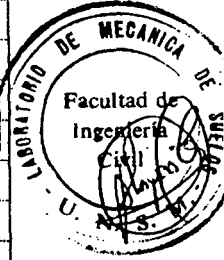
27,5

10 15 20 25 30 40 50 60 80 100

Nº de Golpes

### LÍMITE PLÁSTICO

Nº de tarro	1	2	3	4
Peso de suelo húmedo + tarro	23,48	26,82	25,64	24,65
Peso de suelo seco + tarro	22,94	25,9	24,8	24
Peso del tarro	17,3	16,9	17	17,4
Peso del suelo seco	5,64	9	7,8	6,6
Peso de agua	0,54	0,92	0,84	0,65
Contenido de humedad (%)	9,57	10,22	10,77	9,85
LÍMITE PLÁSTICO	10,10			



Bach. *[Signature]*  
 ELMER P. SANCHEZ CHAVEZ  
 Laboratorio de Mec. de Suelos



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

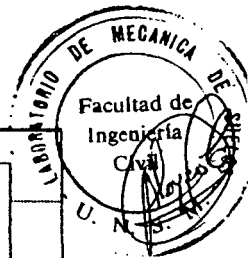
CIUDAD UNIVERSITARIA

Jr. Amorarca 3ra. Cuadra Teléfono 52 - 1365

Distrito de Morales

TARAPOTO - PERU

CUADRO N° 18



## PROYECTO : "MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA SHITARIYACU"

**CALICATA C-SHI-1 P. 1+687**

### GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS DEL SUELO.

MUESTRA N°	1	2	3
VOLUMEN DEL FRASCO	500	500	500
Peso frasco + agua + suelo. = $W_{bws}$	750,23	751,52	754,98
Peso frasco mas agua = $W_{bw}$	691,23	692,36	693,25
Plato evaporador N°.	2	3	4
Peso plato evaporador + suelo seco	350,11	352,1	356,23
Peso del plato evaporador	254,52	256,3	256,48
Peso del suelo seco = $W_s$	95,59	95,8	99,75
$W_a = W_s + W_{bw} - W_{bws}$	36,59	36,64	38,02
$G_s = W_s / W_w$	2,61	2,61	2,62
PROMEDIO	2,62		

*Sanchez*  
Bach. F. J. R. SANCHEZ CHAVEZ  
Laborantista de Mec. de Suelos



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

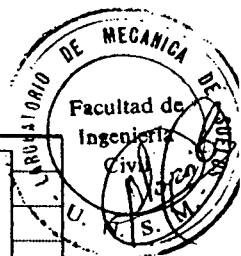
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CIUDAD UNIVERSITARIA

Jr. Amorarca 3ra. Cuadra Teléfono 52 - 1365


Distrito de Morales

TARAPOTO - PERU



CUADRO N° 19

<b>PROYECTO : "MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA SHITARIYACU"</b>			
<b>CALICATA C-SHI-2 P. 1+776,5</b>			
<b>GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS DEL SUELO.</b>			
MUESTRA N°	1	2	3
VOLUMEN DEL FRASCO	500	500	500
Peso frasco + agua + suelo. = $W_{bws}$	752,3	755,2	758,69
Peso frasco mas agua = $W_{bw}$	694,56	696	697
Plato evaporador N°.	1	2	3
Peso plato evaporador + suelo seco	348,2	352,1	356,23
Peso del plato evaporador	254,52	256,3	256,48
Peso del suelo seco = $W_s$	93,68	95,8	99,75
$W_a = W_s + W_{bw} - W_{bws}$	35,94	36,6	38,06
$G_s = W_s / W_w$	2,61	2,62	2,62
PROMEDIO	2,61		

  
 Bach. ELMER R. SANCHEZ CHAVE  
 Laboratorista de Mec. de Suelos



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

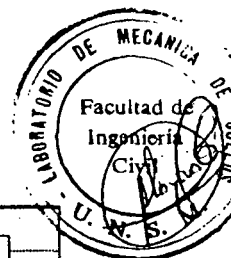
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CIUDAD UNIVERSITARIA

Jr. Amorarca 3ra. Cuadra Teléfono 52 - 1365

Distrito de Morales

TARAPOTO - PERU



CUADRO N° 20

## PROYECTO : "MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA SHITARIYACU"

CALICATA C-SHI-3 P. 1+940

GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS DEL SUELO.

MUESTRA N°	1	2	3
VOLUMEN DEL FRASCO	500	500	500
Peso frasco + agua + suelo. = $W_{bws}$	755,89	756,24	758,94
Peso frasco mas agua = $W_{bw}$	697,2	697,36	697,64
Plato evaporador N°.	8	9	10
Peso plato evaporador + suelo seco	350,11	352,1	356,23
Peso del plato evaporador	254,52	256,3	256,48
Peso del suelo seco = $W_s$	95,59	95,8	99,75
$W_a = W_s + W_{bw} - W_{bws}$	36,9	36,92	38,45
$G_s = W_s / W_w$	2,59	2,59	2,59
PROMEDIO	2,59		

*File*  
Bach. ELMER D. SANCHEZ CHA  
Laboratnista de Mec. de Suelos

000132



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

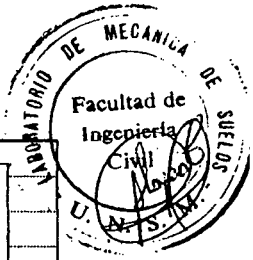
CIUDAD UNIVERSITARIA

Jr. Amorarca 3ra. Cuadra Teléfono 52 - 1365

Distrito de Morales

TARAPOTO - PERU

CUADRO N° 21



## PROYECTO : "MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA SHITARIYACU"

CALICATA C-SHI-4 P. 2+135 +6D.

### GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS DEL SUELO.

MUESTRA N°	1	2	3
VOLUMEN DEL FRASCO	500	500	500
Peso frasco + agua + suelo. = $W_{bws}$	753,2	753,84	755,84
Peso frasco mas agua = $W_{bw}$	695	695,5	695
Plato evaporador N°.	5	6	7
Peso plato evaporador + suelo seco	350,11	352,1	356,23
Peso del plato evaporador	254,52	256,3	256,48
Peso del suelo seco = $W_s$	95,59	95,8	99,75
$W_a = W_s + W_{bw} - W_{bws}$	37,39	37,46	38,91
$G_s = W_s / W_w$	2,56	2,56	2,56
PROMEDIO	2,56		

Bach. ELMER R. SANCHEZ CHAVI  
Laboratorista de Mec. de Suelos

000133





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

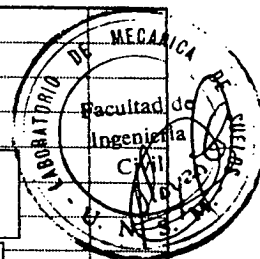
## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CIUDAD UNIVERSITARIA

Jr. Amorarca 3ra. Cuadra Telefono 52 - 1365

Distrito de Morales

TARAPOTO - PERU



**PROYECTO : "MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA SHITARIYACU"**

CALICATA C-SHI-1 P. 1+687

CUADRO N° 22

### ENSAYO A LA COMPRESIÓN AXIAL NO CONFINADA

Lectura del deformímetro $\times 10^{-2}$	Deformímetro de carga (unidades)	Deformación Unitaria $\% \times 10^{-2}$	Area CF l-e	Area corregida A' $\text{cm}^2$	Carga total sobre la muestra	Esfuerzo sobre la muestra $\text{Kg/cm}^2$	Long. inicial mm.
10	0,5	0,093	0,999	20,289	0,329	0,016	107
25	2	0,234	0,998	20,317	1,315	0,065	107
50	2,5	0,467	0,995	20,365	1,644	0,081	107
75	4,2	0,701	0,993	20,413	2,762	0,135	107
100	5	0,935	0,991	20,461	3,288	0,161	107
200	8	1,869	0,981	20,656	5,260	0,255	107
300	12	2,804	0,972	20,855	7,890	0,378	107
400	17	3,738	0,963	21,057	11,178	0,531	107
500	21	4,673	0,953	21,264	13,808	0,649	107
600	26,5	5,607	0,944	21,474	17,424	0,811	107

**PROYECTO : "MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA SHITARIYACU"**

CALICATA C-SHI-1 P. 1+687

### MUESTRA N°02

Lectura del deformímetro $\times 10^{-2}$	Deformímetro de carga (unidades)	Deformación Unitaria $\% \times 10^{-2}$	Area CF l-e	Area corregida A' $\text{cm}^2$	Carga total sobre la muestra	Esfuerzo sobre la muestra $\text{Kg/cm}^2$	Long. inicial mm.
10	1	0,093	0,999	20,289	0,658	0,032	107
25	1,5	0,234	0,998	20,317	0,986	0,049	107
50	4,5	0,467	0,995	20,365	2,959	0,145	107
75	6	0,701	0,993	20,413	3,945	0,193	107
100	8	0,935	0,991	20,461	5,260	0,257	107
200	12	1,869	0,981	20,656	7,890	0,382	107
300	14	2,804	0,972	20,855	9,205	0,441	107
400	18	3,738	0,963	21,057	11,835	0,562	107
500	24	4,673	0,953	21,264	15,780	0,742	107
600	27	5,607	0,944	21,474	17,753	0,827	107

000234

Bach. EL MER R. SANCHEZ CHAVEZ  
Laboratorista de Mec. de Suelos



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CIUDAD UNIVERSITARIA

Jr. Amorcara 3ra. Cuadra Teléfono 52 - 1365

Distrito de Morales

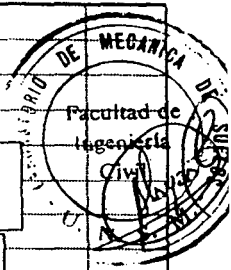
TARAPOTO - PERU

**PROYECTO : "MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA SHITARIYACU"**

CALICATA C-SHI-2 P. 1+776,5

CUADRO N° 23

**ENSAYO A LA COMPRESIÓN AXIAL NO CONFINADA**



Lectura del deformímetro $\times 10^{-2}$	Deformímetro de carga (unidades)	Deformación Unitaria $\% \times 10^{-2}$	Area CF 1-e	Area corregida A' $\text{cm}^2$	Carga total sobre la muestra	Esfuerzo sobre la muestra $\text{Kg/cm}^2$	Long. inicial mm.
10	1	0,083	0,999	20,287	0,658	0,032	120
25	3	0,208	0,998	20,312	1,973	0,097	120
50	5	0,417	0,996	20,355	3,288	0,162	120
75	11	0,625	0,994	20,397	7,233	0,355	120
100	14	0,833	0,992	20,440	9,205	0,450	120
200	19	1,667	0,983	20,614	12,493	0,606	120
300	24	2,500	0,975	20,790	15,780	0,759	120
400	28	3,333	0,967	20,969	18,410	0,878	120
500	31	4,167	0,958	21,151	20,383	0,964	120
600	34	5,000	0,950	21,337	22,355	1,048	120

**PROYECTO : "MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA SHITARIYACU"**

CALICATA C-SHI-2 P. 1+776,5

**MUESTRA N°02**

Lectura del deformímetro $\times 10^{-2}$	Deformímetro de carga (unidades)	Deformación Unitaria $\% \times 10^{-2}$	Area CF 1-e	Area corregida A' $\text{cm}^2$	Carga total sobre la muestra	Esfuerzo sobre la muestra $\text{Kg/cm}^2$	Long. inicial mm.
10	1	0,083	0,999	20,287	0,658	0,032	120
25	2	0,208	0,998	20,312	1,315	0,065	120
50	6,2	0,417	0,996	20,355	4,077	0,200	120
75	8	0,625	0,994	20,397	5,260	0,258	120
100	11	0,833	0,992	20,440	7,233	0,354	120
200	14	1,667	0,983	20,614	9,205	0,447	120
300	18	2,500	0,975	20,790	11,835	0,569	120
400	21	3,333	0,967	20,969	13,808	0,658	120
500	26	4,167	0,958	21,151	17,095	0,808	120
600	33	5,000	0,950	21,337	21,698	1,017	120

000435



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CIUDAD UNIVERSITARIA

Jr. Amorarca 3ra. Cuadra Telefono 52 - 1365

Distrito de Morales

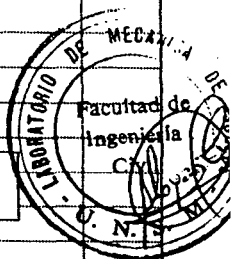
TARAPOTO - PERU

CUADRO N° 24

PROYECTO : "MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA SHITARIYACU"

CALICATA C-SHI-3 P. 1+940

ENSAYO A LA COMPRESIÓN AXIAL NO CONFINADA



Lectura del deformímetro o $\times 10^{-2}$	Deformímetro de carga (unidades)	Deformación Unitaria $\% \times 10^{-2}$	Area CF l-e	Area corregida A' $\text{cm}^2$	Carga total sobre la muestra	Esfuerzo sobre la muestra $\text{Kg/cm}^2$	Long. inicial mm.
10	1	0,087	0,999	20,288	0,658	0,032	115
25	1,5	0,217	0,998	20,314	0,986	0,049	115
50	4	0,435	0,996	20,359	2,630	0,129	115
75	4,5	0,652	0,993	20,403	2,959	0,145	115
100	6	0,870	0,991	20,448	3,945	0,193	115
200	7	1,739	0,983	20,629	4,603	0,223	115
300	7,5	2,609	0,974	20,813	4,931	0,237	115
400	10	3,478	0,965	21,000	6,575	0,313	115
500	12	4,348	0,957	21,191	7,890	0,372	115
600	13	5,217	0,948	21,386	8,548	0,400	115

PROYECTO : "MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA SHITARIYACU"

CALICATA C-SHI-3 P. 1+940

MUESTRA N°02

Lectura del deformímetro o $\times 10^{-2}$	Deformímetro de carga (unidades)	Deformación Unitaria $\% \times 10^{-2}$	Area CF l-e	Area corregida A' $\text{cm}^2$	Carga total sobre la muestra	Esfuerzo sobre la muestra $\text{Kg/cm}^2$	Long. inicial mm.
10	0,5	0,087	0,999	20,288	0,329	0,016	115
25	1,5	0,217	0,998	20,314	0,986	0,049	115
50	3,8	0,435	0,996	20,359	2,499	0,123	115
75	5	0,652	0,993	20,403	3,288	0,161	115
100	6	0,870	0,991	20,448	3,945	0,193	115
200	8	1,739	0,983	20,629	5,260	0,255	115
300	9,5	2,609	0,974	20,813	6,246	0,300	115
400	11	3,478	0,965	21,000	7,233	0,344	115
500	13	4,348	0,957	21,191	8,548	0,403	115
600	14	5,217	0,948	21,386	9,205	0,430	115

000436

Bach. F. MER. R. SANCHEZ C.M.  
Laboratorio de Mecánica de Sólidos



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

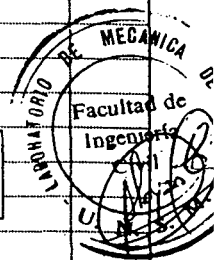
## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CIUDAD UNIVERSITARIA

Jr. Amorarca 3ra. Cuadra Teléfono 52 - 1365

Distrito de Morales

TARAPOTO - PERU



**PROYECTO : "MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA SHITARIYACU"**

CALICATA C-SHI-4 P. 2+135 +6D

CUADRO N° 25

**ENSAYO A LA COMPRESIÓN AXIAL NO CONFINADA**

Lectura del deformímetro $\times 10^{-2}$	Deformímetro de carga (unidades)	Deformación Unitaria $\% \times 10^{-2}$	Area CF l-e	Area corregida A' $\text{cm}^2$	Carga total sobre la muestra	Esfuerzo sobre la muestra $\text{Kg/cm}^2$	Long. inicial mm.
10	0,5	0,083	0,999	20,287	0,329	0,016	120
25	2	0,208	0,998	20,312	1,315	0,065	120
50	3,5	0,417	0,996	20,355	2,301	0,113	120
75	4	0,625	0,994	20,397	2,630	0,129	120
100	5	0,833	0,992	20,440	3,288	0,161	120
200	7	1,667	0,983	20,614	4,603	0,223	120
300	8	2,500	0,975	20,790	5,260	0,253	120
400	11	3,333	0,967	20,969	7,233	0,345	120
500	12	4,167	0,958	21,151	7,890	0,373	120
600	14	5,000	0,950	21,337	9,205	0,431	120


**PROYECTO : "MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA SHITARIYACU"**

CALICATA C-SHI-4 P. 2+135 +6D

**MUESTRA N°02**

Lectura del deformímetro $\times 10^{-2}$	Deformímetro de carga (unidades)	Deformación Unitaria $\% \times 10^{-2}$	Area CF l-e	Area corregida A' $\text{cm}^2$	Carga total sobre la muestra	Esfuerzo sobre la muestra $\text{Kg/cm}^2$	Long. inicial mm.
10	1	0,083	0,999	20,287	0,658	0,032	120
25	1,5	0,208	0,998	20,312	0,986	0,049	120
50	4,5	0,417	0,996	20,355	2,959	0,145	120
75	5	0,625	0,994	20,397	3,288	0,161	120
100	7	0,833	0,992	20,440	4,603	0,225	120
200	8	1,667	0,983	20,614	5,260	0,255	120
300	10	2,500	0,975	20,790	6,575	0,316	120
400	11	3,333	0,967	20,969	7,233	0,345	120
500	12,5	4,167	0,958	21,151	8,219	0,389	120
600	13	5,000	0,950	21,337	8,548	0,401	120

000187

  
 Bach. TOMÁS R. SANCHEZ C.  
 Laboratorio de Mec. de Su...