

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



INFORME DE INGENIERIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

POR : EXPERIENCIA PROFESIONAL

**“MICROCENTRAL HIDRAULICA PARA UNA PLANTA INDUSTRIAL DE
MOLIENDA DE CEREALES EN LA COMUNIDAD DE CHUQUIS-
HUANUCO”**

JOSE MAURICIO REGALADO NACION

PROMOCION 1983-II

LIMA - PERU

2 001

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a todos los hombres y mujeres de mi país que tienen la visión de transformación y cambio social; y sueñan con un país que este poblado de empresarios donde la distribución de la riqueza sea en igualdad de oportunidades y de acuerdo a sus necesidades familiares. A todos los que ayudan a edificar el nuevo rostro del Perú.

JOSE MAURICIO REGALADO NACION

AGRADECIMIENTO

A mi Madre por ser una mujer luchadora y sacrificada que contribuyó en mi formación, vocación y elección. Por su hermoso ejemplo y enseñanzas que atesoro como lo más valioso que poseo en mi vida.

JOSE MAURICIO REGALADO NACION

TABLA DE CONTENIDO

PROLOGO	1
CAPITULO I	
INTRODUCCION	3
1.1 Aspectos Generales	3
1.2 Entidades Responsables	4
1.3 Antecedentes	5
1.4 Justificacion	7
1.5 Desarrollo	8
1.6 Alcances	13
CAPITULO II	
MEMORIA DESCRIPTIVA	20
2.1 Generalidades	20
2.1.1 Ubicación Geografica de la Planta ...	20
2.1.2 Topografía de la Ciudad	22
2.1.3 Características del Subsuelo	22
2.1.4 Características Urbanas	23

2.1.5	Clima	25
2.1.6	Vías de acceso a la Planta	25
2.1.7	Recursos Hídricos	26
2.2	Estudio de Mercado	27
2.3	Area de Influencia del Proyecto	29
2.4	Demanda	37
2.4.1	Metodología Empleada	37
2.4.2	Universo y Muestra	37
2.4.3	Tratamiento de los Datos	42
2.4.4	Demanda del servicio de Molienda	45
2.4.5	Capacidad Instalada	48
2.4.6	Capacidad real de Producción	50
2.5	Selección de la ubicación de la Microcentral Hidráulica	50
2.5.1	Determinación del Caudal de Diseño ..	52
2.5.2	Salto Hidráulico Neto	53
2.6	Obras Civiles	55
2.6.1	Estructura de Captación	55
2.6.2	Diseño de la Bocatoma	55
2.6.3	Diseño del Canal con Conducción	62
2.6.4	Diseño de la Cámara de Carga y Desarenador	65
2.6.5	Diseño de la Tubería Forzada	67
2.6.6	Casa de Máquinas y Almacenes	71

2.7	Diseño Hidráulico y Mecánico de la	
	Turbina Michell-Banki	74
2.7.1	Geometría y Cálculo Hidráulico	
	del Inyector	75
2.7.2	Diseño Mecánico del Inyector	87
2.7.3	Diseño Hidráulico del Rodete	98

CAPITULO III

ESPECIFICACIONES TECNICAS	105
3.1 De Obras Civiles	105
3.1.1 Generalidades	105
3.1.2 Trabajos Preliminares	105
3.1.3 Movimiento de Tierras	106
3.1.4 Obras de Concreto y Materiales	107
3.1.4.1 Cimiento corrido	107
3.1.4.2 Sobrecimiento	107
3.1.4.3 Obras de Concreto	108
3.1.4.4 Obras de Mampostería de	
Piedra	108
3.1.4.5 Materiales	109
3.1.4.6 Almacenamiento de Materiales .	111
3.1.4.7 Preparación del Equipo	111
3.1.4.8 Transporte del Concreto	112

3.1.4.9	Encofrados	112
3.1.4.10	Colocación y doblado de la Armadura	113
3.1.4.11	Mezcla del Concreto	113
3.1.4.12	Curado del Concreto	114
3.1.4.13	Desencofrado	115
3.1.5	Compuertas y Baraje Móvil	116
3.1.6	Albañilería	116
3.1.7	Estructura de Madera y Cobertura	117
3.1.8	Revoques	119
3.1.9	Pisos y Veredas	119
3.1.10	Carpintería Metálica	121
3.1.11	Cerrajería	121
3.2	De Suministro y Montaje	122
3.2.1	Suministro de Equipo y Maquinaria	122
3.2.1.1	Turbina Michell - Banki	122
3.2.1.2	Tubería Forzada	123
3.2.1.3	Sistema de Transmisión	124
3.2.1.4	Zaranda Giratoria	126
3.2.1.5	Molino de Disco	127
3.2.1.6	Varios	127
3.2.2	Montaje de Equipos	128
3.2.2.1	Cimentación de la Turbina	128

3.2.2.2 Cimentación de las Chumaceras	129
3.2.2.3 Camara de Carga escalera y piso de Sala de Máquinas	129
3.2.2.4 Cimentación de la Tubería Forzada	130
3.2.2.5 Instalación de la Tubería Forzada	130
3.2.2.6 Instalación de la Turbina	130
3.2.2.7 Instalación del Sistema de Transmisión y Zaranda	131
3.2.2.8 Instalación del Molino	132

CAPITULO IV

ESPECIFICACIONES TECNICAS	134
4.1 Determinación de los Costos Unitarios de Obras Civiles y de Montaje	134
4.2 Presupuesto de Contrucción de la Microcentral Hidráulica	165
OBSERVACIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	172
BIBLIOGRAFIA	175
PLANOS	177

PROLOGO

El presente estudio tiene como propósito demostrar la utilidad de las turbinas Michell- Banki en la generación de energía mecánica para su aprovechamiento en el accionamiento de molinos hidráulicos para la producción de harina de trigo en la Comunidad de Chuquis, mediante la construcción de una Microcentral Hidráulica de 10 KW.

Se debe precisar que el sector agrario del Distrito de Chuquis, Provincia de Dos de Mayo y del Departamento de Huánuco, requiere del apoyo técnico y económico de las instituciones publicas y privadas, para elevar la producción y productividad de sus cultivos alimenticios. Este estudio constituye un esfuerzo para mejorar las condiciones y el nivel de vida de los comuneros, a través de un sistema molinero, destinado principalmente a la molienda de trigo y brindar este servicio a las comunidades vecinas.

El estudio ha sido realizado mediante investigación de campo con entrevistas personales a una muestra aleatoria representativa, obteniéndose una aproximación relativa confiable de la producción de trigo, materia prima del molino en la zona.

El proyecto contempla brindar servicio de molienda de cereales a los comuneros de las cuatro comunidades vecinas quienes se beneficiarán con el ahorro de tiempo de molienda y mayor calidad de harina.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 ASPECTOS GENERALES

El presente trabajo constituye un análisis técnico - económico para la construcción de una Microcentral Hidráulica que funcionará con una turbina Michell-Banki, la que accionará un molino de disco para la molienda de trigo en una planta industrial ubicada en el Distrito de Chuquis, Provincia de Dos de Mayo, Departamento de Huánuco, en la Región "Andres Avelino Cáceres".

En nuestro país se ha difundido muy poco el uso de las turbinas Michell-Banki en aplicaciones industriales, razón por lo que éste estudio tiene la finalidad de promover su utilización en industrias que producen harina de trigo; en

las zonas donde se cuenta con recursos hidráulicos, debido al bajo costo de operación y mantenimiento, fabricación es sencilla e instalación y montaje versátiles.

1.2 ENTIDADES RESPONSABLES

La Microregión Dos de Mayo, organismo descentralizado de la Subregión "Hualлага" y de la Región "Andres Avelino Cáceres" como ente catalizador del desarrollo hace un esfuerzo por elevar la calidad de vida de los habitantes de la Comunidad Campesina de Chuquis con ésta finalidad la oficina de Planificación y Presupuesto consideró dentro de su calendario de inversiones 1,987 la instalación de una planta de molienda de trigo y su implementación como modelo patrón referente a su diseño, su constitución, su organización y su administración empresarial a fin de promover su utilización en otras comunidades campesinas de la mencionada región.

1.3 ANTECEDENTES

El presente trabajo se realiza por primera vez en la zona de influencia del proyecto, no habiendo estudios similares. Salvo la existencia de un Expediente Técnico del Proyecto denominado "MOLINO HIDRAULICO DE HUARAPA" cuyo autor es el suscrito (Referencia Bibliografía N°1). La construcción, montaje y equipamiento de dicho proyecto que tiene una producción de 200Kg/h se realizó siguiendo los lineamientos del presente trabajo.

Objetivos Generales:

Aprovechar la materia prima existente en la zona de estudio en este caso trigo de muy buena calidad.

- Disminuir la dependencia de las zonas rurales con respecto a las ciudades, en los servicios de molienda; además reducir costos.

- Incrementar la producción cerealera, aliviando al Estado de una carga subsidiaria fuerte al trigo importado.

- Crear puestos de trabajo directa e indirectamente, activando la economía de la zona, aprovechando la mano de obra desocupada existente.

- Contribuir al desarrollo de la pequeña industria local. Con ésta nueva planta se obtendrá en el futuro harina de mejor calidad.

1.4 JUSTIFICACION

Existe un atraso que afecta a los comuneros y pobladores rurales en general, en los aspectos netamente agrícolas como en el agroindustrial frenando el desarrollo económico social autosostenido de las comunidades campesinas.

La puesta en operación del molino hidráulico será un factor importante para que los comuneros se encuentren incentivados a producir mayores volúmenes de cereales.

Las turbinas Michell-Banki juegan un papel importante en la transformación de energía hidráulica en energía mecánica. A través de este trabajo se pretende promocionar su uso no solamente en molinos, sino también en otras aplicaciones industriales como: aserraderos, sistemas de bombeo, accionamiento de máquinas herramientas, etc. y en generación de energía eléctrica de bajas potencias para atender necesidades rurales debido a la simplicidad en su fabricación y fácil mantenimiento respecto

de las turbinas cuyo uso están difundidos en nuestro país y que tienen costos de fabricación elevados y mantenimiento complicados.

1.5 DESARROLLO

El presente proyecto surge en atención a una solicitud de apoyo técnico económico presentada a la MICROREGION DOS DE MAYO, REGION ANDRES AVELINO CACERES, mediante un memorial formulada por las autoridades, personas notables, vecinos y comuneros del distrito de Chuquis para la instalación de un molino hidráulico en dicha localidad. El suscrito fue designado para elaborar el estudio participando también un topógrafo para ubicar el lugar aparente para el salto hidráulico y el caudal necesario para accionar dicho molino.

Paralelamente se realizó una investigación de campo para determinar el volumen de producción de cereales en la zona (Diciembre de 1997) y cuanto de este volumen se destinaba a los molinos artesanales circunvecinos a la

comunidad y cuanto se llevaba hasta la localidad de Huánuco distante unos 80Km del lugar para su molienda.

Mediante encuestas cuya modalidad y procedimiento se precisan en el CAPITULO II MEMORIA DESCRIPTIVA Y DISEÑO, estas dos acciones interrelacionadas entre sí fueron decisivas para determinar la capacidad instalada de la planta.

Para la estimación de la caída de agua no hubo ningún problema ya que existían alturas de arriba de 30 metros y solo se requería una caída neta de 9m lo que se consiguió con suma facilidad para la estimación del caudal recurrimos al método de los flotadores, para lo cual arrojamos muecas de caña durante varios ensayos y tomamos el tiempo que transcurría entre dos puntos cuya distancia era de 20m tratando de realizar estas pruebas en una zona del lecho del río donde se observaba flujo laminar. Se estimó un caudal de diseño de $3,5\text{m}^3/\text{s}$. para las estructuras de captación

(barraje, bocatoma) considerado para épocas de avenidas, tomando en cuenta las huellas dejadas a ambas orillas por las aguas del río. Este caudal coincide también con las mediciones efectuadas por el PEPMIS (PROYECTO ESPECIAL DE PEQUEÑAS Y MEDIANAS IRRIGACIONES) del Ministerio de Agricultura Región Agraria de Huancayo, quienes instalaron potenciómetros para medir caudales en la misma cuenca.

Con la ayuda de los planos topográficos se diseñaron los equipos que componen la Microcentral cuyas especificaciones se hallan en el CAPITULO III ESPECIFICACIONES TECNICAS y cuyos alcances se encuentran en el CAPITULO I INTRODUCCION.

Luego de dimensionarse la planta se procedió a la adquisición del molino de la empresa CORPORACION DE MAQUINARIAS CHINAS EN EL PERU S.A. del tipo DISK MILL 300 H, DE 7.5 KW 250-300 Kg/hora de capacidad usado para moler trigo básicamente.

Después de un diseño preliminar donde se tomó en cuenta un trabajo anterior mostrado en la referencia bibliográfica se procedió asimismo a la fabricación en taller de la turbina Michell-Banki con plancha de acero laminada en caliente de espesor 3mm. cuyos detalles de montaje se pueden ver en los planos N° 12-13 y 13-13 diseñado para un caudal de $0.125\text{m}^3/\text{s}$ y para una caída aproximada de 9m. se consideró también que parte del caudal sobrante que llega a la Cámara de carga se utilizará para el riego de terrenos agrícolas aguas abajo a través de un vertedero de demasías.

Al momento del montaje se encontró dificultad en la salida del agua de la turbina hacia el canal de desfogue por lo que se procedió a encofrar con madera tornillo a fin de efectuar un vaciado de concreto armado de $f'c=175\text{ kg/cm}^2$ a fin de absorber las vibraciones de la turbina durante su operación.

Se ha tomado una potencia de 2 KW para accionar la zaranda giratoria y para compensar las pérdidas en la transmisión aproximadamente 0.5 KW.

Para la transmisión se consideró un sistema de una etapa con fajas y poleas en "V", tanto para la zaranda giratoria como para el molino partiendo desde el eje de la turbina conforme se puede apreciar en el plano de montaje N° 10-13.

Para el acceso a la planta se requiere la construcción de una trocha carrozable de 300m de longitud mediante la cual se unirá a la carretera Huánuco-La Unión en el paraje denominado ESTACAMACHAY y consiguientemente se logrará colocar o trasladar los productos terminados a esas zonas.

1.6 ALCANCES

El presente trabajo llegó hasta su etapa definitiva, abarcando tanto aspecto civiles como mecánicos; cuya descripción mostramos a continuación:

A. Obras de captación (bocatoma)

La bocatoma está compuesta de un barraje fijo y un barraje móvil con cimentación de concreto ciclópeo 1:10 + 30 % de piedra grande. El azud tiene una cresta de 0,90m. de alto que derivará las aguas al riachuelo SHICRAY cuyo regimen es laminar, además se cubrirá la parte superior con piedras en lecho de rio de espesor de 0.30m. de diámetro colocadas en mortero C-A 1:3.

El bocal de entrada se encuentra al lado derecho del barraje móvil a 0,34m. de altura sobre el lecho del río, fijado en el muro de pantalla de encauzamiento provisto de rejillas metálicas para evitar el paso de palizadas y otros materiales extraños.

Los muros de defensa están diseñados para las máximas avenidas y para un período de retorno de 50 años, las dosificaciones se presentan en los planos correspondientes.

El desarenador será construido con albañilería de piedra con muros de concreto de $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$, tiene provisto un recinto de sedimentación y llevará compuerta metálica de izaje manual de $0,40 \times 0,40\text{m}$. en el lado izquierdo con dirección al río que se conecta con el canal de purga. Además está provisto de tablonces de madera para la regulación en el canal de aducción y un vertedero de demasías al lado izquierdo del recinto de sedimentación.

B. Canal Principal de Conducción

El canal principal ha sido diseñado con criterios de máxima eficiencia hidráulica.

El revestimiento se considera con albañilería de piedra asentada en concreto de $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ y emboquillado con C-A

1:3, debido a la disponibilidad de piedras pizarrosas en buenas condiciones y para aprovechar el material de la zona.

La forma del canal es rectangular considerando el talud de plataforma 1:2 y será revestido en sus 330ml. Debido al tipo de tierra circundante. Las características hidráulicas y geométricas se presentan en los planos correspondientes.

C. Tubería Forzada

Se construirá en una longitud aproximada de 23m. De un diámetro de 11'' y tendrá un tramo final de llegada a la casa de máquinas a través de un cono reductor de 11'' a 5'' para la regulación del caudal en la apertura y cierre. Este cono tendrá una longitud aproximada de 0,890m. y partirá de la primera junta de dilatación ubicada a 1m. del primer dado de apoyo. La válvula de compuerta estará dentro de la sala de máquinas a una distancia de 1m. del dado de anclaje.

D. Casa de máquinas y almacenes

La construcción de ambientes para la casa de máquinas y los almacenes que están destinados para albergar los equipos y maquinarias de la planta, así como también la materia prima y los productos terminados, consta de un ambiente de 6x4,40m. de área para la casa de máquinas y los almacenes son dos ambientes cada uno de 3x2.80m. de área interior para el depósito de cereales y depósito de harinas.

Para la cimentación se hará un movimiento de tierra con una excavación de zanjas cuyas medidas se encuentran en los planos. Los cimientos corridos serán de concreto ciclópeo de mezcla C-H 1:8 + 25% de piedra mediana. El falso piso será de concreto de C-H 1:8 con un $e = 4''$ y $f'c=140 \text{ Kg/cm}^2$.

La estructura de madera que soportará la cobertura de calamina galvanizada de 11 canales N° 30, comprende las bridas superior e inferior de 2" x 3" y dinteles

de 4" x 8", todos los cuales serán de madera tornillo.

Los muros y tabiques serán de tapial con un espesor de 0,40m. y los revoques se realizarán con cemento, previo enmallado con alambre N° 16 y clavos de 3" en forma de cocos. Los pisos serán de cemento pulido, coloreado y bruñido a cada metro con un espesor de 1,5cm. Los cielorrasos serán suspendidos con paneles de triplay de $e = 4\text{mm}$. con sus respectivas tapajuntas.

Las puertas serán de madera tornillo tipo tablero liso fabricado de madera en estado seco. Se colocarán ventanas de fierro según diseño y medidas indicadas en los planos adjuntos fabricadas con perfiles de 3/4" x 3/8" y con seguridad a cada 0,15m.

En cuanto a cerrajería se colocarán chapas marca LGO o similar de dos golpes como también bisagras de $e = 3\frac{1}{2}"$ en las puertas.

Los vidrios a colocarse serán nacionales simples, los que irán fijados con masillas.

La pintura de la totalidad de muros interiores y los exteriores serán de vinilatex y se aplicará barniz a las puertas y anticorrosivo a las ventanas.

Todo lo descrito anteriormente se resume en los siguientes planos:

PLANO N° 1	UBICACIÓN DE LA MICROCENTRAL
PLANO N° 2	OBRAS DE CAPTACION
PLANO N° 3	CORTES DE LA ZONA DE CAPTACION
PLANO N° 4	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
PLANO N° 5	SECCION TRANVERSAL DEL CANAL DE CONDUCCION
PLANO N° 6	PLANTA A CURVAS DE NIVEL
PLANO N° 7	TUBERIA FORZADA
PLANO N° 8	PLANTA, CORTES Y ELEVACION DE CASA DE MAQUINAS
PLANO N° 9	TECHO Y CIMENTACION DE LA CASA DE MAQUINAS
PLANO N° 10	DISTRIBUCION DE PLANTA

PLANO N° 11 ZARANDA GIRATORIA
PLANO N° 12 INYECTOR-CARCAZA DE LA TURBINA
PLANO N° 13 RODETE DE LA TURBINA

CAPITULO II

MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1 GENERALIDADES

El presente estudio se ha realizado teniendo en cuenta los criterios y normas técnicas establecidas en el Reglamento Nacional de Construcciones vigente, que norman la ejecución de las obras y construcciones en general dentro de nuestro país.

2.1.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA PLANTA

DEPARTAMENTO	: HUANUCO
PROVINCIA	: DOS DE MAYO
DISTRITO	: CHUQUIS
PARAJE	: ESTACAMACHAY

La localidad de Chuquis tiene una altitud medida con respecto al nivel del mar de 3200 metros en el punto medio de la Plaza de Armas.

Para llegar hasta Chuquis se cuenta con las siguientes vías de comunicación: una trocha carrozable sin asfalto en regulares condiciones en épocas de verano que iniciándose en la intersección con la Carretera Huánuco-La Unión a la altura del puente Yanas hace un recorrido de aproximadamente 5Km. hasta llegar a Chuquis. A su vez existen dos accesos peatonales a través de caminos de herradura, uno de ellos parte del puente Quipas ubicado en la carretera antes mencionada, e ingresa a la ciudad por la parte SUR-OESTE y el otro partiendo del paraje denominado ESTACAMACHAY ingresa por la parte SUR-ESTE.

2.1.2 TOPOGRAFIA DE LA CIUDAD

El área urbana de Chuquis tiene una topografía que se caracteriza por una pendiente variable no uniforme de NORTE a SUR, muy pronunciada en algunos casos hasta de 10%. En la parte ESTE de la ciudad la pendiente tampoco es uniforme, pero en el sentido OESTE-ESTE es mucho menor que la anterior.

2.1.3 CARACTERISTICAS DEL SUBSUELO

Se ha practicado varios sondajes y se ha encontrado que el subsuelo del área urbana está formado por tierra dura seca, con presencia de piedras grandes en la parte baja y en la parte alta el mismo material, sólo que con un contenido de piedras más pequeñas. Los alrededores de la ciudad estan formados una parte por el mismo material y otra por tierra de cultivo y en sus capas inferiores por tierra dura y cascajo.

2.1.4 CARACTERISTICAS URBANAS

Chuquis es una localidad típica de la provincia Dos de Mayo, los tramos de sus calles son bastantes irregulares, orientados de Norte a Sur y de Este a Oeste.

Las calles se encuentran sin asfaltar, teniendo como medidas un ancho mínimo de 6m. y un ancho máximo de 8m. Las casas están construidas en un 95% de muros de adobe y tapial empleándose para la cobertura de los techos paja, calamina y eternit. Las manzanas que figuran en su plano no están habitadas en su totalidad siendo las casas de construcción modesta.

La localidad de Chuquis cuenta con los siguientes servicios:

- Un colegio Nacional Mixto.
- Una escuela de 2º Grado.
- Una posta Sanitaria.
- No existe un Puesto Policial.

- Un Municipio Distrital.

En lo que se refiere al aspecto comercial, existe un comercio local de pequeñas tiendas de abarrotes.

No cuenta con redes de distribución eléctrica. El servicio actual de agua es precario y no posee redes de distribución, solo cuenta con una pileta pública que se alimenta de las aguas del manantial ubicado en la parte alta de Chuquis hacia el Norte almacenado en un pequeño reservorio.

Las autoridades locales son las siguientes:

- Alcalde Distrital
- Teniente Alcalde
- Juez de Paz
- Gobernador

Presidente de la Comunidad

2.1.5 CLIMA

El clima en general es variado de acuerdo a las estaciones, templado y seco en verano desde los meses de Mayo a Diciembre y frígido y húmedo en los meses de Enero, Febrero, Marzo y Abril; teniendo variaciones en su temperatura. En el verano la temperatura varía entre 30 grados centígrados en el día hasta 18 grados centígrados por las noches; en invierno la temperatura varía entre 24 grados centígrados hasta 10 grados centígrados por las noches.

En los meses de Febrero y Marzo llueve en forma abundante caso típico de las localidades del cono norte de la provincia de Dos de Mayo.

2.1.6 VIAS DE ACCESO A LA PLANTA

La planta de molienda de trigo se encuentra en el paraje dominado ESTACAMACHAY ubicado a 80Km. de la ciudad

de HUANUCO aproximadamente y a 34,5 Km. de la ciudad de la UNION y se llega al mencionado paraje a través de la carretera HUANUCO-LA UNION se ha previsto la construcción de una trocha carrozable corta para accesar a la planta en una longitud de 0.3Km. que interceptará a la carretera antes mencionada y que traerá consigo una mayor demanda de servicio por parte de las comunidades aledañas por estar ubicada prácticamente en las inmediaciones de la citada carretera haciendo de este modo más fácil el transporte tanto de la materia prima como de los productos terminados.

2.1.7 RECURSOS HIDRICOS

Se plantea la utilización de las aguas del riachuelo llamado Shicray afluente del río Marañón a la altura de la quebrada ESTACAMACHAY de caudal estable durante todo el año.

Para la estimación del caudal que transporta el mencionado riachuelo se practicó una serie de aforos tanto para determinar el máximo caudal que se consideró en $3,5\text{m}^3/\text{s}$ como para determinar el mínimo caudal en las épocas de estiaje cuyo valor se tomó en $0,150\text{m}^3/\text{s}$.

Para hacer realidad éste proyecto se requirió realizar un estudio analítico tanto de la producción cerealera para lograr estimar la capacidad instalada de la planta, así como el diseño de cada uno de los equipos componentes de la Microcentral cuya Memoria de Cálculos se muestra en el siguiente capítulo del estudio.

2.2 ESTUDIO DE MERCADO

El proyecto producirá el servicio denominado molienda de trigo principalmente y en segundo lugar la molienda de otros cereales. Los

productos resultantes de la molienda del trigo son los siguientes:

- **Harina flor:**

Es el principal producto a obtenerse y que constituye la base para la industria de la panificación. Este producto en sí requiere de un proceso especial en cuanto se refiere al triturado, al tamizado y en lo posible la separación de los subproductos debe ser automática.

- **Semitilla:**

Es el producto del proceso de molienda del trigo y tiene color crema, una demanda mínima y es usado en la alimentación de animales y ocasionalmente en algunos tipos de panes para dar una presentación especial de acuerdo a costumbres regionales como en el "pan de semita".

- **Afecho y afrechillo:**

Son subproductos utilizados en alimentos de animales y tradicionalmente se usa también en

el fermentado de la chicha de jora, ésto en mínimas cantidades.

El molino de acuerdo a sus características propias de diseño, cuyas especificaciones fueron otorgadas por el fabricante será utilizada también en la molienda de otros cereales.

El producto principal del trigo, la harina flor es la base de la producción del molino, y el insumo es el trigo que se produce en la zona. Es indudable que los comuneros tienen que cultivar las variedades de trigo que tengan las más excelentes características para la obtención de la harina flor y al mismo tiempo tengan alta producción por hectárea.

2.3 AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Debido a que la producción actual de trigo en las provincias de Dos de Mayo y Huamalíes es exclusivamente para el autoconsumo a través de alimentos a base de trigo en grano como

“motes”, mazamorras, sopas, guisos y en panes elaborados familiarmente; especialmente en las fechas de las festividades de la Navidad, Carnavales y “Todos los Santos”; todo esto en un 70% de la producción total y sólo en un 30% es llevado a los molinos de piedra artesanales existentes en toda la región, para así obtener la harina mezclada con los respectivos subproductos y es el usuario quién al tamizarlo en forma manual logra un grado de harina que lo utiliza en su alimentación.

Al implementarse el Molino de Chuquis, brindará una molienda superior y entregará al usuario harina flor y subproductos ya separados previamente cosa que no hacen los molinos artesanales de piedra existentes. El ámbito geográfico que abarca el estudio de mercado es desde la localidad de Chavinillo hasta la localidad de Jacas Grande a lo largo de la Carretera Huanuco-La Unión. En el intermedio de las localidades mencionadas se hallan numerosos centros poblados que se muestran en el mapa de ubicación (Figura N° 1), lograndose tener un

área de influencia de 50Km. a lo largo del eje de la carretera antes mencionada y a 15Km. al interior del borde de las carreteras.

La demanda del mercado está comprendida por la producción proveniente de las comunidades de Chuquis, Huancán, Rahua-Huancachaca y Chupán que se detallan en el cuadro N° 1.

Los usuarios se desplazarán fácilmente con el 30% de su producción para obtener la harina, hasta el molino de Chuquis antes de cumplir un viaje a la ciudad de Huánuco que está a una distancia de 80Km. El viaje de los usuarios es a través de caminos de herradura y generalmente con asémilas de carga acortando las distancias a recorrer.

CUADRO N° 1				
COMUNIDAD	DISTRITO	FECHA DE RECONOCIM.	RESOLUCION	HABITANTES
CHUQUIS	CHUQUIS	27/05/68	R.S.147-TC	675
HUANCAN	CHUQUIS	20/12/65	R.S.469	395
RAHUA-HUANCACHACA	CHUPAN	06/03/57	R.S. S/N	397
CHUPAN	CHUPAN	13/04/44	R.S. S/N	1228
			TOTAL:	2695

FUENTE : MINISTERIO DE AGRICULTURA
DIRECTORIO DE COMUNIDADES CAMPESINAS

Entendiéndose como mercado interno el ámbito de influencia del proyecto, la demanda de molienda por parte de los usuarios será constante ya que dichos usuarios dejarán de llevar su trigo a los molinos artesanales de piedra y acudirán al Molino Hidráulico de Chuquis que se ha diseñado para elaborar harina flor de calidad óptima por lo que un gran porcentaje de panificadores de cada poblado; que a la vez son productores de trigo en su mayoría, demandarán el servicio de molienda continuamente y dejarán de comprar harina procedente de Lima, ésta acción lo efectuarán un sector de panaderos.

Por lo expuesto la demanda de molienda se muestra atractiva para el trabajo que efectuará el molino. El servicio que brinde la planta se cumplirá mayormente sólo cuando la administración del molino decida producir y vender harina flor a todas las panaderías existentes en la provincia Dos de Mayo y Huamalíes.

En la Región Agraria N° XIV de Huánuco la producción del trigo ha disminuido en los últimos 10 años debido básicamente a la falta de semillas mejoradas, tecnologías de cultivo, poco o ningún control de plagas que atacan al trigo, a la escasa importancia otorgada por la fuentes financieras y la razón más importante es que los precios de venta no protegen al campesino; por todas éstas razones la producción en la Región Agraria de Huánuco es básicamente para el autoconsumo teniéndose así que los campesinos producen algunas variedades de trigo tales como: Barba negra, Barba blanca, Candela, Santa Rosa, Ollanta, Huanca, etc. y

todas éstas variedades se caracterizan por su bajo rendimiento.

En los años 1,985 - 1,992 se ha experimentado con el trigo variedad "gavilán" que ha resultado ser una excelente promesa en la provincia de Huánuco, Dos de Mayo y Huamalíes en donde en promedio se ha obtenido un rendimiento de 2700Kg/Ha con lo que se está logrando que los campesinos de ésta provincia se sientan incentivados a sembrar ésta variedad con fines eminentemente comerciales.

La implementación y puesta en operación del proyecto Molino Hidráulico de Chuquis permitirá que todos los productores de la Comunidad de Chuquis principalmente y de las comunidades vecinas de Huancán, Rahua-Huancachaca y Chupán aumenten las áreas de cultivo del trigo, así se generará un circuito que beneficiará económicamente a la Comunidad de Chuquis a través del sistema de producción de trigo con fines de producción de harina flor para luego posteriormente incursionar en la

comercialización de harina para panificación que en una primera etapa ingresará al ámbito del mercado de influencia del proyecto, para posteriormente exportar a la provincia de Huamalíes y Huanuco.

2.4 DEMANDA

2.4.1 METODOLOGIA EMPLEADA

En el cuadro N° 1 se muestra las comunidades donde se efectuó una encuesta a una muestra seleccionada mediante la técnica de Muestreo Aleatorio Simple. El objetivo primordial de la encuesta fue la de tener un conocimiento del volumen promedio actual de producción de trigo y otros cereales; pero el presente estudio requiere analizar prioritariamente la información obtenida referente al trigo.

2.4.2 UNIVERSO Y MUESTRA

El tamaño de la muestra se diseñó de acuerdo a los métodos de selección del tamaño de muestras para la estimación de medias, bajo las siguientes premisas de precisión del estimador:

- Calcular el promedio con un error (d) no superior al 20% del valor del promedio verdadero.
- Calcular el estimador del promedio con una confianza del 95%.
- La población (N) está conformada por el total de habitantes de las 04 comunidades. $N = 2695$ comuneros.
- En un muestreo piloto previo (ver cuadro N° 2) se halló la varianza poblacional con la siguiente fórmula:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N_p} (y_i - \bar{y})^2}{N_p - 1}$$

$$\bar{Y} = \frac{1}{N_p} \sum_{i=1}^{N_p} Y_i$$

- Se deberá hallar el valor de n_0 , denominado la primera aproximación del tamaño de muestra que se relaciona con

la varianza poblacional (S^2) y la desviación estandar del estimador (V)

En donde:

$$v = \left(\frac{d}{t} \right)^2$$

t = Es el valor de la abscisa en la Distribución Normal para una confianza de 95%

t = 1,90 para una confianza de 95%

$$n_o = \frac{S^2 t^2}{d^2}$$

- n_o es corregido para hallar el verdadero tamaño de la muestra (n) a través de la siguiente ecuación:

$$n = \frac{n_o}{1 + \frac{n_o}{N}}$$

n = Tamaño verdadero de la muestra

CUADRO N° 2 MUESTREO PILOTO (*)	
COMERCIO (i)	PRODUCCION DE TRIGO 1,987 (ARROBAS) Y_i
1	3
2	30
3	4
4	30
5	18
TOTAL PRODUCCION :	
	85

(*) Este muestreo piloto se efectuó a los propietarios de bodegas, quienes a su vez siembran trigo por ser agricultores y además venden harina proveniente de Lima y otros departamentos.

Del cuadro N° 2 que contiene los resultados del muestreo piloto se calcula:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^5 (Y_i - \bar{Y})^2}{N_p - 1}$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^5 Y_i}{N_p} = \frac{85}{5} = 17$$

$$S^2 = \frac{(3-17)^2 + 2(30-17)^2 + (4-17)^2 + (18-17)^2}{4}$$

$$s^2 = \frac{324 + 81 + 289 + 9}{4} =$$

$$s^2 = 176 \text{ (ARROBAS)}^2$$

Calculamos n_o :

$$n_o = \frac{s^2}{\left(\frac{d}{t}\right)^2}$$

$$n_o = \frac{176}{\frac{[0,20 (17)]^2}{(1,96)^2}} =$$

$$n_o = \frac{176}{3,01}$$

$$n_o = 58,47$$

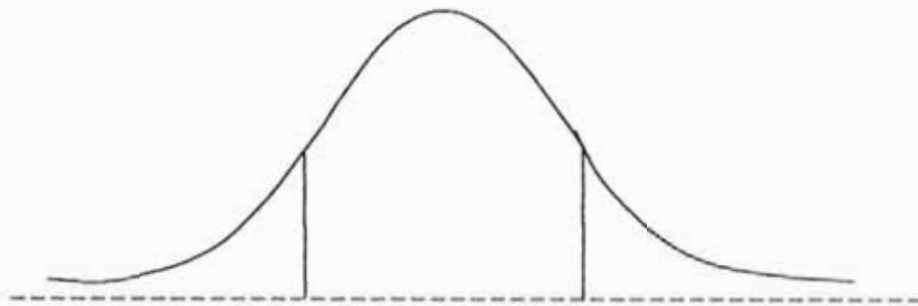
Finalmente hallaremos n , tamaño de muestra

$$n = \frac{58,47}{1 + \frac{58,47}{2695}} =$$

$$n = \frac{58,47}{1,02}$$

$$n = 57,23$$

Por lo que el tamaño de muestra es de 57 comuneros con lo que se logrará de ésta manera cumplir con todas las premisas, obteniendose la Distribución Normal siguiente:



Area de Error	$E(\bar{Y}) = \bar{Y} = 17$	Area de Error
Superior al 20%		superior al 20%
Del estimador \bar{Y}		del estimador \bar{Y}

2.4.3 TRATAMIENTO DE LOS DATOS

Con el tratamiento obtenido para la muestra se practicó utilizando al azar, una encuesta a 57 comuneros distribuidos en el cuadro N° 3 donde se analiza el porcentaje de la producción total que se somete a molienda.

CUADRO N° 3
INFORMACION OBTENIDA DE LA MUESTRA ALEATORIA DE 57
COMUNEROS

N°	PROD. TRIGO EN 1989 (ARROBAS)	CONSUMO FAMILIAR DE TRIGO EN 1989 (ARROBAS)	VENTA O TRUEQUE DE TRIGO EN 1989 (ARROBAS)
1	5	4	.1
2	17	12	2
3	10	8	1
4	2	-	2
5	8	5	-
6	8	6	-
7	8	8	-
8	16	8	1
9	8	6	-
10	4	2	2
11	3	-	2
12	12	5	7
13	9	7	1
14	9	9	-
15	17	8	8
16	42	12	27
17	18	9	9
18	13	5	4
19	10	8	1
20	60	34	12
21	20	-	4
22	14	5	-
23	12	-	9
24	25	20	-
25	12	4	5
26	25	20	5
27	80	10	70
28	80	-	70
29	8	4	2
30	125	45	24
31	18	18	-
32	20	4	7
33	40	20	10
34	2	2	-
35	40	6	-
36	13	8	1
37	35	-	30
38	15	10	5
39	8	5	3

40	30	-	20
41	3	2	1
42	30	20	3
43	4	-	4
44	18	10	8
45	8	5	1
46	12	3	6
47	9	6	3
48	7	3	4
49	16	5	9
50	8	8	-
51	17	12	5
52	12	3	8
53	20	10	5
54	7	5	1
55	10	2	8
56	14	5	6
57	16	10	6
57	1 112	446	423
%	78,5	40,1	38,4

De acuerdo al cuadro N° 3 los comuneros de la zona de influencia del proyecto destinan su producción de trigo en promedio para el consumo familiar y la venta o trueque en un total porcentual de 78,5% (sumar los porcentajes del cuadro anterior) sobre el total promedio, estando éste porcentaje en 8,5% superior al promedio para la provincia de Dos de Mayo (70%) el 21,5% restante de la producción es destinado a la molienda en los diferentes molinos artesanales de piedra.

2.4.4 DEMANDA DEL SERVICIO DE MOLIENDA

El Molino Hidráulico de Chuquis brindará el servicio de molienda primordialmente a los comuneros de Chuquis, de Huancán, de Rahua-Huancachaca y de Chupán por lo que en términos conservadores el presente estudio considera sólo la demanda aparente de molienda de estas comunidades dicha demanda es de un total de 181.30 T.M. anuales como máximo por lo que se tendrá la capacidad de molienda para períodos de trabajo según el Cuadro N° 4. La demanda anual se concentra básicamente en los días de fiestas: Navidad, Carnavales y "Todos los Santos".

En el ámbito del proyecto no existe un molino de granos tecnificado como el que se plantea. Al entrar en operación el Molino de Chuquis, los usuarios que también serán de las otras comunidades demandarán sólo un 50% del total de la demanda de los comuneros de Chuquis, Huancán, Rahua-Huancachaca y Chupán con lo que finalmente

se tiene la demanda total aparente que necesariamente como máximo será cubierta con la puesta en operación de Molino de Chuquis.

Realizada la encuesta con 57 comuneros se tabuló los resultados que son de interés para el presente estudio en el cuadro N° 4 donde finalmente se tiene el promedio de producción de trigo que es como sigue:

Promedio de producción:

$$\text{Por comunero: } \bar{x} = \frac{1112 \text{ arrobas}}{57 \text{ comuneros}}$$

$$\bar{x} = 19,5 \text{ arrobas/comunero}$$

Se tiene por tanto que en las 04 comunidades señaladas en el Cuadro N° 1 se cosechó aproximadamente 19,5 arrobas/comunero.

Total de producción por comunero:

$$= 2695 \text{ comuneros} \times 19,5 \frac{\text{arrobas}}{\text{comunero}}$$

$$= 52 \ 552,5 \text{ arrobas} = 604 \ 353,75 \text{ Kg.}$$

En el ámbito rural, según estudios de Carlos Amat y León "La Alimentación en el Perú" (Referencia Bibliográfica N° 2) se consume 0,8kg/mes de trigo por persona esto como trigo en grano y es convertido en "Harina de País" en los molinos artesanales en un volumen que no supere el 30% de la producción de cada familia campesina. Por tanto se tiene que las cuatro comunidades mencionadas transforman en harina:

Total de harina producida:

= 604 353,75Kg. X 0,30

= 181 306,13Kg.

= 181,30 TM anuales

Por tanto como máximo se produce 181,30 TM de "Harina del País" que es llamado a aquella harina que es molida en los molinos artesanales de piedra existentes y que tienen como características su lentitud en el giro y baja capacidad de molienda. Este producto es una mezcla de

harina flor, semita y afrecho que luego cada agricultor lo tamiza de acuerdo a sus necesidades y obtiene la harina flor propiamente.

CUADRO N° 4			
DEMANDA DEL SERVICIO DE MOLIENDA EN CHUQUIS, HUANCAN, HUANCACHACA, CHUPAN Y OTRAS COMUNIDADES DEL AMBITO DEL PROYECTO			
DEMANDA (T.M.)			
PERIODOS	COMUNIDADES	OTRAS COMUNIDADES	TOTAL DEL PROYECTO
ANUAL	181,30	90,65	271,95
MENSUAL	15,10	7,55	22,65
DIARIO	0,60	0,30	0,90
HORA 08 HORAS/DIA	0,076	0,038	0,114

2.4.5 CAPACIDAD INSTALADA

De acuerdo al Cuadro N° 4 se halló la demanda del servicio de molienda que se cuantificó como de 271,95 TM. Anuales. lo cual da una capacidad de molienda de 114 Kg/Hora aproximadamente considerando que dicho servicio abarcará solo el 30% de la producción cerealera.

Se está considerando que parte del trigo que es llevado a la planta debe ser almacenado antes de ser sometido a molienda. Para ello se ha considerado 2 ambientes para almacén en el cual operará un almacenero para la recepción, descocado y ensacado del trigo y también la harina conforme se puede apreciar en los planos de obras que se adjuntan (Ver plano N° 8-13).

Sin embargo considerando que ésta planta debido a diversos factores favorables debe estar presente en el mercado, tentando la posibilidad de incrementar su servicio a otras localidades ubicadas a los largo de la carretera Huánuco - La Unión - Llata - Quivilla, que no han sido consideradas en nuestros análisis. Estos factores son fundamentalmente el apoyo financiero de la Subregión Huánuco con su aporte presupuestal para la construcción de la infraestructura; y los costos

operativos bajos, derivados del uso del recurso hídrico.

2.4.6 CAPACIDAD REAL DE PRODUCCION

Durante los inicios de operación, la capacidad real de producción coincidirá con la que determina la demanda planteada. Posteriormente debido al estímulo que el Gobierno da a las empresas ubicadas en zonas rurales de bajo desarrollo social, como por ejemplo incentivos, exenciones tributarias, apoyo financiero, asesoramiento técnico, etc. ésta capacidad se irá incrementando progresivamente año a año hasta usar toda su capacidad instalada.

Por todo lo expuesto se plantea una capacidad instalada de planta del orden de 150Kg/hora.

2.5 SELECCIÓN DE LA UBICACIÓN DE LA MICROCENTRAL HIDRAULICA

Para proyectar una Central Hidráulica es necesario considerar una serie de registros de caudales diarios que cubran un período mayor de 5 - 10 años. Mediante un pequeño barrage, sin embargo se puede efectuar aforos diarios durante 2 - 3 años como lo indica la referencia Bibliográfica N° 4 cuyo autor es el Ing. Tsugo Nozaqui en su "Guía para la Elaboración de Proyectos de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas destinadas a la electrificación Rural del Perú".

Se ha ubicado la Microcentral teniendo en cuenta la disponibilidad de recursos hídricos. Esta condición es satisfecha en las inmediaciones adyacentes a la quebrada ESTACAMAHAY por donde pasa el riachuelo SHICRAY afluyente del río Marañón, que garantiza el caudal necesario para accionar la turbina Michell - Banki. Se buscó un lugar adecuado que tenía la caída neta suficiente para generar la

potencia hidráulica necesaria para mover el molino.

Sin embargo debido a que no se tiene registros de caudales se práctico aforos en el año de 1987 en los meses de lluvias (Diciembre) fecha en que se realizó el estudio y en este año (Junio de 1994) fecha en que se actualiza el mismo; usando el método de los flotadores arrojando un caudal promedio de $1,5\text{m}^3/\text{seg.}$ Inferior al máximo de $3,5\text{m}^3$ en avenidas y un caudal de estiaje de $1,0\text{m}^3/\text{seg.}$, con lo que se garantiza un óptimo funcionamiento en todas las condiciones.

2.5.1 DETERMINACION DEL CAUDAL DE DISEÑO

Los porcentajes recomendados que se obtienen de una curva de caudales clasificados varían entre los siguientes límites según Svlatoslav Crochin en su libro "Diseño Hidráulico" pág. 354:

- Agua Potable ... 90 - 97 %

- Plantas Eléctricas ... 75 - 95 %
- Riego ... 70 - 90 %

Según la recomendación anterior para Centrales Hidroeléctricas el caudal de diseño varía del 75 - 95%; nosotros consideramos el menor valor, es decir el caudal de diseño será garantizado en un 75% del tiempo aprovechado.

Según los requerimientos de demanda la capacidad de molienda determinada anteriormente es de 150Kg/hr, la que se satisface con un caudal de $0,125\text{m}^3/\text{seg.}$ para la caída en la turbina. Sin embargo debido a las filtraciones y pérdidas se ha considerado un caudal de diseño de $0,140\text{m}^3/\text{seg.}$ para el cálculo y diseño de todo los equipos que componen la Central.

2.5.2 SALTO HIDRAULICO BRUTO

Se estima la caída necesaria para obtener la capacidad señalada en el estudio de

demanda a partir de la siguiente fórmula recomendada en "La Guía para la Elaboración de Proyectos de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas" del Ing. Tsugo Nozaki:

$$H = \frac{P_H}{\gamma \times Q}$$

Donde:

H_B = Caída bruta necesaria, m.

P_H = Potencia hidráulica necesaria de la central, KW.

Q = Caudal de diseño

γ = Peso específico, Kg/m³

Reemplazando en la fórmula tenemos:

$$H = \frac{13,10KW}{1000 \frac{Kg}{m^3} \times 0,125 \frac{m^3}{seg}}$$

$$H = \frac{104,80KW}{1000 \frac{Kg}{seg}} \times \frac{1KJ / seg}{1KW} = \frac{0,104 \times 1KN - m}{10Kg \times \frac{9,8N}{Kg}}$$

$$H = 10,7m.$$

Después de calcular la altura bruta necesaria, se ubicó en el plano

topográfico el lugar adecuado para conseguir esta caída.

En la ubicación de la casa de máquinas se consideró además una cota adecuada, para permitir la descarga del caudal de agua de la turbina al río. (Ver plano N° 6-13).

2.6 OBRAS CIVILES

2.6.1 ESTRUCTURA DE CAPTACION

Las estructuras de captación tienen como finalidad facilitar la captación del caudal de diseño. En nuestro caso está constituido por los siguientes elementos:

- Bocatoma.
- Barraje de derivación.

2.6.2 DISEÑO DE LA BOCATOMA

En Centrales Hidráulicas la forma de utilización del agua es generalmente conocida de antemano, es decir está

ubicado al sitio apropiado para producir la energía por medio de una caída. A este punto de cota conocida debe llegar el canal de conducción y el trazado se establece a base de consideraciones económicas, después de un reconocimiento previo. En otras palabras teniendo la línea de gradiente del canal se puede encontrar su intersección con el río y establecer así aproximadamente el sitio de las obras de captación. La ubicación exacta puede estar desplazada por lo general hacia aguas arriba y se determina en función de las condiciones geológicas y topográficas del lugar a elegir. En nuestro caso una vez establecido el lugar probable de captación, se desplazó unos metros hasta la cota 3000m.s.n.m. tomando en cuenta las recomendaciones de algunos autores entre ellos el Dr. Armin Shoklistech en su obra: "Construcciones Hidráulicas" tomo II, pág. 214 (Referencia bibliográfica N° 5) dice que para tramos de trazo ondulantes, como es

nuestro caso, la ubicación de la bocatoma debe hacerse en la orilla cóncava del río.

A. CRITERIO PARA DISEÑAR LA BOCATOMA

Primero que todo elegimos la mas simple de todas que es la toma directa, por que la demanda es mucho menor que el caudal disponible. Con el criterio de máximo aprovechamiento con el mínimo costo durante la vida útil del proyecto, buscaremos una sección donde el tirante sea favorable a las condiciones del cause, también veremos el transporte de sedimentos. La estructura puede ser de cierre total o parcial del cauce del río, en nuestro caso cerraremos parcialmente con una ventana de captación lateral. Asumiremos además que el aprovechamiento del líquido se hará en la margen derecha del río por el cual ubicaremos nuestra ventana de captación en este lado. Escogeremos la toma con ventana lateral porque la pendiente del terreno es menor

que el 10% y buscaremos la sección mas baja.

Se deberá evitar en lo posible el ingreso de sólidos flotantes y evitar la sedimentación. Se construirán muros de encauzamiento para el nuevo tirante máximo del río luego de tener la estructura construída, éstos se construirán antes y después del barraje. Asimismo se construirá un enrocado a la salida del dissipador de energía para que no erosione el cauce y desestabilice la estructura.

B. DISEÑO DE LA VENTANA DE CAPTACION

Usaremos la formula de FRANCIS :

$$Q = MbH^{3/2}$$

Donde

b = Ancho de la ventana.

Q = Caudal de diseño.

H = Altura de ventana.

$$M = \frac{2}{3} U \quad 2g$$

M = Coeficiente que depende de la forma de la cresta del verdadero, la forma del parámetro aguas arriba y de la carga usada en el diseño.

De la Referencia Bibliográfica N° 6 "Diseño Hidráulico" de SVIATOSLAV CROCHIN, Pág. 48 tenemos el valor del coeficiente $M = 2,21$ para éste tipo de perfil hidrodinámico vertical. Por lo tanto :

$$Q = 2,21 bH^{3/2}$$

Predimensionando asumimos la siguiente recomendación:

$$b = 2H$$

$$Q \text{ diseño} = Q \text{ mínimo} = 0,140\text{m}^3/\text{seg.}$$

Entonces :

$$Q = 2,21 bH^{3/2}$$

$$0,140 = 2,21 \times 2H \times H^{3/2}$$

$$H^{3/2} = 0,03167$$

$$H = 0,25\text{m.}$$

$$b = 2h$$

$$b = 0,50\text{m.}$$

Las rejas de la ventana serán de fierro de sección circular y el espaciamento será de 0,125m. a fin de evitar el ingreso de sólidos flotantes.

$$\text{N}^\circ \text{ espacios} = \frac{0,50}{0,125} = 4$$

$$\text{N}^\circ \text{ barrotes} = 4 - 1 = 3$$

Usaremos 3 barrotes de $\emptyset = 1''$ que ocupará un espacio de $3 \times 0,25 = 0,075\text{m.}$

Por lo que la ventana quedará con un ancho total de:

$$B_t = 0,50 + 0,075 = 0,575\text{m.}$$

Diseñando la ventana:

$$b = b - 2 (N \times K_p + K_a) H$$

Donde:

b , es el ancho neto de la ventana

N , es el número de barrotes

K_p , es el coeficiente de contracción
de las barras

K_a , es el coeficiente de contracción
de los estribos

H , es la altura de la ventana.

Para: $K_p = 0,01$

$K_a = 0,20$

Reemplazando valores tenemos:

$$b' = 0,50 - 2(3 \times 0,01 + 0,20)H$$

$$b' = 0,50 - 0,46H$$

Además:

$$Q = 2,21b'H^{3/2}$$

$$0,140 = 2,21(0,50 - 0,46H)H^{3/2}$$

Por tanteos:

$$H = 0,35\text{m}$$

2.6.3 DISEÑO DEL CANAL CON CONDUCCION

En el diseño de canales el dato con que normalmente se cuenta es el caudal de diseño que en nuestro caso es $0,140\text{m}^3/\text{seg}$. dato impuesto por las condiciones de diseño de la central en estudio, por ello el cálculo de la sección debe adecuarse a este caudal. Para transportar dicho caudal podemos dentro de las limitaciones topograficas adoptar una determinada pendiente compatible con la naturaleza del revestimiento que se debe escoger en función de varios factores: costo, seguridad, disponibilidad de materiales, etc.

La forma de la óptima sección hidráulicamente hablando es aquella que con una superficie mojada minima conduzca el caudal máximo; la sección que tiene las mejores características hidraulicas es la semicircular, pero difícil desde

el punto de vista constructivo y generalmente carente de estabilidad, por este motivo la forma de la sección que se empleó en nuestro canal fue la rectangular.

La formula elegida para el cálculo de la sección de nuestro canal es la de Chezy ya que su uso se halla más extendido en la actualidad. Para un flujo uniforme y permanente, calculamos la velocidad media:

$$V = CR^{1/2} S^{1/2}$$

Donde

V , es la velocidad media en m/seg.

C , es la coeficiente de Chezy

R , es el radio hidráulico, en m.

S , es la pendiente.

Además para un flujo laminar, se puede tomar $f=64/Re$, quedando:

$$C = \left(\frac{8g}{f} \right)^{1/2} = \left(\frac{8g}{64} \right)^{1/2} Re^{1/2}$$

$$C = 1.107 Re^{1/2}$$

En un flujo laminar, el número de Reynolds: $Re < 2000$ Tomando un $Re = 1200$ queda:

$$C = 1,107 (1,200)^{1/2}$$

$$C = 38$$

Con las dimensiones del canal:

$$b = 0,45\text{m}$$

$$h = 0,41\text{m}$$

$$A = 0,454 \times 041$$

$$A = 0,18\text{m}^2$$

Con un perimetro mojado p:

$$P = 2 (0,41) + 0,45$$

$$P = 1,27\text{m}$$

$$S = 0,003$$

Reemplazando valores

$$V = 38 (A/P)^{1/2} S^{1/2}$$

$$V = 38 (0.18/1,27)^{1/2} (0,003)^{1/2}$$

$$V = 0,78\text{m /seg.}$$

Con relación a la velocidad admisible

Sviatoslav Crochin (Recomendación

Bibliográfica N° 6, Pag. N° 167) nos recomienda que no debe ser menor de 0,7m/seg. para evitar el crecimiento de vegetación acuática que disminuye la capacidad de los canales y para velocidades no erosivas (máximas) se siguen normas a base de investigaciones prácticas llegando a 12m/seg. en un canal revestido con hormigón.

Consistenciando el caudal

$$Q = A.V.$$

$$Q = 0,18 \times 0,78$$

$$Q = 0,140 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

2.6.4 DISEÑO DE LA CÁMARA DE CARGA Y DESARENADOR

La cámara de carga y el desarenador deben cumplir las siguientes consideraciones de diseño.

- Crear un volumen de reserva de agua que permita satisfacer las necesidades de la turbina durante su funcionamiento.
- Impedir el ingreso de materiales flotantes a la turbina.
- Producir la sedimentación de los materiales sólidos como arenas que vienen por el canal, así como también su eliminación.
- Desalojar el exceso de agua en las horas en las que el caudal de agua consumido por la turbina es inferior al caudal del diseño.
- Mantener sobre la tubería una altura de agua suficiente para evitar la entrada de aire.
- Proporcionar la conexión necesaria para unir la tubería con la cámara de carga.

Sviatoslav Crochin (Recomendación Bibliografica N° 6 Pag. 312) recomienda la siguiente fórmula para la determinación del volumen de la cámara de carga:

$$V = \frac{0,693 \text{ A. } V_o.^2}{\text{s.g.}}$$

Donde :

V, es el volumen necesario de la cámara de carga.

V_o, es la velocidad del agua en el canal.

S, es la pendiente del canal.

G, es la aceleración de la gravedad.

Para nuestro caso:

$$V = \frac{0,693 \times 0,18 \times (0,78)^2}{0,003 \times 9,8}$$

$$V = 2,58 \text{ m}^3$$

2.6.5 DISEÑO DE LA TUBERIA FORZADA

La tubería forzada o de presión tiene como objetivo conducir el agua desde la

cámara de carga hacia la turbina, transformando la energía potencial de posición, que tiene el agua en la cámara de carga, en energía potencial de presión que posee junto a la turbina y al final de la tubería. Ella está sometida a la presión de carga estática del agua, además de ello soporta también presiones producto del golpe de ariete que se origina al cerrar el regulador durante la admisión del agua.

Conocemos el caudal que conducirá la tubería y la caída bruta. Al descender el flujo desde la cámara de carga a la tubería parte de la energía potencial es consumida en forma de fricción lo que se denomina pérdida de carga continua y también existen pérdidas locales; estas están en función del diámetro ya que a menor diámetro son mayores las pérdidas y si aumentamos el diámetro disminuye la pérdida de carga pero el costo de la tubería aumenta; por ello en la selección

del diametro debe buscarse el mas economico, tratandose de compensar ambas variables.

A. PERFIL LONGITUDINAL

El perfil longitudinal no servira para conocer la longitud de la tuberia y las inclinaciones de los respectivos tramos, ya que el inicio y el final de la tuberia no unira en linea recta como seria lo ideal, debido a la topografia del terreno. La longitud total de la tuberia es de 23m. dividido en 6 tramos.

La altura bruta sera la diferencia entre el nivel de agua en el aliviadero de la camara de carga y el nivel de aguas tranquilas en el canal de descarga, en este caso 10m.

B. CALCULO Y DETERMINACION DEL DIAMETRO

Sabemos que los datos de campo son :

$$H_B = 10m.$$

$$S = 0,47$$

Además:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{10}{X} = 0,47$$

$$X = 21,2\text{m}$$

$$\text{También : } h_i = \frac{0,15LV}{T}$$

$$\text{Con } T > \frac{L}{500}$$

$$T > \frac{23}{500} = 0,05$$

$$\text{Entonces : } h_i = \frac{0,15 \times 23 \times 2}{0,05}$$

$$h_i = 138\text{m.}$$

$$\text{Donde } H = 8,8 + 138$$

$$H = 146,8\text{m}$$

$$\text{A su vez : } L = \sqrt{(15,2)^2 + (138)^2}$$

$$L = 138,8\text{m}$$

$$\text{Asimismo } D = KQ^{0,388} \frac{L^{0,204}}{H^{0,204}}$$

Reemplazando valores obtendremos:

$$D = 66,069(0,125)^{0,388} \left(\frac{138,8}{146,8} \right)^{0,204}$$

$$D = 0,2\text{m}$$

$$D = 11''$$

2.6.6 CASA DE MÁQUINAS Y ALMACENES

La casa de máquinas se definen como el ambiente físico, donde están instalados la turbina, el molino de disco los sistemas de transmisión consistentes en : fajas, poleas, chumaceras, ejes, engranajes y la zaranda giratoria; todos con su respectiva cimentación. Adyacente a las salas de máquinas se encuentran los ambientes del almacén de cereales y almacén de harinas.

Los planos para la construcción de la casa de máquinas y almacenes han sido diseñados para la utilización de los materiales existentes en la zona, donde el adobe es el material por excelencia

para la construcción de viviendas en las zonas rurales, con sus estructuras de techos sostenidos por tijerales de madera, conforme se observa en los planos 8-13 y 9-13. El ambiente de la sala de máquinas mide 6,00 x 4,40m.

Se ha tomado en cuenta para el almacenamiento tanto de los cereales, como de la harina el volumen a almacenar en la forma siguiente:

$$As = 0,70m \times 1,2m = 0,84m^2$$

Y un volumen de :

$$Vs = 0,84m^2 \times 0,48m$$

Siendo la altura aproximada de un saco de producto.

$$hs = 0,48m$$

Si ubicamos un aproximado de 20 sacos en una primera hilera estos ocuparán un área de

$$A = 20 \times 0,84m^2$$

$$A = 16,8\text{m}^2$$

Este requerimiento de superficie lo satisfacemos con 2 ambientes de 3,00m x 2,80m cada uno, tanto para la materia prima como para el producto terminado. Para una altura de ambiente de 2,50m se podría almacenar un volumen de:

$$V = 3,00\text{m} \times 2,80\text{m} \times 2,50\text{m}$$

$$V = 21\text{m}^3$$

Sabiendo que cada saco de producto ocupa aproximadamente un volumen de:

$$V_s = 0,84\text{m}^2 \times 0,48\text{m}$$

$$V_s = 0,40\text{m}^3$$

Total de sacos en cada ambiente:

$$T_s = \frac{21\text{m}^3}{0,4\text{m}^3}$$

$$T_s = 53$$

El área disponible es suficiente para almacenar esta cantidad, además la demanda real del servicio abarca un

promedio de 16 sacos por día, que para una altura aproximada de 4 hileras ocupará:

$$At = \frac{16}{4} \times 0,84m^2$$

$$At = 3,40m^2$$

Quedando sobrante un área de:

$$Ar = 8,40m^2 - 3,40m^2$$

$$Ar = 5m^2/\text{ambiente}$$

Esta área restante se usará como área de trabajo para la recepción y entrega de los productos.

2.7 DISEÑO HIDRAULICO Y MECANICO DE LA TURBINA MICHELL-BANKI

Aún cuando para resolver el problema de obtener la potencia mecánica necesaria para el accionamiento del molino, procederíamos simplemente a seleccionar las características técnicas de la turbina y luego comprarla en el mercado; sin embargo el presente estudio constituye un aporte a la Ingeniería al haberse

diseñado la turbina Michell-Banki que fue construida en un taller local, contribuyendo de ésta manera a la producción de bienes de capital en nuestro medio. Por todo esto se presenta el diseño mecánico e hidráulico de la turbina para un cálculo verificadorio, como una medida para comprender las bondades de su diseño.

2.7.1 GEOMETRIA Y CALCULO HIDRAULICO DEL INYECTOR

Este mecanismo de la turbina tiene por misión orientar y regular el flujo de agua hacia el rodete haciéndolo girar, transformando la presión estática de la central en presión de velocidad.

Este tipo de inyector está compuesto por un álabe fijo que hace las veces de un regulador de caudal cuando la turbina trabaja a cargas parciales.

Si aplicamos la ecuación de Bernoulli se tiene

$$H_B - \Delta H_t - \Delta H_i = \frac{C_i^2}{2g}$$

Donde:

ΔH_t , es la pérdida por fricción más las pérdidas secundarias en la tubería de fuerza.

ΔH_i , es la pérdida en el inyector.

H_B , es la altura bruta

C_i , es la velocidad de una partícula de agua en el inyector.

También:

$$H_n = H_B - \Delta H_t$$

Reemplazando:

$$C_i = (2g H_n)^{1/2} (1 - \Delta H_i/H_n)^{1/2}$$

Llamando a K_c coeficiente de velocidad, parámetro que varía entre:

$$K_c = [0,97 \div 0,99]$$

Podemos definir la eficiencia del inyector mediante:

$$\eta_i = 1 - \frac{\Delta H_i}{H_n}$$

con lo cual el coeficiente de velocidad viene a ser:

$$K_c = (\eta_i)^{1/2}$$

La geometría del inyector está definida por el diámetro exterior del rodete y por las condiciones de altura neta y caudal de la turbina.

Podemos calcular el ancho B_i del inyector mediante:

$$B_i = \frac{Q}{\rho(\pi D_e - e z) K_o C_i \text{ Sen } \alpha_i}$$

Donde :

Q , es el caudal máximo en el inyector; $0,125\text{m}^3/\text{seg}$

D_e , es el diámetro exterior del rodete; 0,416m

Z , es el número de álabes del rodete, 20

e , es el espesor del álabe; 0,0036m

K_o , es el arco de admisión; 1/3

α_i , es el ángulo de orientación del agua, hacia los álabes; 16°

P , es el % del arco de admisión del agua al rodete, 0,80.

Si asumimos una relación de caudal tal que :

$$A = \frac{Q_2}{Q_1}$$

Siendo Q_2 el caudal que fluye por el tramo 2 del inyector (Ver plano N° 12-13) y Q_1 es el caudal que fluye por el tramo 1 del mismo. También se debe cumplir:

$$Q = Q_1 + Q_2$$

A su vez llamando v a la velocidad en la entrada del inyector se cumple:

$$Q_1 = B \cdot H_1 \times v$$

$$Q_2 = B \cdot H_2 \times v$$

Luego :

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{H_2}{H_1} = A$$

Hallamos el valor de A para:

$$H_1 = 0,142\text{m}$$

$$H_2 = 0,170\text{m}$$

$$A = \frac{0,170}{0,142}$$

$$A = 1,20$$

Considerando que los arcos de admisión θ_1 y θ_2 dividen el caudal total en forma proporcional al caudal que admiten en cada tramo, es decir:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{\theta_2}{\theta_1} = 1,20$$

Asimismo:

$$\theta_1 = \frac{K_o \times 360 \cdot A \cdot p}{1 + A}$$

$$\theta_2 = \frac{K_o \times 360 \cdot p}{1 + A}$$

Osea:

$$\theta_1 = \frac{(1 / 3) \times 360}{1 + 1,20} \times 1,20 \times 0,8$$

$$\theta_1 = 43,6^\circ$$

$$\theta_2 = \frac{(1 / 3) \times 360}{1 + 1,20} \times 0,8$$

$$\theta_2 = 52,3$$

Siendo:

$$\theta_1 + \theta_2 = K_0 \times 360 \times p$$

$$\theta_1 + \theta_2 = \frac{1}{3} \times 360 \times 0,8$$

$$\theta_1 + \theta_2 = 96^\circ$$

Reemplazando valores obtenemos Q1 y Q2

$$\frac{Q_2 + Q_1}{Q_1} = \frac{1,2 + 1}{1} = 2,20$$

$$Q_1 = \frac{Q_2 + Q_1}{2,20}$$

$$Q_1 = \frac{0,125}{2,20}$$

$$Q_1 = 0,057 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

$$Q_2 = Q - Q_1$$

$$Q_2 = 0,125 - 0,057$$

$$Q_2 = 0,068 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

Asumiendo como coeficiente de velocidad K_c , obtenemos:

$$C_i = K_c (2g H_n)^{1/2}$$

$$C_i = 0,0985 (2 \times 9,8 \times 9)^{1/2}$$

$$C_i = 13\text{m/seg}$$

Con este valor se obtiene el ancho del inyector:

$$B_i = \frac{3 \times 0,125}{0,8(0,416\pi - 20 \times 0,0036)13 \text{ Sen}16^\circ}$$

$$B_i = 0,106\text{m}$$

Luego se determinan las dimensiones de la entrada y salida de cada tramo, así como también los arcos de admisión de cada uno de ellos: $H_3 = \frac{Q_1}{C_i \times B}$

$$H_3 = \frac{0,057}{13 \times 0,106}$$

$$H_3 = 0,041\text{m}$$

$$H_4 = \frac{Q_2}{C_i \times B}$$

$$H_4 = \frac{0,068}{13 \times 0,106}$$

$$H_4 = 0,05\text{m.}$$

También:

$$H1 = 0,142\text{m.}$$

$$H2 = 0,75 \quad De - H1$$

$$H2 = 0,75 \times 0,416 - 0,142$$

$$H2 = 0,170\text{m.}$$

Luego se procede a determinar las otras dimensiones del inyector utilizando para ello un sistema de coordenadas.

Con todo lo hecho, hemos efectuado el diseño geométrico del inyector conforme se aprecia en el plano N° 12 - 13.

Para realizar el cálculo hidráulico procederemos a efectuar el análisis teórico de la pérdida de presión por fricción que se produce en cada tramo del inyector, partiendo de una relación de caudal que permita obtener una pérdida de presión por fricción del mismo valor en cada tramo, a fin de obtener la misma velocidad media en todos los puntos a la salida del inyector.

Para obtener teóricamente la pérdida de presión por fricción en cada tramo, dividimos éstas en 20 partes, con lo cual en cada parte tendremos un conducto de longitud X_i y dimensiones rectangulares B y L_i . Según la ecuación de Darcy tenemos:

$$\Delta H = f \cdot \frac{L}{D_h} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Donde el diámetro hidráulico D_h está dado por:

$$D_h = \frac{4 \text{ Area}}{P}$$

$$D_h = \frac{4 \times L_i \times B}{2(L_i + B)}$$

$$D_h = \frac{2L_i \times B}{(L_i + B)}$$

Sabemos que el caudal que circula en el conducto analizado será:

$$Q = V \times \text{Area}$$

$$V = \frac{Q}{L_i \times B}$$

Quedando expresado la pérdida de presión por fricción mediante :

$$\Delta H_i = \frac{f_i \ X_i \ Q_i^2 (L_i + B)}{4g \times B^3 \times L_i^3}$$

$$\Delta H'_i = \frac{f \ X_i \ Q^2 (L_i + B)}{4g \times B^3 \times L_i^3}$$

La pérdida total por fricción en el tramo 1 se calcula por:

$$\Delta H_1 = \sum_{i=1}^{20} \Delta H'_1$$

Calculamos el coeficiente de velocidad K_c , mediante la fórmula:

$$K_c = (1 - \Delta H_1 / H_n)^{1/2}$$

Si se observa que éste valor no es igual al valor de K_c asumido; se toma este nuevo valor y luego se calcula la velocidad C_i , el ancho B_i del inyector, las dimensiones de entrada y salida de cada tramo, así también los arcos de admisión. Una vez obtenida la igualdad entre K_c estimado y K_c asumido se divide el otro tramo en 20 partes y aplicamos la ecuación de Darcy en cada uno de ellas.

$$\Delta H''_i = \frac{f \ X_i \ Q^2}{4g \ B^3} \frac{(A_i + B)}{A_i^3}$$

Hallándose la pérdida total por fricción en dicho tramo:

$$\Delta H_2 = \sum_{i=1}^{20} \Delta H''_i$$

Si al comparar la pérdida por fricción del tramo 1 y 2 no son iguales, se asume una nueva relación de caudal de la siguiente forma:

$$A_N = A_A \left(\frac{\Delta H_2}{\Delta H_1} \right)$$

Verificando para ambos tramos:

$$\Delta H_1 = \frac{f}{4g} \frac{Q1^2}{B^3} \sum_{i=1}^{20} \left(\frac{Li + 0,106}{Li^3} \right)$$

$$\Delta H_1 = \frac{0,0185(0,057)^2}{4 \times 9,8(0,106)^3} \frac{(0,10)}{1} \sum_{i=1}^{20} \left(\frac{Li + 0,106}{Li^3} \right)$$

$$\Delta H_1 = 1,287 \times 10^{-4} \times 22792,29 = 2,93m.$$

$$\Delta H_2 = \frac{f}{4g} \frac{Q2^2}{B^3} \sum_{i=1}^{20} \left(\frac{Li + 0,106}{Li^3} \right)$$

$$\Delta H_2 = \frac{0,0185(0,068)^2(0,17)}{4 \times 9,8(0,106)^3} \sum_{i=1}^{20} \left(\frac{Ai + 0,106}{A^3i} \right)$$

$$\Delta H_2 = 3,115 \times 10^{-4} \times 9415,62 = 2,93m.$$

También se debe cumplir para el cálculo hidráulico de la turbina:

$$Q = \frac{KW}{9,8 Hn \eta_t}$$

Donde:

KW , es la potencia de la turbina

Hn , es el salto hidráulico neto

η_t , es la eficiencia total

Nq , es el número específico de revoluciones de la turbina.

n , es el número de revoluciones por minuto de la turbina.

$$n = \frac{60 Ku Kc (2g Hn)^{1/2}}{\pi De} \cos \alpha_i$$

$$Nq = \frac{n(Q)^{1/2}}{H^{3/4}}$$

Reemplazando valores:

$$Q = \frac{10}{9,8 \times 9 \times 0,90} = 0,125 \text{ m}^2 / \text{seg}$$

$$n = \frac{60 \times 0,50 \times 0,985(2 \times 9,8 \times 9)^{1/2}}{0,416 \pi} \text{ Cos } \alpha_i$$

$$n = \frac{40(9)^{1/2}}{0,416}$$

$$n = 288 \text{ R.P.M.}$$

$$Nq = \frac{288(0,125)^{1/2}}{9^{3/4}}$$

$$Nq = 20$$

$$8 \leq Nq \leq 68 \text{ O.K.}$$

2.7.2 DISEÑO MECANICO DEL INYECTOR

Para realizar este diseño debemos hacer un análisis de las fuerzas que interactúan sobre los diversos elementos sometidos a esfuerzos a saber: el álabe móvil, el álabe fijo o estator, el eje de accionamiento del álabe móvil y las paredes del inyector.

Para el álabe móvil existe la presencia de fuerzas debidas a la presión estática, en donde el torque máximo se produce en la apertura del álabe, siendo su valor teórico a:

$$T_M = 7,125 \times 10^{-3}(H \times B_i \times D_e)$$

Donde:

T_M , es el torque máximo en la apertura en Kg-m

H , es el salto bruto de la central en Kg/m²

B_i , es el ancho del inyector en m

El esfuerzo cortante T debido al torque se mide con:

$$T_M = \frac{T_M}{0,2b_a \times e_a^2}$$

Si usamos un acero con esfuerzo de fluencia S_y , el esfuerzo de diseño al corte tomaría un valor de:

$$T = 0,40 S_y$$

También:

$$b_a = \frac{T_M}{0,080 S_y \times e_a^2}$$

$$e_a = 0,075 \quad De = 0,075 \times 0,416 = 0,03m$$

Reemplazando valores:

$$T_M = 7,125 \times 10^{-3} (9000 \text{Kg} / \text{m}^2 \times 0,106m \times 0,416m)$$

$$T_M = 3,14 \text{Kg} - m$$

$$b_a = \frac{3,14 \times 10}{0,08 \times 21 \times 10^6 \text{ Kg} / \text{m}^2 (0,03)^2 \text{m}^2} = 0,02m.$$

Con este valor se determina el diámetro del eje del álabe móvil:

$$d_a^2 = (e_a^2 + b_a^2)$$

$$d_a^2 = (0,03)^2 + (0,02)^2$$

$$d_a = 0,04m.$$

Ahora bien para verificar si el espesor del álabe móvil es el correcto lo dividimos en 2 partes y analizamos cada una como si fueran vigas empotradas en voladizo. Para la parte curva tenemos:

$$M_M = 0,0744 D_e^2 B H_B$$

Comprobando por flexión tenemos:

$$= \frac{M_M \times e}{I}$$

$$I = \frac{B \times e_1^3}{12}$$

También:

$$e = \frac{e_1}{2}$$

Reemplazando valores :

$$\sigma_d = \frac{0,4464 D_e^2 \times H_B \times B_i}{B_i \times e_1^2}$$

$$\sigma_d = \frac{0,4464(0,416)^2 \times 10,7}{(0,025)^2}$$

$$d = 1,322,6 \text{ Kg / m}^2$$

Si usamos un acero inoxidable con esfuerzo de fluencia S_y y cuyo esfuerzo de diseño a la flexión es:

$$\sigma_D = 0,66 S_y$$

Luego :

$$e_1 = \left(\frac{0,4464 D_e^2 H_B}{0,66 S_y} \right)^{1/2}$$

$$e_1 = \frac{[0,4464(0,416)^2 \times 10,7]^{1/2}}{(0,66 \times 21 \times 10^6)^{1/2}}$$

$$e_1 = 0,024\text{m.}$$

Para la parte recta:

$$M_M = (0,5 D_e \times H_B B_i) (0,25 D_e)$$

$$M_M = 0,5 \times 0,416 \times 10,7 \times 0,106 \times 0,25 \times 0,416 \times 10$$

$$M_M = 0,245 \text{ Kg-m}$$

$$j = \frac{(0,5 D_e \times H_B \times B_i) (0,25 D_e) (e_a / 2)}{B_i e_a^3 / 12}$$

$$j = \frac{0,75 D_e^2 \times H_B}{e_a^2}$$

$$e_a^2 = \frac{0,75 D_e \times H_B \times 10}{0,66 \times 21 \times 10^6}$$

$$e_a^2 = \frac{0,75(0,416)^2 \times 10,7 \times 10^4}{0,66 \times 21 \times 10^6}$$

$$e_a = 0,03\text{m.}$$

En el tramo 1 la fuerza del chorro de agua sobre el álabe fijo se determina por:

$$F = \frac{\gamma Q_1 C_i}{g}$$

Donde:

Q_1 , es el caudal que circula en el tramo 1; $0,057\text{m}^3/\text{seg}$.

C_i , es la velocidad del chorro en el inyector; $13\text{m}/\text{seg}$.

γ , Es el peso específico del agua; $1000\text{kg}/\text{m}^3$.

Resolviendo el sistema con 2 variables se obtiene:

$$R_x = F(1 - \cos\theta_2)$$

$$R_y = F \cdot \text{Sen } \theta_2$$

$$R^2 = [R_x^2 + R_y^2]$$

$$R = \frac{\gamma Q_1 C_i}{g} [2(1 - \cos\theta_2)]^{1/2}$$

A su vez el momento máximo actuante es:

$$M_m = \gamma \cdot Q_i \cdot K_t \cdot \frac{(2g \cdot Hn)^{1/2} [2(1 - \cos \theta_2)]^{1/2} \cdot B_t}{12g}$$

$$M_m = \frac{1000 \times 0,057 \times 0,0985(2 \times 9,8 \times 9)^{1/2} [2(1 - \cos 108,5^\circ)]^{1/2} \times 0,106}{12 \times 9,8}$$

$$M_m = 1,09 \text{ Kg-m.}$$

Sabiendo que :

$$\sigma = \frac{M_m \times c}{I}$$

$$I = I_x - Aa\bar{x}^2$$

Calculamos el centro de gravedad:

$$\bar{x} = \int \frac{y dA}{A_a}$$

$$A_a = (r_2^2 - r_1^2) (\theta_2 - \theta_1) \frac{\pi}{360}$$

$$r_2^3 - r_1^3 = (r_1 + e_f)^3 - r_1^3 = 3e_f r_1 (r_1 + e_f) + e_f^3$$

$$= 3 \times 0,025 \times 0,192 (0,192 + 0,025) + (0,025)^3$$

$$r_2^3 - r_1^3 = 0,003 \text{ m}^3$$

Del plano N° 12 - 13 tenemos:

$$AB = 0,126\text{m}$$

$$AC = 0,192\text{m}$$

$$\begin{aligned} r_2^2 - r_1^2 &= (r_1 + e_f)^2 - r_1^2 = e_f(2r_1 + e_f) \\ &= 0,025 (2 \times 0,192 + 0,025) \end{aligned}$$

$$r_2^2 - r_1^2 = 0,01\text{m}^2.$$

A su vez:

$$\text{Sen } \frac{\phi}{2} = \frac{1}{2} \times \frac{AB}{AC} = \frac{1 \times 0,126}{2 \times 0,192}$$

$$\phi = 37^\circ$$

También:

$$\theta_1 = \frac{180 - \phi}{2} = \frac{180 - 37^\circ}{2}$$

$$\theta_1 = 71,5^\circ$$

$$\theta_2 = \phi + \theta_1 = 37^\circ + 71,5^\circ = 108,5^\circ$$

A su vez el momento de Inercia:

$$I_x = \int y^2 \, dA$$

$$I_x = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \int_{r_1}^{r_2} r^2 \text{ Sen}2\theta \cdot r \, dr \cdot d\theta$$

$$I_x = \frac{r_2^4 - r_1^4}{8} \left(\phi - \frac{\text{Sen}2\theta_2 - \text{Sen}2\theta_1}{2} \right)$$

Reemplazando valores:

$$\bar{x} = \int_{r_1}^{r_2} \int_{\theta_1}^{\theta_2} \frac{r^2 dr \operatorname{Sen}\theta d\theta}{A_a}$$

$$\bar{x} = \frac{360(r_2^3 - r_1^3)(\operatorname{Cos}\theta_1 - \operatorname{Cos}\theta_2)}{3\pi(\theta_2 - \theta_1)(r_2^2 - r_1^2)}$$

$$\bar{x} = 0,002\text{m.}$$

Por el teorema de Steiner:

$$I = I_x - A_a \bar{x}^2$$

$$A_a = 0,01 \times 37\pi / 30 = 0,032\text{m}$$

$$I_x = \frac{(0,192 + 0,025)^4 - (0,192)^4}{8} \left[\frac{37\pi}{180} - \frac{\operatorname{Sen}217^\circ - \operatorname{Sen}143^\circ}{180 \cdot 2} \right]$$

$$I_x = 1,34 \times 10^{-4} \text{m}^4$$

$$I = 1,34 \times 10^{-4} - 0,015 \times 0,002$$

$$I = 0,3 \times 10^{-4} \text{m}^4$$

Aún nos falta verificar los espesores de las paredes del inyector, tanto de la de área rectangular cuyo ancho simplemente apoyado, coincide con el ancho B_i del inyector y cuya longitud se halla empotrada; así como la del área semejante

a un triángulo equilátero apoyado en sus 3 lados.

Para el primer caso asumimos:

$$\ell = 0,85 D_e$$

$$\ell = 0,85 \times 0,416\text{m}$$

$$\ell = 0,354 \text{ m.}$$

El esfuerzo presente se calcula con la fórmula

$$\sigma = \frac{B_i^2 H_B}{2e^2(1 + 0,2 k^4)}$$

$$k = \frac{B_i}{\ell}$$

Donde:

H_B , es la presión bruta del agua en Kg/cm^2

e , es el espesor de la pared en m.

B_i , es el ancho del inyector en m.

Para un esfuerzo de diseño de :

$$\sigma_D = 0,66 S_y$$

Para un acero $S_y = 2,100 \text{ Kg/cm}^2$

$$e^2 = \frac{B_i^2 H_B}{2\sigma_D (1 + 0,2 k^4)}$$

Reemplazando valores tendremos:

$$e^2 = \frac{1,033(0,106)^2}{2(0,66 \times 2100) [1 + 0,2(0,318)^4]}$$

$$e = 0,002\text{m.}$$

Para el segundo caso, asumimos para el lado equilátero:

$$a = 0,575 D_e$$

$$a = 0,575 \times 0,416\text{m}$$

$$a = 0,239 \text{ m}$$

Siendo el esfuerzo presente:

$$\sigma = \frac{0,1554 H_B (0,575 D_e)^2}{t^2}$$

$$t^2 = \frac{0,1554 H_B (0,575 D_e)^2}{\sigma}$$

$$t^2 = \frac{0,1554 \times 1,07 [0,575(0,416)]^2}{0,66 \times 2,100}$$

$$t = 0,0026\text{m.}$$

2.7.3 DISEÑO HIDRÁULICO DEL RODETE

Para diseñar el rodete se debe tomar en cuenta el análisis de los diagramas de velocidades en la entrada del agua al rodete, al interior del rodete y salida del agua del rodete. En la salida del inyector la velocidad del agua está dado por la fórmula:

$$C_i = K_c [2g H_n]^{1/2}$$

Donde:

C_1 , es la velocidad del agua a la salida del inyector.

K_c , es el coeficiente de velocidad.

H_n , es el salto hidráulico neto.

Reemplazando valores :

$$C_1 = 0,985 [2 \times 9,8 \times 9]^{1/2}$$

$$C_1 = 13 \text{ m/seg.}$$

Esta velocidad es igual a la velocidad absoluta C_2 del agua a la entrada del rodete que ingresa con un ángulo $\alpha_i = 16^\circ$

Tambien a la entrada del rodete la velocidad tangencial es :

$$U_2 = K_u C_2 \cos \alpha_2$$

Donde :

U_2 , es la velocidad tangencial a la entrada del rodete.

C_2 , es la velocidad absoluta a la entrada del rodete.

K_u , es el coeficiente de velocidad tangencial

α_2 , es el ángulo de ingreso del flujo al rodete.

$$K_u = [0,45 \div 0,50]$$

Para completar el diagrama de velocidades se requiere hallar la velocidad relativa

W_2 , expresada por :

$$W_2 = C_2 [1 - K_u (2 - K_u) \cos^2 \alpha_2]^{1/2}$$

$$W_2 = 13 [1 - 0,5 (2 - 0,5) \cos^2 16^\circ]^{1/2}$$

$$W_2 = 7,20 \text{ m/seg.}$$

Pero a su vez vemos que se cumple para el ángulo entre U_2 y W_2 :

$$\beta_2 = \arcsen \frac{\text{Sen}\alpha_2}{[1 - Ku(2 - Ku)\text{Cos}^2\alpha_2]^{1/2}}$$

$$\beta_2 = \arcsen \frac{\text{Sen}16^\circ}{[1 - 0,5(2 - 0,5)\text{Cos}^216^\circ]^{1/2}}$$

$$\beta_2 = 30^\circ$$

Ahora hacemos el diagrama de velocidades en el interior del rodete obteniéndose 2 triángulos: uno a la salida de la primera etapa y el otro a la entrada de la segunda etapa cuyos valores son:

$$U_1 = U'_1$$

$$C_1 = C'_1$$

De otro lado:

$$\beta'_1 = \beta_1 = 90^\circ$$

$$\alpha'_1 = \alpha_1 = 16^\circ$$

Para un chorro que ingresa en línea recta. Realizando el proceso final a la salida del rodete; la velocidad tangencial U'_2 es igual al de la entrada U_2 :

$$U'_2 = Ku C_2 \cos \alpha_2 = 0,50 \times 13 \cos 16^\circ$$

$$U'_2 = 6,25 \text{ m/seg.}$$

Sabiendo que:

$$W'_2 = K_f W_2$$

Donde :

K_f , es el coeficiente de pérdidas en el rodete

W'_2 , es la velocidad relativa a la salida del rodete en m/seg.

W_2 , es la velocidad relativa a la entrada del rodete; 7,2m/seg.

También para la velocidad absoluta, por la ley de cosenos:

$$C'^2_2 = W'^2_2 + U'^2_2 - 2W'_2 U'_2 \cos \beta'_2$$

Además:

$$\cos \beta'_2 = \frac{\cos \alpha_2 (1 - Ku)}{[1 - Ku(2 - Ku) \cos^2 \alpha_2]^{1/2}}$$

$$K_f = [0,80 \div 0,90]$$

Entonces quedará:

$$C'_2 \cdot 2 = C_2^2 [K_f^2 (1 - Ku (2 - Ku) \cos^2 \alpha_2) + Ku^2 \cos^2 \alpha_2 - 2K_f \cos^2 \alpha_2 (1 - Ku) Ku]$$

Reemplazando valores tendremos:

$$W'_2 = 0,80 \times 7,20 = 5,76 \text{m/seg.}$$

$$\cos \beta'_2 = \frac{(1 - 0,5) \cos 16^\circ}{[1 - 0,5(2 - 0,5) \cos^2 16^\circ]^{1/2}}$$

$$\beta'_2 = 30^\circ$$

$$C'_2{}^2 = 13^2 [0,80^2 (1 - 0,5(2 - 0,5) \cos^2 16^\circ) + 0,5^2 \cos^2 16^\circ - 2 \times 0,8 \cos^2 16^\circ (1 - 0,5) 0,5]$$

$$C'_2 = 9,78 \text{m/seg.}$$

Por la ley de los senos hallamos el ángulo de salida:

$$C_2 \text{Sen} \alpha'_2 = W'_2 \text{Sen}(180 - \beta'_2) = W'_2 \text{Sen} \beta'_2$$

$$\text{Sen} \alpha'_2 = \frac{W'_2 \text{Sen} \beta'_2}{C'_2}$$

$$\text{Sen} \alpha'_2 = \frac{K_f [1 - Ku(2 - Ku) \text{Cos}^2 \alpha_2]^{1/2} \text{Sen} \beta'_2}{[K_f^2 + Ku \text{Cos}^2 \alpha_2 (Ku - K_f^2 (2 - Ku) - K_f)]^{1/2}}$$

$$\text{Sen} \alpha'_2 = \frac{0,80 [1 - 0,5(2 - 0,5) \text{Cos}^2 \alpha_2]^{1/2} \text{Sen} \beta'_2}{[0,80^2 + 0,5 \text{Cos}^2 16^\circ (0,5 - 0,80)^2 (2 - 0,5) - 0,80]^{1/2}}$$

$$\alpha'_2 = 67^\circ$$

A su vez la eficiencia hidráulica de la turbina se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\eta'_h = U_2 C_2 \text{Cos} \alpha_2 - U'_2 C'_2 \text{Cos} \alpha'_2$$

$$\eta'_h = U_2 C_2 \text{Cos} \alpha_2 - U_2 (U_2 - W'_2 \text{Cos} \beta'_2)$$

$$\eta'_h = U_2 C_2 \text{Cos} \alpha_2 - U_2 [U_2 - K_f C_2 \text{Cos} \alpha_2 (1 - Ku)]$$

$$\eta'_h = Ku C_2^2 \text{Cos}^2 \alpha_2 - Ku^2 C_2^2 \text{Cos}^2 \alpha_2 - C_2^2 \text{Cos}^2 \alpha_2 Ku K_f (1 - Ku)$$

$$\eta'_h = C_2^2 \text{Cos}^2 \alpha_2 [Ku (1 - Ku) + Ku (1 - Ku) K_f]$$

$$\eta'_h = 2K_c^2 gH \text{Cos}^2 \alpha_2 Ku (1 - Ku) (1 + K_f)$$

Tenemos también que:

$$\eta_h = \frac{\eta'_h}{gH}$$

$$\eta_h = 2K_c^2 K_u(1-K_u) (1+K_1) \cos^2 \alpha_2$$

Reemplazando valores la eficiencia hidráulica será:

$$\eta_h = 2(0,985)^2 \times 0,5(1-0,5) (1+0,90) \cos^2 16^\circ$$

$$\eta_h = 0,85$$

Asimismo para calcular la potencia hidráulica usamos:

$$P_h = Y Q H \eta_n$$

$$P_h = 2(0,985)^2 \times 0,5(1-0,5) (1+0,9) \times 9,8 \times 0,125 \\ \times 10,7 \cos^2 16^\circ$$

$$P_h = 11,14 \text{ KW}$$

CAPITULO III

ESPECIFICACIONES TECNICAS

3.1 DE OBRAS CIVILES

3.1.1 GENERALIDADES

La construcción de la obra deberá basarse estrictamente a lo estipulado por el Reglamento Nacional de Construcciones y cualquier cambio o modificación deberá contar necesariamente con la aprobación del Inspector para de esta manera lograr la buena ejecución de la obra.

3.1.2 TRABAJOS PRELIMINARES

Para la ejecución de la obra se hará la limpieza general eliminando los elementos

suelos livianos y pesados que interrumpen el proceso de trazo.

Los planos serán replanteados en el terreno fijando ejes y líneas de referencia por medio de puntos ubicados en los elementos inmóviles.

3.1.3 MOVIMIENTO DE TIERRAS

La excavación de zanjas para la cimentación de los muros y los cortes de terreno se realizarán de acuerdo a las medidas indicadas, donde el fondo de toda la cimentación deberá ser nivelado, rebajando los puntos altos, si por error se hiciera una sobreexcavación, no se permitirá rellenar con material suelto, sino con concreto simple con proporción 1:8 cemento-hormigón.

En caso de inestabilidad de los fondos de la excavación se usarán tablas estacadas

(ataguías) o similares; previo conocimiento del Ingeniero Inspector.

3.1.4 OBRAS DE CONCRETO Y MATERIALES

3.1.4.1 CIMIENTO CORRIDO

Es de concreto simple, cuya proporción de mezcla es de 1:10 cemento-hormigón, al cual se le aumentará piedra grande limpia, en una cantidad que no sea mayor del 30%, dichas piedras tendrán como máxima dimensión 8" (20cm).

3.1.4.2 SOBRECIMIENTO

Es de concreto simple, con una proporción de mezcla de 1:8 cemento-hormigón, al cual se le aumentará piedras medianas limpias en una cantidad que no exceda del 25%, dichas piedras tendrán como máxima dimensión 4" (10cms).

3.1.4.3 OBRAS DE CONCRETO

El concreto a utilizar será de acuerdo a las indicaciones de los planos, donde el concreto simple tendrá una resistencia a la compresión de 140kg/cm^2 y el concreto armado tendrá una resistencia a compresión de 175Kg/cm^2 .

3.1.4.4 OBRAS DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA

Se empleará piedras medianas de río de máxima dimensión 15cms. Estas deben ser duras y consistentes, sin fisuras y deberán estar completamente limpias de material orgánico; las piedras se asentarán sobre una mezcla de concreto cuyo espesor del fondo debe ser 5cms. como mínimo, la proporción, debe ser de 1:8 y la mezcla de mortero de emboquillado de las juntas entre

piedras deber ser 1:4 cemento-arena.

3.1.4.5 MATERIALES

a) Cemento Portland

El cemento a usar en la preparación del concreto, será cemento Portland tipo I, y que deberá cumplir con las especificaciones y normas "INANTIC" o "ITINTEC" para cemento Portland del Perú.

b) Agua

El agua al ser usada en la preparación del concreto deberá ser agua dulce limpia, que no contenga soluciones que puedan ser perjudiciales al fraguado, resistencia o durabilidad del acero en el concreto resultante.

c) Agregados

La arena no debe contener arcilla o tierra en porcentaje que exceda el

3% en peso, no se admitirá el contenido de materiales de origen volcánico. En general el agregado grueso debe provenir de rocas duras y estables, resistentes a la absorción por impacto y a la deterioración causadas por cambio de temperatura o heladas y no deben contener material presente en la malla N° 200 en un porcentaje que exceda al 1% en peso en caso contrario se eliminará mediante el lavado. No debe contener materiales orgánicos ni rocas en proceso de desintegración. No debe tener reacción química alguna con el cemento. Al ser sometido a la prueba standard de abrasión, la pérdida deberá ser menor del 50%.

d) Armadura de Acero

La armadura de acero estará formada por barras de acero dulce

endurecidos en una resistencia a la fluencia de 4200kg/cm².

Para el armado y colocación de las barras de acero, regirán las disposiciones del Reglamento de Concreto Armado del Perú.

3.1.4.6 ALMACENAMIENTO DE MATERIALES

El cemento y los agregados deben almacenarse de modo que se evite su deterioro o mezcla con sustancias extrañas.

3.1.4.7 PREPARACIÓN DEL EQUIPO

Antes de la colocación del concreto se procederá a limpiar todo el equipo de mezcla y transporte del concreto. Se retirarán los desperdicios acumulados en los lugares donde se va a colocar el concreto.

3.1.4.8 TRANSPORTE DEL CONCRETO

Los métodos para el transporte del concreto desde la mezcladora o zona del mezclado hasta el lugar de su colocación evitarán la separación o pérdida de los materiales, por lo que se transportara el concreto neumáticamente; de tal manera que el tamaño de las piedras y la consistencia del concreto deben estar en un flujo continuo y sin ninguna segregación de los componentes.

3.1.4.9 ENCOFRADOS

Los encofrados tendrán la forma y dimensión de los elementos que en los planos se indican. Deberán estar suficientemente unidos para evitar la pérdida del mortero.

3.1.4.10 COLOCACIÓN Y DOBLADO DE LA ARMADURA

Las barras de las armaduras se aseguran en su posición de modo que no sean desplomados durante la colocación del concreto.

La armadura deberá limpiarse antes de la colocación del concreto de escamas sueltas de óxido, yeso, grasa o cualquier capa de otra sustancia que destruya o reduzca la adherencia con el concreto, todas las barras deberán doblarse en frío.

3.1.4.11 MEZCLA DEL CONCRETO

- Se emplearan mezcladoras de tipo apropiado para la preparación del cemento, en caso que no se disponga de una, serán mezclados en forma manual.

- El cemento se mezclara hasta que exista una distribución uniforme con los materiales.

- El mezclado del cemento deberá durar cuando un minuto y medio después que todos los materiales estén en el tambor.

- En caso de mezclar en forma manual, una vez mezclado hasta conseguir la distribución se añadirá agua, luego se dejará en reposo por un tiempo determinado, sobre todo hasta que la mezcla, esté embebido de agua, en seguida se procederá de tal manera que se consiga una uniformidad en el concreto y que sea trabajable.

3.1.4.12 CURADO DEL CONCRETO

El concreto de cemento portland de todas las estructuras se debe

mantener en estado de humedad por lo menos hasta después de siete días de vaciado.

3.1.4.13 DESENCOFRADO

El desencofrado se hará de modo que no se ponga en peligro la estabilidad de la estructura. Se retirarán los costados de las vigas, columnas y placas después de 24 horas del colocado del concreto, siempre que haya endurecido suficientemente. El desencofrado de los muros y similares se harán después de los dos días del vaciado el concreto, siempre en cuando sea sin relleno; y si fuera con relleno a los siete días previa autorización del Ingeniero Inspector.

3.1.5 COMPUERTAS Y BARAJE MOVIL

La compuerta metálica de izaje deberá cumplir con las especificaciones para el acero, la habilitación y armado de sus partes será de acuerdo a la geometría que se indica en los planos; asegurados sus uniones y/o conexiones mediante elementos de sujeción o sea pernos y soldadura de tipo EXX 60 o similar. Su colocación en obra será antes de vaciar el concreto que le asegura a ella.

El barraje móvil (tableros) será de material selecto o sea la madera a usar es tornillo cepillado y tratado contra los efectos del agua, se fijarán en ranuras que se dejan en las columnas debidamente protegidas con plancha de fierro, o sea según detalle de los planos.

3.1.6 ALBAÑILERIA

La albañilería se refiere a muros de tapial el cual tendrá un espesor de 40cms. Y se

construirá utilizando tierra natural que cumplirán los mismos requisitos del adobe, o sea básicamente el suelo natural contendrá no menos de 25% ni mas del 45% de material pasante de la malla N° 200, y suficiente arcilla para permitir una buena cohesión de las particular entre si; para lograr mayor estabilidad entre uniones se utilizaran formas grandes de madera.

3.1.7 ESTRUCTURA DE MADERA Y COBERTURA

Se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Los clavos a usar en las estructura y carpintería de madera serán los llamados clavos comunes de fabricación nacional y de dimensión especificado en los análisis de costos y planos.
- b) A fin de evitar el debilitamiento en las uniones de la estructura se hará el pretaladrado de agujeros con un diámetro

de perforación no mayor del 80% del diámetro del clavo.

- c) La madera a utilizar será seleccionada sin defectos notorios, o sea, se evitará signos de pudrición o picaduras, hendiduras acentuadas; así mismo serán secados al aire, con un contenido de humedad menor o igual al 18%.
- d) Las uniones de los tijerales deben ser bien ariostradas y tratadas como elemento estructural, mediante cartelas de las dimensiones indicadas en los planos.
- e) La cobertura será de calamina galvanizada # 30 de 11 canales que se apoyarán en correas de 2" x 3" ubicada a cada 0.85m. según planos.

3.1.8 REVOQUES

El revoque de los muros se ejecutará con tortas de barro con un acabado pulido, para el cual se seleccionará el material de revoque, procurando que sea lo mas fino; para este efecto se cernirá mediante zaranda de diámetro fino.

El zócalo será de concreto de proporción 1:5 cemento -arena, que consiste en 2 capas; la primera capa será enmallada sobre el muro con cocos de 0.25m con alambre negro # 8 y clavos de 4" sobre el cual se hará un pañeteo que terminará con textura áspera con el propósito de mejorar la adherencia; y la segunda capa con acabado escarchado y/o frotachado, espesor mínimo de 1cm. y no mayor de 2cm.

3.1.9 PISOS Y VEREDAS

Se colocaran reglas adecuadas de madera según el espesor del piso, a fin de asegurar una superficie plana y nivelada.

El falso piso tendrá un espesor de 10cm. la proporción de mezcla 1:8 cemento hormigón; no deberá aumentarse piedra independientemente, siendo las dimensiones máximas de las piedras del hormigón igual al espesor del falso piso menos una pulgada.

El espesor mínimo del piso debe ser de 4cm. vaceándose en 2 capas; la primera se vaceará con concreto en una proporción de 1.5 cemento-arena y la segunda capa con concreto en una proporción 1:5 cemento-arena y cuyo espesor de la segunda capa debe ser como mínimo un cm. Luego se humedecerá en cuanto se haya endurecido, sometiendo así a un curado adecuado de 3 a 4 días como mínimo.

La madera para las puertas por lo general será seleccionada y de la mejor calidad, los marcos serán limpios y planos con uniones adecuados ensamblados mediante espejo y con elementos de sujeción

(clavos, tornillos o tarugos), y toda la puerta será de tablero liso.

3.1.10 CARPINTERIA METALICA

Se refiere a las ventanas, el cual será fabricado con ángulos de $\frac{3}{4}$ " x $\frac{3}{4}$ " x $\frac{1}{8}$ ", tees de $\frac{3}{4}$ " x $\frac{3}{4}$ " x $\frac{1}{8}$ ", platinas de $\frac{3}{4}$ " x $\frac{1}{8}$ " que serán colocados en forma vertical cada 20cms.

La soldadura a emplearse será de acuerdo a las especificaciones del fabricante, que una vez ejecutadas deberán ser esmerilados.

3.1.11 CERRAJERIA

Toda la cerrajería de fabricación nacional de calidad comprobada.

Las chapas de la puerta principal será de dos golpes con manijas y llave exterior.

3.2 DE SUMINISTRO Y MONTAJE

3.2.1 SUMINISTRO DE EQUIPO Y MAQUINARIA

3.2.1.1 TURBINA MICHELL - BANKI

Con la finalidad de poner en funcionamiento el molino es que se procedió a fabricar la turbina en un taller local, la cual consta de un rodete con su eje el inyector y la carcaza metálica. Las características de la turbina son:

Caudal	$Q = 0,125\text{m}^3/\text{seg.}$
Altura	$H = 10\text{m.}$
Diámetro	$\varnothing = 0.416$
Ancho	$B = 0,106 \text{ m}$
Tipo	Eje horizontal
N° Alabes	$Z = 20$
Admisión	$Ko = 1/3$

El rendimiento de la turbina dependerá en gran medida de la precisión de su construcción, la misma considerando un rendimiento

igual a $\eta=0,84$ nos da una potencia en el eje a $P=10\text{Kw}$ con una frecuencia de giro de 288 RPM.

Para conseguir la geometría se tendrá en cuenta los detalles constructivos recomendados por los autores de obras de calderería.

3.2.1.2 TUBERIA FORZADA

Comprende de la construcción de una tubería de 11" de diámetro, con espesor de 3mm. (1/8"). La plancha de acero con que debe construirse debe ser de LAC rolada y soldada.

Acabado con pintura epóxica interiormente y pintura anticorrosiva exteriormente.

La tubería consta de 10 partes o tramos siendo éstas las siguientes:

- Cuatro partes de 1,20 de largo.
- Cuatro partes de 3,60m de largo
- Una parte de 1,90m, con forma angular como se muestra en el diseño.
- Una parte de 1,20m de largo, reductora cónica de forma cilíndrica en un extremo y rectangular en el otro y es la que se une a la turbina.

Los diferente tramos se unirán con bridas de 3/8" de espesor de pernos de ½" Además se considera 4 juntas de dilatación según diseño.

3.2.1.3 SISTEMA DE TRANSMISIÓN

En el eje principal de la turbina se aloja una polea en "V" de $\emptyset = 0,475\text{m}$ y una polea plana de $\emptyset = 0,10\text{m}$, la primera va mediante fajas en "V" a una polea de $\emptyset = 0,24\text{m}$ alojada en el eje del molino que

gira a 682 RPM y la segunda transmite movimiento a un eje intermedio mediante una polea plana de $\varnothing = 0,42\text{m}$ alojada en uno de los extremos del eje, mientras que en el otro extremo tiene una polea plana de $\varnothing = 0,10\text{m}$. Este eje intermedio gira a una velocidad de 82 RPM y permite el accionamiento del eje de la zaranda mediante la faja plana y polea de $\varnothing = 0,42\text{m}$, haciendo que la zaranda gire a 20 RPM.

El ancho de las poleas para todos los casos es $B = 0,10\text{M}$, todas las demás especificaciones técnicas se encuentran detalladas en el plano de distribución de planta. Ver Plano N° 10-13.

3.2.1.4 ZARANDA GIRATORIA

La zaranda es una estructura metálica que tiene la forma de un cilindro giratorio recubierto con dos mallas de diferente granulometría siendo uno para harina y la otra para la semitilla. Dicha estructura va dentro de un armazón que tiene forma rectangular construido con perfiles de fierro angulares, tees y forrada con plancha delgada de 7/27" de espesor. El armazón tiene una abertura para la entrada de trigo molido que viene del molino por una canaleta y tres compuertas para la salida de harina, semitilla y afrecho.

La zaranda debe probarse en el taller de construcción con trigo molido adquirido de cualquier molinera (tener presente que sólo es para prueba).

3.2.1.5 MOLINO DE DISCO

Las características que debe tener el molino son:

Potencia en el eje:	P = 7,5 Kw.
Velocidad de giro	N = 682 RPM
Diámetro	Ø = 600mm.
Rendimiento	150/300Kg/h.

3.2.1.6 VARIOS

Se debe tener en cuenta lo siguiente:

- La canaleta que transporta el trigo al molino debe construirse de plancha LAC de espesor de 1/32" doblada en forma rectangular y debidamente forzada con medida 0,90 x 0,20 x 0,15m.
- La balanza utilizada para pasar debe ser del tipo plataforma.

Las medidas de las cajas de madera que contendrán los productos de molienda deben tener como medida 0,50 x 0,50 x 0,60m. de altura.

- Los recogedores deben ser del tipo paleta.

- Se debe disponer de un maletín de herramientas conteniendo : llaves de boca y de corona, desarmadores y alicata, todo esto para efectuar el mantenimiento.

3.2.2 MONTAJE DE EQUIPOS

3.2.2.1 CIMENTACIÓN DE LA TURBINA

Material : Concreto armado.

Resistencia a la compresión del concreto: $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$.

Fierro de construcción $3/8''$ y $1/2''$.

$Fy = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$.

3.2.2.2 CIMENTACIÓN DE LAS CHUMACERAS

Las chumaceras del eje intermedio estarán anclados sobre una cimentación cuyas especificaciones son:

Material : Concreto Simple.

Resistencia a la Compresión

$$f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$$

Alineamiento Horizontal de las fajas de este eje intermedio con el eje de la turbina y zaranda.

3.2.2.3 CAMARA DE CARGA ESCALERA Y PISO DE SALA DE MAQUINAS

Material : Concreto simple

Resistencia a la compresión

$$f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$$

3.2.2.4 CIMENTACIÓN DE LA TUBERIA FORZADA

Para lograr estabilidad y alineamiento durante su funcionamiento se deberá montar sobre 3 dados de anclaje y 3 dados de apoyo.

Material : Concreto simple.

Resistencia a la compresión

$$f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$$

3.2.2.5 INSTALACIÓN DE LA TUBERIA FORZADA

La tubería se montará de arriba hacia abajo y las uniones de las partes deben ser embridadas, cada cierto tramo deben poseer junta de dilatación.

3.2.2.6 INSTALACIÓN DE LA TURBINA

Para el anclaje de la turbina se debe efectuar los trabajos de cimentación. Para el curado del

concreto los pernos de anclaje se colocan simultáneamente con el vaceado luego del curado se ubican, se afinan y finalmente se ajustan correctamente para evitar vibraciones durante el funcionamiento de la turbina.

Luego se proceden a las pruebas del equipo, comprobando así su buen funcionamiento y eficiencia.

3.2.2.7 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN Y ZARANDA

Las poleas alojadas en el eje deben tener un giro uniforme sin excentricidad para lo cual los ejes deben estar bien alineados sin ninguna distorsión angular para evitar el pandeo.

Se debe buscar una sincronización entre el movimiento de la zaranda y

la inyección de harina proveniente del molino a través de la canaleta para no sobre saturar las mallas de la zaranda. Además se ha provisto para la canaleta un cierto ángulo de inclinación.

3.2.2.8 INSTALACIÓN DEL MOLINO

El molino irá anclado a una base de cimentación de concreto armado de $f_c=175$ Kg/cm² con fierros de 3/8" y 1/2" mediante 4 pernos de 1" con buen ajuste para evitar vibraciones fuera de límite que podría crear fatiga en los elementos de anclaje. En su parte superior el molino posee una tolva de carga para el ingreso de la materia prima y en su parte inferior posee un "chute" de descarga para la salida de la harina de molino.

Se debe también revisar el templado de fajas; al efectuar una presión con el dedo sobre ella, no debe flexarse mas de $\frac{1}{2}$ " , esto para evitar el resbalamiento de la misma con la consiguiente variación de las revoluciones en el giro de molino.

CAPITULO IV

ANALISIS DE COSTOS Y PRESUPUESTOS

4.1 DETERMINACION DE LOS COSTOS UNITARIOS DE OBRAS CIVILES Y DE MONTAJES

PARTIDA 02.1					
TRABAJOS PRELIMINARES					
ESPECIFICACION : LIMPIEZA DEL TERRENO					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA					
Capataz	h/m	0,027	0,00	0,00	
Peón	h/m	0,270	4,32	1,17	1,17
EQUIPO					
Herramienta	%	0,030	1,17	0,04	0,04
COSTO DIRECTO ==>					1,21

PARTIDA 02.2					
TRABAJOS PRELIMINARES					
ESPECIFICACION : TRAZO, NIVEL Y REPLANTEO					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Yeso(bolsa de 20Kg.)	Bol	0,050	3,00	0,15	
Madera de Tornillo aserrada	P2	0,025	1,80	0,00	
Cordel	M1	0,003	0,15	0,00	0,15
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,004	0,00	0,00	
Oficial	h/h	0,040	4,84	0,19	
Topografo(1/2)	h/h	0,020	5,34	0,11	0,30
EQUIPO					
Herramienta	%	0,03	0,30	0,00	0,00
COSTO DIRECTO ==>					0,45

PARTIDA 03.1					
MOVIMIENTO DE TIERRAS					
ESPECIFICACION : EXCAVACION EN TIERRA SUELTA					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA					
Capataz	h/m	0,267	0,00	0,00	
Peón	h/m	2,670	4,32	11,53	11,53
EQUIPO					
Herramienta	%	0,030	11,53	0,35	0,35
COSTO DIRECTO ==>					11,88

PARTIDA 03.2					
MOVIMIENTO DE TIERRAS					
ESPECIFICACION : RELLENO, APISONADO Y NIVELADO					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,114	0,00	0,00	
Oficial (1/2)	h/h	0,570	4,84	2,76	
Peón	h/h	1,140	4,32	4,92	7,68
EQUIPO					
Herramienta	%	0,030	7,68	0,23	0,23
COSTO DIRECTO ==→					7,91

PARTIDA 03.3					
MOVIMIENTO DE TIERRAS					
ESPECIFICACION : ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA					
Capataz	h/m	0,133	0,00	0,00	
Peón	h/m	1,330	4,32	5,75	5,75
EQUIPO					
Herramienta	%	0,030	5,75	0,17	0,17
COSTO DIRECTO ==→					5,92

PARTIDA 04.1-A					
OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					
ESPECIFICACION : CONCRETO f'c = 140Kg/cm ²					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Cemento	Bol	7,570	13,30	100,68	
Hormigón	M3	1,400	20,00	26,00	
Agua	M3	0,500	20,00	10,00	138,68
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,160	0,00	0,00	
Operario	h/h	1,600	5,34	8,54	
Oficial	h/h	0,800	4,84	3,87	
Peón	h/h	2,600	4,32	11,23	23,65
EQUIPO					
Herramienta	%	0,030	23,65	0,71	0,71
COSTO DIRECTO ==>					163,04

PARTIDA 04.1-B					
OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					
ESPECIFICACION : ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	P.UNITAR	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Madera de tornillo aserado	P2	3,500	1,80	6,30	
Clavo N° 3"	Kg	2,270	2,00	0,54	
Alambre negro N° 8	Kg	0,080	2,90	0,23	7,07
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,730	0,00	0,00	
Operario	h/h	0,730	5,34	3,90	
Oficial	h/h	0,730	4,84	3,53	7,43
EQUIPO					
Herramienta	%	0,030	7,43	0,22	0,22
COSTO DIRECTO ==>					14,72

PARTIDA 05.1-A					
OBRA DE CONCRETO ARMADO: CONCRETO $f'c = 175\text{Kg/cm}^2$					
ESPECIFICACION : PLACA DE VENTANA DE CAPTACION, COLUMNAS Y SIMILARES					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Cemento	Bol	8,660	13,30	115,18	
Arena gruesa	M3	0,510	20,00	10,20	
Hormigón tipo confetillo	M3	0,760	20,00	15,20	
Agua	M3	0,184	20,00	3,68	144,26
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,160	0,00	0,00	
Operario	h/h	1,600	5,34	8,54	
Oficial	h/h	0,800	4,84	3,37	
Peón	h/h	9,600	4,32	41,47	53,89
EQUIPO					
Herramienta	%	0,030	53,89	1,62	1,62
COSTO DIRECTO ==>					199,77

PARTIDA 05.1-B					
OBRAS DE CONCRETO ARMADO					
ESPECIFICACION : ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (PLACA, COLUMNA Y SIMILARES)					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Madera de tornillo	P2	4,240	1,80	7,63	
Clavo de 3"	Kg	0,310	2,00	0,62	
Alambre negro N° 8	Kg	0,300	2,90	0,87	9,12
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,880	0,00	0,00	
Operario	h/h	0,880	5,34	4,70	
Oficial	h/h	0,880	4,84	4,26	8,95
EQUIPO					
Herramienta	%	0,030	8,96	0,27	0,27
COSTO DIRECTO ==>					18,35

PARTIDA 05.1-C					
OBRAS DE CONCRETO ARMADO					
ESPECIFICACION : ACERO F' c=4200 Kg/cm ²					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Fierro corrugado 3/8	Kg	1,070	2,07	2,21	
Alambre negro N° 16	Kg	0,060	2,90	0,17	2,39
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,003	0,00	0,00	
Operario	h/h	0,030	5,34	0,16	
Oficial	h/h	0,030	4,84	0,15	0,31
EQUIPO					
Herramienta	%	0,030	0,31	0,01	0,01
COSTO DIRECTO ==>					2,70

PARTIDA 06.01					
OBRAS DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA					
ESPECIFICACION : REVESTIMIENTO DE ZONA DE CAPTACION Y ENROCADO					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Cemento	Bol	0,450	13,30	5,99	
Arena gruesa	M3	0,100	20,00	2,00	
Piedra Grande Ø=6"	M3	0,120	20,00	2,40	
Agua	M3	0,824	0,50	0,41	10,80
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,003	0,00	0,00	
Operario	h/h	8,000	5,34	42,72	
Peón	h/h	8,000	4,32	34,56	77,28
EQUIPO					
Herramienta	%	0,030	77,28	2,32	2,32
COSTO DIRECTO ==>					90,40

PARTIDA 07.1					
CARPINTERIA DE MADERA					
ESPECIFICACION : BARRAJE MOVIL DE 75x80 CON TABLONES de e=2"					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Madera tornillo aserrada y tratada	P2	13,100	1,80	23,58	
Plancha metálica e = 3/16" de 40x2,3 (ver detalle)	M2	0,970	900,00	873,00	896,58
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,080	0,00	0,00	
Operario	h/h	0,800	5,34	4,27	4,27
EQUIPO					
Herramienta	%	0,030	4,27	0,13	0,13
COSTO DIRECTO ==>					900,98

PARTIDA 08.01					
CANAL DE CONDUCCION					
ESPECIFICACION : LIMPIEZA DE TERRENO, ELIMINACION ELEMENTOS SUELTOS L =					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,027	0,00	0,00	
Peón	h/h	0,267	4,32	1,15	1,15
EQUIPO					
Herramienta	%	0,030	1,15	0,03	0,03
COSTO DIRECTO ==>					1,18

PARTIDA 08.02					
CANAL DE CONDUCCION					
ESPECIFICACION : TRAZO, NIVEL Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION L = 120m.					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Pintura esmalte sintético.	Gln	0,130	24,80	3,22	
Estaca para replanteo	Und	50,000	0,50	25,00	28,22
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	1,600	0,00	0,00	
Peón	h/h	16,000	4,32	69,12	
Topografo	h/h	16,000	5,34	85,44	154,56
EQUIPO					
Libreta de campo (topog)	Unid	1,000	5,00	5,00	
Nivel Topografico	h/m	16,000	8,00	128,00	
Teodolito	h/m	16,000	10,00	160,00	
Herramienta	%	0,030	154,56	4,64	297,64
COSTO DIRECTO ==>					480,42

PARTIDA 09.01					
MOVIENTO DE TIERRA					
ESPECIFICACION : EXCAVACION DE CANAL EN TERRENO CON PRESENCIA DE PIE					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Fulminante	Und	1,000	0,25	0,25	
Dinamita en cartucho	Kg	0,130	5,42	0,70	
Mecha	Ml	1,000	0,25	0,25	1,20
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,320	0,00	0,00	
Oficial	h/h	1,600	4,84	7,74	
Peón	h/h	3,200	4,32	13,82	21,57
EQUIPO					
Herramienta	%	0,030	21,57	0,65	0,65
COSTO DIRECTO ==>					23,42

PARTIDA 10.01-A					
REVESTIMIENTO DE CANAL					
ESPECIFICACION : REVESTIMIENTO DE CANAL Y SIMILAR: CONCRETO					
f'c = 140 Kg/cm ²					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Cemento	Bol	7,570	13,30	100,68	
Arena Gruesa	M3	1,400	20,00	28,00	
Agua	M3	0,184	0,50	0,09	128,77
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,160	0,00	0,00	
Operario	h/h	1,600	5,34	8,54	
Oficial	h/h	1,600	4,84	7,74	
Peón	h/h	6,400	4,32	27,65	43,94
EQUIPO					
Herramientas	%	0,030	43,94	1,32	1,32
COSTO DIRECTO ==→					174,03

PARTIDA 10.01-B					
REVESTIMIENTO DE CANAL					
ESPECIFICACION : ENCOFRADO Y DEENCOFRADO					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Madera tornillo aserrada	P2	2,200	1,80	3,96	
Clavo de 3"	Kg	0,100	2,00	0,20	
Alambre # 8	Kg	0,100	2,90	0,29	4,45
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,067	0,00	0,00	
Operario	h/h	0,670	5,34	3,58	
Oficial	h/h	0,670	4,84	3,24	6,82
EQUIPO					
Herramienta	%	0,030	6,82	0,20	0,20
COSTO DIRECTO ==→					11,47

PARTIDA 10.01-C					
REVESTIMIENTO DE CANAL					
ESPECIFICACION : BLOQUES PREFABRICADOS DE 70 x 90cm, e = 15cm; DE CONCRETO					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Bloque de 70x90,e=6"	Und	1,000	2,20	2,20	2,20
MANO DE OBRA					
Operario	h/h	0,160	5,34	0,85	0,85
EQUIPO					
Herramienta	%	0,030	0,85	0,03	0,03
COSTO DIRECTO ==>					3,08

PARTIDA 10.02					
REVESTIMIENTO DE CANAL					
ESPECIFICACION : REVESTIMIENTO CON MAMPOSTERIA DE PIEDRA, E = 20cm					
MORTERO DE ASENTADO 1:8 Y EMBOQUILLADO 1:4					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Agua	M3	0,013	0,50	0,01	
Arena gruesa	M3	0,058	20,00	1,16	
Cemento gris (bolsa x 42.5Kg)	Bol	0,315	13,30	4,19	
Piedra grande del rio	M3	0,210	20,00	4,20	9,56
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,100	00,00	0,00	
Operario	h/h	1,600	5,34	8,54	
Peón	h/h	2,000	4,32	8,64	17,18
EQUIPO					
Herramientas	%	0,030	17,18	0,52	0,52
COSTO DIRECTO ==>					27,26

PARTIDA 11.01					
DESARENADOR CAMARA DE CARGA : TRABAJOS PRELIMINARES					
ESPECIFICACION : LIMPIEZA DE TERRENO, DE ELEMENTOS SUELTOS					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,027	0,00	0,00	
Peón	h/h	0,267	4,32	1,15	1,15
EQUIPO					
Herramienta	%	0,030	1,15	0,03	0,03
COSTO DIRECTO ==>					1,18

PARTIDA 11.02					
DESARENADOR, CAMARA DE CARGA : TRABAJOS PRELIMINARES					
ESPECIFICACION : TRAZO, NIVEL Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Cal hidráulica	Bol	0,050	3,50	0,18	
Cordel	M1	0,020	0,15	0,00	
Madera tornillo aserado	P2	0,020	1,80	0,04	
Wincha de 50ts.	Unid	0,003	68,00	0,20	0,42
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,016	0,00	0,00	
Peón	h/h	0,048	4,32	0,21	
Topografo	h/h	0,016	5,34	0,09	0,29
EQUIPO					
Nivel topográfico	h/m	0,016	8,00	0,13	
Teodolito	h/h	0,016	10,00	0,16	
Herramientas	h/h	0,030	0,29	0,01	0,30
COSTO DIRECTO ==>					1,01

PARTIDA 12.01					
MOVIMIENTO DE TIERRA					
ESPECIFICACION : EXCAVACION DE TERRENO CON PRESENCIA DE PIEDRA SUELTA					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,200	0,00	0,00	
Peón	h/h	2,000	4,32	8,64	8,64
EQUIPO					
Herramienta	%	0,030	8,64	0,26	0,26
COSTO DIRECTO ==>					8,90

PARTIDA 12.02					
MOVIMIENTO DE TIERRA					
ESPECIFICACION : NIVELACION Y APISONADO					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Clavo de 2 ½"	Kg	0,010	2,00	0,02	
Madera tornillo aserrado	P2	0,160	1,80	0,29	0,31
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,013	0,00	0,00	
Oficial	h/h	0,133	4,84	0,64	
Peón	h/h	0,133	4,32	0,57	1,22
EQUIPO					
Herramienta	%	0,030	1,22	0,04	0,04
COSTO DIRECTO ==>					1,57

PARTIDA 12.03					
MOVIMIENTO DE TIERRA					
ESPECIFICACION : ELIMINACION DE MATERIALES EXCEDENTE					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,130	0,00	0,00	
Peón	h/h	1,330	4,32	5,75	5,75
EQUIPO					
Herramienta	%	0,030	5,75	0,17	0,17
COSTO DIRECTO ==>					5,92

PARTIDA 13.01					
OBRAS DE CONCRETO SIMPLE : MURO Y CIMENTACION-CAMARA DE CARGA					
ESPECIFICACION : CONCRETO $f'c = 140\text{Kg/cm}^2$					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Cemento gris (bol.x42.5Kg)	Bol	3,650	13,30	48,55	
Hormigón	M3	0,970	20,00	19,40	
Piedra mediana	M3	0,410	20,00	8,20	76,15
MANO DE OBRA					
Operario	h/h	1,60	5,34	8,54	
Oficial	h/h	0,80	4,84	3,87	
Peón	h/h	2,60	4,32	11,23	23,64
EQUIPO					
Herramientas	%	0,03	23,64	0,71	0,71
COSTO DIRECTO ==>					100,50

PARTIDA 13.01-B					
OBRAS DE CONCRETO SIMPLE : MURO Y CIMENTACION-CAMARA DE CARGA					
ESPECIFICACION : ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,300	0,00	0,00	
Peón	h/h	2,000	4,32	8,64	8,64
EQUIPO					
Herramienta	%	0,030	8,64	0,26	0,26
COSTO DIRECTO ==>					8,90

PARTIDA 13.02					
OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					
ESPECIFICACION : FONDO DEL DESARENADOR-CAMARA DE CARGA					
a) CONCRETO f'c = 140Kg/cm ²					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Agua	M3	0,184	0,50	0,09	
Cemento gris (bol.x42.5Kg)	Bol	7,570	13,30	100,68	
Hormigón	M3	1,400	20,00	28,00	128,77
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,160	0,00	0,00	
Oficial	h/h	1,600	4,84	7,74	
Operario	h/h	1,600	5,34	8,54	
Peón	h/h	12,800	4,32	55,30	71,58
EQUIPO					
Herramientas	%	0,030	71,58	2,15	2,15
COSTO DIRECTO ==>					202,50

PARTIDA 14.01-A					
COLUMNAS Y PLACAS EN LA COMPUERTA					
ESPECIFICACION : CONCRETO f'c = 175Kg/cm ²					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Cemento gris	Bol	8,660	13,30	115,178	
Arena gruesa	M3	0,510	20,00	10,20	
Piedra ½	M3	0,760	20,00	15,20	
Agua	M3	0,180	0,50	0,09	140,67
MANO DE OBRA					
Operario	h/h	1,600	5,34	8,54	
Oficial	h/h	1,600	4,84	7,74	
Peón	h/h	9,600	4,32	41,47	57,76
EQUIPO					
Herramientas	%	0,030	57,76	1,73	1,73
COSTO DIRECTO ==>					200,16

PARTIDA 14.01-B					
COLUMNAS Y PLACAS EN LA COMPUERTA					
ESPECIFICACION : ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Madera tornillo	P2	4,240	1,80	7,63	
Clavo 3"	Kg	0,300	2,00	0,60	
Alambre negro # 8	Kg	0,300	2,90	0,87	9,10
MANO DE OBRA					
Operario	h/h	1,000	5,34	5,34	
Oficial	h/h	1,200	4,84	5,81	
Peón	h/h	0,400	4,32	1,73	12,88
EQUIPO					
Herramientas	%	0,100	12,88	1,29	1,29
COSTO DIRECTO ==>					23,27

PARTIDA 15.01					
OBRAS DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA					
ESPECIFICACION : REVESTIMIENTO DE DESFOGUE CON MAMPOSTERIA E MORTERO ASENTADO 1:8, EMBOQUILLADO 1:4 (INCLUYE HASTA EL RIO)					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Cemento gris	Bol	1,730	13,30	23,01	
Hormigón	M3	0,270	20,00	5,40	
Piedra grande del río	M3	0,800	20,00	16,00	44,41
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	1,330	0,00	0,00	
Operario	h/h	2,666	5,34	14,24	
Peón	h/h	13,333	4,32	57,60	71,84
EQUIPO					
Herramientas	%	0,030	71,84	2,16	2,16
COSTO DIRECTO ==>					118,40

PARTIDA 16.01					
MOVIMIENTO DE TIERRAS					
ESPECIFICACION : COMPUERTA METALICA DE IZAJE MANUAL					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Compuerta metálica 0,55x0,35	Und	1,000	500,00	500,00	500,00
COSTO DIRECTO ==>					500,00

PARTIDA 17.01					
OTROS					
ESPECIFICACION : JUNTAS DE DILATACION, RELLENADO CON ASFALTO e = 1"					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Arena gruesa	M3	0,002	20,00	0,04	
Asfalto	Kg	0,690	1,50	1,04	
Kerosene	Gal	0,040	3,50	0,14	1,22
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,250	0,00	0,00	
Oficial	h/h	0,250	4,84	1,21	1,21
EQUIPO					
Herramientas	%	0,030	1,21	0,04	0,04
COSTO DIRECTO ==>					2,47

PARTIDA 17.02					
OTROS					
ESPECIFICACION : REJILLA AL INICIO DE LA TUBERIA FORZADA					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Fierro liso $\varnothing = \frac{1}{4}$ "	Kg	6,500	2,07	13,46	13,46
MANO DE OBRA					
Operario	h/h	2,000	5,34	10,68	10,68
EQUIPO					
Herramientas	%	0,030	10,68	0,32	0,32
COSTO DIRECTO ==>					24,46

PARTIDA 18.01					
TRABAJOS PRELIMINARES : CASA DE MAQUINAS					
ESPECIFICACION : LIMPIEZA DE TERRENO					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,027	0,00	0,00	
Peón	h/h	0,267	4,32	1,15	1,15
EQUIPO					
Herramientas	%	0,030	1,15	0,03	0,03
COSTO DIRECTO ==>					1,18

PARTIDA 18.02					
TRABAJOS PRELIMINARES : CASA DE MAQUINAS					
ESPECIFICACION : TRAZO, NIVEL Y REPLANTEO					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Cal hidráulica	Bol	0,050	3,50	0,18	
Cordel	Ml	0,020	0,15	0,00	
Madera tornillo aserrada	P2	0,020	1,80	0,04	
Wincha de 50mts.	Und	0,003	68,00	0,20	0,42
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,016	0,00	0,00	
Peón	h/h	0,048	4,32	0,21	
Topógrafo	h/h	0,016	5,34	0,09	0,29
EQUIPO					
Nivel topográfico	h/m	0,016	8,00	0,13	
Teodolito	h/m	0,016	10,00	0,16	
Herramientas	%	0,030	0,29	0,01	0,30
COSTO DIRECTO ==>					1,01

PARTIDA 19.02					
MOVIMIENTO DE TIERRAS : CASA DE MAQUINAS					
ESPECIFICACION : EXCAVACION DE ZANJAS					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,200	0,00	0,00	
Peón	h/h	2,000	4,32	8,64	8,64
EQUIPO					
Herramientas	%	0,030	8,64	0,26	0,26
COSTO DIRECTO ==>					8,90

PARTIDA 19.03					
MOVIMIENTO DE TIERRAS : CASA DE MAQUINAS					
ESPECIFICACION : NIVELACION Y APISONADO					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Clavos de 2 ½"	Kg	0,010	2,00	0,02	
Madera tornillo aserrada	P2	0,160	1,80	0,29	0,31
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,013	0,00	0,00	
Oficial	h/h	0,133	4,84	0,64	
Peón	h/h	0,133	4,32	0,57	1,22
EQUIPO					
Herramientas	%	0,030	1,22	0,04	0,04
COSTO DIRECTO ==>					1,57

PARTIDA 19.04					
MOVIMIENTO DE TIERRAS : CASA DE MAQUINAS					
ESPECIFICACION : ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,130	0,00	0,00	
Peón	h/h	1,330	4,32	5,75	5,75
EQUIPO					
Herramientas	%	0,030	5,75	0,17	0,17
COSTO DIRECTO ==>					5,92

PARTIDA 20.01					
OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					
ESPECIFICACION : CIMENTO CORRIDO, PROPORCION 1:10+30%					
P.G. 0=8°					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Cemento	Bol	2,700	13,30	35,91	
Hormigón	M3	0,910	20,00	18,20	
Piedra grande	M3	0,490	20,00	9,80	
Agua	M3	0,160	0,50	0,08	63,99
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,064	0,00	0,00	
Operario	h/h	0,640	5,34	3,42	
Oficial	h/h	0,640	4,84	3,10	
Peón	h/h	2,560	4,32	11,06	17,57
EQUIPO					
Herramientas	%	0,030	17,57	0,53	0,53
COSTO DIRECTO ==>					82,09

PARTIDA 20.02-A					
OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					
ESPECIFICACION : SOBRECIMIENTO CONCRETO, PROP. 1:8+25%					
P.M. Ø=4"					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Cemento	Bol	3,650	13,30	48,55	
Hormigón	M3	0,970	20,00	19,40	
Piedra Mediana O=4'	M3	0,410	20,00	9,20	
Agua	M3	0,160	0,50	0,08	77,23
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,160	0,00	0,00	
Operario	h/h	1,600	5,34	8,54	
Oficial	h/h	1,600	4,84	7,74	
Peón	h/h	6,400	4,32	27,65	43,94
EQUIPO					
Herramientas	%	0,030	43,94	1,32	1,32
COSTO DIRECTO ==>					122,49

PARTIDA 20.02-A					
OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					
ESPECIFICACION : SOBRECIMIENTO ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Madera tornillo aserrada	P2	3,350	1,80	6,03	
Clavo de 3"	Kg	0,180	2,00	0,32	
Alambre negro # 8	Kg	0,260	2,90	0,75	7,10
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,050	0,00	0,00	
Operario	h/h	0,050	5,34	0,27	
Oficial	h/h	0,050	4,84	0,24	0,51
EQUIPO					
Herramientas	%	0,030	0,51	0,02	0,02
COSTO DIRECTO ==>					7,63

PARTIDA 21.01					
ESTRUCTURA DE MADERA Y COBERTURA					
ESPECIFICACION : TIJERALES					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Madera de Tornillo aserrada	P2	68,320	1,80	122,98	
Clavo de 4"	Kg	1,070	2,00	2,14	
					125,12
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,800	0,00	0,00	
Operario	h/h	8,000	5,34	42,72	
Peón	h/h	4,000	4,32	17,28	
					60,00
EQUIPO					
Herramientas	%	0,030	60,00	1,60	
					1,80
COSTO DIRECTO == →					186,92

PARTIDA 21.02-A					
ESTRUCTURA DE MADERA Y COBERTURA					
ESPECIFICACION : CORREAS C-1 DE 2" x 3" x 10,60m					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Madera de Tornillo aserrada	P2	18,260	1,80	32,87	
Clavo de 4"	Kg	0,160	2,00	0,32	
					33,19
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,020	0,00	0,00	
Operario	h/h	0,200	5,34	1,07	
Peón	h/h	0,400	4,32	1,73	
					2,80
EQUIPO					
Herramientas	%	0,030	2,80	0,08	
					0,08
COSTO DIRECTO == →					36,06

PARTIDA 21.02-B					
ESTRUCTURA DE MADERA Y COBERTURA					
ESPECIFICACION : CORREAS C-2 DE 2" x 3" x 4,20m.					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Madera de Tornillo aserrada	P2	7,230	1,80	13,01	
Clavo de 4"	Kg	0,060	2,00	0,12	13,13
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,020	0,00	0,00	
Operario	h/h	0,200	5,34	1,07	
Peón	h/h	0,200	4,32	0,86	1,93
EQUIPO					
Herramientas	%	0,030	1,93	0,06	0,06
COSTO DIRECTO ==>					15,13

PARTIDA 21.03-A					
ESTRUCTURA DE MADERA Y COBERTURA					
ESPECIFICACION : DURMIENTE D-1 DE 2" x 3" x 1,80m.					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Madera de Tornillo aserrada	P2	3,100	1,80	5,58	
Clavo de 4"	Kg	0,060	2,00	0,12	5,70
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,020	0,00	0,00	
Operario	h/h	0,200	5,34	1,07	
Peón	h/h	0,200	4,32	0,86	1,03
EQUIPO					
Herramientas	%	0,030	1,93	0,06	0,06
COSTO DIRECTO ==>					7,69

PARTIDA 21.03-B					
ESTRUCTURA DE MADERA Y COBERTURA					
ESPECIFICACION : CORREAS D-2 DE 2" x 3" x 2,10m.					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Madera de Tornillo aserrada	P2	3,620	1,80	6,52	
Clavo de 4"	Kg	0,060	2,00	0,12	6,64
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,020	0,00	0,00	
Operario	h/h	0,200	5,34	1,07	
Peón	h/h	0,200	4,32	0,86	1,93
EQUIPO					
Herramientas	%	0,030	1,93	0,06	0,06
COSTO DIRECTO ==>					8,63

PARTIDA 21.04-A					
ESTRUCTURA DE MADERA Y COBERTURA					
ESPECIFICACION : COBERTURA, TECHO DE CALAMINA GALV. N° 30 DE 11 CANALES					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Calamina galvanizada N° 30	PL	0,820	10,80	8,86	
Clavo de calamina	Kg	0,060	5,70	0,34	9,20
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,020	0,00	0,00	
Operario	h/h	2,000	5,34	10,68	
Oficial	h/h	0,200	4,84	0,97	
Peón	h/h	0,100	4,32	0,43	12,08
EQUIPO					
Herramientas	%	0,030	12,08	0,36	0,36
COSTO DIRECTO ==>					21,64

PARTIDA 21.04-B					
ESTRUCTURA DE MADERA Y COBERTURA					
ESPECIFICACION : COBERTURA, CUMBRERA DE CALAMINA GALVANIZADA					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Calamina galvanizada N° 30	PL	0,500	10,80	5,40	
Clavo de calamina	Kg	0,050	5,70	0,29	5,69
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,010	0,00	0,00	
Operario	h/h	0,100	5,34	0,53	
Peón	h/h	0,050	4,32	0,22	0,75
EQUIPO					
Herramientas	%	0,800	0,75	0,23	0,23
COSTO DIRECTO ==>					6,67

PARTIDA 22.01					
ESPECIFICACIONES : MUROS DE TAPIAL, $\Theta = 40\text{cm}$					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Tierra de Chacra	M3	0,520	12,00	8,24	
Agua	M3	0,160	0,50	0,08	
Madera Tornillo Aserrado	P2	1,050	1,80	1,89	
Clavo de 3"	Kg	0,050	2,00	0,10	
Alambre Negro N° 16	Kg	0,100	2,90	0,29	8,60
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,100	0,00	0,00	
Operario	h/h	0,800	5,34	4,27	
Peón	h/h	1,600	4,32	6,91	11,18
EQUIPO					
Herramientas	%	0,030	11,18	0,34	0,34
COSTO DIRECTO ==>					20,12

PARTIDA 23.01-A					
REVOQUE					
ESPECIFICACION : REVOQUE CON BARRO EN INTERIORES					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Tierra de Chacra	M3	0,021	12,00	0,25	
Agua	M3	0,002	0,50	0,00	0,25
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,053	0,00	0,00	
Operario	h/h	0,530	5,34	2,83	
Peón	h/h	0,350	4,32	1,51	4,34
EQUIPO					
Herramientas	%	0,030	4,34	0,13	0,13
COSTO DIRECTO ==>					4,72

PARTIDA 23.01-B					
REVOQUE					
ESPECIFICACION : REVOQUE CON BARRO EN EXTERIORES					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Tierra de Chacra	M3	0,022	12,00	0,26	
Agua	M3	0,040	0,50	0,02	
Madera Tornillo					
Aserrado	P2	0,460	1,80	0,08	
Clavo de 3"	Kg	0,020	2,00	0,04	1,15
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,067	0,00	0,00	
Operario	h/h	0,670	5,34	3,58	
Peón	h/h	0,440	4,32	1,90	5,48
EQUIPO					
Herramientas	%	0,030	5,48	0,16	0,16
COSTO DIRECTO ==>					6,79

PARTIDA 23.02					
REVOQUES					
ESPECIFICACION : VESTIDURA DE DERRAME CON BARRO					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Tierra de Chacra	M3	0,010	12,00	0,12	
Agua	M3	0,001	0,50	0,00	
Madera Tornillo					
Aserrado	P2	0,100	1,80	0,18	
Clavo de 3"	Kg	0,020	2,00	0,04	0,34
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,050	0,00	0,00	
Operario	h/h	0,530	5,34	2,83	
Peón	h/h	0,18	4,32	0,78	3,61
EQUIPO					
Herramientas	%	0,030	3,61	0,11	0,11
COSTO DIRECTO ==>					4,06

PARTIDA 24.1					
PISOS Y VEREDAS					
ESPECIFICACION : FALSO PISO, PROPORCION 1:3, $\theta=4''$					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Cemento	Bol	0,500	13,30	6,65	
Hormigón	M3	0,132	20,00	2,64	
Agua	M3	0,172	0,50	0,09	9,38
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,020	0,00	0,00	
Operario	h/h	0,200	5,34	1,07	
Peón	h/h	0,530	4,32	2,29	3,36
EQUIPO					
Herramienta	%	0,030	3,36	0,10	0,10
COSTO DIRECTO ==>					12,83

PARTIDA 24.02					
PISOS Y VEREDAS					
ESPECIFICACION : PISO DE CONCRETO ACABADO FROTACHADO, PROPORCION 1:5 C-A					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Cemento	Bol	0,228	13,30	3,03	
Arena fina	M3	0,028	20,00	0,56	
Agua	M3	5,000	0,50	2,50	
Madera Tornillo cepillado	P2	21,250	1,80	38,25	
					44,34
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,060	0,00	0,00	
Operario	h/h	0,570	5,34	3,01	
Peón	h/h	0,570	4,32	2,46	
					5,51
EQUIPO					
Herramienta	%	0,030	5,51	0,17	
					0,17
COSTO DIRECTO ==>					50,02

PARTIDA 24.03					
PISOS Y VEREDAS					
ESPECIFICACION : VEREDAS DE CONCRETO, $\Theta = 4''$					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Cemento	Bol	1,070	13,30	14,23	
Hormigón	M3	0,150	20,00	3,00	
Arena Fina	M3	0,020	20,00	0,40	
Agua	M3	0,002	0,50	0,00	
Madera Tornillo cepillado	P2	0,830	1,80	1,49	
Clavo de 3"	Kg	0,050	2,00	0,10	
					19,23
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,050	0,00	0,00	
Operario	h/h	0,400	5,34	2,14	
Oficial	h/h	0,080	4,84	0,39	
Peón	h/h	0,640	4,32	2,76	
					5,29
EQUIPO					
Herramienta	%	0,030	5,29	0,16	
					0,16
COSTO DIRECTO ==>					24,67

PARTIDA 25.01					
ZOCALOS					
ESPECIFICACION : ZOCALO DE CONCRETO ESCARCHADO PROPORCION 1:5 C-H					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	P. UNITAR	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Cemento	Bol	0,080	13,30	1,06	
Arena Gruesa	M3	0,005	20,00	0,10	
Agua	M3	0,002	0,50	0,00	
Alambre Negro # 8	Kg	0,700	2,90	2,03	
Clavo de 4" y 3"	Kg	0,200	2,00	0,40	
Madera Tornillo aserrado	P2	0,520	1,80	0,94	4,53
MANO DE OBRA					
Capataz	h/h	0,060	0,00	0,00	
Operario	h/h	0,570	5,34	3,04	
Peón	h/h	0,380	4,32	1,64	4,69
EQUIPO					
Herramienta	%	0,030	4,69	0,14	0,14
COSTO DIRECTO ==>					9,36

PARTIDA 26.01					
CARPINTERIA DE MADERA					
ESPECIFICACION : PUERTA DE TABLERO LISO					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Madera Tornillo aserrado	P2	25,430	1,80	45,77	
Cola sintética	Gln	0,100	16,50	1,65	
Clavo de 2"	Kg	0,021	2,00	0,04	
					47,47
MANO DE OBRA					
Operario	h/h	13,850	5,34	73,96	
Peón	h/h	1,640	4,32	7,08	81,04
EQUIPO					
Herramienta	%	0,030	81,04	2,43	2,43
COSTO DIRECTO ==>					130,94

PARTIDA 27.01					
CARPINTERIA METALICA					
ESPECIFICACION : VENTANA METALICA					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES Ventana de fierro	P2	1,000	60,00	60,00	60,00
MANO DE OBRA Operario	h/h	2,000	5,34	10,68	
Peón	h/h	2,000	4,32	8,54	19,32
EQUIPO Herramientas	%	0,030	19,32	0,58	0,58
COSTO DIRECTO ==>					79,90

PARTIDA 28.01					
CERRAJERIA					
ESPECIFICACION : BISAGRA DE FIERRO DE 3½"					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES Bisagra de Fierro de 3 ½"	P2	1,000	3,00	3,00	3,00
MANO DE OBRA Operario	h/h	0,400	5,34	2,14	2,14
EQUIPO Herramientas	%	0,030	2,14	0,06	0,06
COSTO DIRECTO ==>					5,20

PARTIDA 28.02					
CERRAJERIA					
ESPECIFICACION : CHAPAS DE 2 GOLPES TIPO LGO. O SIMILAR					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES Chapas de 2 golpes tipo LGO.	Unid	1,000	19,00	19,00	19,00
MANO DE OBRA Operario	h/h	2,000	5,34	10,68	10,68
EQUIPO Herramientas	%	0,030	10,68	0,32	0,32
COSTO DIRECTO ==>					30,00

PARTIDA 28.03					
CERRAJERIA					
ESPECIFICACION : MANIJA O TIRADOR DE PUERTA					
DESCRIPCION	UNID	CANTID	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES Tirador de bronce para puerta	Unid	1,000	4,00	4,00	4,00
MANO DE OBRA Capataz	h/h	0,040	0,00	0,00	
Oficial	h/h	0,400	4,84	1,94	1,94
EQUIPO Herramientas	%	0,030	1,94	0,06	0,06
COSTO DIRECTO ==>					6,00

4.2 PRESUPUESTO DE CONTRUCCION DE LA MICROCENTRAL

HIDRÁULICA

PRESUPUESTO

OBRA : MICROCENTRAL HIDRAULICA DE CHUQUIS PROV. : DOS DE MAYO
 COMUNIDAD: CHUQUIS REGION : ANDRES AVELINO CACERES
 DISTRITO : CHUQUIS FECHA : JULIO 1996

PART Nº	DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL	
					PARCIAL	TOTAL
A.00	OBRAS CIVILES					
	OBRAS DE CAPTACION					
1.00	TRABAJOS PRELIMINARES					
1.01	Construcción de campamento	M2	20,00	33,48	669,60	
1.02	Cartel de obra con triplay	Pza.	1,00	196,72	196,72	
1.03	Trazo y replanteo	M2	250,00	0,50	125,00	
1.04	Traslado de herram. y materiales	EST.	1,00	1500,00	1500,00	2491,32
2.00	MUROS DE PROTECCION					
	(BOCATOMA IZQUIERDO Y DERECHO)					
2.01	Excavación de tierra para cimentación en terreno suelto manual.	M3	15,00	11,88	178,20	
2.02	Relleno, apisonado y nivelado	M3	2,50	7,91	19,78	
2.03	Eliminación de material excedente	M3	12,50	5,92	74,00	
2.04	Concreto para cimiento corrido f'c = 140 Kg/cm ² + 25% P.G.	M3	11,20	100,50	1125,60	1397,58
2.05	PANTALLA					
	2.05.01 Encofrado y Desencofrado en muro.	M2	48,39	14,72	712,30	
	2.05.02 Concreto para pantalla f'c=140Kg/cm ² +25% P.G.	M3	7,28	199,77	1454,33	2166,63
2.06	COMPUERTA DE ADUCCION					
2.06.1	Acero para muro y rejilla Ø=3/8", L=0,8 y Ø=5/8", L=1,15m c/u respectivamente.	Kg	4,91	2,70	13,26	13,26
3.00	BARRAJE					
3.01	Movimiento de tierra para cimentación en terreno duro manual	M3	15,38	11,88	182,71	
3.02	Concreto para cimiento corrido f'c = 140Kg/cm ² + 30% P.G.	M3	10,79	100,50	1084,40	
3.03	Concreto para pantalla de cuerpo f'c = 140Kg/cm ² + 25% Max. P.G.	M3	9,50	199,77	1897,82	
3.04	Encofrado y desencofrado para pantalla.	M2	10,20	14,72	150,14	
3.05	Revestimiento con albañilería de piedra e=0,15 a 0,30 máx. emboquillado C.A. 1:3	M2	16,92	27,26	461,24	
3.06	Empedrado en lecho de río Ø max= 8" f'c = 140Kg/cm ² e=0,40m	M2	6,30	118,40	745,92	5590,56
						11659,35

PRESUPUESTO

OBRA : MICROCENTRAL HIDRAULICA DE
 CHUQUIS
 COMUNIDAD: CHUQUIS
 DISTRITO : CHUQUIS

PROV. : DOS DE MAYO
 REGION : ANDRES AVELINO
 CACERES
 FECHA : JULIO 1996

PART. N°	DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL	
					PARCIAL	TOTAL
3.07	Relleno con piedra seca de río aguas abajo B=0,20-0,40m.	M3	2,01	59,80	120,20	
3.08	2 perfiles de 1½" x ½" de 1,30m c/u	EST.	1,00	50,00	50,00	
3.09	Barraje móvil de 75 x 80 con tablones de espesor e=2"	PZA	2,00	900,98	1801,96	1972,16
4.00	CANAL DE BOCATOMA AL DESARENADOR					
4.01	Movimiento de tierra para canal, manual en terreno duro.	M3	10,37	23,42	242,87	
4.02	Encofrado y desencofrado para canal.	M2	14,07	11,47	161,38	
4.03	Revestimiento con albañilería de piedra.	M2	14,07	27,26	383,55	787,80
5.00	DESARENADOR Y CANAL DE DESFOGUE					
5.01	Movimiento de tierra para cimentación para cámara, aliviadero y canal en terreno duro manual.	M3	27,60	8,90	245,64	
5.02	Concreto para cimentación corrido $f_c=140\text{Kg}/\text{cm}^2+30\%$ P.G.	M3	2,67	100,50	268,34	
5.03	Encofrado y desencofrado para muro (pantalla)	M2	17,00	14,72	250,24	
5.04	Concreto para muro (pantalla) de cuerpo $f_c=140\text{Kg}/\text{cm}^2+25\%$ max. P.G.	M3	3,56	202,50	720,90	
5.05	Encofrado y desencofrado del aliviadero y del canal.	M2	8,07	14,72	118,79	
5.06	Revestimiento con albañilería de piedra y emboquillado C:A 1:3	M2	13,43	27,26	366,10	
5.07	Compuerta metálica de 0,40 x 0,40m de canal de purga con mecanismo de izaje manual hacia arriba.	Und.	1,00	500,00	500,00	2470,01
						5229,97

PRESUPUESTO

OBRA : MICROCENTRAL HIDRAULICA DE CHUQUIS
 PROV. : DOS DE MAYO
 REGION : ANDRES AVELINO
 COMUNIDAD: CHUQUIS
 CACERES
 DISTRITO : CHUQUIS
 FECHA : JULIO 1996

PART. N°	DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL	
					PARCIAL	TOTAL
5.08	Acero para muro compuerta de purga Ø 3/8", 3 varillas a 0,70m c/u	Kg	20,00	2,70	54,00	
5.09	2 perfiles de 1½" x1½" , L=0,8m c/u	EST.	1,00	50,00	50,00	
5.10	Revestimiento interior del desarenador	M2	10,84	174,03	1886,49	1990,49
6.00	CANAL PRINCIPAL					
1.00	TRABAJOS PRELIMINARES					
1.00	Limpieza y desforestación	M2	720,00	1,18	849,60	
2.00	Replanteo del canal	Km	0,33	480,42	158,54	
3.00	Nivelación del canal	Km	0,33	63,69	21,02	
4.00	Transporte en general	EST.	1,00	600,00	600,00	1629,16
2.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
2.01	Excavación masiva en tierra suelta a mano.	M3	1128,00	8,90	10039,20	10039,20
3.00	OBRAS DE CONCRETO					
3.01	Revestimiento de canal con albañilería de piedra y emboquillado C-A 1:3 e=0,15m 0+0+330	M2	528,00	27,26	14393,28	
3.02	Encofrado y desencofrado	M2	198,00	11,47	2271,06	
3.03	Bloques prefabricados de 70x90 de concreto armado e=0,15m.	Und.	200,00	3,08	616,00	17280,34
						30939,19

PRESUPUESTO

OBRA : MICROCENTRAL HIDRAULICA DE CHUQUIS
 COMUNIDAD: CHUQUIS
 DISTRITO : CHUQUIS

PROV. : DOS DE MAYO
 REGION : ANDRES AVELINO
 CACERES
 FECHA : JULIO 1996

PART N°	DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL	
					PARCIAL	TOTAL
7.00	CAMARA DE CARGA Y CANAL DE DESFOQUE					
1.00	Limpieza de terreno	M2	85,00	1,18	100,30	
1.01	Trazo y replanteo	M2	102,40	1,01	103,42	
1.02	Traslado de herramientas y materiales	EST.	1,00	500,00	500,00	
1.03	Movimiento de tierras para cimentación para cámara, aliviadero y canal en terreno duro manual.	M3	21,27	8,90	189,30	
1.04	Concreto para cimiento corrido l'c=140Kg/cm ² + 30% P.G. incluye aliviadero	M3	2,76	100,50	277,38	
1.05	Encotrado y desencotrado para muro (pantalla)	M2	17,00	14,72	250,24	
1.06	Concreto para muro (pantalla) de cuerpo l'c=140Kg/cm ² + 25% Max P.G. incluye aliviadero	M3	3,02	199,77	603,31	
1.07	Encotrado y desencotrado del aliviadero y canal.	M2	23,56	14,72	346,80	
1.08	Albañilería de piedra y emboquillado C-A 1:3 para canal.	M2	35,46	27,26	966,24	
1.09	Compuerta metálica de 0,4x0,4 para canal de purga con mecanismo de izaje hacia arriba.	UND	1,00	500,00	500,00	
1.10	Acero de esfuerzo para canal de purga y tubería forzada según planos.	Kg	3,50	2,70	9,45	
1.11	Revestimiento de muros interiores del desarenador y del aliviadero.	M2	12,43	174,03	2163,19	
1.12	Malla de fierro corrugado a la entrada de tubería forzada ¼" de 0,50x0,50m. incluye colocación.	P2	7,48	24,46	191,77	
1.13	Juntas de dilatación, relleno con asfaltado e=1"	ML	4,40	2,47	10,87	6212,67
						6212,67

PRESUPUESTO

OBRA : MICROCENTRAL HIDRAULICA DE
 CHUQUIS
 COMUNIDAD: CHUQUIS
 DISTRITO : CHUQUIS

PROV. : DOS DE MAYO
 REGION : ANDRES AVELINO
 CACERES
 FECHA : JULIO 1996

PART N°	DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL	
					PARCIAL	TOTAL
1.14	Albañilería de piedra emboquillado C:A 1:3 para fondo desarenador	M2	3,36	27,26	91,59	91,59
2.00	DADOS DE CONCRETO PARA TUBERIA FORZADA					
2.01	Movimiento de tierra	M3	1,72	8,90	15,31	
2.02	Concreto ciclópeo 1:10 + 30% P.G.	M3	2,15	82,09	176,49	191,80
3.00	CANAL DE DESFOGUE DE CASA DE MAQUINA					
3.01	Movimiento de tierra	M3	7,96	8,90	70,84	
3.02	Encofrado y Desencofrado	M2	14,07	6,17	86,81	
3.03	Albañilería de piedra asentado en f'c=140Kg/cm ² y emboquillado C:A 1:3	M2	19,04	27,26	519,03	676,68
	CONSTRUCCION DE ALMACENES Y CASA DE MAQUINAS					
1.00	TRABAJOS PRELIMINARES					
1.01	Transporte de materiales	EST	1,00	1000,00	1000,00	
1.02	Limpieza, trazado y replanteo	M2	55,00	1,18	64,90	
1.03	Trazo, nivel y replanteo	M2	59,12	1,01	59,71	1124,61
2.00	MOVIMIENTO DE TIERRA					
2.01	Excavación 01 de Zanjas	M3	16,04	8,90	142,76	
2.02	Nivelación 01. Interior apistonado para recibir falso piso.	M2	45,09	1,57	70,79	
2.03	Eliminación de material excedente	M3	168,36	5,92	996,69	
2.04	Corte de terreno	M3	128,70	8,90	1154,33	2364,57
						4449,25

PRESUPUESTO

OBRA MICROCENTRAL HIDRAULICA DE PROV. : DOS DE MAYO
 CHUQUIS REGION : ANDRES AVELINO
 COMUNIDAD: CHUQUIS CACERES
 DISTRITO : CHUQUIS FECHA : JULIO 1996

PART. N°	DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL	
					PARCIAL	TOTAL
7.00	PISOS Y PAVIMENTOS					
7.01	Falso piso prop. 1:8 C = 4"	M2	59,00	12,83	756,97	
7.02	Piso de cemento pulido coloreado	M2	59,00	50,02	2951,18	
7.03	Vereda de concreto	M2	24,84	24,67	612,80	4320,95
8.00	ZOCALOS					
8.01	Zocalo de concreto escarchado Prop. 1:5 C-A	M2	13,44	9,36	125,80	125,80
9.00	CARPINTERIA DE MADERA					
9.01	Puerta 01 Tipo tablero liso	M2	2,52	130,94	329,97	329,97
10.00	CARPINTERIA METALICA					
10.01	Ventana de fierro 01 Perfiles de $\frac{3}{4}$ x 3/8", c/15cm.	M2	6,12	79,90	488,99	488,99
11.00	CERRAJERIA					
11.01	Bisagra de fierro 01. De 3 1/2"	PAR	3,00	5,20	15,60	
11.02	Cerradura: 01 Puerta principal de 2 golpes (marca Forte o similar)	UND	1,00	30,00	30,00	
11.03	Manija o tirador de puerta	UND	1,00	6,00	6,00	51,60
12.00	VIDRIOS					
12.01	Vidrios simples nacionales	P2	66,00	3,92	258,72	258,72
13.00	PINTURA					
1.00	En muros con vinilatex interior y exterior.	M2	190,00	5,97	1134,30	
2.00	01 pintura esmalte anticorrosivo	M2	12,24	18,45	225,83	
3.00	Contrazocalos	M2	72,00	2,90	208,80	
4.00	Zocalos	ML	48,00	3,37	161,76	
5.00	Barniz	M2	2,16	6,33	13,67	1744,36
14.00	INSTALACIONES ELECTRICAS INTERIORES					
						7320,39
SUB TOTAL – OBRAS CIVILES					77 512,72	

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El caudal de agua que sale de la casa de maquinas puede seguir aprovechandose para riego si es que aguas abajo existen tierras de cultivo; dando de esta manera mayor valor agregado a infraestructura y por ende logrando una mayor rentabilidad a la inversión.
- El flujo de agua que drena de la turbina ha ganado mayor oxigeno lo cual es bueno para la crianza de truchas por lo que se sugiere la instalación de una piscigranja que capte el agua que sale de la casa de máquinas a través del canal de desfogue; añadiéndose así más valor agregado.
- Para el caso de pequeñas poblaciones con no mayores a 50 familias se puede generar aún más mayor valor agregado instalado un alternador sincrono para la producción de energía eléctrica que satisfaga la

demanda de dicha población y de no ser así para satisfacer las necesidades propias de la planta.

- La turbina diseñada puede utilizarse para condiciones de pequeñas potencias obtenidas con pequeños saltos y grandes caudales.
- Las microcentrales hidráulicas que operan con turbinas Michell-Banki tienen bajos costos de instalación con respecto a las turbinas Pelton, Francis o Kaplan.
- De lo observado durante la operación de la planta podemos concluir que la turbina Michell-Banki posee un diseño tal que facilita su fabricación en serie y durante el mantenimiento para reemplazar algunos elementos desgastados se hace en cortos períodos.
- El rango de velocidades a las que gira la turbina diseñada es entre 500 y 1850 R.P.M.
- Adoptando valores recomendables para los factores que intervienen en el cálculo y determinación de

la eficiencia hidráulica ésta obtiene un valor de 0.85.

- El valor del coeficiente de velocidad K_c depende del salto y del caudal y varia entre 0.97 a 0.99.
- El caudal de diseño del canal de conducción es de 0.14 m³/seg de los cuales 0.125 m³/seg circula por la tubería de presión siendo la diferencia el caudal necesario para mantener una carga de agua a la entrada de la tubería, durante la operación de la turbina.

BIBLIOGRAFIA

- AMAT Y LEÓN Carlos, La Alimentación en el Perú, Editorial Novo, Lima - Perú 1985.

- COZ PANCORVO Federico, Tesis Profesional U.N.I., Lima - Perú 1961.

- COZ PANCORVO Federico, IV CONIMERA, Lima - Perú 1977.

- CHARLES Paul, Encuesta por Muestreo, Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana S.A., N. De Juárez - Méjico 1995.

- GUAMAN Martín, Diseño, Construcción y Pruebas para analizar el comportamiento de la turbina Michell-Banki, Proyecto de Grado, Bogotá - Colombia 1977.

- INDACOCHEA R. DE S. Enrique, Problemática del Desarrollo de la Tecnología de Microcentrales

Hidroeléctricas y su Contribución a la Electrificación Rural, ITINTEC, Lima - Perú 1979.

- REGALADO NACIÓN José Mauricio, Molino Hidráulico de Huarapa, Corporación de Desarrollo CORDE-HUANUCO Perú, 1987.

SHOKLLISTSCH ARMIN, Construcciones Hidráulicas, Editorial El Ateneo, Buenos Aires - Argentina 1978.

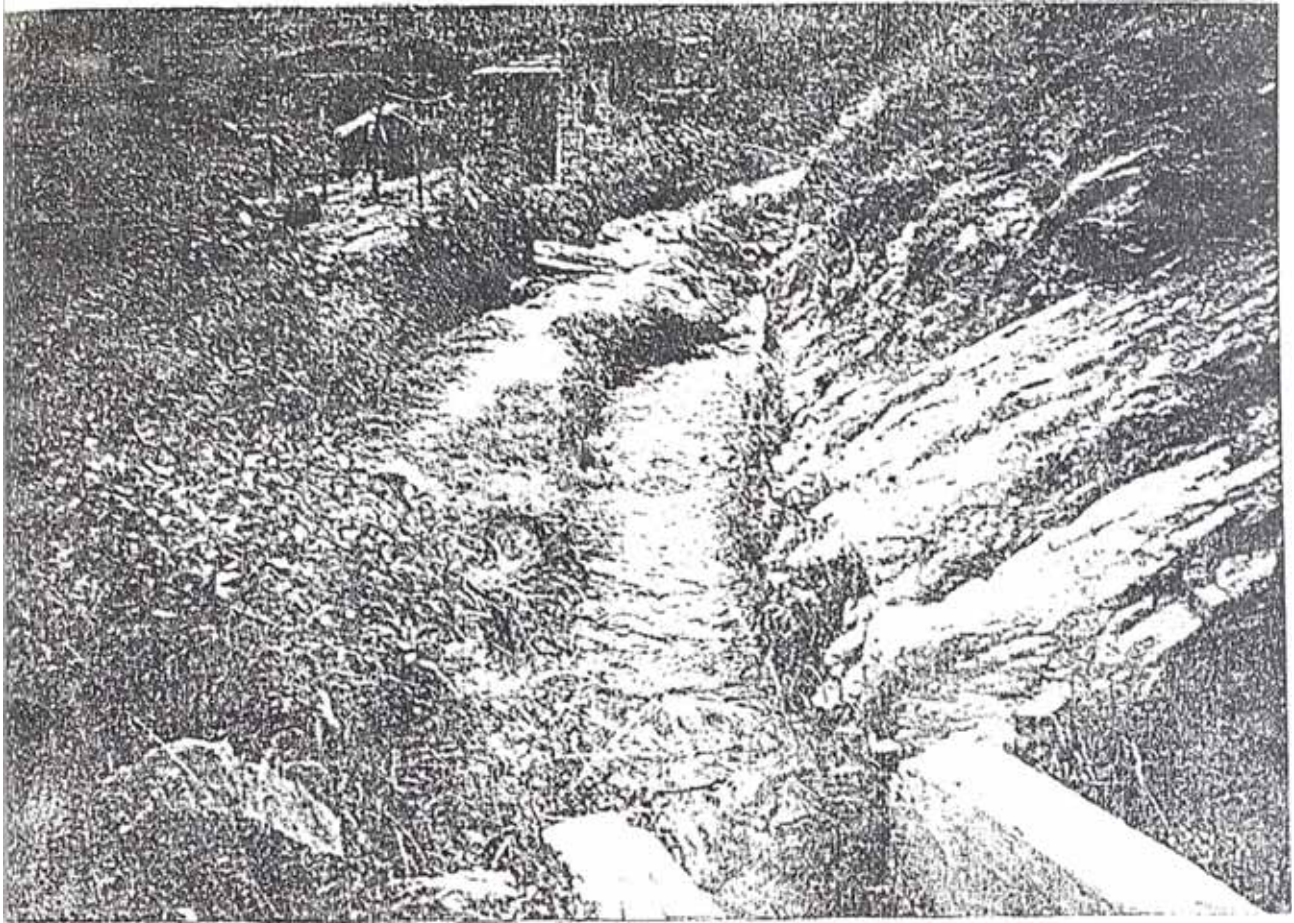
- SVIATOSLAV CROCHIN, Diseño Hidráulico, Editorial Mc Graw, Madrid - España 1982.

- TZUGO NOZAQUI, Guía para la Elaboración de Proyectos destinados a la Electrificación Rural en el Perú, Lima - Perú 1960.

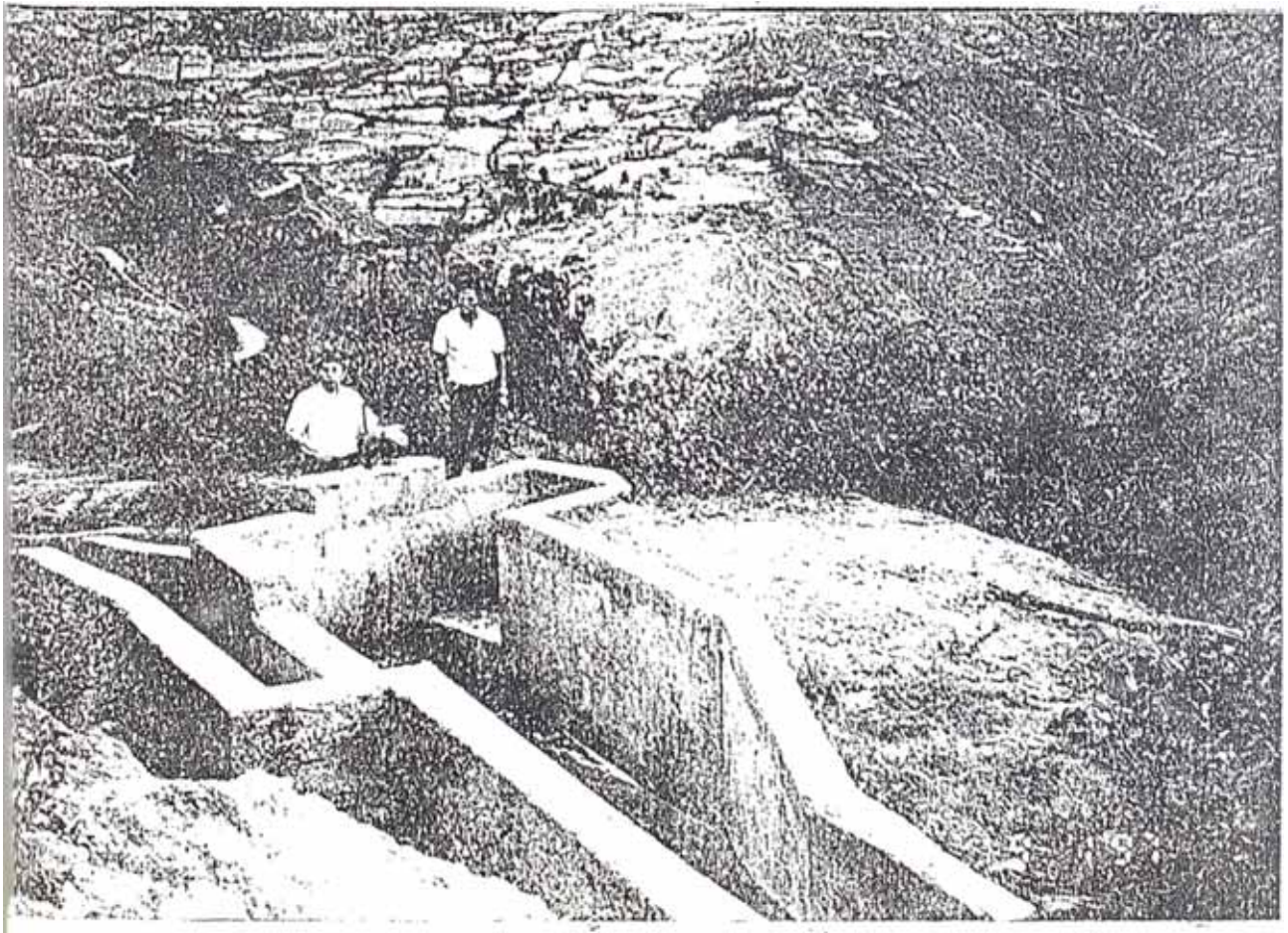
RELACION DE PLANOS

1 - 13	UBICACION
2 - 13	OBRAS DE CAPTACION
3 - 13	BARRAJE - BOCATOMA
4 - 13	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
5 - 13	TUBERIA FORZADA
6 - 13	CASA DE MAQUINAS
7 - 13	DISTRIBUCION DE PLANTA
8 - 13	TURBINA
12 - 13.	INYECTOR CARCAZA DE TURBINA'

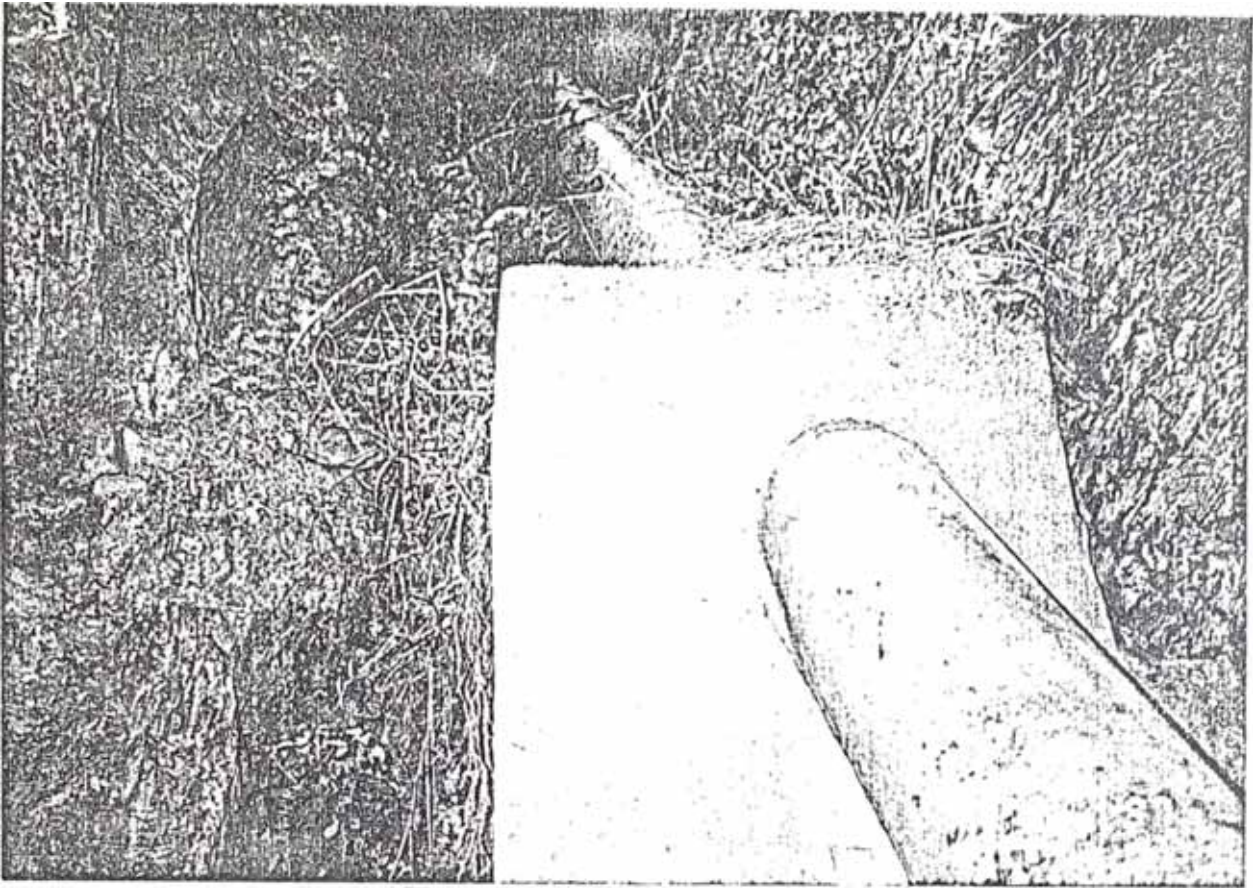
APÉNDICE



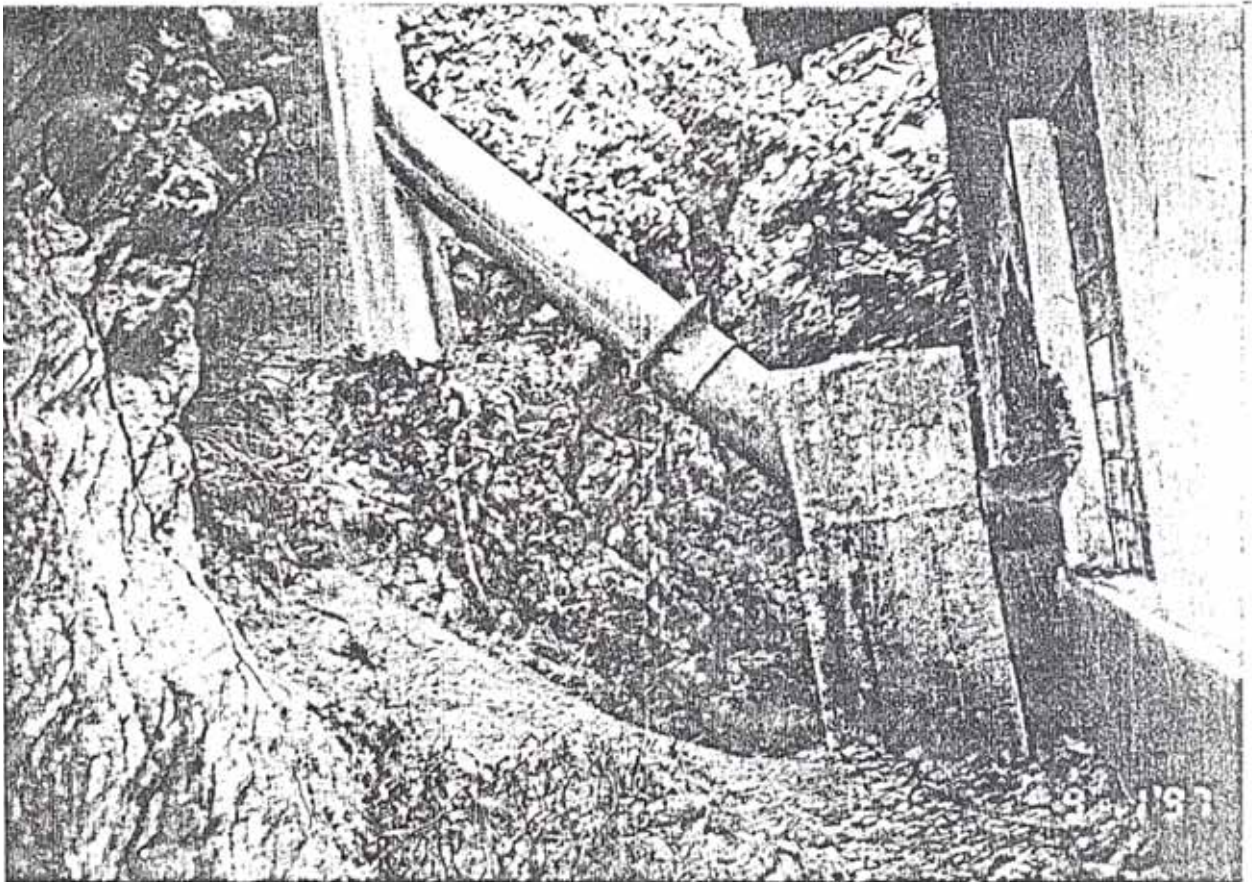
CANAL DE CONDUCCION

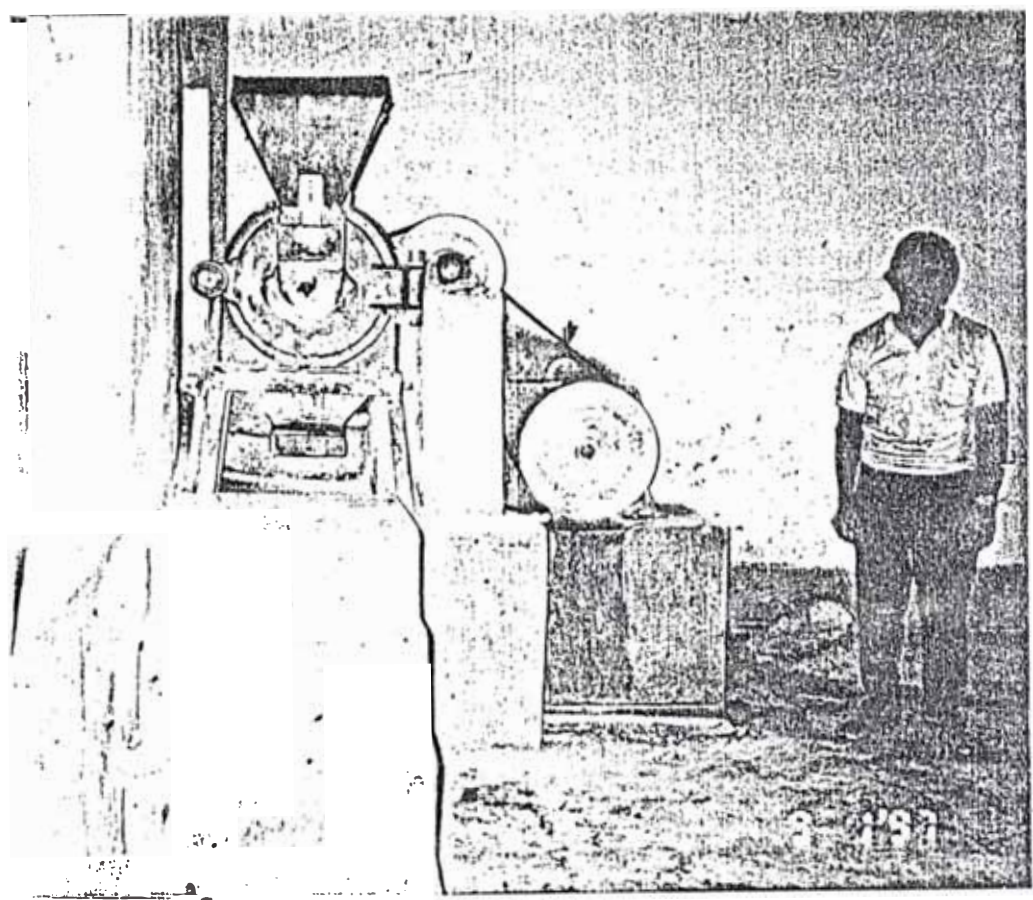
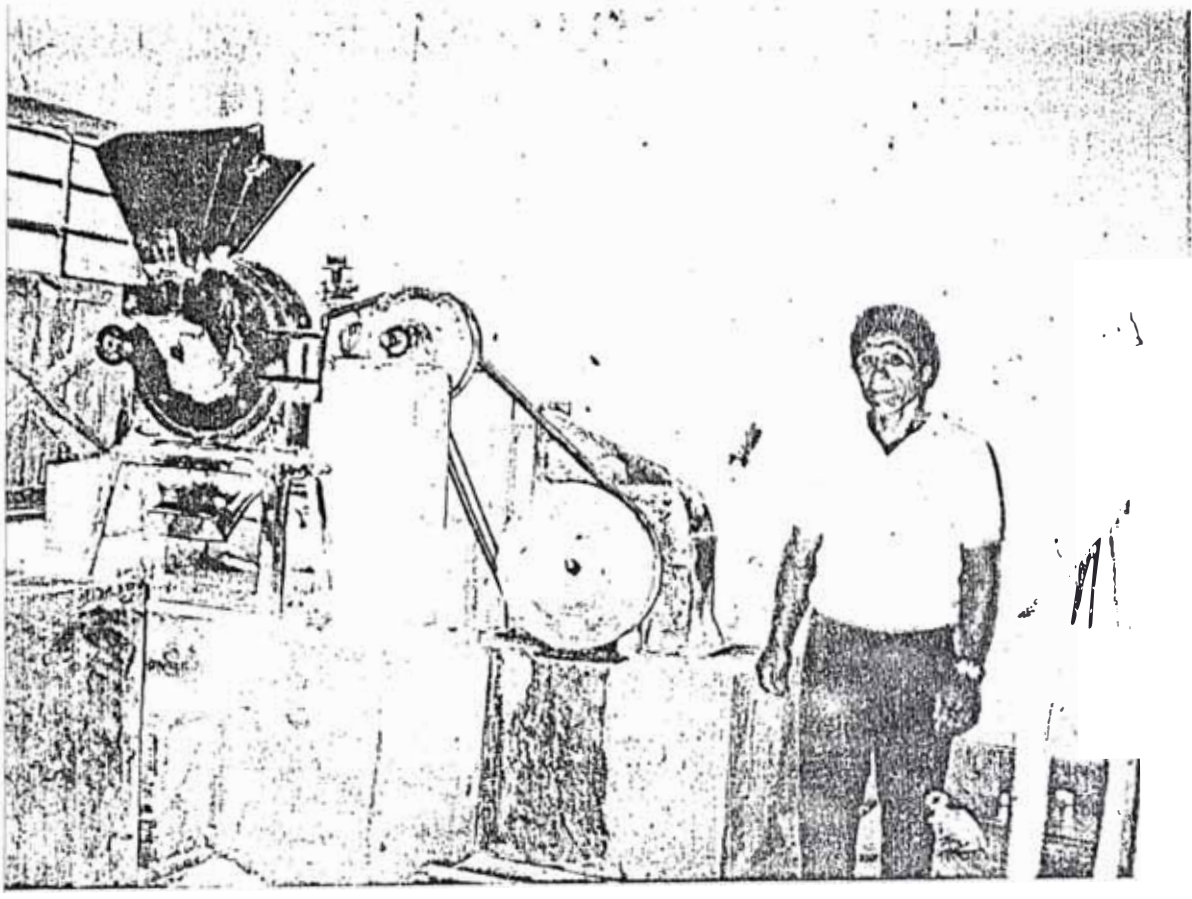


CARRERA DE

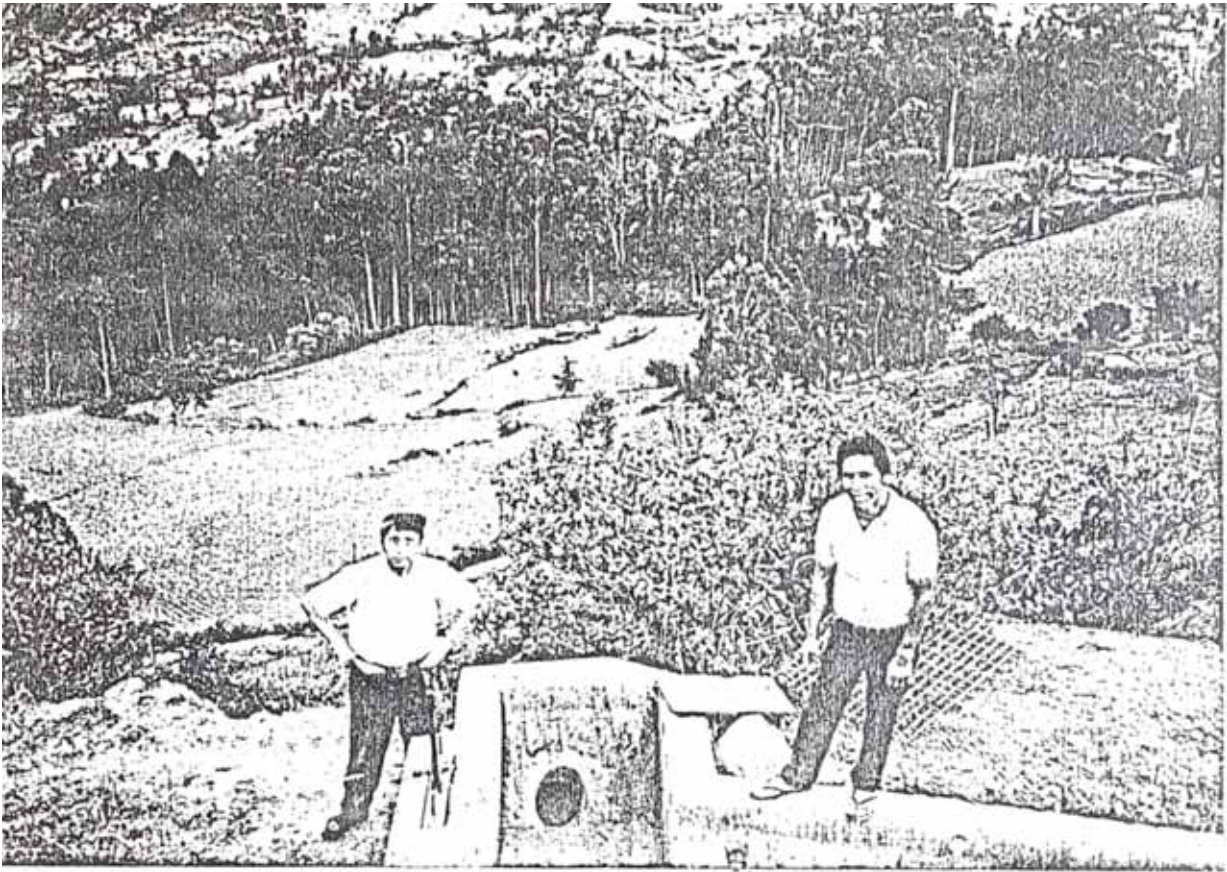


TUBERIA FORZADA - DADOS DE APOYO

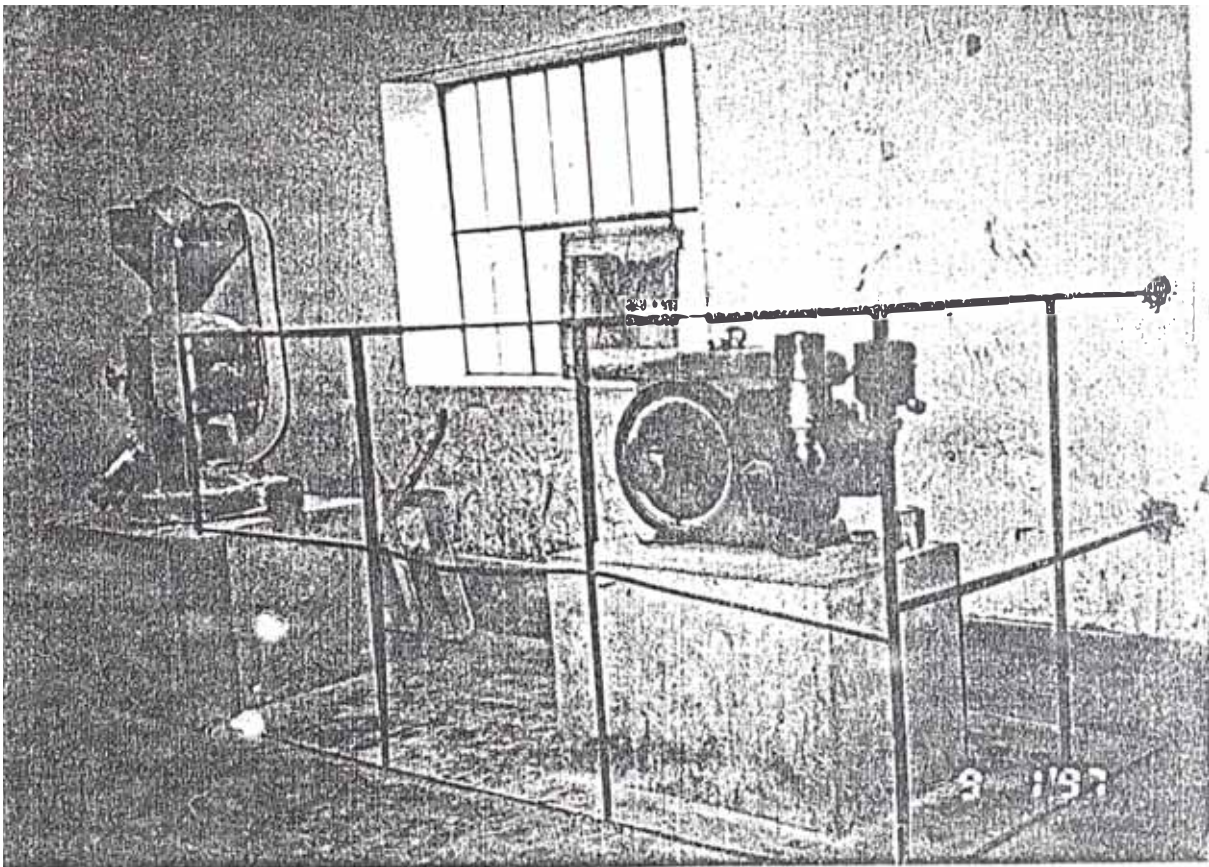




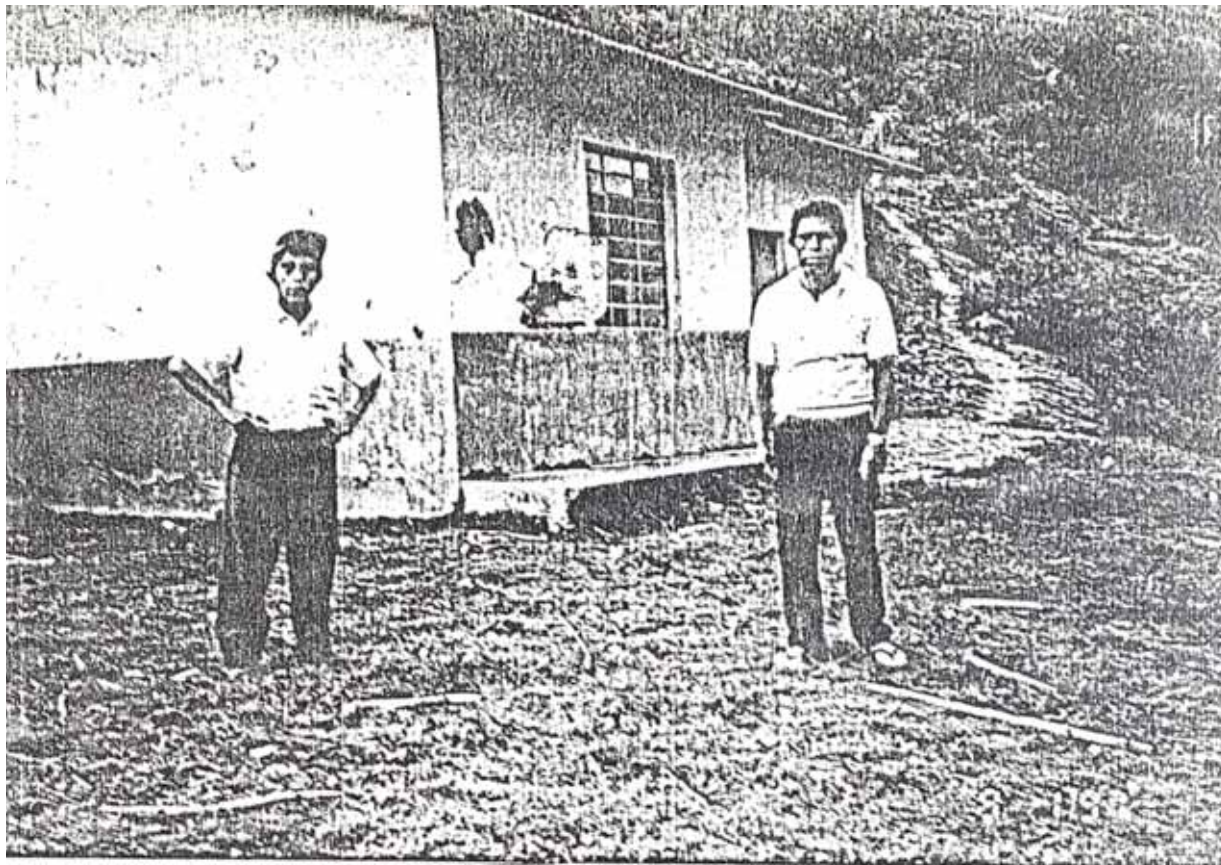
MOLINO DE DISCO - TURBINA MICHELL BANKI



3



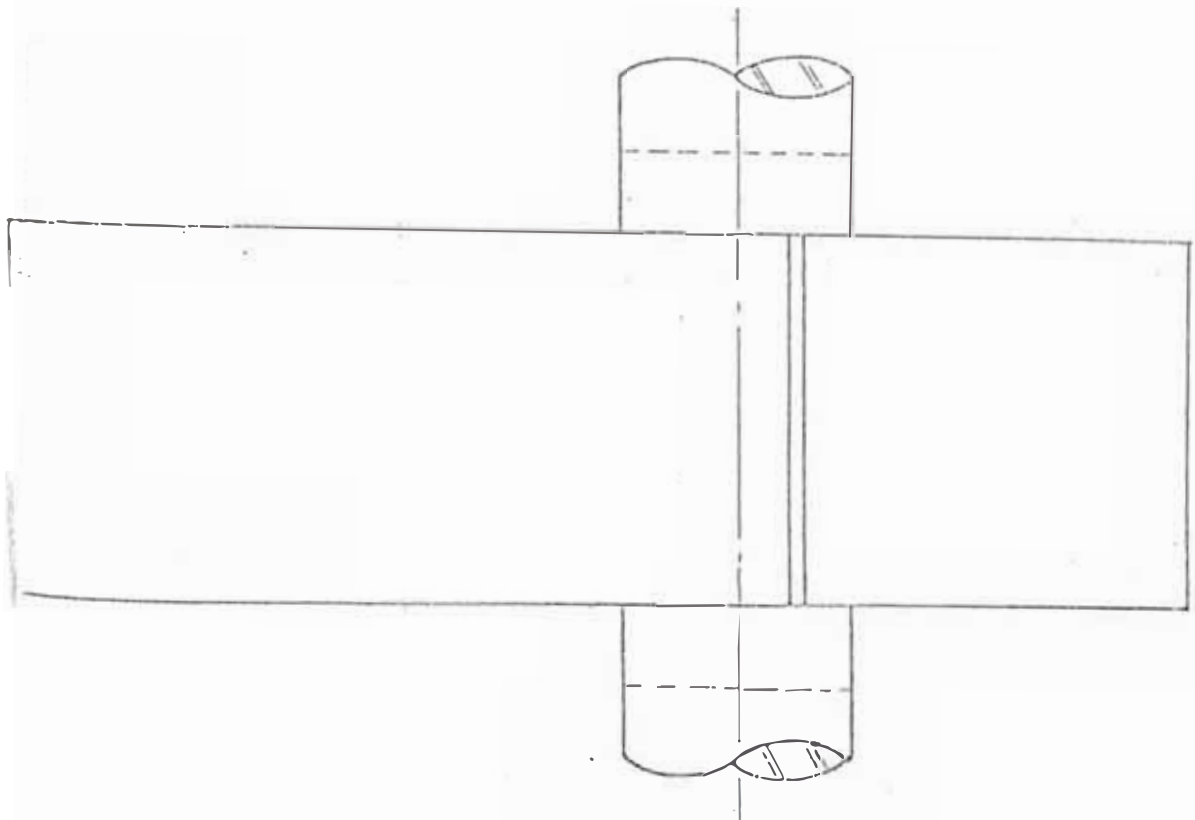
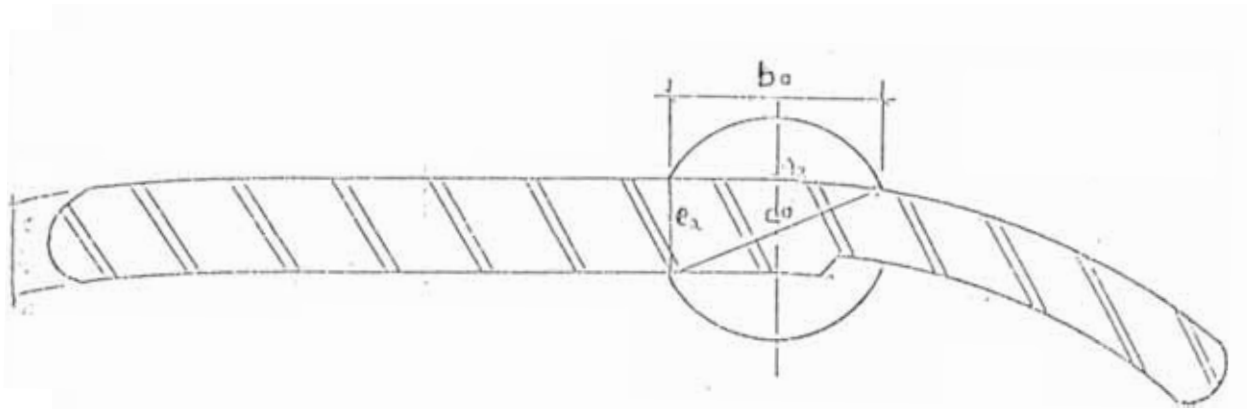
CRIBADORA



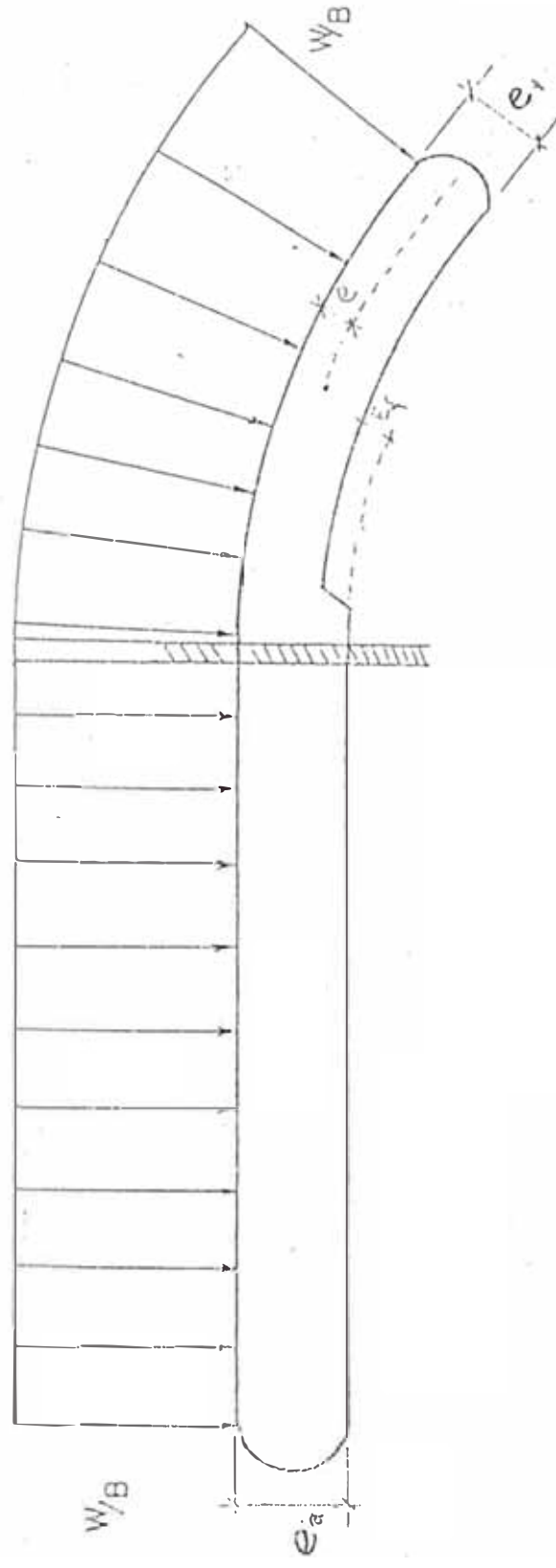
CASA DE MAQUINAS



CANAL DE DESFOGUE



Sistema de unión del álabe directriz con el eje en el inyector



ó dimensión

El álabe móvil como viga empotrada en voladizo con carga distribuida