



**PROYECTO FIN DE CARRERA:**

**“PROYECTO DE LA  
MICROCENTRAL  
HIDROELÉCTRICA DE  
PUCARÁ”,  
CAJAMARCA, PERÚ**



UNIVERSIDAD DE BURGOS



**Ingeniería  
Sin Fronteras**



**Por PABLO AYERBE CARRERA**

**Ingeniería técnica de Obras Públicas – Construcciones Civiles**

**Curso 2010 – 2011**



**PROYECTO FIN DE CARRERA:**

**“PROYECTO DE LA  
MICROCENTRAL  
HIDROELÉCTRICA DE  
PUCARÁ”,  
CAJAMARCA, PERÚ**



UNIVERSIDAD DE BURGOS



**Ingeniería  
Sin Fronteras**



**Por PABLO AYERBE CARRERA**

**Ingeniería técnica de Obras Públicas – Construcciones Civiles**

**Curso 2010 – 2011**



**TITULO:**

**“PROYECTO DE LA MICROCENTRAL  
HIDROELÉCTRICA DE PUCARÁ”,  
CAJAMARCA, PERÚ**





# INDICE GENERAL



# INDICE

## CAPITULO I - INTRODUCCIÓN

1	Objetivo.....	2
2	Antecedentes .....	2
3	Alcances.....	2
4	Ubicación.....	2
5	Ley a la que se acoje.....	2
6	Características locales.....	3
7	Estudio socioeconómico .....	4
8	Estudio socioeconómico elabora por Soluciones Prácticas.....	5
9	Justificación proyecto .....	21
10	Perfil técnico .....	21

## CAPITULO II - MARCO TEORICO

1	Mecánica de suelos .....	32
1.2	Sistema unificado de clasificación de suelos .....	33
1.3	Capacidad de carga de los suelos.....	34
1.4	Periodo de diseño.....	35
1.5	Estimación de la población futura .....	36
2	Hidrología .....	36
2.1	Caudales promedio.....	36
2.2	Generación de caudales para periodos extendidos .....	36
2.3	Transporte de sedimentos.....	37

3	Obras civiles .....	37
3.1	Obras de captación .....	37
3.2	Desarenador .....	50
3.3	Canal de conducción.....	52
3.4	Camara de carga.....	53
3.5	Tubería de fuerza o de presión .....	54
3.6	Anclajes y apoyos .....	57
3.7	Casa de máquinas o de fuerza .....	61
4	Equipo electromecánico .....	62
4.1	Turbina hidráulica.....	62
4.2	Selección de la turbina.....	62
4.3	Regulación de la velocidad .....	63
4.4	Generadores .....	64
4.5	Obras eléctricas .....	64

## CAPITULO III - RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS

1	Recursos materiales y humanos.....	67
---	------------------------------------	----

## CAPITULO IV - METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO

1	Evaluación de la zona de estudio .....	72
1.1	Reconocimiento de la zona de estudio.....	72
1.2	Ubicación del punto inicial del trazo del canal.....	72
2	Levantamiento topográfico del canal.....	72
3	Mecánica de suelos.....	72
4	Estudio de la oferta del agua.....	72
5	Calculo del caudal.....	73



6	Población futura .....	74
7	Determinación de la demanda eléctrica .....	74
8	Obras civiles.....	75
8.1	Captación .....	75
8.2	Diseño del barraje .....	75
8.3	Diseño del canal de conducción - tubería.....	99
8.4	Diseño de la cámara de carga y desarenador .....	101
8.5	Tubería de presión .....	103
7	Casa de fuerza .....	107
9	Obras eléctricas .....	110

#### CAPITULO V - PRESENTACION DE RESULTADOS

1	Datos generales .....	113
2	Obras civiles.....	114
3	Obras eléctricas .....	115

#### CAPITULO VI - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1	Conclusiones y recomendaciones.....	118
---	-------------------------------------	-----

#### CAPITULO VII - BIBLIOGRAFÍA

1	Bibliografía .....	121
---	--------------------	-----

#### CAPITULO VIII - ANEXOS

1	ANEXO 1: Especificaciones técnicas de Obras Civiles .....	125
2	ANEXO 2: Estudio Geológico.....	135
3	ANEXO 3: Programación de Obra .....	139

4	ANEXO 4: Programas de computo y procesamiento de datos.....	140
5	ANEXO 5: Cuadros y gráficos .....	141
6	ANEXO 6: Evaluación, diseño y gestión del sistema hidráulico .....	150
7	ANEXO 7: Estudio de Seguridad y Salud .....	160
8	ANEXO 8: Fotográfico.....	180

#### CAPITULO IX - PLANOS

1	Plano general de Pucará, Cajamarca, Perú .....	190
2	Plano general de la MCH Pucará, Cajamarca, Perú.....	191
3	Captación, bocatoma .....	192
4	Perfil canal conducción .....	193
5	Desarenador - Cámara de carga.....	194
6	Tubería de presión .....	195
7	Casa de Máquinas.....	196

#### CAPITULO X - MEDICIÓN Y PRESUPUESTO

1	Medición .....	198
2	Precios Unitarios .....	207
3	Presupuesto general.....	234



# CAPITULO I



## 1 INTRODUCCIÓN

La realidad de nuestro país es muy crítica, la mayoría de los pueblos presentan una economía de subsistencia, cuyas principales actividades son la agricultura y la ganadería, las que permiten apenas ingresos de sobrevivencia de la población. En tal sentido, toda transferencia de tecnología que tiende a mejorar la calidad de vida se toma interesante.

Los pueblos para poder desarrollarse necesitan de energía, especialmente los pueblos aislados e imposibilitados de integrarse a la red eléctrica, del interconectado nacional, por la cual la generación de energía hidroeléctrica mediante minicentrales es una alternativa económicamente viable para mejorar la calidad de vida de la población rural.

### 1.1 **OBJETIVO**

- Dotar de energía eléctrica al centro de poblado de Pucará, Cajamarca, Perú.

### 1.2 **ANTECEDENTES**

La realidad del Centro de Poblado de Pucará es que se encuentra en la necesidad de abastecerse de energía eléctrica.

La iniciativa del presente proyecto viene a solicitud del Concejo Provincial de San Pablo y del centro de poblado de Pucará, quien pide apoyo técnico a la Organización no Gubernamental Soluciones Prácticas, solicitando se proceda a realizar el estudio de la Microcentral Hidroeléctrica en el caserío de Pucará – San Pablo, para de esta manera solucionar la problemática energética por la que atraviesa.

Según los últimos censos realizados en el Perú, se puede observar que el ritmo de crecimiento de la población del Centro de Poblado de Pucará, ha sido ascendente, lo cual hace urgente la ejecución de una Microcentral Hidroeléctrica que permita abastecer las necesidades actuales y futuras, y origine un desarrollo sostenido de la pequeña industria, comercio y otras actividades sociales, culturales, etc.

### 1.3 **ALCANCES**

Este proyecto beneficiará directamente a 51 familias de Pucará, dotándoles de energía eléctrica para sus hogares, comercio y alumbrado público, además de la escuela.

### 1.4 **UBICACIÓN**

#### a) **Ubicación política**

- Distrito: San Pablo
- Provincia: San Pablo
- Departamento: Cajamarca
- Región: Cajamarca

#### b) **Ubicación geográfica**

- Latitud: Sur 6°59'12"
- Longitud: Oeste 78°40'14"
- Altitud: 3200 metros sobre el nivel del mar.

#### c) **Ubicación hidrológica**

- Microcuenca del río San Pablo.
- Cuenca del río Tabanas.

### 1.5 **LEY A LA QUE SE ACOJE EL PROYECTO**

El proyecto de la Minicentral hidroeléctrica de Pucará está redactado según el modelo de proyectos de Perú. Está hecho con las leyes de Perú y todo el proyecto se acoge a las condiciones de Perú.



## 1.6 CARACTERÍSTICAS LOCALES

### ➤ **Topografía**

La topografía de la zona del proyecto es bastante irregular, presenta un terreno ondulado en la parte baja formado por pequeñas quebradas y valles, mientras que la parte alta presenta una topografía semiaccidentada y accidentada conformada por cerros, laderas y quebradas.

El relieve del Centro de Poblado Pucará es semiaccidentado, con una llanura al centro donde se encuentra su escuela y casa comunal, y una larga ladera; Las elevaciones más importantes de la zona son:

- Cerro Carretera cooperativa Porcón: 3550 metros sobre el nivel del mar
- Cerro Ruinas: 3400 metros sobre el nivel del mar

### ➤ **Accesibilidad**

El acceso a la zona del proyecto, se hace a través de la carretera que une Cajamarca – San Pablo pasando por la Cooperativa de Granja Porcón, y de ahí a Pucará mediante una trocha carrozable de 25 km aproximadamente.

### ➤ **Pluviosidad**

La pluviosidad está relacionada con la altitud, alcanzando valores promedios en la zona del proyecto de 1200 milímetros/año que oscila entre 1000 mm/año a 1400 mm/año, siendo los meses entre enero y abril los de mayor pluviosidad y los demás meses se considera época de estiaje.

### ➤ **Humedad relativa**

La zona tiene una humedad relativa promedio de un 43%.

### ➤ **Temperatura**

La temperatura promedio se estima en 13°C, cuyos valores extremos están entre los 5°C y 20°C.

### ➤ **Geología**

La litología de la zona presenta una gran heterogeneidad, desde líticas sedimentarias (areniscas de grano diverso, calizas, arcillas, limonitas, etc.), hasta ígneas extrusivas (tufos, brechas volcánicas de diferente naturaleza, derrames, andesitas, etc.)

En la zona del proyecto se tiene el siguiente rasgo estructural:

#### **Formación pariatambo (Ki – pa).**

Esta formación está constituida por lutita calcárea y bituminosa laminada con intercalación de caliza bituminosa margosa con grandes concreciones.

#### **Formación chulec (Ki – chu).**

Esta formación está constituida por calizas grises, margas y lutitas pardas con abundante fauna de equinideos gasterópodos y pelecípodos.

#### **Formación inca (Ki – in).**

Esta formación está constituido por caliza eolítica, arenácea, ferruginosa, lutitas fosilíferas.

### ➤ **Recursos naturales**

#### **a) Flora y fauna**

Dentro del ámbito geográfico existen numerosas especies vegetales, herbáceas, arbustos, arboles, como el eucalipto, alisos, quinua, pino, etc. que básicamente se utiliza para leña.

En cuanto a su fauna, existe ganado vacuno y ovino, que son fuente de ingreso para el poblador de esta zona, cuya principal actividad es la ganadería, especialmente lechera.

#### **b) Suelos**

Los suelos de esta zona, en un 45% son de uso de pastos naturales y poca superficie cultivable. Los suelos están conformados por areniscas, calizas, limonitas, y algunas rocas ígneas, como brechas, tufos volcánicos, andesitas y otras.



## 1.7 ESTUDIO SOCIO-ECONÓMICO

### ➤ **Ámbito de estudio**

Centro de Poblado de la comunidad de Pucará, provincia de San Pablo del departamento de Cajamarca.

### ➤ **Recursos humanos - Población**

La población según el último censo es de 224 habitantes y 51 viviendas. La variación de población siempre ha sido ascendente a lo largo de los últimos años.

### ➤ **Aspectos sociales**

#### a) **Salud**

El servicio de salud que se brinda en el área del proyecto es atendido en la posta sanitaria ubicada en el centro de poblado menor de Pucará, la cobertura tanto geográfica como poblacional a los principales caseríos y anexos es totalmente insuficiente y solo brinda primeros auxilios, debido a que carecen de infraestructura física y recursos profesionales para atender casos de emergencias; además la cobertura del servicio es parcial, debido a la distancia que existe desde otros sectores para recurrir a dicha posta; en algunos sectores cuentan con botiquín comunal.

#### b) **Educación**

En el ámbito de estudio se ofrecen programas de alfabetización, dentro del “Proyecto de educación para la vida, mediante Convenio” entre el Ministerio de Educación el BID y UNICEF, lo que permite que las provincias de San Pablo, se ubiquen entre las que presentan los mayores índices de analfabetismo del departamento, como se puede apreciar en el siguiente cuadro:

Provincia	Analfabetos			Tasa de analfabetismo		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Total – 1*	193735	52009	141726	27.2	14.9	39.0
Cajamarca	35176	8224	26952	25.8	12.7	37.7
Cajabamba	11778	3304	8474	30.2	17.8	41.5
Celendín	13055	3852	9203	28.3	17.4	38.4
Chota	29635	6541	23094	31.8	15.0	46.5
Contumaza	2702	736	1966	13.2	7.1	19.4
Cutervo	23158	6526	16632	30.0	17.1	42.7
Hualgayoc	17098	4229	12869	39.9	20.6	57.5
Jaén	19713	6626	13090	21.1	13.8	28.9
San Ignacio	13967	5303	8664	24.0	16.7	32.7
San Marcos	9155	2484	6671	32.1	17.9	45.5
San Miguel	8198	1578	6620	22.5	9.1	34.9
San Pablo	4143	997	3146	29.0	14.5	42.5
Santa Cruz	5957	1612	4345	23.1	12.7	33.1

#### c) **Vivienda**

La población asentada en el ámbito de estudio del proyecto son mayormente propietarios de su vivienda que habitan.

El material de pisos predominante en las viviendas es de tierra, lo que evidencia que estas viviendas no reúnen las condiciones óptimas para vivir.

Los elementos que predominan en la construcción de viviendas son: Tapial y adobe; las que mayormente presentan características físicas inadecuadas.

Según las cifras del último censo, en la provincia de San Pablo el 35.7% de los hogares viven en condiciones de hacinamiento, tal como muestra el siguiente cuadro:



Provincia	Hogares viviendas	Hogares viviendas inadecuadas		En hogares con hacinamiento	
	Particulares con Ocup. Presentes	Abs	%	Abs	%
Total – 1*	255738	39569	15.5	39750	37.4
Cajamarca	47702	2565	5.4	14569	30.5
Cajabamba	14697	896	6.1	4890	33.3
Celendín	17381	863	5.0	7383	42.5
Chota	32792	6866	20.9	13358	40.7
Contumaza	7695	511	6.6	1164	15.1
Cutervo	26190	7736	29.5	13727	52.4
Hualgayoc	15896	1175	7.4	7527	47.4
Jaén	32716	6499	19.9	12079	36.9
San Ignacio	21290	8162	38.3	7718	36.3
San Marcos	11580	551	4.8	3318	28.9
San Miguel	13707	1471	10.7	4333	31.6
San Pablo	5057	532	10.5	1652	32.7
Santa Cruz	9035	1742	19.3	4032	44.6

## 1.8 ESTUDIO SOCIO-ECONÓMICO PRESENTADO POR SOLUCIONES PRÁCTICAS

### PRESENTACION

El presente diagnóstico socioeconómico forma parte de las actividades que Soluciones Prácticas (antes ITDG) e ISF, que desarrolla con la intención de formular un proyecto de desarrollo que beneficie a las familias del caserío Pucará “*Acceso a servicios Básicos y Mejora de la Calidad de Vida de las Familias*”.

Este estudio permitirá identificar las características sociales, productivas, aspectos relacionados al uso de energía y nivel organizativo de la comunidad. Con esta información será posible definir los lineamientos que contemplará el modelo de gestión del proyecto, basado específicamente en una Propuesta Integral.

Este documento de trabajo está dividido en siete partes: en la primera parte se describen los aspectos metodológicos seguidos para la realización de este estudio; la segunda parte está referida a las características generales de la comunidad (ámbito territorial, límites, clima, relieve); la tercera parte comprende los aspectos poblacionales y la clasificación de familias en el caserío; en la cuarta parte se analizan las actividades productivas y el ingreso familiar; la quinta parte detalla las características del consumo de energía (fuentes, gasto mensual, demanda actual, posibles usos productivos); en la sexta parte se hace una evaluación social del proyecto; en la séptima parte se enumeran las organizaciones sociales más representativas y se identifican los actores estratégicos de la comunidad; finalmente, se presentan las conclusiones y sugerencias.

La comunidad de Pucará carece de servicios básicos indispensables para tener una calidad de vida mejor, por medio de la ejecución del “Proyecto Integral” basada en el mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable existen, provisión de letrinas, sistemas solares, biodigestores, cocinas mejoradas, entre otras acciones.



### RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio tiene la finalidad de presentar información acerca de aspectos sociales, económicos y organizativos de la comunidad, de modo que sea posible caracterizar el área de influencia directa del proyecto y aportar en el proceso de formulación del modelo de gestión del proyecto.

Metodológicamente, lo que se ha hecho en el presente documentos es actualizar la información del diagnóstico que ha sido elaborado el 2010, para ello se han hecho entrevistas con las autoridades de la comunidad de Purcará, se ha revisado información de informes de algunas acciones que se han venido realizando en la comunidad.

El caserío se encuentra ubicado en la región natural quechua o templada a 3320 msnm. Su clima es templado y seco, la temperatura media fluctúa entre los 11 °C y 17 °C. La época de lluvias se inicia entre los meses de diciembre a marzo, mientras que durante los meses de junio a noviembre inicia la temporada de estiaje.

La comunidad se encuentra a la altura del km 24 de la carretera Cajamarca – Bambamarca. El acceso a la zona toma un tiempo aproximado de tres horas en vehículo partiendo desde Cajamarca. La carretera se encuentra en buen estado.

Ha sido posible verificar que el caserío cuenta con 40 viviendas habitadas aproximadamente.

El material predominante de las viviendas del caserío es el adobe, los techos son en su mayoría de calamina y los pisos de tierra.

El 94% de la población cuenta con agua potable y el 6% aún nos dispone de este servicio, estas son familias viven en la zona más alejada de la comunidad y se abastecen de un manantial. El 100% de la población no cuenta con servicio de desagüe, el 67% de las viviendas tienen letrinas, las cuales se encuentran en mal estado y necesitan ser cambiadas por otras con una tecnología mejor, para un mejor cuidado de la salud; el 14% de viviendas cuentan tan sólo con “pozos ciegos” y el 19% de ningún tipo de alternativa para a ser sus necesidades fisiológicas.

El caserío cuenta con una escuela de nivel primario, el Centro Educativo Pucará, que alberga una población estudiantil de 30 alumnos, de primero a sexto grado. La comunidad no cuenta con un establecimiento de salud propio. Para la atención ambulatoria, los pobladores acuden hasta la ciudad de Cajamarca.

En la comunidad existen 36 familias y 51 viviendas. Su población es de 224 habitantes. Entre sus principales características tenemos que:

- a. La población de Pucará es relativamente uniforme en cuanto a la distribución de grupos de edades; siendo la población joven la que comprende desde los 0 a 24 años con un promedio de 62%, frente a la población de 25 años a más con un 38%.
- b. Por sexo, la población es en su mayoría femenina con un 51%, frente a un 49 % masculina.
- c. En el aspecto de grado de instrucción se puede notar que el grado de analfabetismo es el mínimo con un 6.1 %, siendo similar tanto en hombres como en mujeres.
- d. El grado de instrucción que tiene un mayor porcentaje es Primaria Incompleta, con un 28.6% para el caso de los hombres y 32.2% para el de las mujeres, seguido de la primaria completa para los hombres, con un 23.2%, y la secundaria incompleta para el caso de las mujeres, con un 16.9%.
- e. El promedio de integrantes por familia es de 5.7 personas.
- f. En promedio, hay 1 familia por cada vivienda.
- g. La migración en la comunidad es mínima.

Las actividades productivas giran en torno a la ganadería y la agricultura.

La producción agrícola está destinada en la mayoría de los casos para autoconsumo. Los principales cultivos en el caserío son, por orden de importancia: pasto, papa, olluco, oca y en menor proporción la cebada y habas. Para esta actividad emplean métodos y herramientas tradicionales, tales como la yunta y el arado, además de lampas, picos, barretillas, etc.

En promedio, una familia vende 32 litros diarios de leche a un precio de S/.0.80 céntimos por litro; siendo esta actividad la más importante, pues constituye la fuente de ingreso económico principal para la gran mayoría de las familias encuestadas. A esto se suma a que las familias también crían especies como ovejas, cerdos, cuyes, gallinas y conejos, básicamente para autoconsumo; asimismo, crían caballos y burros, principalmente para movilidad y carga, más no para venta.

El caserío cuenta con una sola tienda que abastece a la comunidad con artículos de primera necesidad. Sin embargo, los pobladores suelen abastecerse de estos productos en las tiendas de la misma ciudad de Cajamarca.

En promedio, y de manera general, una familia percibe mensualmente S/. 790 soles.



En cuanto a las principales fuentes de energía empleadas para el alumbrado y el funcionamiento de algunos artefactos, tenemos que:

- a. El 90,5% de familias usan velas como fuente de iluminación.
- b. El 71.4% utilizan pilas, para el funcionamiento de pequeños radios y linternas.
- c. El 33,3% utiliza mecheros para iluminarse.
- d. El 4.8 % utiliza lámpara a tubo para iluminarse.
- e. El gasto promedio mensual de una familia por velas y pilas asciende a S/. 16.75 soles.

La utilización de fuentes tradicionales de energía (velas, pilas, kerosene, etc.) progresivamente van a ser utilizadas en menor en la medida que la MCH que está en proceso de construcción inicie su funcionamiento; del total de viviendas, 30 van a ser electrificadas y sólo van a quedar 21, las más distantes en la comunidad.

Los artefactos electrodomésticos más comunes entre las familias, son: las radios, los celulares y los televisores. En el caso de disponer de energía eléctrica en la vivienda, los artefactos que las familias tendrían interés de adquirir son los electrodomésticos en general y, en particular, los televisores. Sólo el 3% invertiría en maquinaria para uso productivo.

Debido al consumo diario de leña, en la comunidad se aprecia una excesiva deforestación de los árboles y arbustos nativos de la zona, lo cual está generando problemas de erosión de los suelos; el uso de leña para cocción es una de los principales factores de deforestación, por lo que amerita buscar alternativas de generación de fuentes de energía y ahorro de leña.

Las autoridades del caserío son el Agente Municipal, el Teniente Gobernador. Los programas existentes son el Vaso de Leche, el programa Juntos y Crecer.

Dentro de los actores estratégicos se tienen al Agente Municipal, el Teniente Gobernador y el Presidente de la APAFA.

## I. METODOLOGIA.

El presente documento ha sido elaborado sobre la base del diagnóstico socioeconómico previamente elaborado, en marzo del 2010; la finalidad de este nuevo documento, es actualizar la información socioeconómica de la comunidad de Pucará considerando que han transcurrido aproximadamente un año y en la que se han suscitado algunos cambios que merecen tomarlos en cuenta para una nueva intervención.

En consecuencia, lo que se ha hecho es actualizar el diagnóstico con información reciente de algunos aspectos sociales y económicos necesarios para tener un mejor panorama de la comunidad antes señalada, también es necesario indicar que mucha de la información se mantiene del primer documento.

El procedimiento metodológico utilizado para actualizar la información socioeconómica ha consistido en:

- a) Recojo de información a través de entrevistas realizadas a las autoridades de la comunidad y representantes de las organizaciones de base: teniente gobernador, agente municipal, presidente de la junta administradora del agua potable, presidenta del vaso de leche, etc.
- b) Se ha revisado los padrones de beneficiarios del sistema de agua potable, beneficiarios de la MCH en proceso de construcción, padrones de familias que disponen de cocinas mejoradas, entre otros servicios que disponen las familias.
- c) La información proporcionada por las autoridades y obtenida de los padrones, han sido corroboradas en una reunión con todos los pobladores de la comunidad de Pucará.
- d) Finalmente, se ha procedido a cotejar la nueva información recogida con el diagnóstico socioeconómico para luego actualizar la información.

## II. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA COMUNIDAD.

### 2.1 Ámbito Territorial

El caserío Pucará perteneciente al distrito de Tumbadén, en la provincia de San Pablo, está enmarcado administrativa y políticamente dentro de la Región de Cajamarca.

Su extensión geográfica es compleja y presenta áreas que se encuentran entre los 3.100 a 4000 msnm aproximadamente. Según la clasificación de Pulgar Vidal, se ubica en la región natural quechua o templada.



**Mapa de la Región Cajamarca y Ubicación de la Provincia de San Pablo**



Fuente: Plan de Acondicionamiento Territorial de la Provincia de San Pablo

**2.2 Límites del Caserío**

El Caserío de Pucará limita:

- Por el Norte:** con el distrito de San Silvestre de Cochán, Provincia de San Miguel.
- Por el Sur:** con el distrito de Chetilla, Provincia de Cajamarca.
- Por el Este:** con el caserío el Progreso, distrito de Tumbaden, Provincia de San Pablo.
- Por el Oeste:** con el caserío Peñan Blanca, distrito de Tumbaden, Provincia de San Pablo.

**Mapa de la Provincia de San Pablo y Ubicación de Caserío Pucará**



**2.3 Clima**

El Caserío de Pucará presenta un clima templado y seco debido a la altitud en la que se encuentra ubicada, su temperatura media fluctúa entre los 11°C y los 17°C. Las precipitaciones en la comunidad de Pucará son con mayor intensidad entre los meses de diciembre a marzo. También se presentan fuertes heladas, sobre todo entre los meses de Junio a Noviembre, cuando se inicia el “verano”, llamado así por los pobladores de la zona debido al inicio de la temporada de estiaje.



**2.4 Relieve, Vegetación y Fauna**

El relieve que presenta el caserío Pucará es accidentada presentando un paisaje con laderas suaves y pronunciadas. Las faldas de los cerros presentan laderas y pendientes ligeramente inclinadas.

Son tierras con pastos naturales y afloramientos rocosos. La escasa vegetación de la zona está constituida principalmente por plantas como el Quinual y pequeños arbustos.

En cuanto a la fauna del lugar, las especies más comunes son: el zorzal negro, patos, gallinazos, perdices, el cuy, la trucha (introducida) y la vizcacha.

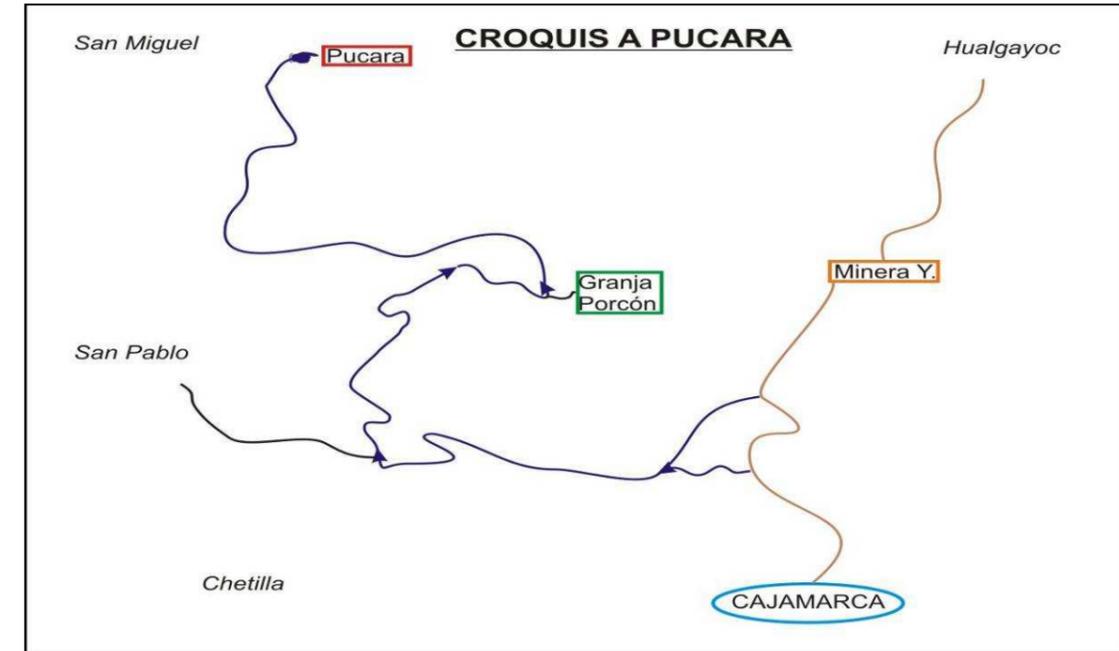
**2.5 Vías de Acceso y Comunicación.**

Para llegar al caserío de Pucará se toma un desvío ubicado a la altura del Km. 24 carretera Cajamarca – Bambamarca. En el **Cuadro N°01**, se detallan el tipo de vía, las distancias y el tiempo requerido para llegar a la comunidad (en vehículo particular).

CUADRO N° 01 – VÍAS DE ACCESO

Tramo		Tipo de Vía	Distancia Aprox.	Tiempo Aprox.
Desde	Hacia			
Cajamarca	Km 24 carretera a Bambamarca	Asfaltada – afirmada	24 Km.	1:30 Horas
Km 24	Granja Porcón	Trocha Carrozable	11.5 Km.	40 min.
Granja Porcon	Caserío Pucará	Trocha Carrozable	15 Km.	50 min.
<b>TOTAL</b>			<b>50.5 Km</b>	<b>3 Horas</b>

Elaboración: Soluciones Prácticas – ITDG. Marzo 2010.



Fuente: Elaboración Soluciones Prácticas ITDG – Marzo 2010

**2.6 Distribución y Características de las Viviendas.**

En la comunidad de Pucará, existe un aproximado de 51 viviendas, las mismas que se encuentran distantes una de otras, características propias de las viviendas rurales en esta parte de la Región Cajamarca.

En general, el material predominante con el que han sido construidas las viviendas del caserío es piedra con barro y tapial, y en su totalidad los techos son de calamina con pisos de tierra. En promedio se tienen tres habitaciones por vivienda. La cocina suele estar en un cuarto aparte dentro de la vivienda y el fogón suele estar hecho de piedra.

Es notorio que al centro de la comunidad existe una pequeña concentración de viviendas, iglesias evangélicas y una casa comunal (13 edificaciones en total) que giran alrededor de la I.E primaria, las demás se encuentran dispersas.



## 2.7 Servicios Básicos.

### a. Agua y Saneamiento.

El caserío de Pucará cuenta con el servicio de agua potable, el mismo que ha sido recientemente mejorado en parte, con el apoyo de la Municipalidad de Tumbadén y de Soluciones Prácticas; a pesar de ello aún falta complementar con otras acciones más. En términos porcentuales el 94% de las viviendas a la fecha disponen ahora sí del servicio de agua potable, lo que anteriormente sólo tenían el 38%.

Se ha podido verificar que en las viviendas las familias no disponen de lavaderos apropiados, los caños están en su mayoría fijados a un palo y otras viviendas disponen de pozos en mal estado y están ubicados algo distante de la vivienda.

Del total de viviendas (51) aún existen 03 que no disponen de servicio de agua potable, se bastecen de un manantial, estas viviendas son las más alejadas de la comunidad.

Existe algunas acciones concretas por mejorar el sistema de agua potable y que por falta de presupuesto no se ha concluido: cambio de una parte de la tubería del actual sistema, provisión de pozos a las viviendas que disponen del servicio de agua potable y la construcción de un pequeño sistema para abastecer a 03 viviendas.

En su mayoría las familias cuentan con letrinas (76%) y a si vez se encuentran en mal estado debido al tiempo de uso; además de esto, hay familias que cuentan con pozos ciegos (14%) y otras familias (19%) acuden al campo para realizar sus necesidades fisiológicas.

Se considera un tema urgente por resolver, la provisión de servicios de saneamiento, a través de letrinas con otro sistema de mantenimiento, para hacer de ellas más saludables y menos contaminantes.



Fuente: Encuesta Socioeconómica ITDG – Marzo 2010

### b. Servicio de energía para alumbrado en las viviendas

Las familias hacían uso de manera generalizada de: velas, pilas, kerosene y baterías, como fuentes de energía para alumbrarse y para hacer funcionar algunos equipos electrodomésticos, principalmente radios. Del total de 51 viviendas que existen en la comunidad se ha podido constatar que 9 cuentan con paneles solares instalados por Perú Micro Energía, éstos no satisfacen las necesidades básicas de las familias, sólo les permite alumbrado y el funcionamiento de un radio; dada esta situación las familias van a ser entrega de los sistemas.



**c. Educación.**

En la comunidad de Purcará existe una Institución Educativa (I.E) de nivel primario, la cual alberga a 30 alumnos. En ella trabaja sólo una profesora que a su vez desempeña funciones como directora (Prof. Doris) y profesora de aula para los seis grados o niveles de educación (de primero a sexto grado de primaria); desde el año pasado se desempeña como docente nombrada.

Al costado de la Institución Educativa Primaria viene funcionando el PRONOEI local construido de piedra y barro, en el cual asisten 10 niños entre 2 a 5 años de edad. La persona responsable del PRONOEI es la Sra. Dalila Cueva Guevara.



Imagen satelital de la ubicación de la escuela en el caserío de Purcará.

**d. Salud.**

Pucará, no cuenta con un puesto de salud, solamente con promotores de salud. Cuando se tienen que atender por motivos de salud, lo hacen recurriendo al puesto de salud que se encuentra en la comunidad El Regalado que es la más cercana, de otra forma lo hacen viajando hasta la capital del distrito o a la ciudad de Cajamarca, para poder atenderse.

Es importante mencionar que la ausencia de un adecuado tratamiento de los residuos (basura), carencia de letrinas adecuadas, trae como consecuencias negativas como: la proliferación de enfermedades gastrointestinales, enfermedades de la piel, principalmente en los niños. Otro tipo de enfermedades recurrentes, debido al clima del lugar, son las respiratorias, afectando en su mayoría a niños y ancianos.

**III. POBLACION Y CLASIFICACION DE LAS FAMILIAS.**

**3.1. Características de la Población.**

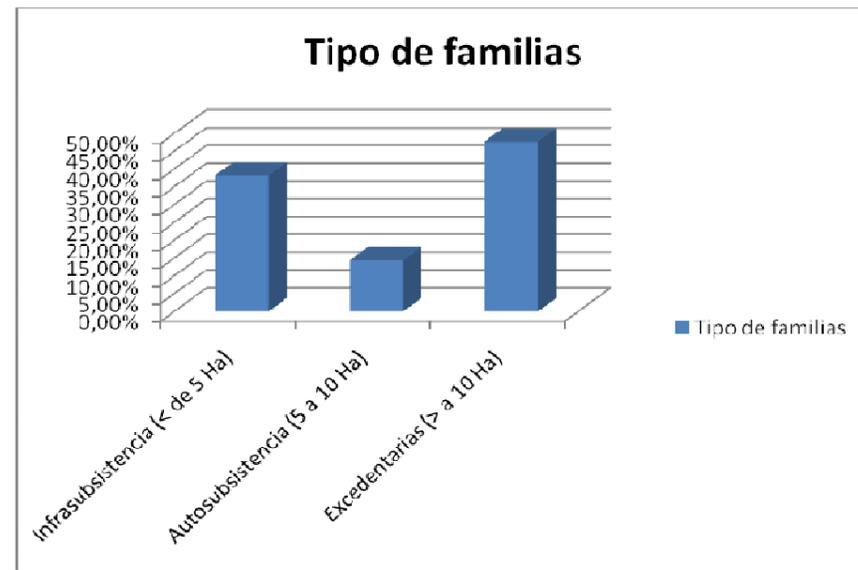
- h. La comunidad de Pucará tiene una población total de 224 habitantes en 36 familias; las mismas que tienen las siguientes características:
  - a. La población de Pucará es relativamente uniforme en cuanto a la distribución de grupos de edades; siendo la población joven (la que comprende desde los 0 a 24 años) que tiene mayor porcentaje acumulativo de 62% frente a la población de 25 años a más con un 38%; los grupos etáreos con mayor porcentaje se encuentran de 0-6, 7-12, 13-18; con un 16.5% y el grupo con menor porcentaje es el grupo de 31 – 36 con un 5%.
  - b. Por sexo, la población es en su mayoría femenina con un 51%, frente a una 49 % masculina.
  - c. El grado de instrucción que tiene un mayor porcentaje es Primaria Incompleta, con un 28.6% para el caso de los hombres y 32.2% para el de las mujeres, seguido de la primaria completa para los hombres, con un 23.2% y la secundaria incompleta para el caso de las mujeres con un 16.9%.
  - d. El promedio de integrantes por familia es de 5.7 personas.
  - e. En promedio, hay 1 familia por cada vivienda.

**3.2. Características de la Migración.**

El flujo migratorio en la comunidad de Pucará es bajo. Esto se refleja en que del 100% de personas encuestadas, sólo 2 casos (9.5%) migra hacia la ciudad pero sólo por un tiempo no mayor a 6 meses, y esta migración tiene como destino la ciudad de Cajamarca. Los motivos de la migración son por trabajo, y son estancias realizadas siempre por el padre de familia. Las nuevas ocupaciones que éstos adoptan están relacionadas principalmente a la venta de fuerza de trabajo y a los servicios.

**3.3. Tipos de Familias.**

A partir de la clasificación establecida por la CEPAL<sup>(1)</sup>, que determina la existencia de tres tipos de familias (de Infrasubsistencia, de Autosubsistencia y Excedentarias), se han identificado las siguientes características:



Fuente ITDG – Encuesta socioeconómica 2010

**a. Familias de Infrainsistencia.**

El 38.1% de familias del caserío pertenecen al tipo de familia de infrainsistencia. Constituyendo así el segundo grupo en cuanto a los tipos de familias considerados, los mismos que se caracterizan por la tenencia de tierras pero en pequeña cantidad (no mayores a 5 hectáreas); las mismas que son destinadas básicamente a la ganadería y agricultura con la finalidad de satisfacer sus necesidades básicas de una manera directa o indirecta como el caso de la ganadería.

**b. Familias de Autosubsistencia.**

Está representada por el 14.3% de familias del caserío, los mismos que dedican sus actividades principalmente a la agricultura y ganadería, El promedio de tenencia de tierras es de 6 Has.

**c. Familias Excedentarias.**

Para el caso del Pucará, del total de la muestra, el 47.6% de las familias posee más de 10 Has, constituyendo así el grupo mayoritario en cuanto a los tipos de familias considerados, los mismos que se caracterizan por la tenencia de tierras en gran cantidad pero con un nivel bajo de cultivo. La producción está destinada básicamente a la ganadería y agricultura con la finalidad de satisfacer sus necesidades básicas de una manera directa o indirecta como el caso de la ganadería.

Para dar un panorama general de la comunidad, se puede decir que la actividad generadora de ingresos para los diferentes tipos de familias mencionadas es tanto la ganadería como la agricultura, siendo predominante la producción de leche para la venta y reservando la agricultura al autoconsumo de los propietarios de las tierras.

<sup>(1)</sup> Tipología de familias establecido por la CEPAL.

- Familias de Infrainsistencia: Tienen escasos niveles de ingresos. Promedio de tenencia de tierra: 0 a 3 ha.
- Familias de Autosubsistencia: Sus ingresos cubren sus necesidades básicas. Promedio de tenencia de tierra: de 4 a 10 ha.
- Familias Excedentarias: Logran cubrir sus necesidades básicas e invertir en otra actividad. Promedio de tenencia de la tierra: > a 10 ha.

**3.4. Desarrollo de Capacidades.**

El factor capacitaciones se demuestra muy bajo, dado que en el 67% de las familias encuestadas ningún miembro de las mismas ha recibido ningún tipo de capacitación técnica. En cuanto al resto de familias, es predominantemente el padre o la madre los encargados de capacitarse en temas muy diversos relacionados con el ámbito rural.

Aún así, se observa que el 100% estaría interesado en invertir parte de su tiempo en capacitarse técnicamente en distintos ámbitos, siendo mayoritariamente la agricultura y la ganadería los ámbitos en que la población está más interesada en evolucionar. De todos los encuestados, un 81% estaría también dispuesto a invertir dinero en su capacitación, siempre dentro de sus posibilidades económicas.

Con respecto a temas empresariales, sólo uno de los encuestados cuenta con una empresa formalizada, dedicada al transporte, de la cual es el gerente. Cabe mencionar el deseo de la población en capacitarse en un futuro sobre temas de manejo de cultivos y de pastos, así como manejo de animales, para que de este modo se puedan generar sus propios recursos.

**3.5. Participación en programas sociales**

De todas las familias encuestadas, el 81% está incluido en el programa social “Vaso de Leche”, con el que reciben un Kg. de avena mensual, el 38% participa en el programa “Juntos”, por el que reciben S/. 100 mensuales y tan solo el 5% están incluidos en el programa “Crecer”, con el que reciben una cierta cantidad de arroz, atún y aceite al mes.



### 3.6. Hábitos de cocción de alimentos

Todos los encuestados afirman cocinar 3 veces al día, suponiendo un promedio de 2 horas diarias.

Los alimentos que más se cocinan son, por orden de importancia: papa, arroz, menestra, fideos, trigo y en menor medida mote, pollo y otros.

En cuanto a las dificultades que se encuentran a la hora de cocinar, un 67% opina que produce mucho humo, un 24% afirma que no existe combustible suficiente y un 14% se queja de que demora demasiado en cocinar los alimentos. Cuatro de los 21 encuestados afirma que no tiene ninguna dificultad en la cocina, dado que ya disponen de cocinas mejoradas.

Cabe resaltar que las cocinas mejoradas con las que actualmente cuentan algunas familias, son de construcción artesanal y en algunos casos no cumplen con especificaciones técnicas, sin embargo son de utilidad para las familias, lo cual podría presentar mejoras con una intervención y asesoramiento técnico.

## IV. ACTIVIDADES PRODUCTIVAS E INGRESOS FAMILIARES.

En la comunidad del Pucará, de las 119 personas que se encuentran dentro del universo de 21 familias, se tiene que 41 personas se dedican a la agricultura y la ganadería. Así, se entiende que el total de las familias se dedican a estas dos actividades.



Fuente: ITDG - Encuesta socioeconómica 2010

Para el caso de estudiantes se tiene que 37 pobladores se encuentran en esta categoría, y en minoría está la población que no realiza ninguna actividad económica.

### 4.1. La Agricultura.

Como es característico en la zona rural, la agricultura se constituye en la actividad más importante. A pesar de que no se registran elevados niveles de producción y rentabilidad en función a esta actividad, todas las familias de la comunidad se dedican a estas faenas debido a que de ellas obtienen el sustento alimenticio diario, pues la producción es en la mayoría de los casos para autoconsumo. A esto se suma la estrecha relación Agricultura – Ganadería, ya que también es esta actividad que permite producir pastos para alimento de su ganado.



Fuente: ITDG – Encuesta socioeconómica 2010

La producción agrícola está destinada en la mayoría de los casos para autoconsumo. Los principales cultivos en el caserío son, por orden de importancia: pasto, papa, olluco, oca y en menor proporción la cebada y habas; los mismos que por el hecho de estar en zonas altas, sufren de constantes cambios climatológicos como las heladas, las mismas que en ocasiones producen la pérdida total o deficiente cosecha.

Respecto a la condición de las tierras en la comunidad, el 82% son terrenos al secano, mientras que el 18% se encuentran bajo riego.

En cuanto al uso de fertilizantes, el 77% utiliza algún tipo de abono. De estos, la mayoría utilizan la gallinaza o el guano.



#### 4.2. La Ganadería.

La ganadería es la actividad por medio del cual el total de la población percibe algún ingreso. Esta actividad se refleja en la venta de leche a las Empresas lecheras de “Gloria” y “Nestlé” las mismas que pagan por litro de leche S/. 0.80 céntimos; el promedio de litros que se produce por familia es de 32 litros.

Además de lo anterior cabe mencionar la crianza de animales menores dentro de la comunidad como parte complementaria a la actividad lechera. Esta crianza de animales menores en algunos casos se realiza con la finalidad de tener un ingreso adicional con la venta de alguno de ellos. Esta venta se realiza cuando la población viaja hacia Cajamarca para realizar el cobro por la venta de leche.

#### 4.3. Comercio.

Para abastecerse de artículos de primera necesidad, la comunidad cuenta con una tienda. Sin embargo también compran productos de la ciudad de Cajamarca cuando viajan a cobrar de la producción de leche.

#### 4.4. Ingreso Familiar.

La principal fuente de ingresos para los pobladores del caserío proviene de la venta de leche a la empresa Gloria y en mínima cantidad a la empresa Nestlé, ya que por la agricultura no se recibe algún ingreso debido a que lo que se produce por esta actividad se lo destina al autoconsumo y la cantidad producida es relativamente pequeña.

La venta de animales menores no significa un ingreso permanente y en gran cantidad, pues no es una actividad permanente.

En promedio, y de manera general, una familia percibe mensualmente S/. 790 soles, monto que refleja las carencias y la pobreza que caracteriza a la comunidad.

## V. CONSUMO DE ENERGIA.

### 5.1. Fuentes de Energía y Usos.

Para la cocción de alimentos las familias emplean básicamente leña. Debido al consumo diario de leña, en la comunidad se aprecia una excesiva deforestación de los árboles y arbustos nativos de la zona, lo cual está generando problemas de erosión de los suelos; el uso de leña para cocción es una de los principales factores de deforestación, por lo que amerita buscar alternativas de generación de fuentes de energía y ahorro de leña.

En el caso específico de las fuentes de energía para el alumbrado y el funcionamiento de algunos artefactos, tenemos que:

Hasta una año atrás el 90.5% de la población de Pucará utilizaba velas para alumbrarse y sólo en mínima cantidad lo realizan por medio de mechero y lámparas a tubo, haciendo uso de Kerosene; además de utilizar pilas para pequeños artefactos electrodomésticos y linternas a mano.

Actualmente, con la construcción de la MCH, el consumo y/o utilización de velas, pilas y kerosene va a disminuir; del total de viviendas (51) 30 de ellas van a hacer uso de energía eléctrica y quedarían 21 familias para que se pueda ver la mejor alternativa de provisión de energía, siendo una de ellas los paneles solares.

Se puede notar que las fuentes de energía que implican otros combustibles como el gas y la gasolina no son utilizadas dentro de la comunidad, debido a que implica un costo mayor el funcionamiento.

Del total de viviendas (51), se ha podido verificar que 9 disponen de paneles solares que han sido proveídos por Perú Micro Energía.



Cuadro N° 03 - FUENTES DE ENERGÍA

Fuente de Energía	N° de Usuarios	Porcentaje (%)
Lámpara a Tubo	1	4.8 %
Mechero	6	28.6 %
Lámpara Petromax	0	0 %
Lámpara a Gas	0	0 %
Velas	19	90.5 %
Pilas	14	66.7 %
Batería	0	0 %
Grupo Electrógeno	0	0 %

Fuente: Encuesta Socioeconómica – ITDG - marzo 2010.

CUADRO N° 04: PRINCIPALES FUENTES DE ENERGÍA, VENTAJAS Y DESVENTAJAS

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<b>ELAS V</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se pueden emplear varias a la vez, para cada ambiente del hogar.</li> <li>Brindan iluminación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implican un gasto constante.</li> <li>Son más caras en el caserío, por lo que hay que comprarlas en la ciudad.</li> <li>Se consumen rápidamente.</li> <li>Luz de alcance reducido y de mala calidad.</li> <li>Generan humo.</li> <li>Riesgo de producirse incendios.</li> </ul>
<b>ELAS P</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empleadas en radios, que son los artefactos más utilizados.</li> <li>También se usan en iluminación (con linterna).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implican un gasto constante.</li> <li>Duración bastante limitada.</li> <li>Son potencialmente contaminantes.</li> </ul>

Elaboración: Soluciones Prácticas – ITDG 2010.

**5.2. Gasto Mensual en Fuentes de Energía para Alumbrado y Uso de Artefactos.**

De acuerdo a la información que se tenía, se estimaba que el gasto en velas, pilas, kerosene, era de **S/. 16.75 soles**. En cuenta se inicie el funcionamiento de la MCH, este gasto definitivamente se irán reduciendo, permitiendo una pequeño ahorro a las familias y con mayores posibilidades de uso de la energía eléctrica para otras actividades.

Pero como se indicada anteriormente, aún quedan familias que no van a ser beneficiadas de la MCH debido a la lejanía de sus viviendas y estas hasta que no dispongan de otra

alternativa de provisión de energía para alumbrado y artefactos, seguirán haciendo uso de las fuentes tradicionales de energía y haciendo el mismos gasto.

**5.3. Utilización de Artefactos Electrodomésticos.**

Por el momento la utilización de artefactos electrodomésticos se limita al uso de radios portátiles (90%), celulares (48%) y televisores (33%). Con el funcionamiento de la MCH, progresivamente las familias irán adquiriendo otros tipos de equipos electrodomésticos. También, el uso de celulares está empezando a masificarse en la población para comunicarse con familias y para coordinar negocios, etc.

**5.4. Posibles Usos Productivos de la Energía.**

La intención de dar un uso productivo a la energía de la MCH es una actividad que tendrá que ser incentivada y promovida de acuerdo a las potencialidades de la zona, una de ellas puede ser la carpintería, elaboración de productos lácteos, etc.

**VI. EVALUACIÓN SOCIAL.**

**6.1. Ventajas y Desventajas de las Fuentes de Energía tradicionales.**

Por el hecho de no contar con servicio de energía eléctrica, los pobladores de la comunidad de Pucará han recurrido y algunas de ellas van a seguir utilizando fuentes de energía nada saludables y costosas.

Tanto las velas como las pilas como otras fuentes de energía son costosas, además de no brindar la calidad necesaria para suplir la necesidad dentro de la cotidianidad de la población. A esto se suma la limitada capacidad de iluminación de las diferentes fuentes de energía.

Por el hecho de que estas fuentes de energía son limitadas, los beneficios para los cuales se utilizan serán de la misma manera deficiente, así por ejemplo la iluminación con velas aparte de tener muy poca capacidad de iluminación, dificulta que los niños puedan estudiar durante las noches y son potencialmente peligrosas pues al ser olvidadas o al caer sin que nadie se percate, pueden generar incendios. Además los humos que emanan son dañinos para la salud.

Si las familias contasen con energía eléctrica se beneficiarían en diferentes aspectos, pues los niños tendrían más horas y facilidades para estudiar y se podrían utilizar fuentes



de iluminación saludables. En general, mejorarían las condiciones de vida de la comunidad, aunque afectarían al ritmo cotidiano del hogar.

Actualmente Perú Microenergía ha empadronado a 09 familias para ser beneficiarias de sistemas fotovoltaicos para abastecimiento de energía en la vivienda, estas familias son:

- Antolín Becerra.
- Wilson López Valdez.
- Augusto Cueva Tacilla.
- Hugo Terán Malca.
- Edita Silva Cueva.
- Doris Herrera.
- Ezequiel Cueva Tacilla.
- Silverio Cueva Tacilla.
- Neemias Chilón Terán.

Los paneles a instalar tienen una potencia de 50W y se otorgan a las familias mediante un contrato, mediante el cual las familias se comprometen a pagar una tarifa mensual de S/15.00, con la condición de devolver los equipos en el momento en que la familia deje de utilizarlos.

## VII. AUTORIDADES, ORGANIZACIONES LOCALES Y ACTORES.

### 7.1. Autoridades del Caserío Pucará.

El Caserío del Pucará cuenta con las siguientes autoridades:

- **Agente Municipal:** Sr. Augusto Cueva Tasilla. Autoridad representativa, coordina con las autoridades de la municipalidad de San Pablo.
- **Teniente Gobernador:** Sr. Alejandro Becerra Campos. Autoridad política, representa al Ministerio del Interior en la comunidad, directamente es el representante del gobernador. Recientemente elegido debido a la renuncia del Ezequiel Cueva Tacilla.

### 7.2. Organizaciones en Pucará.

- **Asociación de Padres de Familia del Centro Educativo - Pucará.**

Agrupación únicamente a los padres de familia que tienen a sus hijos en el centro educativo. Supervisa que los recursos sean bien utilizados en la escuela.

El presidente de la APAFA es el Sr. Elmer Chilón Terán y tienen reuniones una vez al mes en donde se planifican actividades con la finalidad de conseguir fondos para trabajos en bien de la escuela

- **Organizaciones Asistenciales.**

El caserío de Pucará es beneficiado con el Programa “**Juntos**” que asigna una subvención mensual de S/.100.00 soles para familias de extrema pobreza y con niños, además de capacitarlos en Huertos Familiares. El programa “**Vaso de leche**” (representada por la Sra. Leonor Cueva Tasilla), donde reciben 1kg de avena, además de capacitarlas en Tejidos. El programa “**Crece**” mediante el cual se les otorga en pequeñas cantidades arroz, atún y aceite y el programa “**Predeci**” que está trabajando en cocinas mejoradas y el tema de desnutrición infantil en niños menores de tres años de edad.

- **Comité de Regantes.**

Se encarga de gestionar el uso del agua entre todos los usuarios, además organiza a los usuarios para los trabajos de mantenimiento.

Representado por:

Presidente: Sr. Ezequiel Cueva Tasilla.

Secretario: Sr. Augusto Cueva Tasilla.

- **JASS (Junta Administradora de Servicios de Saneamiento).**

Representado por:

Presidente: Sr. Silverio Cueva Tasilla.

- **Promotores de Salud.**

Representado por:

- Sr. Hugo Terán Malca.

- Sra. Rosa Herrera Barrantes (madre voluntaria para el trabajo de salud en la comunidad).



**7.3. Identificación de Actores Estratégicos.**

**7.4. Intervenciones de Proyectos.**

Dentro de las distintas intervenciones por parte de diferentes instituciones y organismos con la finalidad de beneficiar al caserío de Pucará tenemos:

**PREDESI:**

Dedicada específicamente en actividades de la salud y nutrición infantil. Se ha instalado una cocina mejorada en la institución educativa.

**FONCODES:**

En el año 2000 esta institución construyó un sistema de agua potable conjuntamente con un programa de letrización.

**INKARENOM:**

Ha realizado la construcción de un canal para la conducción de agua destinada al riego.

**GOBIERNO REGIONAL:**

Actualmente la comunidad ha solicitado un proyecto sobre riego tecnificado.

CUADRO N° 05 – ACTORES ESTRATÉGICOS

ACTOR		ACCIONES	CONTRIBUCIÓN AL PROYECTO
Agente Municipal	Augusto Cueva Tasilla	Autoridad representativa, coordina con las autoridades de la municipalidad de San Pablo.	Supervisar el desarrollo y la transparencia del Proyecto.  Motivar a la población en los diferentes trabajos dentro del proyecto.
Teniente Gobernador	Alejandro Becerra Campos	Autoridad política, representa al Ministerio del Interior en la comunidad, directamente es el representante del gobernador.	
Ronda Campesina.	Jaime Cabanillas Guevara	Inactivo	La Ronda Campesina, también puede aportar al proyecto con la convocatoria y la organización de los beneficiarios.  La Ronda Campesina podría actuar como un ente regulador en las actividades de intervención
APAFA – Centro Educativo Primario - Pucará		Agrupación únicamente a los padres de familia que tienen a sus hijos en el centro educativo.	Actor motivador frente a los padres de familia del C.E.

Elaboración: Soluciones Prácticas – ITDG 2010.



**CONCLUSIONES**

- a. El caserío Pucará tiene 51 viviendas habitadas con una población total de 224 habitantes. De éstos, el 69.7% es menor de 30 años.
- b. De la población total, el grado de instrucción que tiene un mayor porcentaje es Primaria Incompleta, con un 28.6% para el caso de los hombres y 32.2% para el de las mujeres, seguido de la primaria completa para los hombres, con un 23.2%, y la secundaria incompleta para el caso de las mujeres, con un 16.9%. El grado de analfabetismo es mínimo, siendo un 5.4% en hombres y un 6.8% en mujeres.
- c. Las principales actividades productivas son la agricultura y la ganadería. La producción agrícola es básicamente dirigida al autoconsumo; la producción lechera es vendida en su totalidad.
- d. El ingreso mensual familiar es de S/.790 soles en promedio.
- e. Las principales fuentes de energía utilizadas para alumbrado son las velas y pilas. El gasto promedio mensual en estas fuentes de energía es de S/.16.75 soles. Con el inicio del funcionamiento de la MCH, 30 familias dejarán de utilizar fuentes de energía tradicionales (velas, pilas, etc), quedando aún 21 familias para ser atendidas por otras alternativas de electrificación.
- f. La dotación de energía eléctrica a través de la MCH mejorará notablemente las condiciones de vida de sus habitantes, se considera 30 viviendas con acceso a servicio de energía eléctrica; a pesar de ello, hay familias que no van a ser beneficiadas debido a lo disperso que se encuentran (21 viviendas), éstas requieren de ser consideradas ser atendidas con alguna otra alternativa, como los paneles solares.
- g. Con el financiamiento de municipalidad distrital de Tumbadén y Soluciones Prácticas e Ingeniería Sin Fronteras, se viene implementando el proyecto “Acceso a Servicios Básicos y Mejora de la Calidad de Vida de las Familias de Pucará”, se ha podido mejorar el sistema de agua potable e incorporar a algunos usuarios nuevos, pero aún falta realizar algunas acciones como la construcción de pozos y proveer a 03 familias del servicio.
- h. Se ha podido constatar en la comunidad de Pucará que el 67% tienen letrinas en mal estado y necesitan ser cambiadas, el 14% tienen pozos ciegos en mal estado y el 19% de las familias realizan sus necesidades fisiológicas en el campo.

**SUGERENCIA**

Se debe tener en cuenta que varios de los encuestados mostraron un gran interés por el riego tecnificado. En la época de estiaje sufren de sequía y el sistema de riego actual desperdicia mucha agua. Por eso, se recomienda encarecidamente introducir la mejora de los sistemas de riego dentro del proyecto que se va a plantear.

**ANEXOS**

EDAD	TOTAL	%
0 a 6	21	18%
7 a 12	20	17%
13 a 18	18	15%
19 a 24	14	12%
25 a 30	10	8%
31 a 36	6	5%
37 a 50	14	12%
51 a +	16	13%
<b>TOTAL</b>	<b>119</b>	<b>100%</b>

**Tabla N°01:** Población por Grupos de Edad - Caserío Pucará

**Tabla N°02:** Grado de Instrucción, por Sexo - Caserío Pucará

GRADO DE INSTRUCCIÓN	GRADO DE INSTRUCCIÓN DE LA POBLACIÓN, POR SEXO					
	Hombres		Mujeres		TOTAL	
	Hombres	%	Mujeres	%	TOTAL	%
Sin nivel	7	13%	12	20%	19	17%
Prim. Incomp.	16	29%	19	32%	35	30%
Prim. Comp.	13	23%	7	12%	20	17%
Sec. Incomp.	8	14%	10	17%	18	16%
Sec. Comp.	8	14%	5	8%	13	11%
Superior Incompleta	1	2%	2	3%	3	3%
Analfabeto (> de 18 años)	3	5%	4	7%	7	6%
<b>TOTAL</b>	<b>56</b>	<b>100,00%</b>	<b>59</b>	<b>100,00%</b>	<b>115</b>	<b>100%</b>

**Tabla N°03:** Tipos de Familias por tenencia de Tierra – Caserío Pucará

TIPOS	Nº FAMILIAS	%
Infrasubsistencia (< de 5 Ha)	8	38.1%
Autosubsistencia (5 a 10 Ha)	3	14.3%
Excedentarias (> a 10 Ha)	10	47.6%
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>100%</b>



Tabla N°04: Actividades Principales de los Miembros de las Familias - Caserío Pucará.

ACTIVIDADES PRINCIPALES		
ACTIVIDAD	Nº	%
Agricultura - Ganadería	41	34%
Ama de casa	17	14%
Estudiante	37	31%
Comerciante	1	1%
Chofer	1	1%
Obrero	1	1%
Otros	4	3%
Ninguna	17	14%
<b>TOTAL</b>	<b>119</b>	<b>100%</b>

Tabla N°05: Principales Cultivos – Caserío Pucará.

PRODUCTO	%
Papa	13%
Cebada	1%
Oca	3%
Olluco	3%
Haba	1%
Pastos	79%
Ninguna	0%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

Tabla N°06: Principales Fuentes de Energía para Alumbrado y Uso de Artefactos - Caserío Pucará.

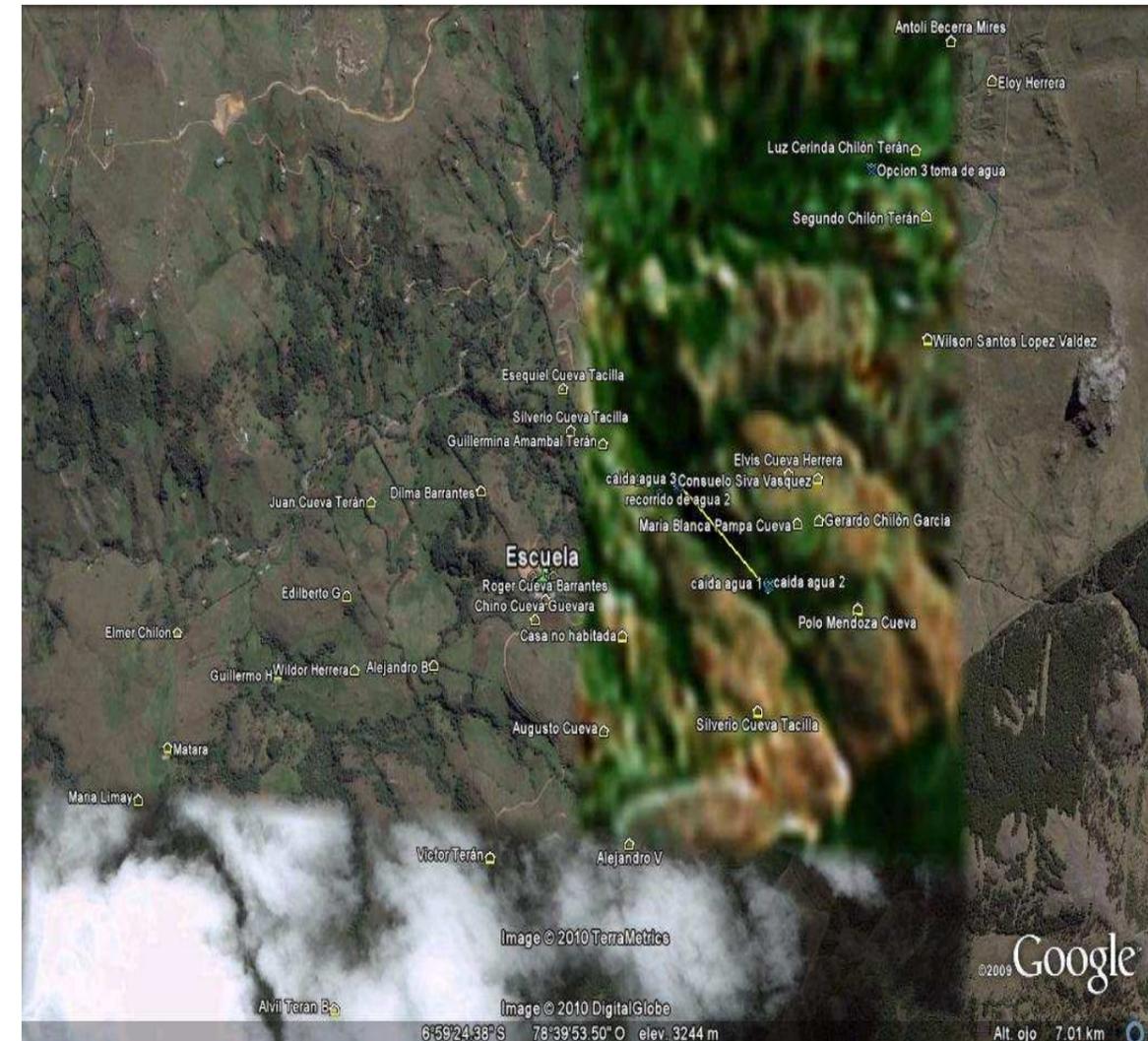
FUENTE DE ENERGÍA	%
Lámpara a Tubo	4.8%
Mechero	28.6%
Lámpara Petromax	0%
Lámpara a Gas	0%
Velas	90.5%
Pilas	66.7%
Batería	0%
Grupo electrógeno	0%

Tabla N°07: Promedio de Gasto Mensual por Fuente de Energía - Caserío Pucará.

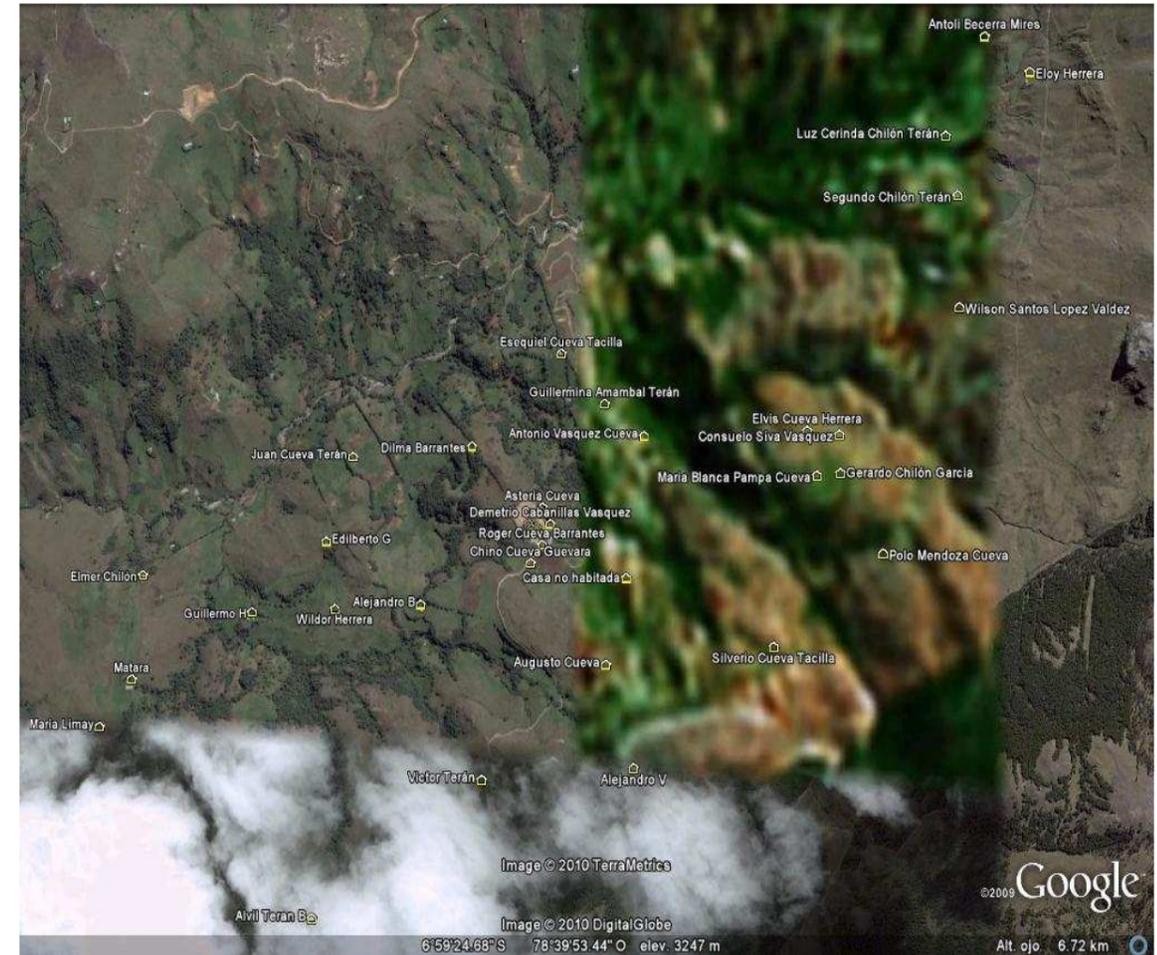
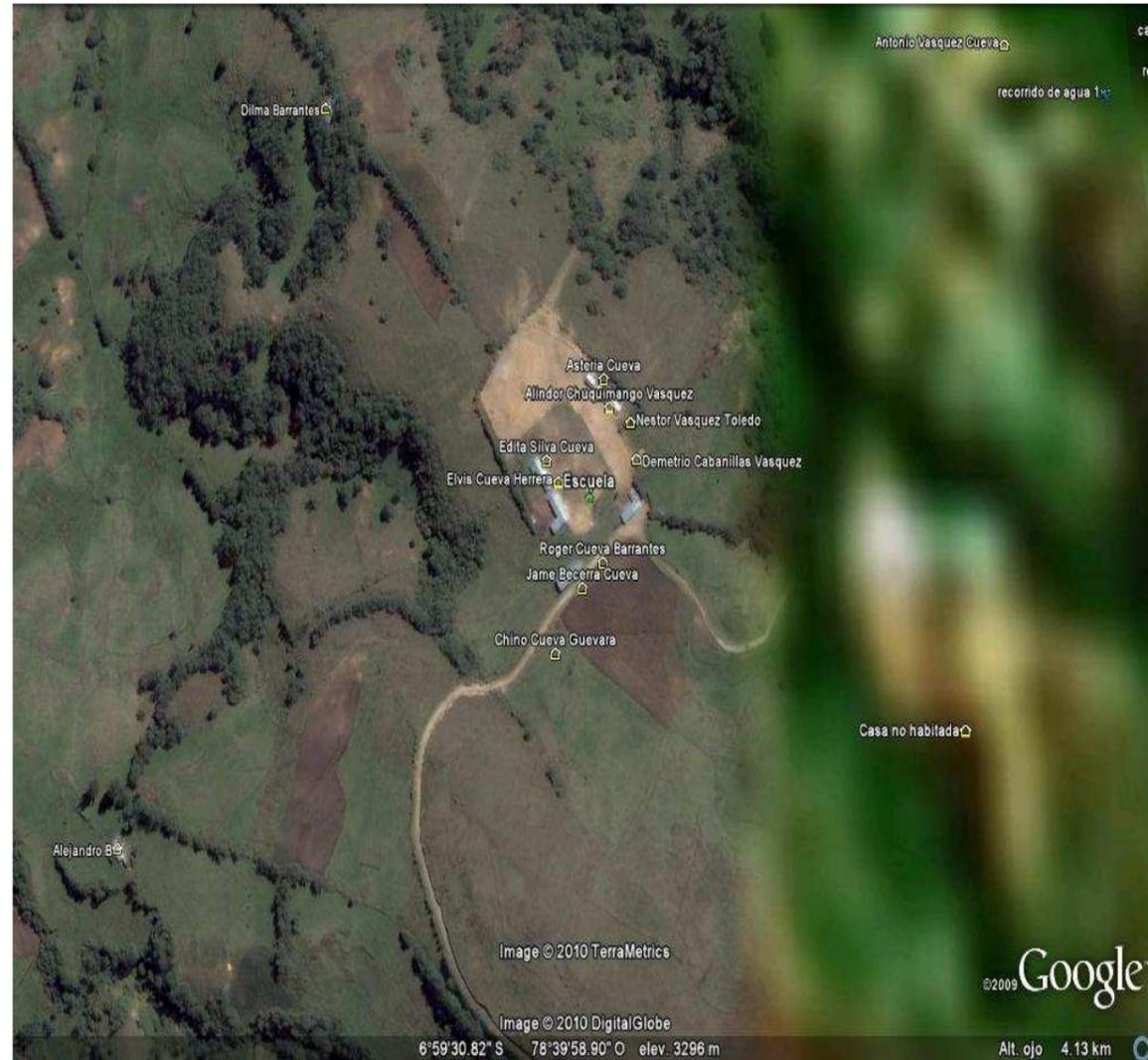
FUENTE DE ENERGÍA	Unidad de Medida	Cantidad / mes	Costo unitario	Gasto Total
Lámpara a Tubo	Litro	1	S/. 3.60	S/. 3.60
Mechero	Litro	6	S/. 4.20	S/. 22.80
Velas	Paquete	6	S/. 2.34	S/. 12.62
Pilas	Par	1.6	S/. 2.51	S/. 4.13

## IMÁGENES SATELITALES DE LA COMUNIDAD DE PUCARÁ

### DISTRIBUCIÓN DE CAIDAS DE AGUA



### IDENTIFICACIÓN DE LA ESCUELA



VIVIENDAS IDENTIFICADAS DEL CASERÍO DE PUCARÁ



### 1.9 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La población del centro de poblado de Pucará no cuenta con energía eléctrica, usando como instrumento de alumbrado linternas y mecheros de queroseno. La energía eléctrica permitirá no sólo solucionar el problema de alumbrado sino que además impulsará la pequeña industria por constituir el motor de desarrollo.

➤ **Justificación técnica**

El proyecto no tiene mayores complicaciones, puesto que consiste en un simple barraje en el río y realizar una plataforma por el terreno por donde irá la tubería. Se busca una caída acorde a lo buscado (más de 30m), con la cual se generará una potencia de 12 Kw que abastecerá de energía eléctrica a la población del caserío de Pucará.

➤ **Justificación económica**

Se espera que la dotación de energía eléctrica al Centro de Poblado de Pucará, no solo mejore la calidad de vida del poblador, sino que por otro lado genere ingresos económicos mediante la pequeña industria como lácteos, carpintería, molino de granos, entre otros.

➤ **Justificación social**

Desde el punto de vista social, la energía eléctrica es base del desarrollo que repercute directamente en un mejoramiento de la calidad de vida desde todo punto de vista.

➤ **Justificación turística**

El Centro de Poblado de Pucará cuenta con atractivos turísticos como son: La vista panorámica de las campiñas, sus ríos, la cascada del río Tabanas, las ruinas arqueológicas incas, además de dos puentes naturales cuyas conformaciones dan un aspecto especial al paisaje.

Existen restos arqueológicos que sirven para determinar una serie de hechos históricos como el esclarecimiento del desarrollo de las diferentes civilizaciones andinas, estos restos arqueológicos se encuentran ubicados bajo el cerro de las ruinas, cerca de la cascada del río Tabanas. Estas ruinas consisten en un cementerio de la época con los restos humanos cerca de la montaña y unos restos de unas posibles viviendas.

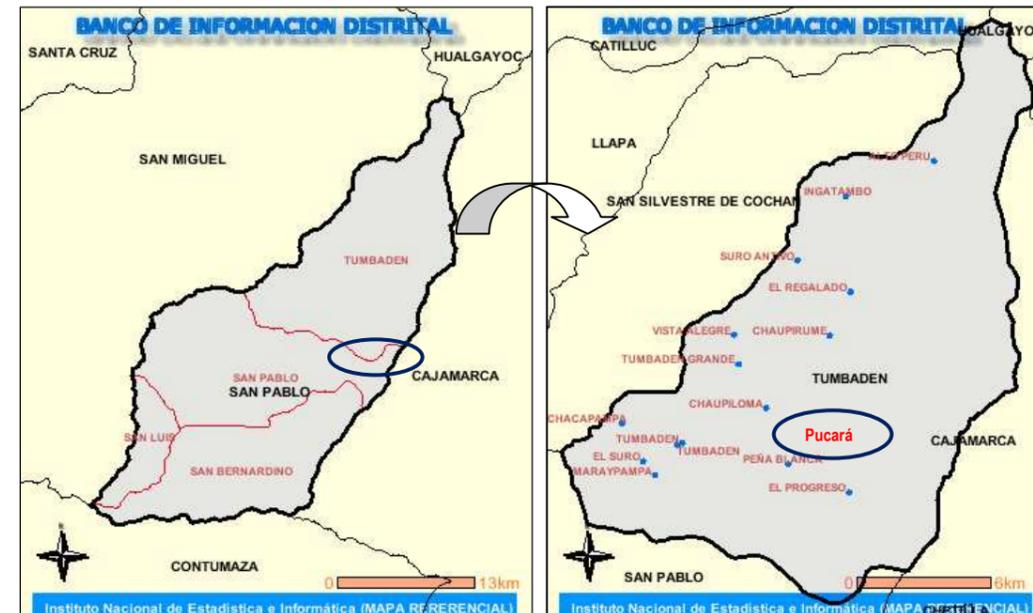
### 1.10 PERFIL TECNICO ELABORADO POR SOLUCIONES PRÁCTICAS

## PERFIL TÉCNICO DE PROYECTO

### MICROCENTRAL HIDROELECTRICA “Pucará”

**Ubicación geográfica.-**

El caserío de Pucará se encuentra ubicado al Nor - Este del distrito de Tumbadén, provincia de San Pablo, región Cajamarca.



Fuente: INEI

**Altitud.-**

El lugar se halla a una altitud de 3,320 m.s.n.m., en la región jalca; y el proyecto en cuanto a ubicación de obras civiles y equipo electromecánico se emplaza entre las cotas 3,162.00 y 3,124.00 m.s.n.m. respectivamente.



#### **Clima.-**

El clima es frío y seco, con una temperatura promedio de 14 C°, la temperatura mínima es de 8 C° y la máxima de 20 C°; las precipitaciones se presentan entre los meses de noviembre y abril, siendo los meses de enero hasta marzo los de mayor intensidad.

La información meteorológica de las estaciones de San Juan (834,4 mm), Contumazá (756,9 mm), Llapa (917,2 mm), Granja Porcón (1239,9 mm) y Quilcate (639.3) permite determinar que el promedio de precipitación total por año oscila entre 600 y 1240 mm anuales ubicados entre los 2 000 y 3 000 m.s.n.m.

#### **Topografía y suelos.-**

La topografía del área donde se ubica el proyecto en cuanto a obras civiles es ondulada, con pendientes suaves, se aprecian pequeñas hondonadas y laderas; el pueblo se halla asentado en la parte alta con respecto al proyecto y en una zona medianamente plana. La vegetación predominante, sobre todo en ambos márgenes del río tabanal, son arbustos y algunos árboles naturales que todavía quedan. En áreas aledañas al proyecto, y sobre todo alrededor del pueblo se aprecia grandes extensiones de terrenos con pastos naturales y cultivados, los cuales sirven como forraje para ganado vacuno de leche, así mismo es notorio la presencia de pequeños sembrados para cultivos de pan llevar, donde destaca el cultivo de papa.

#### **Vías de acceso.-**

El acceso a la zona del proyecto desde la ciudad de Cajamarca, se lo hace a través de la carretera Cajamarca - Bambamarca, por la carretera que va por la Granja Porcón, luego se prosigue mediante una trocha carrozable en malas condiciones.

Tiempo empleado haciendo uso de vehículo particular, 3 horas.

#### **Características socioeconómicas.-**

La actividad principal de los pobladores de Pucará lo constituye la ganadería de leche en su mayoría, y unos cuantos se dedican a la agricultura además de otras actividades comerciales a menor escala como la crianza de truchas a través de una piscigranja artesanal y carpintería.

La actividad agrícola esta dirigida principalmente al cultivo de papa, oca, olluco y chocho; cuya producción es para el autoconsumo, el pequeño excedente es comercializado en Cajamarca.

En cuanto a la ganadería predomina en su mayoría el ganado vacuno criollo de leche y los animales menores (gallinas y cuyes). La leche es vendida en forma fresca a las empresas GLORIA y NESTLE. Se estima una producción en conjunto de alrededor de 1000 litros de leche al día; existen productores que llegan a vender hasta 120 litros, así como otros que venden 15 litros diarios.

#### **Población e infraestructura de servicios.-**

La población actual del caserío está constituida por 51 familias, de las cuales de las cuales solo 15 se encuentran concentradas, el resto se hallan dispersas; las concentradas se ubican alrededor de un plaza que en futuro será su plaza de armas, junto a escuela; por información de las autoridades de la localidad, el caserío crecerá en forma distribuida ya que se ha repartido en solares la parte céntrica de la comunidad a los pobladores de éste caserío; de esta manera acceder en un futuro a un mejor servicio de agua y energía. Las viviendas en su mayoría es de un nivel y con un promedio de 4 ambientes por vivienda, en la construcción de los muros predomina el adobe, los pisos son de tierra, techo de madera aserrada y en la cobertura predomina la calamina galvanizada. La totalidad de viviendas cuenta con servicio de agua entubada a domicilio, así mismo un gran porcentaje de viviendas cuentan con letrinas para la disposición de excretas.

El caserío cuenta con una moderna Institución Educativa de material noble de dos pisos a nivel primario, cuenta con 50 alumnos y 2 docentes.

Existen zonas del caserío donde hay señal de celular, por consiguiente varios pobladores, cuentan con este medio de comunicación para realizar coordinaciones y comunicarse cuando ocurre



cualquier eventualidad, por ahora el cargado de la batería de estos aparatos lo realizan en el Caserío más cercano que cuenta con servicio eléctrico, tal es el caso del el regalado.

Las organizaciones representativas son la asociación de padres de familia, la junta de servicios de saneamiento; además de las autoridades como son teniente gobernador y agente municipal.

**Demanda de energía.-**

La necesidad actual de energía para el poblado de Pucará está conformada por la demanda doméstica, alumbrado público, institucional e industrial a pequeña escala. Esta demanda es calculada teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

a) Demanda doméstica:

Por la ubicación geográfica de la zona, se considera un consumo familiar de 0.200 kW. El número de familias beneficiadas inicialmente se estima en 35, luego la potencia requerida es de 7 kW.

b) Alumbrado público:

Esta carga estará compuesta por 5 lámparas de vapor de mercurio de 0.080 kW. cada uno y serán instalados en los lugares estratégicos del poblado, se estima un total de 0.40 kW.

c) Demanda institucional:

Es para dotar de energía a los locales que vienen dando servicios a la población, entre ellos tenemos a la escuela primaria, iglesias evangélicas, entre otros. Esta demanda se estima en 2.00 kW.

d) Demanda industrial:

En la actualidad no existe demanda industrial, sin embargo una vez implementado el proyecto la demanda de energía para dotar de pequeños servicios a la población local y alrededores va a

incrementarse; para fines del proyecto se estima una demanda de 5 kW, producto de la instalación de cargadores de baterías, molino de granos, carpintería de madera, etc.

**Demanda total:**

Todas estas demandas no son satisfechas simultáneamente, por ejemplo el consumo industrial por ser una zona de poco desarrollo por las noches su uso será casi nulo, similar comportamiento tendrá el consumo doméstico durante el día. Esto hace necesario considerar y determinar la demanda diurna y nocturna por separado y comparar cual de las dos es la máxima demanda de energía. (ver cuadro adjunto)

TIPO DE DEMANDA	Demanda Diurna			Demanda Nocturna		
	f.s.	f.u.	D.M.	f.s.	f.u.	D.M.
DOMÉSTICA : 7.00 kW	0.40	0.50	1.40	0.80	0.70	3.92
ALUMBRADO PUBLICO : 0.40 kW	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.40
INSTITUCIONAL : 2.00 kW	0.70	0.80	1.12	0.40	0.50	0.40
INDUSTRIAL : 5.00 kW	0.70	0.70	2.45	0.40	0.50	1.00
<b>TOTAL</b>			<b>4.97</b>			<b>5.72</b>

f.s = factor de simultaneidad

f.u = factor de uso

Máxima demanda nocturna actual: 5.72 kW

Máxima demanda diurna actual: 4.97 kW

Tomando como base la mayor demanda actual, en este caso Pucará necesita contar con 5.72 kW, considerando un 10% de pérdida de energía en la red eléctrica y un 60% más proyectado para 15 años; la demanda real es de:  $5.72 \times 1.10 \times 1.60 = 10.07$  kW.

**Potencial Hidroenergético.-**

El caserío Pucará cuenta como única fuente para la generación de energía con el río Tabanal, el cual pasa por la parte inferior del poblado, a una distancia aproximada de 1 Km. El caudal es permanente todo el año, situación que nos asegura el funcionamiento de la MCH sin dificultades;



la medición hecha por nuestro personal en los meses de estiaje, nos determina la existencia de un caudal entre 100 y 120 lts/seg.

Para fines del proyecto y por seguridad se tomará como caudal 80 lts/seg., en consecuencia para el diseño y construcción de las obras civiles, así como del equipo electromecánico se tendrá en cuenta el caudal señalado.

La altura bruta encontrada haciendo uso de eclímetro y wincha de lona, es de 30.00 mts.; en consecuencia la potencia eléctrica a generar es de  $P = 5 \times 0.080 \times 30.00 = 12.00 \text{ kW}$ .

Esta potencia será permanente siempre y cuando se asegure el caudal de 80 lts/seg.; por consiguiente los componentes de obras civiles, tubería de presión y el equipo electromecánico deberán diseñarse para esta capacidad.

Comparando la demanda de energía (10.07 kW) con la potencia que se puede generar (12.00 kW) nos muestra que la oferta es ligeramente mayor a la demanda, en tal sentido la implementación de la MCH es viable para el lugar; sin embargo para fines de asegurar el servicio para el periodo de diseño (15 años), será necesario desarrollar acciones de capacitación a la población en uso eficiente y racional de la energía, al mismo tiempo recomendar el uso de equipos con potencias que no sobrepasen la potencia instalada.

#### **Situación actual de la energía.-**

Al igual que en todos los pueblos de la sierra andina, el principal insumo energético de la población lo constituye la leña para la cocina, para el alumbrado por las noches utilizan mayoritariamente el kerosene y las velas; para el funcionamiento de radioreceptores y linternas de mano se emplean pilas secas. El colegio secundario y el puesto de salud cuentan con su propio generador eléctrico, los cuales son empleados solo para ocasiones importantes y urgentes, ya que el costo del combustible no les permite hacerlo de forma cotidiana; de igual forma el teniente gobernador cuenta con un pequeño generador que le sirve para desarrollar obras en su carpintería de madera, últimamente también viene sirviendo para el cargado de las baterías de los celulares, sin embargo el uso es restringido por el costo del combustible.

Luego de hacer un análisis económico rápido a las familias del lugar, se estima que en promedio el gasto por el servicio de alumbrado es entre S/. 15.00 y S/. 20.00 mensual por familia. Esto será determinado con mayor precisión cuando se realice el diagnóstico socioeconómico.

#### **CARACTERÍSTICAS DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA “PUCARÁ”**

Con las condiciones de caudal y altura bruta definidos, el diseño de las componentes de la microcentral tendrán características tanto técnicas como de eficiencia aceptables para lograr la potencia calculada, es decir 12.00 kW.

En tales circunstancias el diseño y ejecución de los componentes de las obras civiles y equipo electromecánico serán realizados para un caudal mínimo de 80 lts/seg.

A continuación se detallan las características de las componentes de la microcentral hidroeléctrica:

#### Bocatoma.-

Estará ubicada en la margen derecha del río Tabanal, consistirá en levantar el tirante de agua lo necesario para permitir el desvío del caudal de diseño hacia el canal de conducción, para ello se construirá un barraje móvil perpendicular a la dirección de la corriente. A la salida del canal se ubicará una compuerta de volante de 0.50x0.40 mts., precedida de una rejilla de fierro corrugado de ¾”, cuyos barrotes estarán espaciados cada 10 cm., de tal forma que se evite el ingreso de piedras con diámetros mayores de 3” hacia el canal; la compuerta tiene la función de regular el caudal de agua necesaria para la generación de la energía correspondiente.

#### Canal de conducción.-

El canal de conducción de agua para la microcentral será con características hidráulicas y geométricas necesarias para conducir mínimo 80 lts/seg., el recorrido tendrá una pendiente de 4 por mil. Por las características del suelo que es pastos se hará con tubería rib block de 10” de diámetro, se construirán cajas de registro de concreto cada 50 mts., a fin de realizar la inspección cotidiana y sirva de limpieza en caso haya alguna obstrucción en el interior de los tubos. La longitud total del canal es de 1000 ml.



Desarenador y cámara de carga.-

Esta estructura estará ubicada al finalizar el canal de conducción, es decir en el Km. 1+00; con las siguientes características:

- Caudal de diseño:  $Q= 0.080 \text{ m}^3/\text{seg.}$
- Longitud de entrada:  $Le= 1.20 \text{ mts.}$
- Longitud de decantación:  $Ld= 4.00 \text{ mts.}$
- Longitud de cámara de carga:  $Lt= 1.20 \text{ mts.}$
- Profundidad de cámara de carga:  $H= 1.40 \text{ mts.}$
- Profundidad de desarenador:  $h= 0.50-0.70 \text{ mts.}$
- Ancho de cámara de carga:  $W= 1.20\text{mts.}$
- Rejilla de ingreso: PT de 1"x1/4" en el bastidor  
PT de 1/2"x3/16"@ 0.015mts.
- Pendiente de ingreso:  $S= 0.15$
- Espesor de paredes y piso:  $e= 0.15 \text{ mts. y } 0.20 \text{ mts, respectivamente.}$
  
- Material de construcción: Concreto armado,  $f'c= 175\text{Kg}/\text{cm}^2$ ., con refuerzo de acero corrugado grado 60 de 1/2" y 3/8" de diámetro.

Antes del ingreso de agua al desarenador se colocará una compuerta metálica tipo tarjeta de 0.40x0.30 mts., la cual permitirá regular el ingreso de agua, así mismo servirá para obstruir el flujo de agua en el momento de realizar la limpieza correspondiente. El sistema de desagüe para el desarenador será mediante la ubicación de una tubería plástica embonada a un codo también de plástico del mismo diámetro empotrado en el piso; la evacuación de agua y sólidos provenientes de la limpieza se realizará hacia el canal de limpia situado adyacente a la cámara.

Tubería de presión.-

La tubería de presión a emplearse será de PVC de alta presión  $\varnothing 8''$ , de 6.00 mts. de longitud cada uno, unión tipo flexible; la longitud total es de 110.00 mts., la distribución será la siguiente: 50. mts. de clase 5 y 60. mts. de clase 7.5. En los cambios de dirección (04) se utilizarán curvas de PVC  $\varnothing 8''$ , todas de clase 10.

La unión de los tubos será tipo flexible, para ello se empleará anillos de caucho de 8" de diámetro y lubricante. La unión se efectuará desde la casa de fuerza hacia la cámara de carga, el último tubo quedará empotrado dentro de la cámara de carga, de preferencia en el momento de vaciado el concreto; la tubería quedará enterrada en su totalidad mínimo 0.80 mts.; y fijada al suelo mediante los anclajes ubicados en las curvas respectivas.

Anclajes.-

Estarán ubicados en los cambios de dirección y en los tramos rectos con longitudes mayores a 50 mts.; su construcción será de concreto  $f'c= 140 \text{ Kg}/\text{cm}^2+25\%$  de P.M.

Casa de fuerza.-

La casa de fuerza estará compuesta por dos ambientes, el primero de 4.00 x 4.00 mts. para la instalación del equipo y el otro de 2.50x4.00 mts., para descanso del operador y almacén de herramientas. Las características de su construcción son las siguientes:

- Cimientos: Serán de concreto ciclópeo, cemento-hormigón 1:10 + 30% de piedra grande máx. 8".
- Sobrecimientos: De concreto ciclópeo, cemento-hormigón 1:8 + 25% de piedra mediana máx. 4".
- Muros: Serán construidos con ladrillo corriente cocido, en aparejo de soga, reforzado con columnas de concreto armado y acero de 3/8", así mismo se colocará una viga de amarre en todo el perímetro de la edificación, también de concreto armado y acero de 3/8". Los acabados de los muros serán tal, que permita darle el acabado y la pintura correspondiente, tanto en interiores y exteriores.
- Techo: La estructura será de madera rolliza y escuadrada, de preferencia de la zona en estado seco; el techo será de calamina de zinc galvanizada a dos aguas.



- Pisos y veredas: Serán de cemento y hormigón 1:6, acabado con cemento y arena 1:4; pulido y cuadrado el piso y bruñado las veredas.
- Puertas de madera en estado seco, tipo tablero con cerrajería (chapa, picaportes y jalador).
- Ventanas de madera en estado seco con reja de seguridad empotrada (fierro corrugado de ½”) y vidrios semidobles.
- Como instalación sanitaria se construirá una letrina a un costado de la casa de fuerza.
- Además en el interior de la casa de fuerza se construirá las bases para la ubicación del equipo electromecánico y el canal de descarga correspondiente.

Equipo Electromecánico.-

Constará de lo siguiente:

- 01 turbina tipo michel banki de 12 kW de potencia con sus respectivos accesorios; tales como tubo distribuidor, válvulas, juntas de montaje, sistema de transmisión, empaquetaduras, pernos, bases para turbina y generador, etc.
- 01 generador de inducción, asíncrono, trifásico de 12 kW de potencia.
- 01 regulador electrónico de carga y carga secundaria de 12 kW, monofásico.

Redes eléctricas.-

Desde la casa de fuerza al centro poblado se estima una distancia entre 800 y 1000 mts. en línea recta, por consiguiente se tendrá que diseñar e implementar una red en media tensión, con sus respectivos transformadores y tablero de control; para la red secundaria se utilizará el sistema autoportante con cables de 16 y 25 mm<sup>2</sup>. Se realizará un estudio específico al respecto.

**OBJETIVOS Y BENEFICIARIOS:**

**OBJETIVOS:**

- Dotar de energía eléctrica y promover el desarrollo del caserío Pucará.
- Aprovechar la energía en:
  - Alumbrado domiciliario y público
  - Servicios varios: Molienda de granos, cargado de baterías, talleres de carpintería, negocios, etc.

**BENEFICIARIOS:**

- Directos : 35 familias
- Indirectos: 80 familias de caseríos aledaños

**PERIODO DE EJECUCION:**

Se estima un tiempo de 6 meses de ejecución, con las condiciones favorables de clima en la zona.



**ESTIMACIÓN ESTRUCTURA DEL PRESUPUESTO**

PRESUPUESTO ESTIMADO EN S/.						
Proyecto:		Microcentral Hidroeléctrica "Pucará"				
Ubicación:		Cajamarca - San Pablo - Tumbadén - Pucará				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	P.UNIT	P.PARCIAL	P.TOTAL
<b>1.00.00</b>	<b>BOCATOMA</b>					<b>10,000.00</b>
.01.00	Construcción de bocatoma	Gbl.	1	10,000.00	10,000.00	
<b>2.00.00</b>	<b>CANAL DE CONDUCCION</b>					<b>52,360.00</b>
.02.00	Inst. tubería RIB LOC de 10"	ml	1000	45.00	45,000.00	
.03.00	Cajas de registro de concreto	U	23	320.00	7,360.00	
<b>3.00.00</b>	<b>CAMARA DE CARGA Y DESARENADOR</b>					<b>5,000.00</b>
.01.00	Construcción desarenador + camara de carga	U	1	5,000.00	5,000.00	
<b>4.00.00</b>	<b>TUBERIA DE PRESION + ANCLAJES</b>					<b>4,500.00</b>
.01.00	Inst. tubería presión PVC, de 8" + anclajes	GLB	1	4,500.00	4,500.00	
<b>5.00.00</b>	<b>CASA DE MAQUINAS</b>					<b>5,000.00</b>
.01.00	Construcción Casa de máquinas	Gbl.	1	5,000.00	5,000.00	
<b>7.00.00</b>	<b>EQUIPO ELECTROMECANICO</b>					<b>45,000.00</b>
.01.00	Compra e Instalación equipo electromecanico	U	1	45,000.00	45,000.00	
<b>8.00.00</b>	<b>REDES ELECTRICAS</b>					<b>50,000.00</b>
.01.00	Red eléctrica primaria	Gbl.	1	25,000.00	26,000.00	
.02.00	Red secundaria y conexiones domiciliarias	Gbl.	1	24,000.00	24,000.00	
<b>9.00.00</b>	<b>FLETES</b>					<b>20,000.00</b>
.01.00	Fletes Lima - Cajamarca	Gbl.	1	5,000.00	5,000.00	
.02.00	Fletes Cajamarca - Pucará	Gbl.	1	15,000.00	15,000.00	
<b>10.00.00</b>	<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>					<b>7,500.00</b>
.01.00	Maestro de obra	Gbl.	1	7,500.00	7,500.00	
<b>11.00.00</b>	<b>GASTOS DE IMPLEMENTACION</b>					<b>46,700.00</b>
.01.00	Gastos operativos	Gbl.	1	18,000.00	18,000.00	
.02.00	Supervisión técnica	Gbl.	1	21,400.00	21,400.00	
.03.00	Implementación del modelo de gestión	Gbl.	1	7,300.00	7,300.00	
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>S/.</b>	<b>246,060.00</b>

**ESTIMACIÓN ESTRUCTURA DE FINANCIAMIENTO**

FINANCIAMIENTO S/.				
Proyecto:		Microcentral Hidroeléctrica "Pucará"		
Ubicación:		Cajamarca - San Pablo - Tumbadén - Pucará		
Concepto	Presupuesto (S/.)			
	Municipio	Practical Action	Usuarios	Total
<b>Obras civiles</b>		<b>64,274.00</b>	<b>12,586.00</b>	<b>76,860.00</b>
Bocatoma		7,000.00	3,000.00	10,000.00
Canal de conducción		47,124.00	5,236.00	52,360.00
Desarenador y cámara de carga		3,500.00	1,500.00	5,000.00
Tubería de presión y anclajes		3,150.00	1,350.00	4,500.00
Casa de máquinas		3,500.00	1,500.00	5,000.00
<b>Equipo electromecánico</b>	<b>30,000.00</b>	<b>15,000.00</b>		<b>45,000.00</b>
Equipo electromecanico	30,000.00	15,000.00		45,000.00
<b>Redes eléctricas</b>		<b>42,800.00</b>	<b>7,200.00</b>	<b>50,000.00</b>
Red eléctrica primaria		26,000.00		26,000.00
Red eléctrica secundaria y conexiones		16,800.00	7,200.00	24,000.00
<b>Fletes</b>		<b>20,000.00</b>		<b>20,000.00</b>
Flete Lima - Cajamarca		5,000.00		5,000.00
Flete Cajamarca - Pucará		15,000.00		15,000.00
<b>Mano de obra calificada</b>		<b>7,500.00</b>		<b>7,500.00</b>
Maestro de obra		7,500.00		7,500.00
<b>Gastos de implementación</b>		<b>46,700.00</b>		<b>46,700.00</b>
Gastos operativos		18,000.00		18,000.00
Supervisión técnica		21,400.00		21,400.00
Modelo de gestión		7,300.00		7,300.00
<b>TOTALES (US\$)</b>	<b>30,000.00</b>	<b>196,274.00</b>	<b>19,786.00</b>	<b>246,060.00</b>

**Nota 1.-** El aporte de la comunidad considera la mano de obra no calificada y algunos materiales de la zona.



# CAPITULO II



# MARCO TEORICO



# INDICE

- 1 Mecánica de suelos.**
  - 1.1 Propiedades del suelo**
    - 1.1.1 Análisis granulométrico**
    - 1.1.2 Límites de consistencia**
    - 1.1.3 Contenido de Humedad**
    - 1.1.4 Peso específico de sólidos**
    - 1.1.5 Densidad de natural**
  - 1.2 Sistema unificado de clasificación de suelos**
  - 1.3 Capacidad de carga de los suelos**
    - 1.3.1 Capacidad de carga de los suelos**
    - 1.3.2 La teoría de Terzaghi**
    - 1.3.3 Capacidad de carga en zapatas de longitud finita**
  - 1.4 Periodo de diseño**
  - 1.5 Estimación de la población futura**
- 2 Hidrología**
  - 2.1 Caudales promedio**
  - 2.2 Generación de caudales para periodos extendidos**
  - 2.3 Transporte de sedimentos**
- 3 Obras civiles**
  - 3.1 Obras de captación**
    - 3.1.1 Funciones de la bocatoma**
    - 3.1.2 Partes de una bocatoma**
    - 3.1.3 Ubicación de la bocatoma**
    - 3.1.4 Criterios de diseño**
    - 3.1.5 Características hidráulicas del río**
    - 3.1.6 Barraje o azud**
    - 3.1.7 Diseño de las ventanas de captación**
    - 3.1.8 Diseño del vertedero lateral**
    - 3.1.9 Diseño de los muros de encauzamiento**
  - 3.2 Desarenador**
  - 3.3 Canal de conducción**
    - 3.3.1 Parámetros de diseño**
    - 3.3.2 Cálculo de las dimensiones del canal**
    - 3.3.3 Trazo del canal**
  - 3.4 Cámara de carga**
  - 3.5 Tubería de fuerza o de presión**
    - 3.5.1 Selección del diámetro de la tubería**
    - 3.5.2 Materiales para tuberías de fuerza**
    - 3.5.3 Espesor de pared de tubería de fuerza**
    - 3.5.4 Teoría de estabilidad estática**
    - 3.5.5 Juntas de expansión**
  - 3.6 Anclajes y apoyos**
    - 3.6.1 Cálculo de apoyos**
    - 3.6.2 Cálculo de los anclajes**



**3.7 Casa de máquinas o de fuerza**

**4 Equipo electromecánico**

**4.1 Turbina hidráulica**

**4.2 Selección de la turbina**

**4.3 Regulación de la velocidad**

**4.4 Generadores**

**4.5 Obras eléctricas**



## 1 MECANICA DE SUELOS

### 1.1 PROPIEDADES DEL SUELO

Las propiedades del terreno son de mucha importancia para cimentar diversas estructuras, para determinarlas se llevan a cabo diversos ensayos sobre muestras obtenidas de las extracciones.

#### 1.1.1 Análisis granulométrico

El análisis granulométrico permite clasificar a los suelos de acuerdo con la norma ASTM D 422 que consiste en determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelo.

La determinación de la distribución de las partículas de un suelo en cuanto a su tamaño se hace por un proceso de tamizado en suelos de grano grueso y por un proceso de sedimentación en agua en suelos de grano fino. Cuando se usan ambos procesos, el ensayo se llama análisis granulométrico combinado.

#### 1.1.2 Limite de consistencia (Atterberg)

Su determinación se realiza en función a las normas ASTM D 4318. De acuerdo al contenido de agua en orden decreciente, un suelo puede ser susceptible de ser plástico o estar en cualquiera de los siguientes estados de consistencia definidos por Atterberg:

- **Estado líquido:** con propiedades y apariencia de una suspensión.
- **Estado plástico:** con comportamiento plástico.
- **Estado sólido:** el volumen de suelo ya no varía con el secado.

#### Límite Líquido (LL)

Es la frontera entre los estados semilíquidos y plástico.

#### Límite plástico (LP)

Es la frontera entre los estados plásticos y semisólido, en la zona entre el límite líquido y el límite plástico se encuentra el intervalo de suelo llamado índice plástico (IP), además el Grado de Consistencia (Kw), Índice de fluidez (If), Índice de Tenacidad (IT).

#### 1.1.3 Contenido de humedad (W)

Es la relación entre el peso del agua contenida en el suelo ( $W_w$ ) y el peso en la fase sólida ( $W_s$ ). Suele expresarse en porcentaje.

Para su determinación se usa las normas ASTM D 2216 y ASTM D 4643.

$$W (\%) = (W_w / W_s) * 100$$

Donde:

$W (\%) \rightarrow$  Contenido de humedad en porcentaje.

$W_w \rightarrow$  Peso del agua.

$W_s \rightarrow$  Peso de la fase sólida de la muestra (Peso de los sólidos).

#### 1.1.4 Peso específico de sólidos

Se halla haciendo uso de las normas ASTM D 854. Se define como la relación entre el peso específico de una sustancia y el peso específico del agua a la temperatura que se indique.

Otra definición posible es que el peso específico de un suelo es la relación entre el peso de sus partículas minerales y el peso del agua destilada a 4°C considerando un mismo volumen.

$$\gamma_s = \frac{W_s}{W_s + W_{fw} - W_{fsw}}$$

Donde:

$\gamma \rightarrow$  Peso específico de sólidos

$W_s \rightarrow$  Peso de la muestra seca

$W_{fw} \rightarrow$  Peso del frasco con agua hasta la línea de enrase

$W_{fsw} \rightarrow$  Peso del frasco con agua mas la muestra hasta la línea de enrase

#### 1.1.5 Densidad de natural

Es el peso por metro cúbico o bien por centímetro cúbico del material in situ. Se determina en función de las normas ASTM D 4253 y ASTM D 4254.



## 1.2 SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)

Su clasificación está en función de las normas ASTM D 2487 se toma en cuenta lo siguiente:

- Porcentaje de fracción que pasa por el tamiz N°200.
- Forma de la curva de distribución granulométrica.
- Características de plasticidad y compresibilidad.

Los suelos se separan en tres divisiones:

- 1.- Suelos de grano grueso.
- 2.- Suelos de grano fino.
- 3.- Suelos altamente orgánicos.

1.- Suelos de grano grueso. Se dividen en:

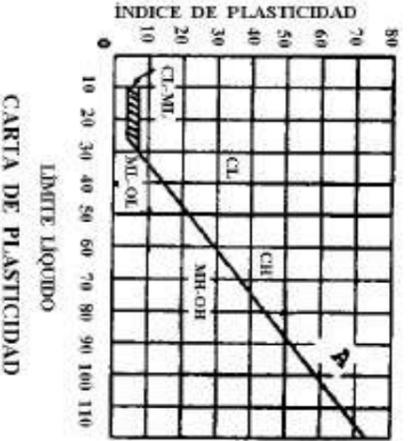
- (G) Gravas. Contienen un porcentaje mayor de la fracción gruesa retenida en la malla N° 4.
- (S) Arenas. Son suelos cuya porción pasa por el tamiz N°4.

2.- Suelos de grano fino. Según su límite líquido e índice de plasticidad así:

- (M) Limos. Suelos de grano fino con un límite líquido y un índice de plasticidad, que dan puntos por encima de la línea A.
- (C) Arcillas. Son suelos de grano fino con un límite líquido y un índice de plasticidad, que dan puntos por encima de la línea A.
- (O) Suelos Orgánicos. Se diferencia de la anterior porque contiene materia orgánica.

Suelos altamente orgánicos	Suelos de grano fino Más de la mitad del material es menor que el t. n°200		Suelos de grano grueso Más de la mitad del material es mayor que el t. n°200				
	El tamaño del tamiz n°200 es aproximadamente la menor partícula visible a simple vista						
	Limos y arcillas Límite líquido mayor que 50	Limos y arcillas Límite líquido menor que 50	ARENAS Más de la mitad de los gruesos es < 5 mm Para clasificación visual el tamiz n°4 equivale a 5 mm		GRAVAS Más de la mitad de los gruesos es > 5mm		
Pr	CH OH	MH OL	CL ML	Arenas con finos (apreciable cantidad)	Arenas limpas (poco o ningún fino)	Gravas con finos (poco o ninguna cantidad)	Gravas limpas (poco o ningún fino)
				SC	SM SP	GC GW	GP
Turbia y otros suelos altamente orgánicos	Arcillas y limos orgánicos de media a alta compresibilidad	Arcillas inorgánicas de alta compresibilidad	Arcillas inorgánicas de baja a media compresibilidad arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja compresibilidad	Limos inorgánicos de alta compresibilidad	Arenas limosas, masetas de arena y limo	Arenas polverulentas granudas, masetas de grava, arena, poco o ningún fino
5	Medida a alta	Medida a muy alta	Ligera a media	Ligera a media	Ligera a media	Arenas muy granudas, arenas con grava, poco o ningún fino	Gravas limosas, masetas de grava, arena y limo
6	Medida a alta	Medida a muy alta	Ligera a media	Ligera a media	Ligera a media	Arenas muy granudas, arenas con grava, poco o ningún fino	Gravas limosas, masetas de grava, arena y limo
7	Medida a alta	Medida a muy alta	Ligera a media	Ligera a media	Ligera a media	Arenas muy granudas, arenas con grava, poco o ningún fino	Gravas limosas, masetas de grava, arena y limo
8	Medida a alta	Medida a muy alta	Ligera a media	Ligera a media	Ligera a media	Arenas muy granudas, arenas con grava, poco o ningún fino	Gravas limosas, masetas de grava, arena y limo

Usar la curva granulométrica para identificar las fracciones



Determinar la fracción de arena y grava después de la curva granulométrica y después el % de finos (fracción menor que el tamiz n°200)

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$$

$$1 < C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} < 3$$

Los límites de Atterberg bajo la línea A o  $IP < 4$

Los límites de Atterberg sobre la línea A o  $IP > 7$

Los límites que caen en la zona rayada, con  $IP$  entre 4 y 7, son casos límite que requieren doble símbolo



### 1.3 CAPACIDAD DE CARGA DE LOS SUELOS

La técnica moderna recomienda obtener datos sobre las propiedades y constitución del suelo sobre el cual se construirá una estructura, un eficaz estudio de suelos determinará obtener el diseño más apropiado y económico de la cimentación.

#### 1.3.1 Capacidad de carga de los suelos

La capacidad de carga de los suelos, A. S. Vesic ha sugerido algunos hechos significativos, en lo referido al mecanismo de falla. La presentación de estas ideas se hará considerando a la cimentación superficial sobre un suelo homogéneo, sujeta a una carga vertical, centrada.

Según Vesic se dan tres tipos de falla, a las que denomina:

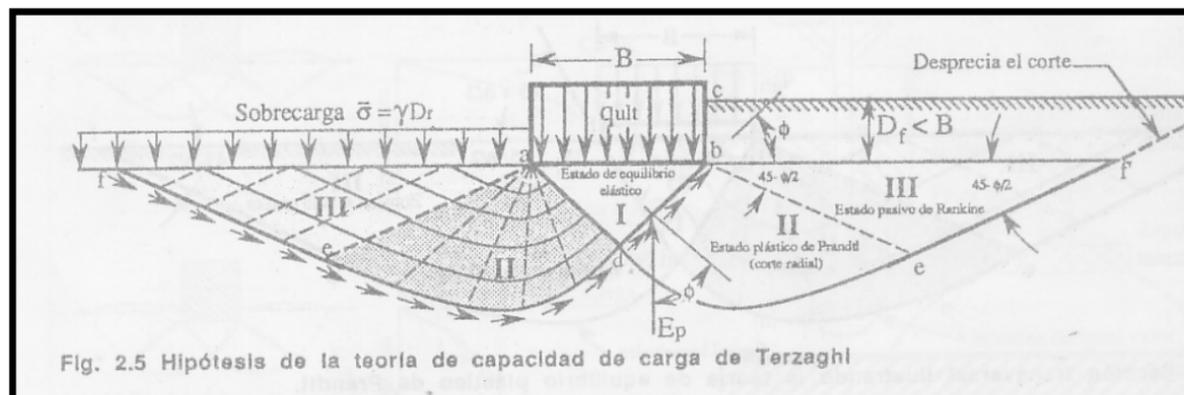
- Falla por corte general
- Falla por punzonamiento
- Falla por corte local

Usaremos la teoría de Terzaghi por que es recomendable para toda clase de cimentaciones superficiales en cualquier suelo, pudiéndose aplicar con gran confiabilidad hasta el límite de 2B (B= ancho del cimiento).

#### 1.3.2 La teoría de Terzaghi.

Para cimiento poco profundo, que es aquel que el ancho B es igual o mayor que la distancia vertical entre el terreno natural y la base del cimiento.

Terzaghi propuso el mecanismo de falla que aparece en el dibujo, para un cimiento poco profundo, de longitud infinita normal al plano del papel.



La zona I es una cuña que se mueve como un cuerpo rígido con el cimiento, verticalmente hacia abajo. La zona II es de deformación tangencial radial: la frontera Ac de esta zona forma con la horizontal el ángulo de  $45 + \phi/2$ . La frontera AD forma un ángulo de  $45 - \phi/2$  con la horizontal. La zona III es una zona denominada de corte radial, es una zona de falla y las grandes deformaciones que se presentan en ella provocan un levantamiento con el peso del material de la misma. La resistencia de esta zona variará con el tamaño de ella, con el peso volumétrico del material y con la resistencia al deslizamiento a lo largo de la parte inferior CDE, resistencia que es función del ángulo de fricción interna, de la cohesión y del peso del suelo.

La carga de hundimiento de un terreno es el valor extremo de la presión media ejercida sobre su superficie que produce la rotura, por deslizamiento de la masa de terreno. Una vez llegada a la carga de hundimiento, por debajo de una cimentación continua aparecen a poca profundidad superficies de deslizamiento que dependen en su forma del ángulo de fricción interna  $\phi$ .

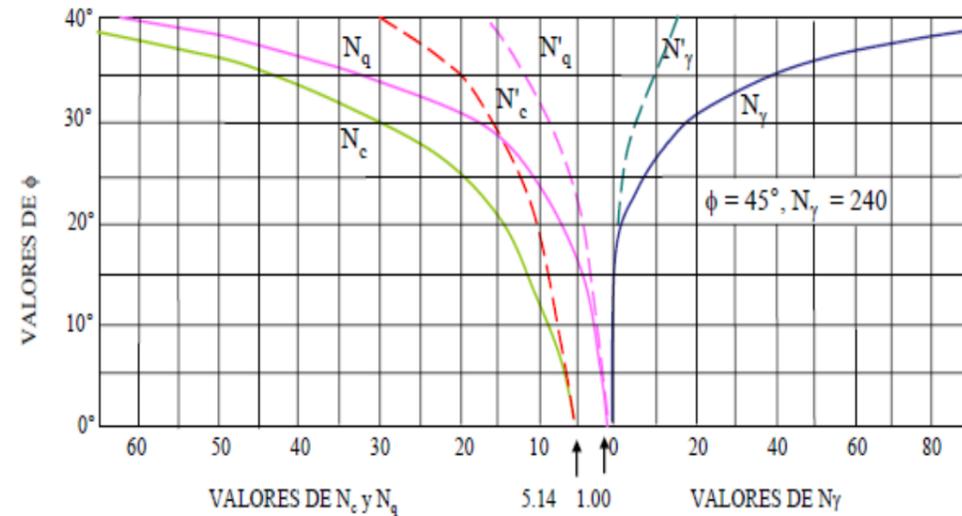
Para que se produzca la rotura del terreno es necesario que se llegue a la capacidad de carga que está dada por Terzaghi por la ecuación:

$$qD = C \cdot N_c + \gamma \cdot Z \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

Donde:

- $qD \rightarrow$  presión pro unidad de área por debajo de la cimentación (presión de contacto) en el Limite de provocar la falla ( $\text{Kg}/\text{cm}^2$ )
- $C \rightarrow$  Cohesión.
- $\gamma \rightarrow$  densidad natural ( $\text{kg}/\text{cm}^3$ )
- $Z \rightarrow$  Profundidad de cimentación en cm.
- $N_q \rightarrow$  Factor de capacidad de carga debido al peso del suelo.
- $N_\gamma \rightarrow$  Factor de capacidad de carga debido al peso del suelo.
- $N_c \rightarrow$  Factor de capacidad de carga debido a la cohesión.

Dependiendo del ángulo de fricción interno ( $\phi$ ) se encuentran los coeficientes  $N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_\gamma$  en el siguiente gráfico.



**CARTA MOSTRANDO LA RELACIÓN ENTRE  $\phi$  Y FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA**

La fórmula anterior sólo se aplicará cuando el suelo es suficientemente denso o resistente para que la curva de asentamiento resulte similar a la curva.

En caso contrario, una zapata al hundirse en el terreno antes de alcanzar la carga de rotura  $q_d$  o sea en el suelo suelto o blando (arcilla con grado de consistencia menor de (1), la curva de asentamientos de presiones se asemeja a la curva (2) y se obtiene un valor aproximado de la capacidad de carga  $q_d$  de una cimentación continua, suponiendo que a cohesión y fricción interna del suelo son iguales a dos tercios de los valores que corresponden en la ecuación de Coulomb, es decir que:

$$C = 2/3 c' \quad \text{y} \quad \text{tg } \phi' = 2/3 \text{tg } \phi$$

Tomando  $c'$  y  $\phi'$  en lugar de  $c$  y  $\phi$  se obtiene la capacidad de carga como:

$$Qd' = 2/3 * c' * Nc' + \gamma * Z * Nq' + 0.5 * \gamma * B * N\gamma'$$

Con los valores  $Nc'$ ,  $Nq'$ ,  $N\gamma'$  representados por las curvas punteadas en el grafico que muestra la relación entre  $\phi$  y los coeficientes de capacidad de carga.

### 1.3.3 Capacidad de carga en zapatas de longitud finita

Para determinar la capacidad de carga de zapatas aisladas de sección cuadrada o circular se ha deducido a partir de experimentos las siguientes ecuaciones:

- Zapatas cuadradas y corte general.  
 $Qd = 1.3 * c * Nc + \gamma * Z * Nq' + 0.4 * \gamma * B * N\gamma$
- Zapatas cuadradas y corte local o punzonamiento:  
 $Qd = 1.3 * c' * Nc' + \gamma * Z * Nq' + 0.4 * \gamma * B * N\gamma'$

En esta fórmula también el valor de  $c = 2/3 c'$ .

Para zapatas cuadradas colocadas sobre arcillas blandas, es decir cuando su ángulo de fricción interna se consideró igual a cero, el valor de  $Nc' = 5.7$ , el de  $Nq' = 1$  y el  $N\gamma' = 0$ , por lo que la expresión para zapatas cuadradas en este caso queda así:

$$Qd = 1.3 * c' * (5.7) + \gamma * Z * (1) = 7.4 * c' + Z\gamma$$

Cuando sean arcillas de alta plasticidad, el valor de la compresión axial sin confinar deben multiplicarse por 0.6 y así, obtener la cohesión para usarse en las formulas de capacidad de carga.

Una vez determinado el esfuerzo límite o diseño de la cimentación, hay que calcular la capacidad de carga admisible, que se obtiene dividiendo la capacidad de carga limite ( $q_d$ ) entre un factor de seguridad que Terzaghi recomienda no sea menor de 3.

### 1.4 PERIODO DE DISEÑO:

Es el lapso de tiempo dentro del cual las estructuras tendrán una vida útil, es un concepto económico en relación con las depreciaciones y costos de las mismas.

Otros factores que tomamos en cuenta para la elección del periodo de diseño son:

- En las localidades pequeñas con bajo potencial de desarrollo, el periodo de diseño recomendable es de 15 a 25 años para equipo electromecánico.
- En localidades pequeñas con gran potencial de desarrollo, el periodo de diseño debe ser corto, esto es de 5 a 15 años para equipo electromecánico.



## 1.5 ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN FUTURA:

Existen varios métodos aproximados, en los cuales generalmente influyen algunos factores como los índices de natalidad y mortalidad, aspectos socioeconómicos, emigraciones e inmigraciones.

Estos métodos se pueden clasificar de acuerdo a sus características en tres grupos; Método racional, Método comparativo y Métodos analíticos. Para nuestro caso usaremos el método analítico de interés compuesto; porque es el método más usado para fines de proyección de poblaciones futuras, se basa en la hipótesis de que el crecimiento de una población es igual al crecimiento de un capital determinado puesto a se respectivo interés compuesto; cuyo aumento tiene la forma de una curva exponencial.

- **Método de interés compuesto**

Es el método más usado para proyección de poblaciones futuras. Se basa en la hipótesis de que el crecimiento de una población sea igual al crecimiento de un capital determinado puesto a se respectivo interés compuesto; cuyo aumento tiene la forma de una curva exponencial. La expresión de proyección es la siguiente:

$$P_f = P_i * (1 + r)^n$$
$$r = (P_f / P_i)^{(1/n)} - 1$$

Donde:

- $P_f$  = población proyectada a “n” años
- $P_i$  = población inicial
- N = Numero de años para los cuales se calcula la población
- R = Tasa de crecimiento de la población

## 2 HIDROLOGÍA

El estudio hidrológico en la Ingeniería tiene que ver con el diseño y operación de proyectos con perspectivas a un uso racional, óptimo y planificado del líquido elemento, evitando su degradación y el de otros importantes recursos.

### 2.1 CAUDALES PROMEDIO: MODELO DE BALANCE HÍDRICO

La disponibilidad de agua en una cuenca cuando no se dispone de aforos, se puede determinar mediante la generación de descargas medias mensuales, haciendo uso del modelo hidrológico del Balance Hídrico, propuesto por Sholz en 1960.

La metodología consiste, primero en establecer el balance hídrico para el año promedio, empleando la ecuación básica del balance hídrico; y luego generar caudales mensuales para periodos extendidos mediante un modelo auto regresivo del primer orden.

### 2.2 GENERACIÓN DE CAUDALES PARA PERIODOS EXTENDIDOS

Realizada la generación de caudales durante el año de promedio, en base al balance hídrico; enseguida se determina los caudales para el periodo extendido mediante el modelo estocástico Markoviano de primer orden (modelo auto regresivo), teniendo en cuenta la precipitación efectiva para determinar los parámetros estadísticos de la distribución empírica tales como : el promedio, desviaciones estándar y riesgo.

Con las series generadas (caudales) deben hacerse el respectivo análisis de frecuencia, usando la ecuación de Weibull tomando una serie de datos al 75% de recurrencia, para hacer la respectiva compatibilización con las demandas o lo que se halla la Simulación de sistema.



### Riesgo de falla (J)

Es el peligro a la posibilidad para el diseño, sea superado por otro evento de mayor magnitud. Si llamamos “P” a la probabilidad de que si ocurra tal evento, es decir que la descarga considerada no sea igualada ni superada por otra. Entonces la probabilidad de que si ocurra dicho evento en “N” años consecutivos de vida representa el riesgo de falla “J” y viene dado por:

$$J = 1 - P^N$$

### Tiempo o periodo de retorno

Es el tiempo que transcurre para que un evento de magnitud dada se repita. Puede expresarse en función de la Probabilidad “P” a la probabilidad de no ocurrencia. La probabilidad de ocurrencia esta dada por: 1-P; luego el tiempo de retorno se expresa por:

$$Tr = 1 / (1-P) \qquad Tr = 1 / (1 - (1-J)^{1/n})$$

Esta última ecuación utilizada para estimar el tiempo de retorno (Tr) para diferentes riesgos de falla y vida útil (N) de la estructura.

### Caudal máximo:

Método racional:

$$Q = CIA$$

Donde:

- C → Coeficiente de esorrentía.
- I → Intensidad máxima (mm/h), para el tiempo de concentración de la cuenca.
- A → Área de la cuenca.

### Intensidad máxima de precipitación

Cuando no se dispone de información hidrométrica, la intensidad máxima de precipitación, puede determinarse por comparación de sistemas hidrológicos mediante la expresión:

$$Id = \left[ \frac{T}{Tcd} \right] * \left[ \frac{Zd}{Zc} \right] * Ic$$

Donde:

- Id → Intensidad desconocida de la cuenca estudio
- Ic → Intensidad conocida de la estación base
- Td → Tiempo de duración de la estación conocida
- Tcd → Tiempo de concentración de la cuenca estudio
- Zc → Altitud de la estación conocida.
- Zd → Altitud media de la cuenca en estudio.

## 2.3 TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

Los agentes del intemperismo originan productos que pueden quedar en el mismo lugar de la roca, de la cual se derivan, dando así el origen a suelos llamados residuales. A estos suelos se les denomina transportados.

Se sabe que el material sólido es transportado por los ríos en dos modalidades: suspensión y fondo. No existe proporción definida entre los gastos sólidos correspondientes a cada modalidad de transporte.

- a) **En suspensión.** Los sólidos son sostenidos en el cuerpo del flujo por la turbulencia, la velocidad es más o menos la misma del flujo, los granos a veces llegan al fondo alcanzando el reposo. Se estima que el material sólido en suspensión representa el 80-90% del total de material.
- b) **Arrastre de fondo.** Los sólidos se mueven directamente sobre el fondo en una capa del doble del diámetro de los granos (d90), la velocidad es mas pequeña que la del flujo. En nuestro caso usaremos el método Williams para fuertes pendientes por ser el más adaptable a la mayoría de los ríos de Cajamarca, cuyos lechos están generalmente constituidos por el material granular grueso y por requerir de información asequible.



## METODO DE WILLIAMS

El método consiste en la solución de la ecuación, que se detalla a continuación:

Para máximas avenidas:

$$\frac{A * Ts}{(V * q)^{2/3}} = \frac{\gamma}{\gamma_s} * S^{3/2} * F^2 * B$$

Donde:

- Ts → Capacidad específica de transporte de material de arrastre de fondo.
- A → Coeficiente
- V → Velocidad media (m<sup>3</sup>/seg)
- Q → caudal total que ocasiona el arrastre de fondo (m<sup>3</sup>/seg/m)
- S → Pendiente
- $\gamma_s$  → peso específico del sedimento seco (kg/m<sup>3</sup>)
- $\gamma$  → Peso específico del agua (kg/m<sup>3</sup>)
- B → Coeficiente
- F → Variable

## 3 OBRAS CIVILES

El diseño de una obra civil para una microcentral hidroeléctrica en las zonas andinas donde generalmente se pueden obtener caídas de más de 50 metros, los caudales requeridos no exceden de 150 l/s, esto hace más sencillo el diseño de la bocatoma, canales, etc, pudiendo hacerse con materiales sencillos y rústicos.

### 3.1 OBRAS DE CAPTACIÓN

Las bocatomas son obras hidráulicas cuya función es regular y captar un determinado caudal de agua, para la producción de hidroenergía, sea esta mecánica o eléctrica. Las bocatomas nos permiten derivar el agua de los ríos y conducirla aprovechando la fuerza de la gravedad. Si queremos utilizar el recurso hídrico de un río para generar energía eléctrica es necesario hacer una obra de captación de agua, para lo cual hay que resolver una serie de aspectos iniciales, podemos indicar los siguientes:

- La demanda, determinada por la necesidad a satisfacer. La oferta, condicionada por el aporte del río en época más crítica del año.
- Los derechos terceros, determinada por el uso del agua, tanto presente, como futuro.

En lo referente a la oferta, en Perú es muy problemático, debido a que en gran parte de los cursos de agua no cuenta con datos hidrométricos en cantidad suficiente que permitan la aplicación directa y sobre todo confiable de la hidrología estadística.

#### 3.1.1 Funciones de la bocatoma

Las bocatomas deben cumplir las siguientes funciones:

- Garantizar la captación de una cantidad constante de agua, especialmente en épocas de estiaje.
- Impedir, hasta donde sea posible, el ingreso de materiales sólidos y flotantes, haciendo que estos sigan el curso del río o facilitando la limpieza.
- Proteger el resto del sistema de obras hidráulicas del ingreso de avenidas o embalses que pudieran producirse en las épocas lluviosas.



### 3.1.2 Partes de una bocatoma

En una toma de este tipo, podemos de una manera general, encontrar los elementos consecutivos siguientes:

- Ventana de captación o bocal
- Barraje o azud
- Compuesta de limpia
- Canal de limpieza
- Muros de encauzamiento
- Trampa para sedimentos
- Limitador de gasto

### 3.1.3 Ubicación de la bocatoma

La ubicación de la bocatoma más apropiada para una bocatoma es en los tramos rectos y estables del río, dependiendo de la topografía, la geología, el comportamiento de los suelos y principalmente de las variaciones hidrogeológicas del lugar que nos servirá de emplazamiento.

### 3.1.4 Criterios de diseño

El diseño de una bocatoma depende de los siguientes parámetros:

- Curso de río (tramo curvo o tramo recto).
- Configuración del terreno (pendiente del cauce I ancho del valle).
- Caudal del río y de derivación, ángulo de desvío.
- Régimen del río, nivel de aguas mínimas y máximas.
- Acarreo de materiales (frecuencia de acarreo, tamaño y calidad de materiales acarreados, materiales de fondo, materiales de suspensión).
- Geología de lugar
- Presencia de fallas, arcillas y calizas en las zonas de fundación de la bocatoma.
- Geotécnica del lugar de emplazamiento, capacidad portante de los suelos.
- Importancia de la obra, disponibilidad presupuestal.

### 3.1.5 Características hidráulicas del río en máxima avenida

**Calculo del Tirante Normal del Río.** Para determinar este tirante usamos la ecuación de Manning:

$$Q = \frac{A}{\eta} * R^{2/3} * S_o^{1/2}$$

Donde:

Q → Caudal máximo.

A → Sección transversal del río

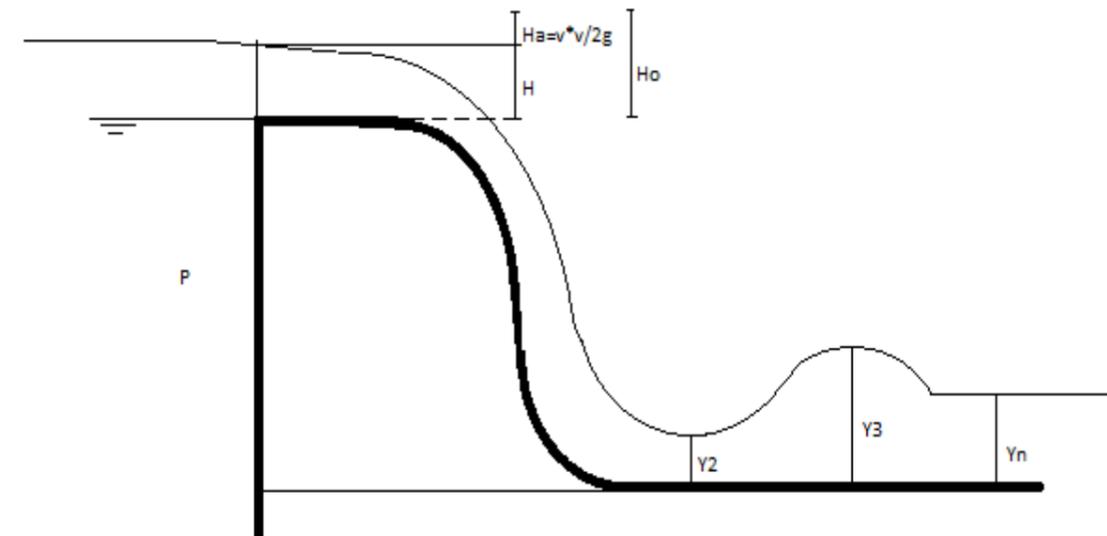
So → Gradiente hidráulica

η → Rugosidad

### 3.1.6 Barraje o azud

#### 3.1.6.1 Barraje o azud fijo

A continuación se detallará la secuencia de cálculo para determinar las condiciones de diseño para este tipo de barraje.





**A) Altura de carga de agua (h)**

Según la fórmula de gasto para un vertedero de cresta ancha tenemos:

$$H_o = \left( \frac{Q}{c * L} \right)^{2/3}$$

Donde:

$H_o \rightarrow$  Altura total de la energía de la cresta

$Q \rightarrow$  Caudal máximo

$L \rightarrow$  Longitud de barrage mixto

$C \rightarrow$  Coeficiente según perfil del barrage o azud

Según el gráfico:

$$H_o = H + H_a$$

$$H_o = H + v^2/2g$$

Donde:

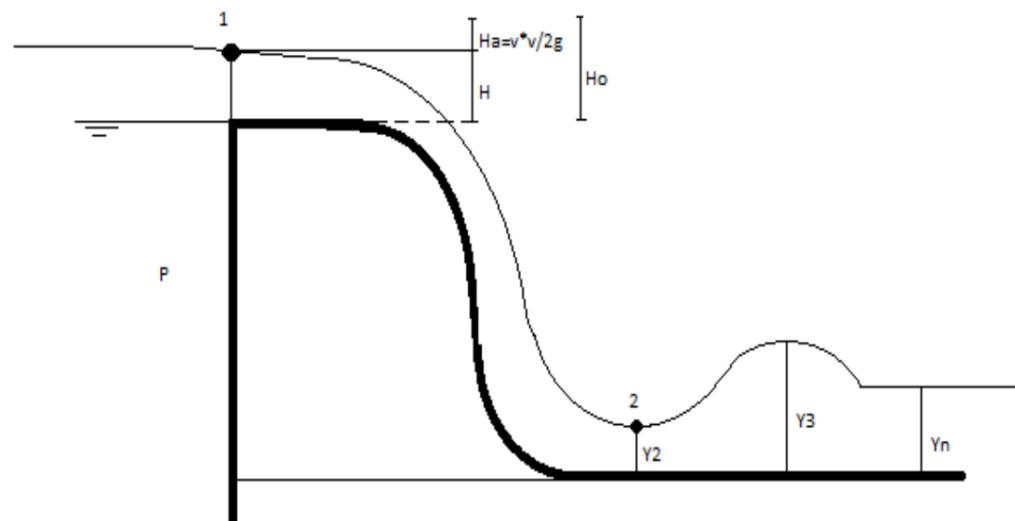
$H_a \rightarrow$  Carga de velocidad

$H \rightarrow$  Carga de agua sobre el barrage

$H_o \rightarrow$  Carga total

$C \rightarrow$  Coeficiente según el perfil de barrage

**B) Análisis del resalto hidráulico**



Aplicando Bernoulli entre los puntos 1 y 2 de la figura:

$$P + H + H_a + Z_1 = Z_2 + Y_2 + (V^2/2g) + \Sigma K * h_f$$

$K \rightarrow$  Coeficiente de pérdidas

Entonces de la expresión obtenemos el valor del conjugado menor del resalto hidráulico ( $Y_2$ )

$$Y_2 = \frac{g}{4.427 * \sqrt{P + H_o - Z^2 - Y^2}}$$

Su conjugada en el resalto:

$$Y_3 = \frac{Y_2}{2} (\sqrt{1 + 8F^2} - 1)$$

Donde:

$Y_3 \rightarrow$  Conjugado mayor

$F \rightarrow$  Número de Froude

$Y_2 \rightarrow$  Conjugado menor

Según Nosaky (Guía para la elaboración de minicentrales hidroeléctricas), en el resalto hidráulico se dan tres casos según la figura anterior.

- 1)  $Y_3 < Y_n \rightarrow$  régimen subcrítico o lento
- 2)  $Y_3 = Y_n \rightarrow$  régimen crítico
- 3)  $Y_3 > Y_n \rightarrow$  régimen supercrítico o rápido

Sólo los dos últimos casos se diseña colchón de amortiguamiento; en nuestro caso es el tercer caso.

**C) Profundidad del colchón.**

La profundidad mínima del colchón sin ningún dispositivo amortiguador es de 0.30m, además determina la profundidad del colchón se puede hallar por la siguiente expresión:

$$Pr = 1.15 * (Y_3 - Y_n)$$



**D) Longitud del colchón**

Para el cálculo existen una variedad de fórmulas, consideraremos dos y son:

Pavlosky:  $2.5 * [(1.9 * Y_3) - Y_2]$

S. Chaumian:  $3.6 * Y_3 * \left(1 - \frac{Y_2}{Y_3}\right) \left(1 + \frac{Y_2}{Y_3}\right)^2$

**E) Altura de los muros de encauzamiento (Hm)**

Esta altura viene a ser la suma de: la altura del azud + la carga sobre la cresta + el borde libre.

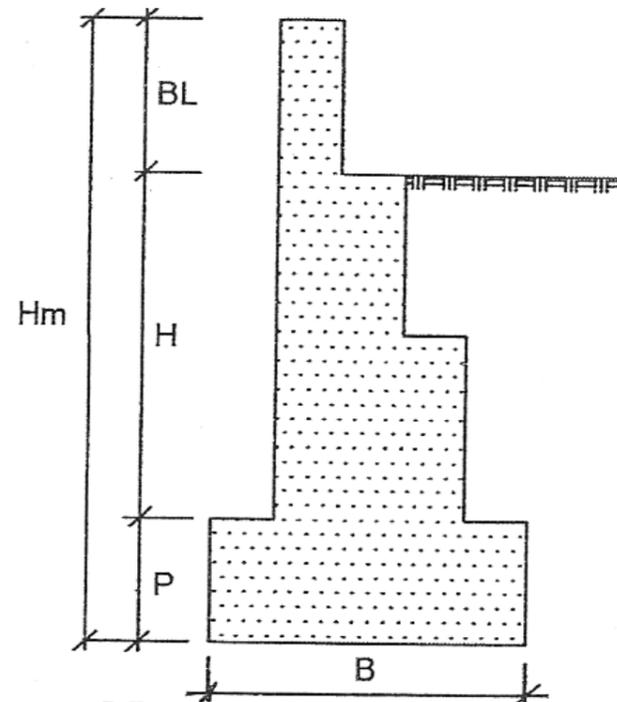
$H_m = p + H + B_L$

Donde:

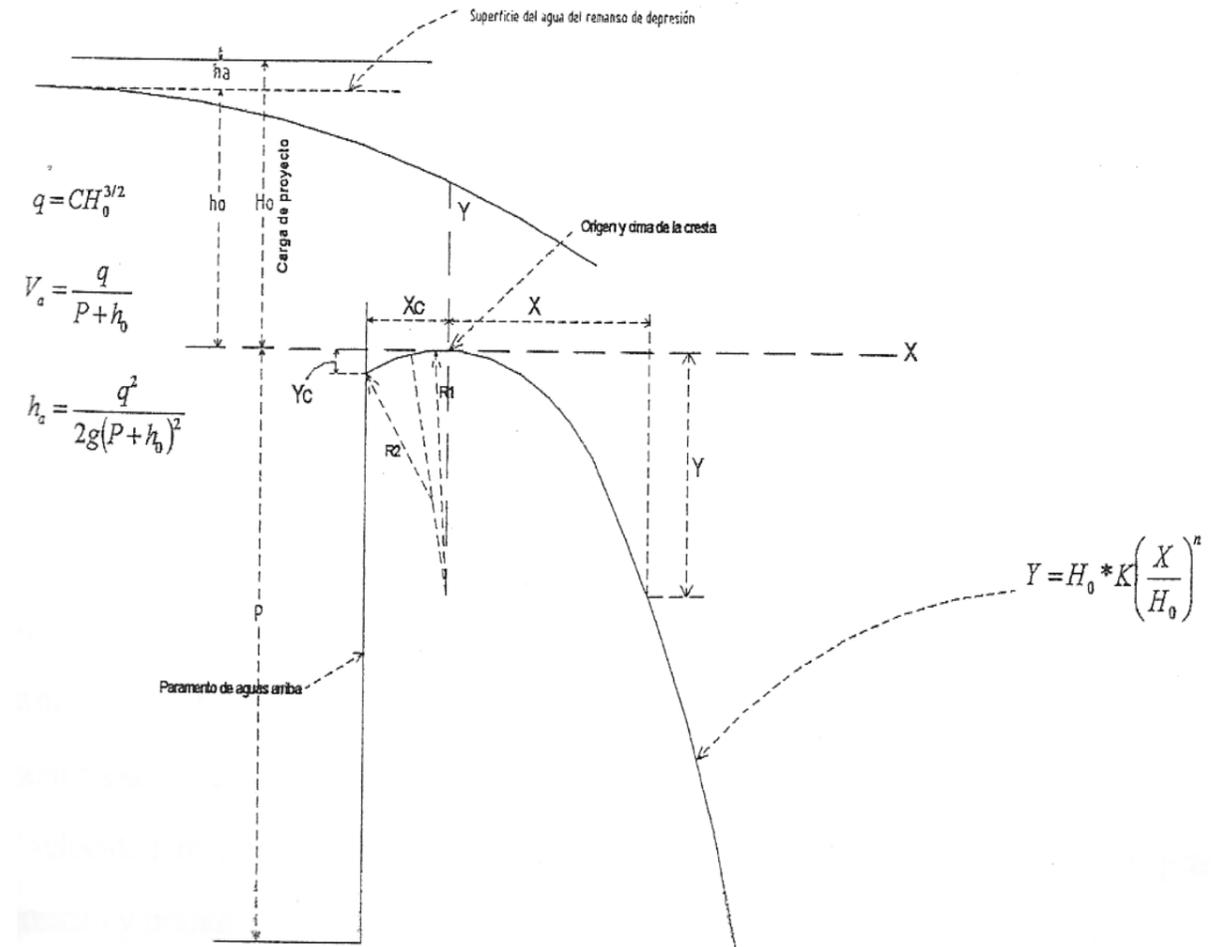
$B_L \rightarrow$  Borde libre

$P \rightarrow$  Altura del azud

$H \rightarrow$  Carga de agua sobre la cresta



**F) Perfil del barrage**



Según lo propuesto por U.S. Bureau of Reclamation, el perfil está definido por la ecuación:

$$Y = H_o * K * \left(\frac{X}{H_o}\right)^n$$

Donde:

$X, Y \rightarrow$  ejes con origen en la cresta del vertedero

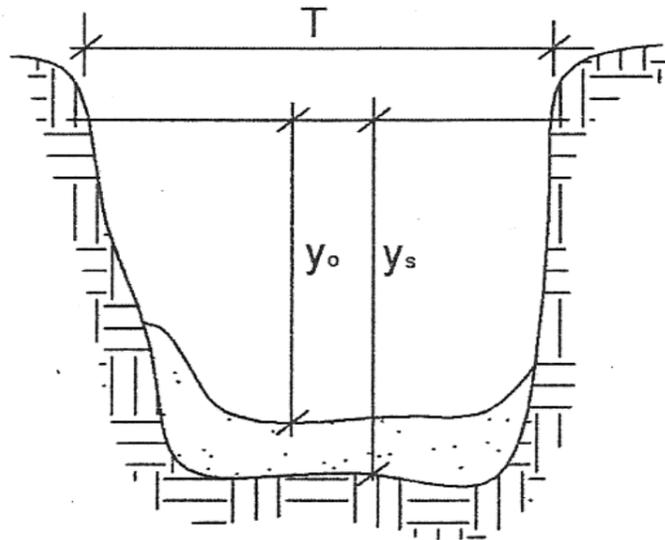
$H_o \rightarrow$  Carga total

$N, k \rightarrow$  constantes cuyos valores dependen de la inclinación de aguas arriba y de la velocidad de llegada.



**G) Profundidad mínima de empotramiento e el lecho del río**

Calcularemos la profundidad mínima teniendo en cuenta el siguiente grafico.



$Y_s - Y_o =$  profundidad de socavación

Los ríos de nuestra zona tienen cauces indefinidos, con material de fondo no cohesivo cuya distribución granulométrica es heterogénea. En este caso, la condición para que haya arrastre en un punto del fondo es que la velocidad media de la corriente sobre el punto, denominada velocidad real ( $v_r$ ), sea mayor que la velocidad no erosionante ( $V_c$ ).

La velocidad no erosionante, en función de las características del material del fondo y del tirante de la corriente.

La velocidad real ( $V_r$ ) de la corriente viene dada por:

$$V_r = \frac{\alpha * Y_o^{5/8}}{Y_s} \quad \text{Donde: } \alpha = \frac{Q}{Y_m^{5/3} * T * \mu}$$

Donde:

$Y_o \rightarrow$  profundidad antes de la erosión

$Y_s \rightarrow$  tirante a cuya profundidad se desea conocer que valor no erosionante de la velocidad  $V_c$

$$Y_m = \frac{A}{T} \quad \text{Ancho de superficie libre}$$

$\mu \rightarrow$  coeficiente de contracción (de la tabla)

Velocidad media	Longitud del claro en metros					
	10	13	16	18	21	23
<1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99
1.50	0.94	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98
2.00	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97
2.50	0.90	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96
3.00	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96
3.50	0.87	0.90	0.92	0.93	0.94	0.95
4.00	0.85	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94

La velocidad no erosionante ( $V_c$ ) para un tirante  $Y_s$ , está dada por:

$$V_c = C_{C1} * Y_s^{0.2}$$

Donde:

$Y_s \rightarrow$  tirante, en metros, existente en el punto de estudio en el momento para el que se calcula la socavación.

$V_{C1} \rightarrow$  Velocidad no erosionante correspondiente a un tirante de un metro

Entonces, la profundidad de socavación puede calcularse igualando  $V_c = V_r$ , para suelos cohesivos y no cohesivos.

El valor de  $V_{C1}$  puede obtenerse del siguiente cuadro para suelo no cohesivos  $Y_o = 1m$

La velocidad erosionante según el tipo de suelo y el diámetro de las partículas.

Tipo de Suelo	$D_m$ (mm)	$V_{C1}$ (m/s)
Limos no plásticos	0.005-0.05	0.20-0.30
Arena fina	0.05-0.25	0.30-0.45
Arena media	0.25-1.00	0.45-0.60
Arena gruesa	1.0-5.0	0.60-0.85
Grava fina y media	5.0-25.00	0.85-1.45
Fragmentos chicos	75.00-200.00	2.40-3.80
Fragmentos medianos	200.0-400.0	3.80-4.25



$D_m$ = diámetro medio de los granos del fondo obtenido según la expresión

$$D_m = 0.01 * \sum d_i * p_i$$

Donde:

$D_i$  → diámetro medio, en mm, de una fracción en la curva granulométrica de la muestra total que se analiza.

$P_i$  → peso como porcentaje de esa misma porción, comparada respecto al peso total de la muestra.

#### H) Cálculo de la subpresión

El recorrido de filtración está determinado por el plano de contacto entre la estructura y el terreno. Esta longitud de contacto o recorrido, necesaria en cada tipo de terreno para que la velocidad de las aguas filtrantes sea inofensiva, y además se disminuya el caudal de ellas, se determina con la siguiente expresión teniendo en cuenta el croquis del análisis hidráulico.

$$L \geq C * H$$

Donde:

$L$  → Longitud de recorrido horizontal y vertical

$H$  → La máxima diferencia de niveles entre aguas arriba y aguas abajo

$C$  → coeficiente que varía según el tipo de terreno

Posteriormente, Lane y Bligh determina la siguiente relación:

$$\frac{\frac{1}{3}L_h + L_v}{H} \geq C$$

Donde:

$L_v$  → longitud vertical

$L_h$  → Longitud horizontal

$H$  → Carga de agua

$C$  → Coeficiente

MATERIAL	COEFICIENTE DE LANE: $C^1$	COEFICIENTE DE BLIGH: C
Arena muy fina o limo	8.5	18
Arena fina	7.0	15
Arena de tamaño medio	6.0	-
Arena grueso	5.0	12
Grava fina	4.0	-
Grava media	3.5	-
Grava y arena	-	9
Grava gruesa y morillos	3.0	-
Bloques con algunos morillos y gravas	2.5	-
Bloques, gravas y arenas	-	4 a 6
Arcillas plásticas	3.0	-
Arcillas de consistencia media	2.0	-
Arcilla dura	1.8	-
Arcilla muy dura	1.6	-

**Predimensionamiento del azud.** Popov recomienda que la relación entre el ancho del azud ( $L_a$ ) y la carga ( $H$ ) que actúa sobre el mismo esté dada por el siguiente cuadro:

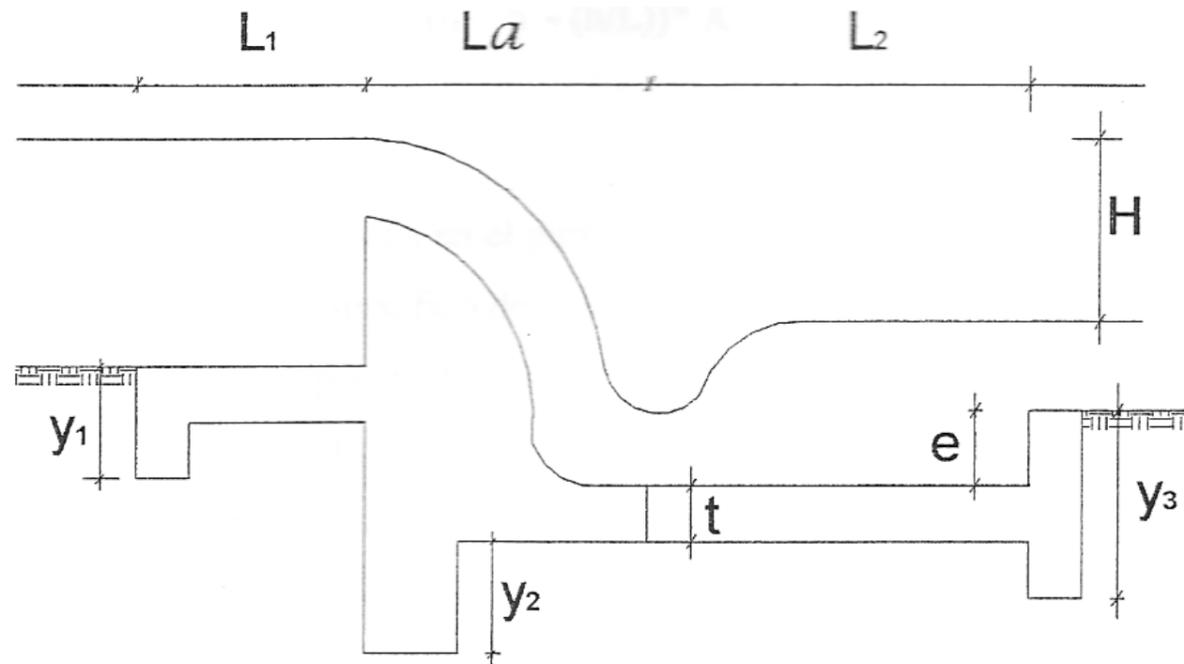
Relación entre el ancho del azud y la carga

Material del cauce	
Arcillas	2.75-3.00
Franco arcilloso	2.50-2.75
Limo y arena	2.25-2.50
Grava y canto rodado	2.00-2.25

Donde:

$L_a$  : Ancho del azud

$H$ : Carga de agua



También se recomienda los siguientes valores del dibujo:

$$\begin{aligned}
 Y_1 &= (0.75-0.80)h & L_1 &= \text{Hasta 6m} \\
 Y_2 &= (1.0 -1.5) H & L_2 &= (2.0-3.0) H \\
 Y_3 &= 0.3H & t &= \text{Espesor}
 \end{aligned}$$

La distancia entre los dentellones, no debe ser menor que la longitud de la suma de los mismos.

Para el caso en estudio, adoptaremos el coeficiente de Lane y la longitud de recorrido será:

$$L \geq C^1 * H$$

Luego tendremos que:

$$L = \frac{1}{3} * \sum L_h + \sum L_v \geq C^1 * H$$

Donde:

- $L_h \rightarrow$  Longitud horizontal
- $L_v \rightarrow$  Longitud vertical
- $H \rightarrow$  Carga de agua
- $C \rightarrow$  Coeficiente

Ahora procederemos a efectuar el cálculo del diagrama de subpresión según el método de Lane:

$$Sp = w * b * c * (h + h' - (h/L)) * X$$

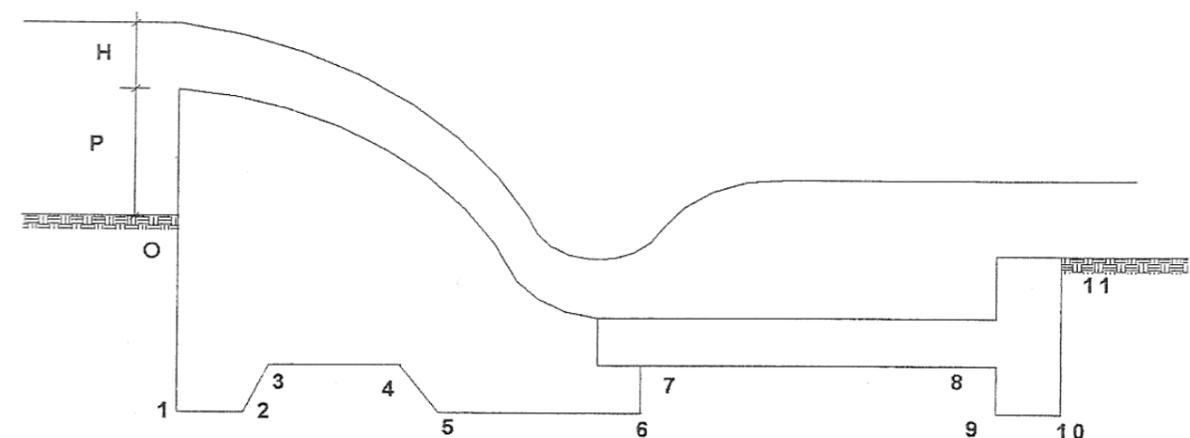
Donde:

- $Sp \rightarrow$  Subpresión en el punto
- $W \rightarrow$  Peso específico del agua
- $H \rightarrow$  Carga por perder
- $B \rightarrow$  ancho de la sección
- $H' \rightarrow$  profundidad de un punto cualquiera.
- $L \rightarrow$  Longitud compensada  $L=1/3 (Lh+Lv)$
- $C \rightarrow$  factor de subpresion que depende del material
- $X \rightarrow$  centro de gravedad

Tipo de cimentación	C
En roca sana	0.25
En roca medianamente sana	0.50
En material permeable	1.00

### I) Verificación del espesor de solado

Calculados los valores de subpresión, los puntos críticos son 7 y 8, calcularemos el espesor de solado teniendo en cuenta los siguientes criterios:





**CRITERIO N°01-** El espesor del solado por su peso propio resista a la subpresión para garantizar esto, el peso es 1/3 más que la subpresión y se establece igualdad:

$$P * e = \left(\frac{4}{3}\right) * S_x \quad \text{Despejando} \quad e = \frac{4S_x}{3\gamma_c}$$

Donde:

e → espesor de solado

S<sub>x</sub> → Valor específico de la subpresión en metros de carga de agua en solado

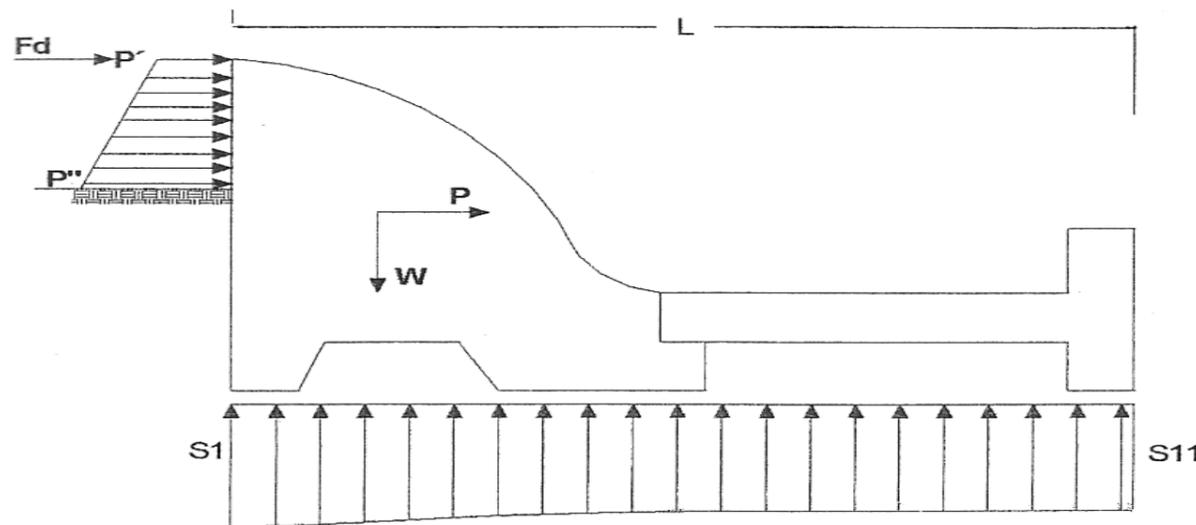
γ → Peo específico del concreto

**CRITERIO N°02-** Considera el uso de drenes verticales:

- Según Grissin, el peso del concreto debe ser igual o mayor que la subpresión y que la losa de drenaje vertical (lloradores) de espesor “e” que trabaja como si tuviera “2e”.
- Según Zamárin para disminuir la subpresión se debe emplear un zampeado perforado, con lloradores de 5 a 25 cm. De diámetro que ponen las aguas en contacto con la atmósfera haciendo que la presión manométrica en estos puntos se reduzcan a cero y en el resto de la superficie disminuya, utilizando espesores mucho menores.

**J) Análisis de estabilidad del azud**

Como sabemos el lecho del río está formado de grava, arena, arcilla y las fuerzas actuantes, podrán producir inestabilidad. Además se formarán en cuenta las principales fuerzas, que actúan sobre él, estas fuerzas pueden ser observadas en el siguiente gráfico:



Según el grafico anterior y tomando análisis un metro de ancho procederemos a calcular las siguientes fuerzas actuantes:

**1. Presión hidráulica aguas arriba sobre el parámetro del azud (P1)**

$$P_1 = (1/2) * (P' + P'') * L$$

Donde:

P' y P'' → Presión de agua en la cresta y el fondo del azud.

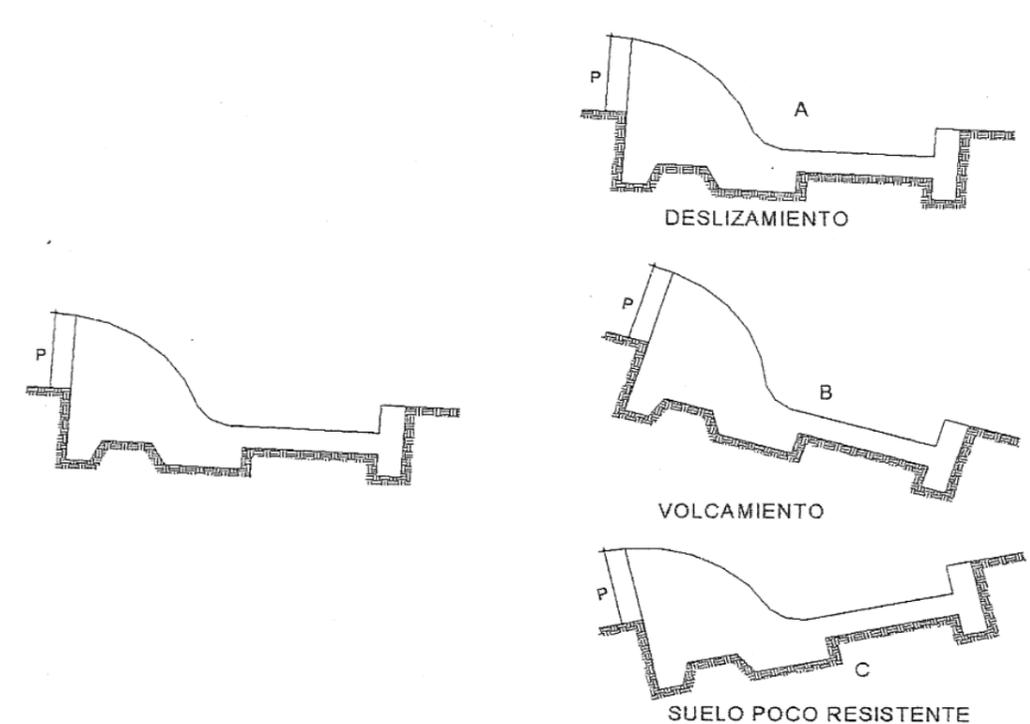
L → Longitud del barraje.

**2. Peso del barraje (W)** Peso total de la estructura

**3. Fuerza dinámica (Fd)** Fuerza que podrá resistir la estructura en tiempos de sismos.

**4. Subpresión (S)** Se calculará de acuerdo al diagrama de presiones.

**K) Verificación de la estabilidad del azud.**





a) **Al deslizamiento-** Producido por la resultante de las fuerzas horizontales y verticales, debe de ser menor el coeficiente de rozamiento ( $\mu$ ), por lo tanto:

$$C.D. = \frac{\Sigma F_H}{\Sigma F_V} < \mu$$

Tipo de material	:
Arena gruesa y grava	0.5 – 0.6
Arena y grava mezclado con limo	0.4 – 0.5
Arena y limo o grava con limo arcilla	0.3 – 0.4
Arcilla dura	0.25 – 0.4

b) **Al volteo-** Esta verificación tomará en cuenta dos tipos de fuerzas, las que originan los momentos equilibrantes (peso del barraje o azud) y las que originan los momentos desequilibrantes (presión hidráulica y subpresión).

De la relación entre ambos momentos se tendrá el coeficiente de volteo (C.V), condición es que sea mayor de 1.3

$$C.V. = \frac{M_e}{M_d} = \frac{G * X_1}{P_1 * y + S * X_2} > 1.3$$

El punto de aplicación de la resultante será:

$$X_m = \frac{M_e - M_d}{\Sigma F_V}$$

La excentricidad e tendrá el siguiente valor:

$$e = \frac{B}{2} - X_m$$

Donde:

C.V → Coeficiente de volteo

$M_e$  → Momento equilibrante o estabilizador

$M_d$  → Momento desequilibrante o desestabilizador

c) **Esfuerzo del terreno** – Verificaremos que las presiones sobre el terreno no sobrepasen esta capacidad del terreno. Para la verificación se tendrá en cuenta el siguiente criterio.

**CRITERIO N°01** - La presión sobre el suelo se determina con la expresión:

$$\sigma_{1,2} = \frac{\Sigma F_V}{a * b} * \left( 1 \pm \frac{6 * e}{b} \right)$$

Donde:

$\Sigma F_V$  → Suma total de las fuerzas verticales

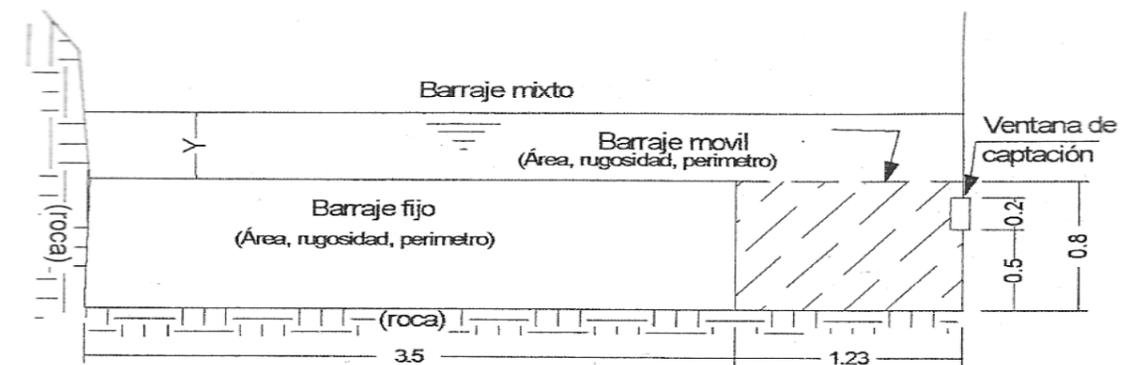
a → Ancho de la estructura

b → longitud de la estructura

e → excentricidad

### 3.1.6.2 Barraje o azud móvil

Este tipo de barraje es importante cuando existen variaciones de caudal en las diversas estaciones, por se acostumbra colocar tablas de madera (conocidas como ataguías), retirando las tablas en época de avenida, para facilitar el paso del agua.



El tirante “y” sobre la ventana de captación se determina mediante la ecuación de Manning:

$$Q = \frac{A}{\eta} * R^{2/3} * S^{1/2}$$



Donde:

- Q → Caudal de diseño
- A → Área de la sección
- R → Radio hidráulico
- S → Gradiente hidráulica
- η → Rugosidad de la sección

Como se trata de una sección compuesta, con diferentes coeficientes de rugosidad determinaremos “n” mediante la siguiente expresión:

$$\eta = \left( \frac{P_1 * \eta_1^{3/2} + \dots + P_i * \eta_i^{3/2}}{P_1 + \dots + P_i} \right)$$

Donde:

- P<sub>i</sub> → Perímetro de la sección
- η<sub>i</sub> → Rugosidad de la sección

### 3.1.7 Diseño de la ventana de captación

a) **Diseño.**-Si consideramos que la ventana trabaja como orificio, tenemos que:

$$Q = c * A * \sqrt{2 * g * H}$$

Donde:

- Q → Caudal de diseño
- A → Área mínima
- c → coeficiente de descarga
- H → Carga de agua sobre la ventana
- g → Gravedad

Luego verificamos el eficiente de descarga asumido:

**Número de Reynolds:**  $Re = \frac{V * R_H}{\nu}$

Donde:

- V → Velocidad del agua
- Re → Número de Reynolds

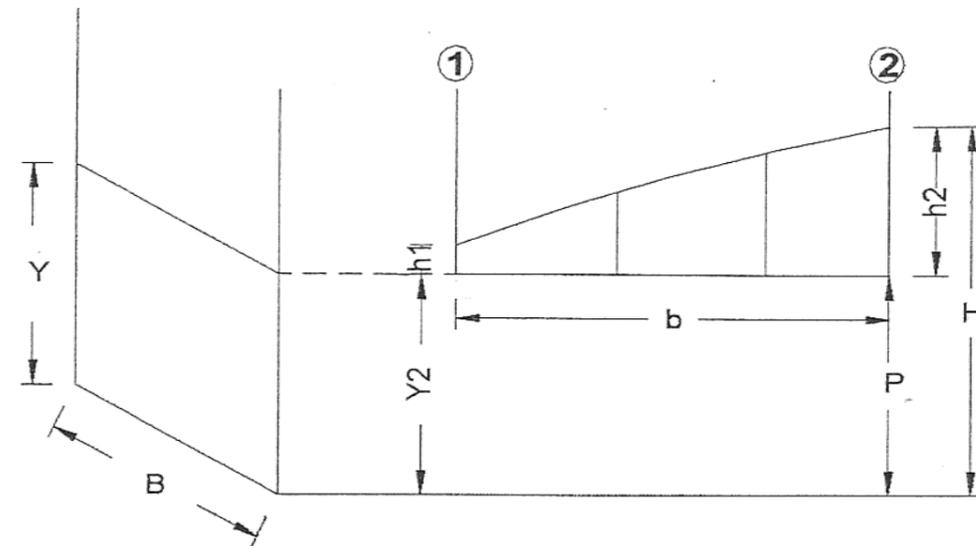
- V → Viscosidad de la cinemática del agua
- R<sub>H</sub> → Radio hidráulico

Por otro lado la ventana debe contar con una rejilla que impida el ingreso al canal de elementos grueso.

Resulta conveniente dar una inclinación al muro el cual va a la reja con respecto a la dirección del río, con finalidad de mejorar las condiciones hidráulicas, como para acortar la longitud para llegar a terreno alto.

### 3.1.8 Diseño del vertedero lateral

Los vertederos laterales usados en canales para eliminar exceso de gasto en un canal.



$$F = \sqrt{\frac{v^2}{g * \Omega}} < 1$$

Donde:

- Ω → constante
- G → Gravedad
- F < 1 → Para régimen tranquilo.



Tomamos la siguiente ecuación para encontrar el caudal a eliminar:

$$Q = \Sigma \Delta Q$$

$$\Delta Q = 1.84 \Delta b h_i^{3/2}$$

$$\Delta h = \frac{Q \Delta Q}{\frac{Q^2}{H} - g B^2 H^2}, \text{ para sección rectangular.}$$

$$h = H - P$$

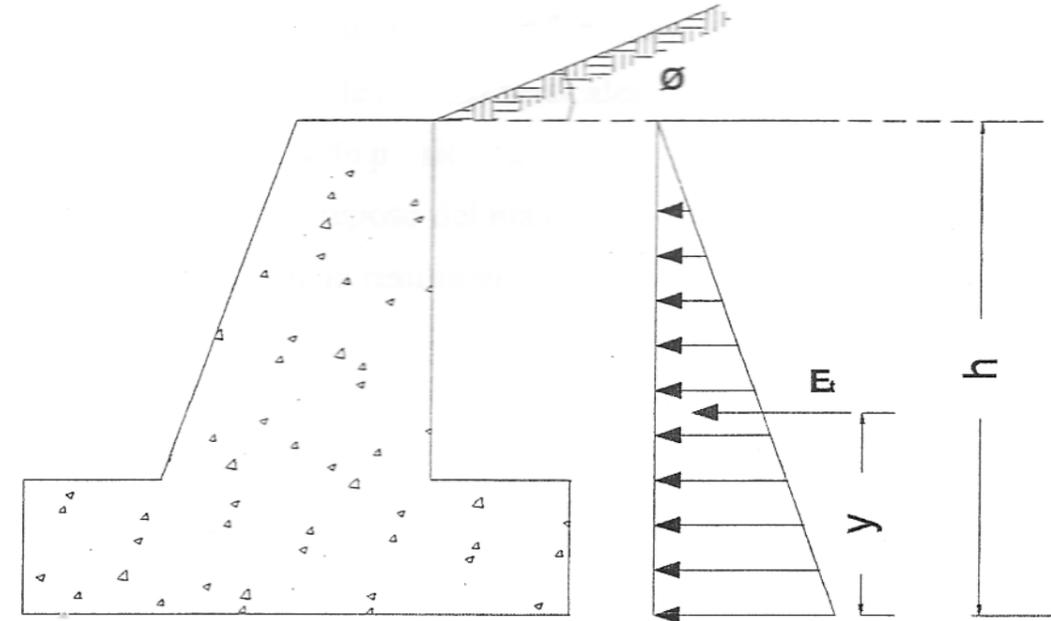
Donde:

- Q → Caudal a eliminar
- B → Ancho del canal
- b → Ancho del vertedero
- g → Gravedad
- P → Altura del vertedor

### 3.1.9 Muros de encauzamiento

En nuestro caso realizaremos el diseño de un muro de gravedad construido de hormigón ciclópeo, su estabilidad fundamentalmente se debe a su propio peso, estos muros tienen generalmente una gran masa y son de dimensiones poco esbeltas.

3.1.9.1 **Empuje activo (E<sub>A</sub>).** El material contenido por los muros de contención, ejerce el empuje sobre la pantalla en su parámetro interior. Cuando el material contenido en un suelo existe una cierta cohesión entre sus partículas y una fricción entre ellas esto hace que el diagrama de presiones unitarias sea exactamente triangular y que el empuje no sea perfectamente horizontal, sin embargo para fines prácticos se debe considerar en forma aproximada, un diagrama de presiones unitarias triangulares con una resultante perfectamente horizontal.



El empuje de la tierra E<sub>t</sub> se determina con la siguiente expresión:

$$E_t = \frac{\gamma * h^2 * K_a}{2}$$

Determinación del Coeficiente de Empuje Activo según Rankine “K<sub>a</sub>” – La formula es la siguiente:

$$K_a = tg^2(45^\circ - \phi/2)$$

Donde:

- γ → peso específico del suelo
- h → altura del suelo sobre el muro
- K<sub>a</sub> → coeficiente de empuje activo
- φ → ángulo de reposo del material saturado

3.1.9.2 **Análisis de la estabilidad.-** Se debe de verificar las siguientes condiciones:

- Los coeficientes de seguridad al volteo (C.S.V.) y al deslizamiento (C.S.D.) deben cumplir con:

$$C.S.V = \frac{M_e}{M_d} \geq 2$$



$$C.S.D. = \frac{(\Sigma P * tg \phi)}{M_d} \geq 1.5$$

Donde:

$M_e \rightarrow$  Momento equilibrante o estabilizador

$M_d \rightarrow$  Momento desequilibrante o desestabilizador

$\Sigma H \rightarrow$  Sumatorio de fuerzas horizontales

$\Sigma V \rightarrow$  Sumatorio de fuerzas verticales

$\Sigma P \rightarrow$  Sumatorio de presiones

$\Phi \rightarrow$  Angulo de reposo del material saturado

- El punto de aplicación de la resultante debe pasar por el tercio de la base (B).

$$B/3 < (M_e - M_d) / \Sigma V < 2B/3$$

- Las presiones sobre el terreno se calculan con las siguientes expresiones:

- **Presión máxima:**

$$P_{\max} = \frac{\Sigma P}{100B} \left( 1 + \frac{6 * e}{B} \right)$$

- **Presión mínima:**

$$P_{\min} = \frac{\Sigma P}{100B} \left( 1 - \frac{6 * e}{B} \right)$$

Donde:

$P_{\max} \rightarrow$  Presión máxima

$P_{\min} \rightarrow$  Presión mínima

$\Sigma P \rightarrow$  Sumatorio de presiones

$B \rightarrow$  Ancho de base del muro

**3.1.9.3 Análisis del perfil de remanso.** Para determinar la longitud y variación de altura de los muros de encauzamiento aguas arriba del barraje, haremos uso del Método de Integración gráfica. La tabulación la realizaremos empleando el paquete de “HCANALES”, para lo cual haremos uso de los siguientes datos y formulas:

$$S_e = \left( \frac{n * V}{R^{2/3}} \right)^2$$

$$K = 1 - \frac{Q^2 * T}{g * A}$$

$$f(y) = \frac{K}{S_o - S_e}$$

$$Dl = S_o - S_e$$

Datos:

$n \rightarrow$  rugosidad

$V \rightarrow$  Velocidad

$R \rightarrow$  Radio hidráulico

$T \rightarrow$  Espejo de agua

$G \rightarrow$  Gravedad específica

$Q \rightarrow$  Caudal de diseño



### 3.2 DESARENADOR

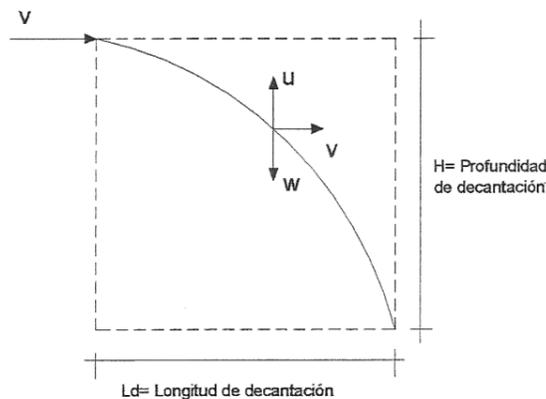
En época lluviosa, los ríos acarrear abundantes materiales sólidos, tanto de fondo como en suspensión, debido a la erosión que provocan en todo su recorrido. Por ello es importante contar con un desarenador, particularmente en obras de microcentrales. Las partículas de diámetro superior a 0.2 mm. Ocasionan daños en la turbina por lo que deberán ser retenidas y eliminadas al momento. El desarenador y cámara de carga deben cumplir estos cinco principios:

- Deben tener una longitud y un ancho adecuados para que los sedimentos se depositen.
- Deben permitir una fácil eliminación de los depósitos.
- La eliminación de sedimentos a través de la compuerta debe hacerse cuidadosamente para evitar la erosión del suelo que rodea y soporta la base de la tubería y del depósito. Es mejor construir una superficie empedrada similar al canal de desagüe del aliviadero.
- Se debe impedir la turbulencia del agua causada por cambios de área o recodos que harían que los sedimentos pasen hacia la tubería de presión.
- Tener capacidad suficiente para permitir la acumulación de sedimentos.

#### 3.2.1 Diseño del desarenador

**3.2.1.1 Ancho y longitud del desarenador.** La Longitud del desarenador se divide en tres partes: Longitud de entrada ( $L_e$ ), longitud de la decantación ( $L_d$ ) y longitud de salida ( $L_s$ ). La profundidad se divide en dos partes: Profundidad de decantación ( $H$ ) y Longitud de decantación ( $L_d$ ) como muestra el grafico anterior

Las componentes de velocidad en la zona de decantación son:



Donde:

$W \rightarrow$  velocidad de sedimentación

$U = 0.152 * w$  (Velocidad descendente debido a la turbulencia)

La partícula sólida llega al fondo después de un tiempo “T”, por lo cual:

$$T = \frac{H}{(W - U)} = \frac{H}{(0.848 * W)}$$

$$T = \frac{L}{V} = \frac{H}{(0.848 * W)}$$

- a) Velocidad de sedimentación (w).**- Considerando que tenemos régimen laminar  $Re < 1$  (aguas tranquilas) la velocidad “W” de sedimentación se calcula mediante la ley de Stokes:

$$w = \frac{g(s - 1) * d^2}{18\nu}$$

Donde:

$w \rightarrow$  velocidad de sedimentación.

$g \rightarrow$  aceleración de gravedad

$\nu \rightarrow$  viscosidad cinemática del fluido

$s \rightarrow$  gravedad específica de las partículas

$d \rightarrow$  diámetro de las partículas

- b) Velocidad de flujo en el tanque (V).**- Disminuyendo la velocidad en la cámara de sedimentación lograremos que las partículas solidas en el fondo de esta, esto se logra aumentando la sección de la misma.

Para determinar la velocidad de flujo en el tanque usaremos el siguiente criterio:

$$V \frac{1}{2} * V_a \quad V_a = 125 * \sqrt{(s - 1) * d}$$

Donde:

$V \rightarrow$  velocidad de flujo en el tanque

$V_a \rightarrow$  Velocidad de arrastre

$D \rightarrow$  diámetro de la partícula a sedimentar



Al diseñar el fondo del desarenador se debe considerar una pendiente longitudinal fuerte (2%-4%) y pendiente transversal del 10% al 20%, esto con la finalidad de lograr el proceso del lavado sin dificultad.

**Longitud de transición ( $L_t$ )**, se hallarán de acuerdo a las normas que indican un ángulo no mayor de 12.5°, así:

$$Tg(12.5^\circ) = \frac{b - b_0}{2 * L_t} \quad L_t = 2.255 * (b - b_0)$$

Donde:

- $b_0 \rightarrow$  ancho del canal
- $b \rightarrow$  ancho del desarenador

**3.2.1.2 Capacidad del tanque colector y frecuencia de vaciado.**

En la práctica, la frecuencia de vaciado dependerá del llenado de tanques colectores de la hidroeléctrica, luego en una semana se tendrá una cantidad de sedimentos igual a:

$$C_s = Q * T * S$$

Donde:

- $Q \rightarrow$  caudal de diseño
- $T \rightarrow$  periodo de tiempo de vaciado
- $S \rightarrow$  peso de sedimento transportado por metro cúbico

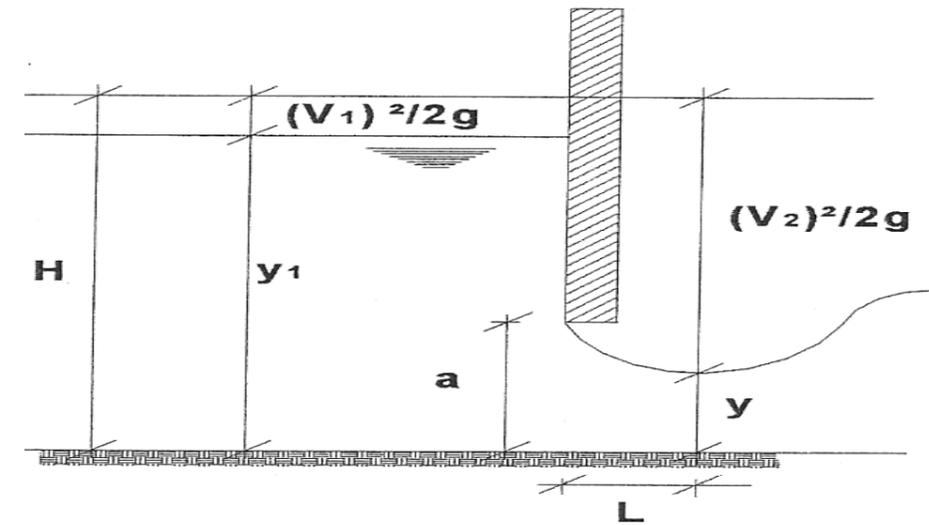
Por consiguiente el volumen del tanque colector será:

$$C_t = \frac{C_s}{\gamma}$$

$\gamma \rightarrow$  Peso específico del material depositado

**3.2.1.3 Diseño de la compuerta de limpia.**

Una compuerta consiste en una placa móvil que al levantarse permite graduar la altura del orificio, el cual se hace entre el piso del canal y el borde inferior de la compuerta.



A la distancia L tras las líneas de corriente se vuelve horizontales y tienen una distribución hidrostática de presiones, asimismo la carga de velocidad  $V_1/2g$  con que llega el agua, aguas arriba de la compuerta tiene mayor importancia a medida que la relación  $Y_1/a$  disminuye.

Según el Texto Hidráulica General de Gilberto Sotelo, la ecuación que proporciona el gasto en una compuerta plana, vertical y con descarga libre es la siguiente:

$$Q = C_d * A_c \sqrt{2g(y_1 - y)}$$

Donde:

- $Q \rightarrow$  gasto de la compuerta
- $a, b \rightarrow$  dimensiones de la compuerta
- $C_d \rightarrow$  coeficiente de descarga
- $Y_1 \rightarrow$  tirante de agua en el desarenador
- $A_C \rightarrow a*b$

$$C_d = \frac{C_c * C_v}{\left(1 + C_c * \frac{a}{Y}\right)}$$

**Recomendaciones:**

- Para fines prácticos  $C_c=0.62$  para cualquier relación  $Y_1/a$
- El coeficiente de velocidad tiene como límite superior  $C_v=1$



### 3.3 CANAL DE CONDUCCIÓN

#### 3.3.1 Parámetros de diseño

➤ **Coefficiente de rugosidad ( $\eta$ )**

La rugosidad depende del cauce y talud, dado a las paredes laterales del mismo, vegetación, irregularidad y trazo del canal, radio hidráulico y obstrucciones en el canal

➤ **Pendientes laterales en canales (%)**

La inclinación de las paredes laterales depende de cada caso particular de varios factores, clase de terreno donde está alojado, según indica los valores de los taludes de la siguiente tabla:

Características de los suelos	Taludes recomendables	
	Canal poco profundo	Canal profundo
Roca en buenas condiciones	Vertical	0.25 - 1
Arcillas compactas o conglomeradas	0.5 - 1	1 - 1
Limos arcillosos	1 - 1	1.5 - 1
Limos arenosos	1.5 - 1	2 - 1
Arenas sueltas	2 - 1	3 - 1

➤ **Velocidad del agua**

Un flujo de agua excesivamente rápido erosionara las paredes de un canal, mientras que velocidades demasiado bajas permitirán el depósito de sedimento y la obstrucción del mismo, tenemos las siguientes velocidades para canales según el material que esté construido.

Material	Velocidad máxima (m/s)	
	Menos de 0.3m de profundidad	Menos de 1.0m de profundidad
Arena	0.33	0.50
Greda arenosa	0.4	0.70
Greda	0.50	0.80
Greda arcillosa	0.60	0.90
Arcilla	0.80	2.00
Mampostería	1.50	2.00
Hormigón	1.50	2.00

➤ **Borde Libre.-** No existe regla fija debido a la fluctuación del agua en un canal para canales sin revestir que tienen un caudal menor a 600l/seg

$$B.L. = 0.30 y$$

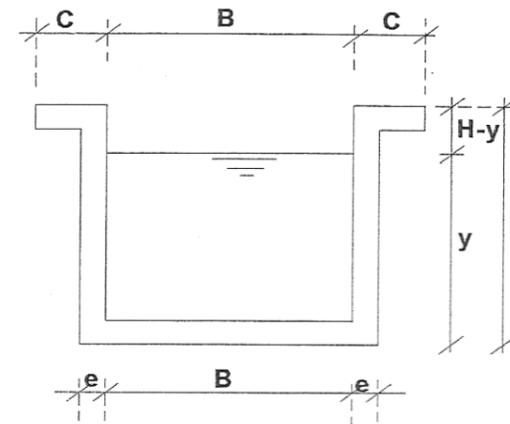
y → tirante de agua

En la práctica el borde libre en canales revestidos es de un tercio del tirante B.L. = y/3, sin embargo la Secretaria de Recursos Hidráulicos de México recomienda el siguiente valor:

Caudal (m <sup>3</sup> /seg)	Borde Libre (cm.)
0.005 - 0.25	10.00

#### 3.3.2 Cálculo de las dimensiones del canal

A continuación se detalla un gráfico con las partes que conforman un canal



Donde:

- C → corona o bordo
- H → altura del bordo
- Y → tirante de agua
- B = T → ancho de solera
- T → espejo de agua
- H - Y → borde libre



a) **Determinación de algunos parámetros**

Número de Froude:  $F = \frac{V}{\sqrt{g * Y_m}}$

$Y_m \rightarrow A/T$  (profundidad hidráulica media)

b) **Cálculo del Tirante y Velocidad Crítica**

Tirante crítico:  $Y_c = \sqrt[3]{\frac{q}{g}}$

$q \rightarrow$  gasto unitario

$Y_c \rightarrow$  tirante crítico

$g \rightarrow$  gravedad

Velocidad crítica:  $V_c = \sqrt{g * Y_{mc}}$

$Y_{mc} \rightarrow A_c/T_c$

**3.3.3 Trazo del canal**

Cuando existe la información básica disponible, se procede a levantar la topografía del canal más o menos en las siguientes fases.

- 1.- Reconocimiento del terreno
- 2.- Trazo preliminar
- 3.- Trazo definitivo
- 4.- Radios mínimos

Los radios a emplear en función de los caudales:

Caudal (m <sup>3</sup> /seg)	Radio mínimo (m)
20	100
15	80
10	60
5	20
1	10
0.5	5

**3.4 CÁMARA DE CARGA**

Es una estructura hidráulica que sirve como un pequeño almacenamiento, generalmente excavado en el cerro de forma rectangular o poligonal según la topografía y geología del terreno, dotado de rejillas y compuertas de descarga.

- **Determinación de pérdida de carga en la rejilla (h):** Si la rejilla está colocada perpendicular a la dirección de flujo, las pérdidas pueden ser calculadas con la fórmula de Kirschmer:

$$h = K * \left(\frac{a}{s}\right)^{4/3} * \frac{v^2}{2g} * \text{sen } \alpha$$

Siendo:

$a \rightarrow$  grueso del barrote

$s \rightarrow$  separación entre barrotes

$v \rightarrow$  velocidad de aproximación, su valor varía entre 0.5 y 1.2 m/seg

$K \rightarrow$  coeficiente que varía según la sección transversal del barrote

Si el flujo cambia de dirección las pérdidas pueden ser calculadas con la fórmula propuesta por (Bureau of Reclamation):

$$h = 1.32 * \frac{a * v}{s + a} * \text{sen } \alpha * (\text{sec } \beta)^{15/8}$$

Donde:

$h \rightarrow$  pérdida en pulgadas

$a \rightarrow$  grueso de barrotes en pulgadas

$v \rightarrow$  velocidad después de la rejilla en pies/seg

$s \rightarrow$  separación entre barrotes en pulgadas

$\beta \rightarrow$  ángulo entre la dirección del flujo antes de la rejilla y la normal de la misma



### 3.5 TUBERÍA DE FUERZA Ó DE PRESIÓN

Son tuberías que transportan agua bajo presión hasta la turbina. Debido a que el costo de esta tubería puede representar gran parte del presupuesto de la minicentral hidroeléctrica, es prioritario optimizar su diseño para reducir no solo los costos de mantenimiento sino la inversión inicial.

#### 3.5.1 Selección del diámetro de la tubería de fuerza

A continuación se ofrece un método para seleccionar la tubería con un espesor de pared y diámetro adecuado, este proceso de optimización puede ser completado rápidamente mientras se considere la factibilidad de un sistema.

También se utiliza para la selección final de una tubería, en cuyo caso es buena practica trazar el perfil de la ruta de la tubería sobre la base de una cuidadosa inspección del sitio. Se debe tomar nota de estructuras rocosas y del tipo de suelo, de los obstáculos, cambios de dirección horizontal y gradiente.

Previamente a la secuencia de cálculo del método, daremos a conocer el concepto de diámetro económico por ser de suma importancia en la selección de diámetro de la tubería a presión.

**Diámetro económico,** El diámetro económico de una conducción forzada es aquel que hace mínima la suma de los gastos anuales ( $Ct = Aa + Cep$ ) que comprenden el interés del capital necesario a la adquisición de la tubería ( $Aa$ ) y su amortización, y el valor de la energía equivalente a las pérdidas de carga ( $Cep$ ) que se producen en la tubería.

#### Cálculo de amortización anual de la tubería ( $Aa$ )

Las anualidades de amortización de la tubería se calculan con la siguiente fórmula:

$$Aa = \frac{C * r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$$

Donde:

$r \rightarrow$  interés

$n \rightarrow$  número de años em que se paga la deuda

$C \rightarrow$  costo inicial de la tubería

#### Cálculo del costo de la energía perdida ( $Cep$ )

$$\text{Potencia: } P = 9.81 * Q * H_n * \eta$$

$\eta \rightarrow 0.70$ , eficiencia del grupo turbina – generador

$H_n \rightarrow 0.95 * H_b$  (5% de perdidas)

Luego:  $P = 6.5 * Q * H_b$ , luego:

Potencia perdida por año (en Kw\*h/año)

$$P_p = 6.5 * Q * h_f * t$$

Considerando que la planta trabaja permanentemente, es decir 8760 h/año, con un factor de carga de 0.5 durante el tiempo que se va a amortizar el costo de la tubería; luego:

$$P_p = 6.5 * 0.088 * h_f * 8760 * 0.5 (Kw - h)$$

Se estima que la energía se venderá a razón de S/ 0.70 por Kw-h, entonces:

$$Cep = S/. 1753.75 * h_f$$

Donde:

$P_p \rightarrow$  perdida de potencia por año

$Cep \rightarrow$  costo de energía perdida en nuevos soles

#### Cálculo del peso de la tubería $Wt$ :

$$W_1 = 3.14 * D * L * e * \gamma_{mat}$$

Donde:

$D \rightarrow$  diámetro de la tubería en metros

$L \rightarrow$  longitud de la tubería en metros

$e \rightarrow$  espesor de la tubería en metros

$\gamma_{mat} \rightarrow$  peso especifico del acero 8 tn/m<sup>3</sup>



### 3.5.2 Materiales para tuberías de fuerza

Los siguientes factores tienen que ser considerados al decidir el material de la tubería que se empleará para un proyecto determinado: presión de diseño, tipo de unión, diámetro, pérdida por fricción, peso, grado de dificultad de la instalación, accesibilidad al sitio, terreno y tipo de suelo, mantenimiento, vida esperada de la instalación, condiciones climáticas, disponibilidad y costo relativo.

Los materiales frecuentemente utilizados en las tuberías de presión son:

- Acero comercial
- Policloruro de vinilo (PVC)
- Polietileno de alta densidad
- Hierro dúctil centrifugado
- Resina poliéster con fibra de vidrio reforzado
- Asbesto cemento

### Rango de diámetros

- Diámetro mínimo:

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V_{\min}}}$$

- Diámetro máximo:

$$D_{\max} = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V_{\max}}}$$

Donde:

Q → caudal de diseño

V<sub>min</sub> → velocidad mínima para la tubería de acero

V<sub>max</sub> → velocidad máxima para tubería de acero

### Perdida de carga debida a la fricción de la pared de la tubería (hf)

$$hf = \frac{f * L * V^2}{2 * g * D^2}$$

### Velocidad del agua en la tubería (v)

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

### 3.5.3 Espesor de pared de tubería de fuerza

Para calcular el espesor de pared de la tubería usaremos la siguiente expresión:

$$e = \frac{p * \phi}{2 * \sigma} + e_o$$

Donde:

p → presión estática + sobrepresión

φ → diámetro del tubo

σ → esfuerzo de trabajo del acero

e<sub>o</sub> → sobre espesor

### 3.5.4 Teoría de estabilidad estática

Esta teoría es la más completa, puesto que toma las variables de mayor importancia en el fenómeno de golpe de ariete, como son la elasticidad de la tubería y la compresibilidad del fluido, en nuestro caso utilizaremos el siguiente método.

#### • Método de Allievi

Allievi llegó a establecer que el proceso alcanza carácter pulsatorio con ondas de presión que salen de la turbina y se propagan a lo largo de la tubería con la velocidad constante denominada “celeridad de la onda” cuyo valor está expresado en la formula siguiente:

Celeridad (a) :

$$a = \frac{c}{1 + \frac{\epsilon}{E} + \frac{D}{e}}$$



Donde:

$c \rightarrow$  velocidad de propagación del sonido en el agua

$\varepsilon \rightarrow$  modulo de elasticidad del agua

$E \rightarrow$  módulo de elasticidad del material de la tubería

$e \rightarrow$  espesor de la tubería

$D \rightarrow$  diámetro de la tubería

La celeridad se puede asumir aproximadamente 800-1000 m/seg para tuberías metálicas.

Las ondas de presión llegando a la cámara de carga reflejan hacia la turbina con un tiempo (ritmo) que resulta:

$$T_r = \frac{2L}{a}$$

Donde:

$L \rightarrow$  largo de la tubería en metros

El tiempo de cierre (parcial o total) del distribuidor (órgano de regulación del caudal del ingreso de la turbina) es menor o igual al ritmo, o sea:

$$T_r < \frac{2L}{a}$$

Se verifica la máxima sobrepresión por que el cierre se efectúa antes de la llegada de onda amortiguante de contra golpe.

La sobrepresión se obtiene por la formula:

$$\Delta P = H_{\max} - H = (a/g) * (V_0 - V)$$

Donde:

$H_{\max} \rightarrow$  presión máxima en metros

$H \rightarrow$  caída en metros

$V_0 \rightarrow$  velocidad del régimen (m/s) del agua en la tubería forzada.

$V \rightarrow$  Velocidad final (m/s) después de la maniobra de cierre

### 3.5.5 Juntas de expansión

Debido a que estas juntas son puntos relativamente débiles en la tubería se recomienda colocarlas en el extremo superior de cada alineamiento recto, donde la carga de agua es menor y por lo tanto el montaje de la tubería se hace más sencillo.

Las juntas son colocadas para evitar el colapso de la tubería debido a esfuerzos producidos por el aumento o disminución de la temperatura ambiente, con relación a la de montaje, lo cual ocasionaría dilatación o contracción de la tubería. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$E = \alpha * \Delta T * L$$

Donde:

$E \rightarrow$  dilatación del tubo (m)

$\alpha \rightarrow$  coeficiente de dilatación

$\Delta T \rightarrow$  cambio de temperatura experimentada en la tubería



### 3.6 ANCLAJES Y APOYOS PARA TUBERÍAS DE FUERZA

#### 3.6.1 Cálculo de apoyos

a) **Espaciamiento de apoyos**, Hay que calcular el máximo espaciamiento entre los soportes de una tubería a fin de que esta no se fracture o flexione excesivamente

El espaciamiento entre apoyos se calcula con la siguiente expresión:

$$S = \frac{W * L * \cos(\alpha)}{9.42 * e * D}$$

Donde:

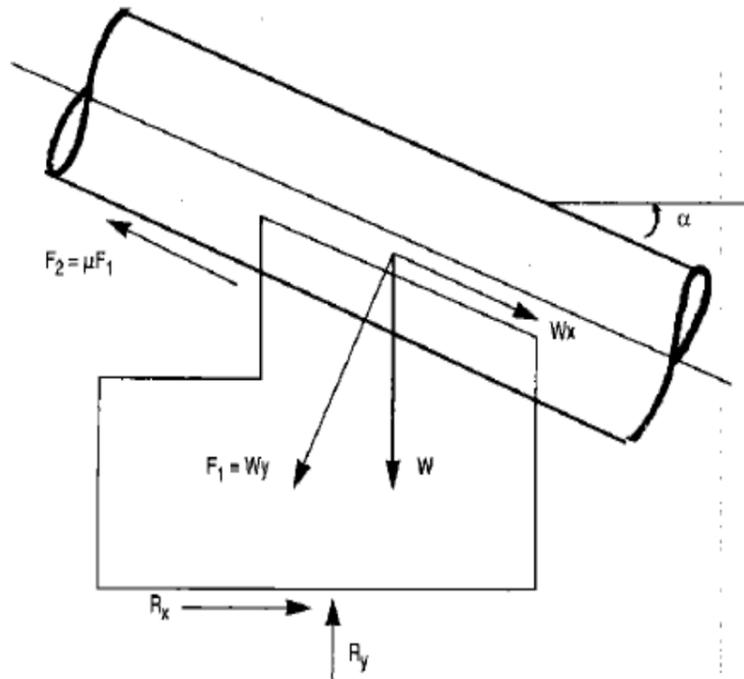
E → espesor de la tubería

D → diámetro de la tubería

L → distancia entre apoyos

W → peso del tubo más agua por unidad de longitud

b) **Fuerzas que intervienen en los apoyos**



Según la figura tenemos:

W → peso del tubo más peso del agua por unidad de longitud. Esta fuerza tiene dos componentes  $W_x$  y  $W_y$ .

$W_y$  → fuerza perpendicular al tubo

$W_x$  → fuerza longitudinal, paralela al tubo

$F_2$  → fuerza de fricción entre tubo y apoyo originado por  $W_y$

c) **Fuerzas que intervienen para el cálculo**

$F_1 = W_y$  → componente del peso del tubo con agua por unidad de longitud perpendicular al tubo

$F_2$  → Fuerza de fricción entre apoyo y tubo

La componente  $W_x$  no actúa para el apoyo sino para el cálculo del anclaje

d) **Valor de  $F_1$  y  $F_2$**

$$F_1 = W * L * \cos(\alpha)$$

$$\text{pero: } W = W_t + W_w$$

Reemplazando en  $F_1$

$$F_1 = (W_t + W_w) * L * \cos(\alpha)$$

$$F_2 = \mu * F_1$$

Donde:

$W_t$  → peso del tubo por unidad de longitud

$W_w$  → peso del agua en el tubo por unidad de longitud

$\mu$  → coeficiente de fricción entre el agua y el hormigón

L → distancia entre los apoyos o entre los puntos medios de 2 tramos

$\alpha$  → ángulo de inclinación de la tubería

Operando en las formulas, haciendo intervenir el concepto de peso, en función del peso específico, volumen y características geométricas del tubo y agua, tenemos:

$$W_t = (t * L/4 * (De^2 - D^2))$$

$$W_w = (w * L/4 * D^2)$$



Donde:

- $W_t \rightarrow$  peso específico del material de la tubería
- $W_w \rightarrow$  peso específico del agua
- $De \rightarrow$  diámetro exterior del tubo
- $D \rightarrow$  diámetro interior del tubo
- $L \rightarrow$  Longitud entre apoyos

La longitud "L" no debe causar deflexiones excesivas, ni esfuerzos de flexión mayores a los admisibles en la tubería, generalmente:  $L \leq 8m$ .

- La flecha máxima  $\Delta_{max}$  se calcula mediante:

$$\Delta_{max} = \frac{5}{384} \frac{G * L^4}{E * I}$$

Donde:  $W = W_t + W_w$

$E \rightarrow$  modulo de elasticidad del material de la tubería

$I \rightarrow$  momento de inercia de la sección

Para el caso de vigas se conoce que:  $\Delta_{Adm.} = 1/360 * L$

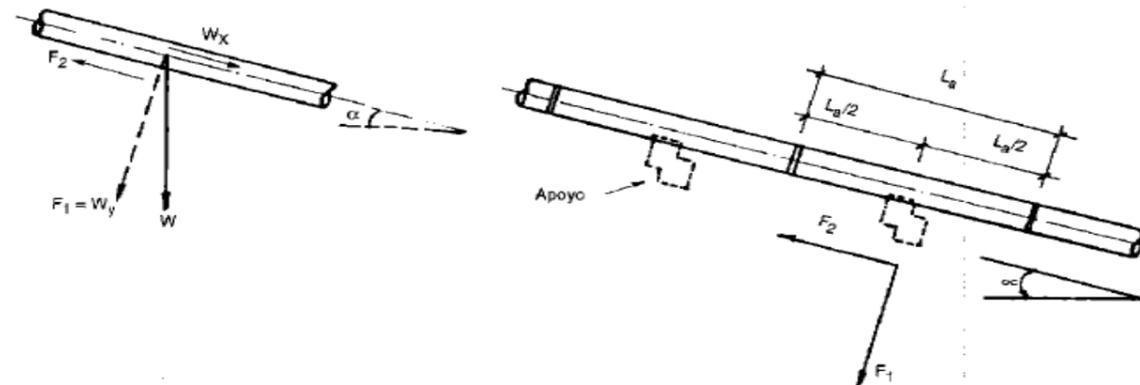
$$\Delta_{max} > \Delta_{adm}$$

**e) Fuerzas que actúan sobre los anclajes**

Se presentan dos casos:

- Cuando la tubería se está dilatando
- Cuando la tubería se está contrayendo

Para el primer caso:



La figura muestra las fuerzas y observamos que  $F_2$  es hacia arriba

$$W_C = \text{Peso del apoyo} = V * \gamma_C$$

Donde:

- $V \rightarrow$  volumen de hormigón del apoyo
- $\gamma_C \rightarrow$  peso específico del hormigón
- $R_y \rightarrow$  reacción vertical del suelo contra el apoyo
- $X \rightarrow$  distancia de la  $R_y$  al punto 0

Para asegurar la estabilidad del apoyo se deben cumplir tres condiciones:

1°  $\Sigma F_x < \mu * \Sigma F_y$

Donde:

$\Sigma F_x \rightarrow$  sumatorio de fuerzas en X

$\Sigma F_y \rightarrow$  sumatorio de fuerzas en Y

$\mu \rightarrow$  coeficiente de fricción entre el apoyo de hormigón y el terreno, y se selecciona de acuerdo a la siguiente tabla:

Material	f
Concreto/concreto	0.7
Concreto/roca sana	0.7
Concreto/roca de mediana calidad	0.6
Concreto/grava	0.5
Concreto/arena	0.4
Concreto/arcilla	0.2 a 0.3

2°  $\delta_{base} < \delta_{adm}$  del terreno

Donde:

$\delta_{adm} \rightarrow$  esfuerzo de compresión admisible del terreno

$\delta_{base\ max} \rightarrow$  esfuerzo de compresión máximo sobre el terreno

$$base_{max} = \frac{R_y}{A * \left(1 + \frac{6e}{B}\right)}$$

Donde:

$\delta_{adm} \rightarrow$  esfuerzo de compresión admisible del terreno

$R_y \rightarrow$  reacción vertical del suelo contra el apoyo

$B \rightarrow$  largo de la base del apoyo

$A \rightarrow$  área de la base del apoyo



e → excentricidad de la reacción vertical

3° El  $\delta_{base\ minimo}$  debe ser positivo; en caso contrario significará que se produce el volteo del apoyo

$$\delta_{min} = \frac{R_y}{A_x \left(1 - \frac{6e}{B}\right)} \quad \text{Además } \delta_{min} > 0$$

### 3.6.2 Cálculo de los anclajes

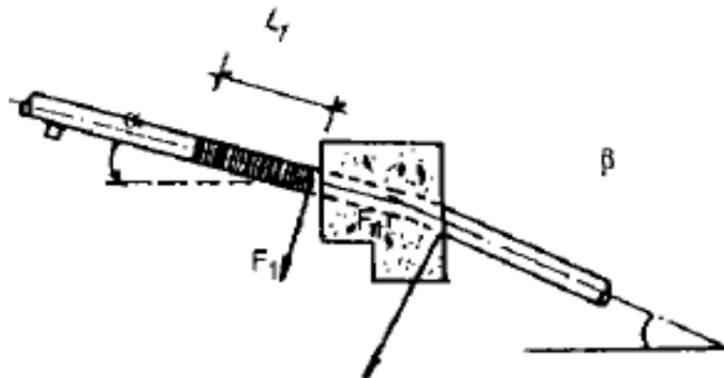
Los anclajes son bloques de hormigón que envuelven la tubería de presión con el propósito de fijarla al terreno. Por lo tanto, deben resistir cualquier fuerza que la tubería ejerza sobre ellos.

Generalmente, estos se ubican en aquellos lugares donde hay cambios de dirección o de pendiente, o donde existen cambios de sección. En ocasiones habrá que acoplar a la tubería otros elementos de fijación (armaduras, anillos, etc) que garanticen que el hormigón no se desprenda por encima del tubo. Las fuerzas que actúan sobre los anclajes son:

#### a) Componente del peso de la tubería con agua perpendicular a ella ( $F_1$ )

Esta fuerza es similar a la fuerza  $F_1$  considerada para los apoyos. Para el cálculo del anclaje, deben considerarse los dos tramos de tubería: el que está aguas arriba y el que está aguas abajo del anclaje.

$$F_1 = (W_t + W_w) * L_1 * \text{Cos } a$$



Donde:

$L_1$  → distancia del anclaje al punto medio del tramo

a → ángulo de inclinación del tramo de tubería analizado aguas arriba del anclaje

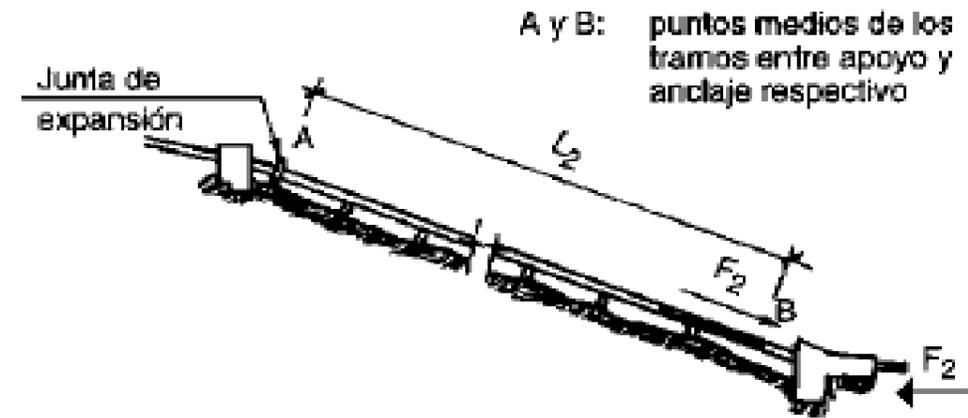
b → ángulo de inclinación del tramo de tubería aguas abajo del anclaje

#### b) Fuerza de fricción entre la tubería y los apoyos ( $F_2$ )

$$F_2 = \pm \mu (G_t + G_w) * L_2 * \text{cos } a$$

Donde:

A y B → puntos medios de los tramos entre apoyo y anclaje respectivo.



Donde:

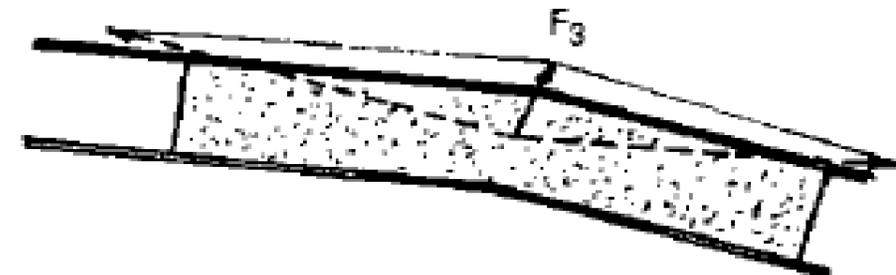
$L_2$  → longitud de tubería sujeta a movimiento

$\mu$  → coeficiente de fricción entre tubo y hormigón

$\alpha$  → ángulo de inclinación de la tubería aguas arriba del anclaje

#### c) Fuerza en los cambios de dirección debido a la presión hidrostática ( $F_3$ )

$$F_3 = 1.6 * 10^3 * H * D^2 * \text{sen}(\beta - \alpha) / 2$$





Donde:

H → presión estática en la tubería a la altura del anclaje en m.

D → diámetro interno de la tubería.

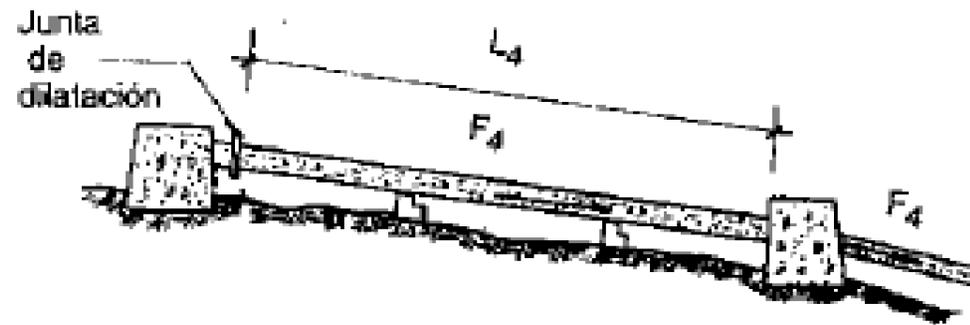
α → ángulo de inclinación de la tubería aguas arriba del anclaje

β → ángulo de inclinación de la tubería aguas abajo del anclaje

**d) Componente del peso de la tubería paralela a ella (F<sub>4</sub>)**

El tramo de tubería aguas arriba del anclaje tratará de empujar a éste, mientras que el tramo aguas abajo del anclaje tratará de jalarlo en la dirección de la pendiente.

$$F_4 = Gt * L_4 * \text{sen}\alpha$$



Donde:

L<sub>4</sub> → es la longitud entre la junta de dilatación y el anclaje

α → ángulo de inclinación de la tubería

**e) Fuerza debida a cambios de temperatura en la tubería (F<sub>5</sub>)**

Esta fuerza se origina cuando la tubería no tiene juntas de dilatación y cuando esta se encuentra en la superficie.

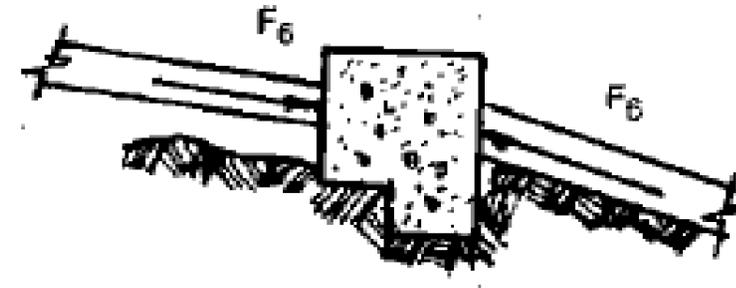
$$F_5 = 31 * D * t * E * a * \Delta t$$



**f) Fuerza de fricción en la junta de dilatación (F<sub>6</sub>)**

Esta fuerza se origina entre la empaquetadora y las partes de la junta de dilatación, cuando se contrae o se dilata la tubería.

$$F_6 = 3.1 * D * C$$



Donde:

D → diámetro interior de la tubería

C → coeficiente de fricción

**g) Fuerza debida a la presión hidrostática dentro de las juntas de expansión (F<sub>7</sub>)**

Esta fuerza es debido a la presión hidrostática que trata de separar en dos la junta de dilatación

$$F_7 = 3.1 * H * D * t$$



Donde:

H → presión estática en la tubería a la altura del anclaje.

D → diámetro interior de la tubería.

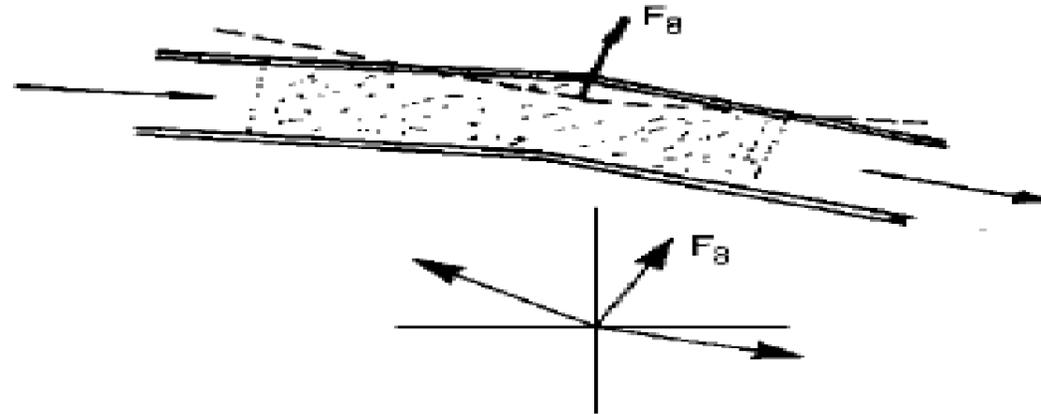
t → espesor de la pared de la tubería.



**h) Fuerza debida al cambio de dirección de la cantidad de movimiento ( $F_8$ )**

En los codos o cambios de pendiente, la velocidad del agua cambia de dirección. Ello ocasiona una fuerza resultante sobre el codo, la cual tiene la misma dirección y sentido que:

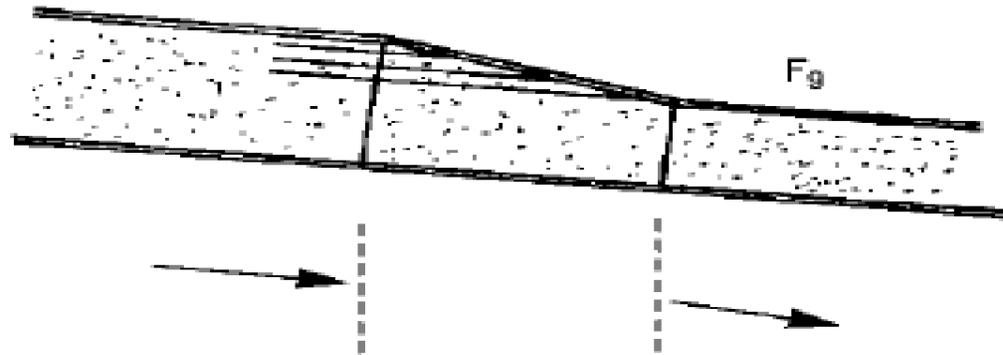
$$F_8 = 250 * (Q/D)^2 * \text{sen} (\beta - \alpha)/2$$



**i) Fuerza debida al cambio de diámetro en la tubería cuando hay reducción ( $F_9$ )**

Esta fuerza actúa en el sentido de la reducción, es decir, hacia la tubería de menor diámetro.

$$F_9 = 1 * 10^3 * H * \Delta A$$



Donde:

$H \rightarrow$  presión estática de la tubería a la altura de la reducción en m.

$\Delta A \rightarrow$  cambio del área de las tuberías en  $m^2$

### **3.7 CASA DE MAQUINAS Ó DE FUERZA**

Es el ambiente donde se aloja la turbina y el generador, convirtiendo la energía hidráulica en mecánica a través de las turbinas y la energía mecánica en eléctrica por medio del generador, produciéndose energía eléctrica de baja tensión (220 voltios) la cual es conducida al lugar de consumo por medio de una línea de transmisión monofásica o trifásica. La casa de máquinas debe alojar lo siguiente:

- Turbina, incluye el cono de entrada y válvula de accionamiento y chorro de salida. Todo el equipo viene preinstalado y basta ponerlo sobre una simple base fija y anclarlo al suelo.
- Generador, que recibe la potencia a través de una transmisión de fajas en “V” y debe montarse sobre una base deslizante.
- Tablero de control, el que está colgado en la pared o viene montado en el generador.



## 4 EQUIPO ELECTROMECAÁNICO

### 4.1 TURBINA HIDRÁULICA

En el proceso de transformación de la energía de un fluido en energía mecánica o viceversa, se emplean diferentes tipos de máquinas, que pueden clasificarse del siguiente modo:

- Máquinas gravimétricas
- Máquinas hidrostáticas o de desplazamiento
- Máquinas roto dinámicas o turbo máquinas

### 4.2 SELECCIÓN DE LA TURBINA

El diseño y construcción de turbo máquinas y en particular de las turbinas hidráulicas requiere de la solución de una serie de problemas que no siempre pueden afrontarse matemáticamente y que deben resolverse más bien en forma experimental mediante la utilización de modelos físicos. De este modo se obtiene una reducción en el costo de los ensayos experimentales a escala natural y mucho mayor control y precisión en la conducción de estos.

Los números adimensionales importantes en el estudio experimental son:

#### a) Número Específico de Revoluciones de Caudal o Número de Brauer (Nq)

Nos permite establecer criterios de semejanza independientes del rendimiento y está dado por:

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

#### b) Número Específico de Revoluciones de Potencia o Número de Cramer (Ns)

Depende de la eficiencia de la turbina y está dado por:

$$Ns = \frac{(N * P^{1/2})}{(H^{3/4})}$$

Donde:

- P → potencia neta al eje de la turbina  
 N → velocidad de rotación de la turbina  
 H → salto neto  
 Q → caudal de la turbina  
 Nq ó Ns → número específico de revoluciones

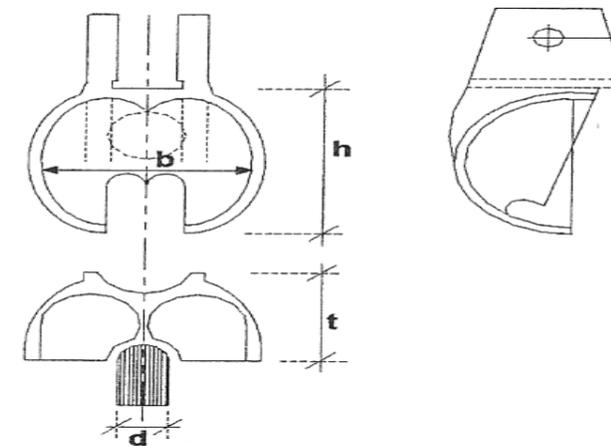
#### 1) Selección de la turbina

Para la elección de una turbina es necesario contar con un salto neto y un caudal la potencia al eje se halla con:

Donde:

- Q → caudal de diseño  
 η → eficiencia del grupo turbina generador  
 γ → peso específico del agua

#### 2) Dimensionamiento de una Turbina Pelton



#### a) Velocidad del chorro a la salida del inyector (C)

$$C = \phi \sqrt{2gH}$$

Donde:

- H → coeficiente de velocidad que depende de las pérdidas del inyector ΔH<sub>i</sub>  
 C → está dado en m/s



**b) Diámetro de cada chorro (d)**

$$d = \frac{Q}{C} = 0.55 * \sqrt{\frac{Q}{H^{1/2}}}$$

**c) Diámetro Pelton o del Rodete (D)**

$$D = a * \frac{\sqrt{H}}{N}$$

Donde:

a → constante que varía de (37 a 39)

**d) Relación D/d para un chorro**

D/d → 7.0 ; para Ns → 30

D/d → 15.0 ; para Ns → 15

**e) Velocidad específica**

$$Ns = 240 \left( \frac{d}{D} \right)$$

**f) Número de cucharas (z)**

$$Z = \frac{1}{2} * \frac{D}{d} + (14a16)$$

**g) Altura de montaje mínima**

$$Hm = 10 * d + \frac{H}{2000}$$

d → diámetro del chorro

**h) Dimensiones de cuchara**

Ancho de la cuchara                      h= varía (2.75d – 3.75d)

Longitud de la cuchara                    b= varía (2.35d – 2.85d)

Profundidad de la cuchara                t= varía (0.90d – 1.00d)

**4.3 REGULACIÓN DE LA VELOCIDAD**

Estos sistemas requieren de una operación a velocidad constante para no dañar el generador eléctrico ni los equipos y máquinas que utilicen esta energía.

TIPO DE CENTRAL	RANGO DE POTENCIA	TIPO Y USO DE REGULADOR DE VELOCIDAD
Microcentral	Hasta 40Kw	Tipo electrónico: <ul style="list-style-type: none"> <li>• La carga eléctrica</li> <li>• Uso opcional</li> </ul>
Minicentral	50-400 Kw	Tipo hidráulico o mecánico: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulando el flujo de agua</li> <li>• Uso obligatorio</li> </ul>

Existen básicamente dos maneras de controlar la velocidad del grupo generador:

- a) Por regulación del caudal de agua en la turbina
- b) Por regulación de la carga



## 4.4 GENERADORES

Los generadores eléctricos para estas aplicaciones son máquinas eléctricas rotativas que se acoplan directa o indirectamente a los rodets de las turbinas y así, conjuntamente, producen energía eléctrica o electricidad.

### 4.4.1 GENERADORES ELECTRICOS EN MICROCENTRALES HIDRÁULICAS

Los generadores eléctricos para estas aplicaciones son máquinas eléctricas rotativas que se acoplan directa o indirectamente a los rodets de las turbinas y así, conjuntamente, producen energía eléctrica o electricidad.

#### Componentes de Generadores Eléctricos

- **Circuito magnético**, de manera semejante a un fluido, el flujo magnético se transporta por un conductor que se caracteriza por mínimas pérdidas de flujo y de energía impulsora. El elemento conductor usado es hierro en aleaciones especiales y generalmente laminado, que al aplicarse forma un núcleo magnético. Cuando el flujo es alterno, por las conmutaciones de polaridad de norte a sur producen pérdidas de energía en el hierro, que se convierte en calor.

La cantidad depende de la magnitud del flujo, la frecuencia y el espesor y calidad de las láminas del núcleo

- **Circuito eléctrico**, está formado por las bobinas y las conexiones de estas por donde circula la corriente eléctrica. Las bobinas de campo y de armadura se hacen comúnmente de alambre redondo o de platina de cobre. El paso de corriente por la resistencia natural de todo conductor produce pérdidas que se manifiestan como calor; luego, a más corriente, más pérdidas y más calor.
- **Aislamiento – circuito dieléctrico y térmico**, el aislamiento eléctrico impide el paso de corriente eléctrica de un conductor a otro.
- **Sistema de enfriamiento**, en este tamaño de generadores es usual el empleo de aire forzado

### 4.4.2 REGULACIÓN DE TENSIÓN

El generador síncrono tiene el bobinado de campo excitado por corriente continua y la tensión desarrolladora en la armadura es alterna, de ahí que también se denomina alternador, sus características son las siguientes:

Potencia	→ 100Kva
Numero de fases	→ 3
Factor de potencia	→ 0.8
Ciclos	→ 60 Hz
Velocidad síncrona	→ 900 r.p.m
Velocidad de Empalamiento	→ 1800 r.p.m
Altura de proyecto (Pucará)	→ 3100 – 3500 msnm
Tensión de generación	→ 220/440

Este generador debe ser auto excitado y contar con un regulador automático de tensión, el cual tendrá como misión mantener el nivel de tensión constante a cualquier condición de carga dentro del valor nominal del alternador aún con variaciones de la velocidad (5%).

## 4.5 OBRAS ELECTRICAS

#### Líneas de transmisión y redes de distribución

Será realizado en base a lo estipulado en el Código Nacional Eléctrico y demás reglamentos vigentes.

A la salida de la sub estación elevadora, se inicia en el sistema de distribución, el cual está formado por dos subsistemas: el sub sistema de distribución primaria, que corresponde a las líneas de alimentación de las sub estación de distribución, y el sub sistema de distribución secundaria conformado por las redes de alumbrado público y las de servicio particular, hasta el medidor de cada abonado.



**Sub estación elevadora**

A la salida de la casa de fuerza se instalará una sub estación que elevará la energía de 220/440 a 10000 voltios, que energizará la línea de transmisión. Teniendo lo siguiente:

- Transformador Elevador:
  - Potencia = 125 KVA
  - Fases = Trifásico
  - Tensión primaria = 220/440 V
  - Frecuencia = 60 Hz
  - Altitud de Pucará = 3300 msnm
  - Refrigeración = Por baño de aceite
  - Regulación de la relación de transformación =  $\pm 2.5\%$  de la tensión nominal

**Línea de alta tensión**

La línea parte de la salida de la Sub estación elevadora y se prolonga hasta la población, terminando en la Sub estación de llegada. La longitud de esta línea es de 1 Km con una tensión de servicio de 10.000 Voltios y está formada por: Conductor, postes, aisladores, etc

**Sub estación de distribución**

Se ubicará en la zona “urbana” de Pucará y estará constituida por:

- Transformador
- Tablero de distribución
- Seleccionador tipo cut

**Cableado generador – tablero**

Se usa conductores sólidos o cableados de cobre con forro de PVC, que resisten 60°C – 75°C, a tensiones de servicio entre 600V – 2000V.

El dimensionado obedece a dos criterios básicos:

- a) Térmico, para lo cual se debe indicar la capacidad de conducción de corriente de varios calibres de conductor

- b) Caída de tensión, que depende de la magnitud de corriente I (amperios) a conducir por la distancia L (m) entre el generador y el seleccionador del tablero.

**Operación de la microcentral hidroeléctrica.**

Es importante mencionar que en una microcentral para generación de energía eléctrica tendrá un régimen de funcionamiento distinto que una microcentral para uso motriz directo. En términos generales, se puede concluir que, por mantenimiento, la microcentral debe paralizarse preferentemente de acuerdo a los criterios del cuadro siguiente:

<b>Paralización de MCH por mantenimiento</b>	
<b>Épocas</b>	<b>Paralizar durante</b>
Durante el año	Meses de estiaje
Durante la semana	Días de fin de semana
Durante el día	Horas nocturnas o de madrugada

**Capacitación de operadores.-** Es conveniente adiestrar una o más personas para la operación de la planta. Esta labor debe estar a cargo del contratista, quien, conjuntamente con los propietarios, debe seleccionar a las personas idóneas para el cargo y, en forma práctica, enseñarles el funcionamiento de los equipos, los nombres de las partes, el modo de operación de los equipos y como llevar a cabo acciones de mantenimiento.

Las acciones más importantes a realizar son:

- a) Poner en marcha y parar la turbina bajo condiciones normales
- b) Vigilar el funcionamiento del grupo hidrogenerador
- c) Llenar el registro diario de funcionamiento y ocurrencias
- d) Realizar maniobras para el reparto de energía eléctrica y en caso de que la turbina esté acoplada a una máquina, maniobra sobre la turbina de acuerdo a los requerimientos de potencia de la máquina acoplada o movida.
- e) Paralizar la turbina en caso de anomalías, detectar la causa y procederá eliminarla, cuando se trate de ocurrencias menores.

Es una estructura hidráulica que sirve como un pequeño almacenamiento, generalmente excavado en el cerro de forma rectangular o poligonal según la topografía y geología del terreno, dotado de rejillas y compuerta de descarga.



# CAPITULO III



# **RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS**



## 1 RECURSOS HUMANOS

Personal:

- Ejecutor
  - Pablo Ayerbe Carrera
- Asesores
  - Miguel Bazán Centurión
  - Gilberto Villanueva Vigo
- Cooperadores
  - Walter Mantilla
  - Almudena Abad García
  - Oliver Marcelo
  - Luis Tejada
  - Walter Castro
  - Robert Cotrina
  - Benito
  - Javier
  - Hugo

## 2 MATERIALES Y HERRAMIENTAS

- **Material topográfico**
  - Estacas de madera
  - Pintura
  - Comba (martillo para romper rocas)
  - Clavos
  - Libreta
  - Pinceles

- **Material de campo para reconocimiento y recolección de muestras (mecánica de suelos y tecnología de materiales)**
  - Picos y palancas
  - Bolsas de polietileno
  - Sacos
  - Machetes

## 3 EQUIPOS Y SERVICIOS

- **Equipo topográfico**
  - 01 teodolito o estación total
  - 01 nivel de ingeniero
  - 02 trípodes de madera
  - 01 brújula
  - 01 GPS Garmin
  - 01 Eclímetro
  - 01 Cinta métrica de nylon de 30 metros (wincha)
  - 03 Miras
  - 06 Jalones



# CAPITULO IV



# **METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO**



# INDICE

## **1 Evaluacion de la zona de estudio**

### **1.1 Reconocimiento de la zona de estudio**

### **1.2 Ubicación del punto inicial del trazo del canal**

## **2 Levantamiento topográfico del canal**

## **3 Mecánica de suelos**

## **4 Estudio de la oferta del agua**

## **5 Calculo del caudal**

## **6 Población futura**

## **7 Determinación de la demanda eléctrica**

## **8 Obras civiles**

### **8.1 Captación**

#### 8.1.1 Datos obtenidos

#### 8.1.2 Tipo de captación

### **8.2 Diseño del barrage**

### **8.3 Diseño del canal de conducción - tubería**

### **8.4 Diseño de la cámara de carga y desarenador**

## **8.5 Tubería de presión**

### 8.5.1 Pérdidas de carga en la tubería

### 8.5.2 Altura neta (Hn)

### 8.5.3 Golpe de ariete

### 8.5.4 Incremento de altura

### 8.5.5 Junta de dilatación

### 8.5.6 Anclajes y apoyos

## **8.7 Casa de fuerza**

## **9 Obras eléctricas**



## 1 EVALUACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

### 1.1 RECONOCIMIENTO DE LA ZONA DE ESTUDIO

El reconocimiento fue realizado por los Asesores del Proyecto, Proyectistas, Alcalde del distrito y algunos pobladores del lugar, el cual se realizó a pié, a lo largo del río Tabanas y se vio la posible ubicación de las diferentes partes de la microcentral hidroeléctrica y de la captación, barraje o azud.

### 1.1 UBICACIÓN DEL PUNTO INICIAL DEL TRAZO DEL CANAL

El punto inicial del trazo se encuentra ubicado a 800 metros del centro Poblado del Caserío de Pucará, a una altitud de 3135.00 metros sobre el nivel del mar. Dicho punto está en las coordenadas UTM:

Oeste: 78° 40'14"

Sur: 6° 59'12"



## 2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL CANAL

### a) Trabajo en campo

El levantamiento topográfico de la que fue realizado de la siguiente manera:

- Levantamiento de la zona de la microcentral hidroeléctrica.
- Ubicamos el eje del canal.
- Ubicación de los puntos de intersección del canal.
- Medida de los ángulos de intersección.
- Medición de los lados de la poligonal.
- Medición de la externa, con la cual se calculó el radio de las curvas.

- Finalmente ubicamos el punto final el canal, donde cumpliera la altura necesaria mínima de 30m, y halla un espacio de fácil ubicación de la cámara de carga.
- Se utilizó la nivelación taquimétrica o trigonométrica.
- Para los lugares donde se colocará la tubería del canal, se coloca una mira sobre el terreno y sobre él, el eclímetro, para medir ángulos y distancias, en todas las estacas. Además también usamos un nivel y un teodolito.

### b) Trabajo en gabinete

Procesamiento de datos en el ordenador utilizando el software Microsoft Excel, Microsoft Word y Autocad.

## 3 MECÁNICA DE SUELOS

El suelo de la zona donde se va a construir la captación y el canal están compuestos por suelos de terrenos aptos para la construcción de las distintas obras. Entonces no hará falta el estudio granulométrico del terreno ya que por experiencia del maestro e ingenieros se visualizó su valía como terreno. La resistencia del terreno habitual es  $< 0.90\text{kg/cm}^2$ .

## 4 ESTUDIO DE LA OFERTA DEL AGUA

### a) Selección del período de diseño

Luego de la inspección ocular realizada con los ingenieros asesores y teniendo en cuenta los aspectos dados en campo. Se diseñará una Microcentral de 12 KW. El periodo de diseño considerado es 20 años para el equipo electromecánico, con una tasa de crecimiento poblacional según el MINSA (Ministerio de Salud) en la zona rural de Cajamarca menor de un 3.5%.

### b) Parámetros geomorfológicos.

Debido al cambio climático, las fuentes de agua van disminuyendo su caudal. Por este motivo es irrelevante hacer un estudio hidrológico concienzudo. Se sabe aproximadamente de estudios cercanos y de datos proporcionados por la población que en época de estiaje el caudal baja considerablemente.



### 5 CALCULO DEL CAUDAL

El caudal se calculó mediante el método del flotador. Este método consiste en fijar dos secciones transversales en el río separadas una distancia conocida (6.50m), donde el agua este remansada y no haya mucha corriente, además de que sea una sección uniforme y recta. Entonces desde la sección aguas arriba se deja caer sobre el agua un pequeño objeto que flote, y se calcula el tiempo que tarda en llegar a la sección aguas abajo. En nuestro caso usamos unos pequeños trozos de madera. Se hace este proceso 5 veces y descartamos el tiempo mayor y menor. Con la media de estos tiempos calculamos la velocidad, que será:

$$V = (\text{Largo de sección (m)}) / (\text{tiempo que tarda en recorrerla (seg)})$$

T<sub>1</sub> → 7.85s

T<sub>2</sub> → 7.84s

T<sub>3</sub> → 6.95s

T<sub>4</sub> → 7.92s

T<sub>5</sub> → 6.99s

$$T_p = \frac{\sum T_i}{n_i} = \frac{7.85 + 7.84 + 6.99}{3} = 7.56 \text{seg}$$

$$V = \frac{D}{T} = \frac{6.50}{7.56} = 0.86 \text{m/s}$$

El paso siguiente es determinar el área promedio del río (sección transversal):



Sabiendo que el ancho del río es de 3.5 metros de ancho procedemos a calcular la profundidad o altura del río cada medio metro desde una orilla a otra, y calcularemos la altura media.

H<sub>1</sub> → 0

H<sub>2</sub> → 0.26m

H<sub>3</sub> → 0.26m

H<sub>4</sub> → 0.25m

H<sub>5</sub> → 0.25m

H<sub>6</sub> → 0.38m

H<sub>7</sub> → 0.24m

H<sub>8</sub> → 0

$$H_{media} = \frac{\sum H_i}{n} = \frac{1.64}{8} = 0.205 \text{m}$$

$$A = \text{base} * H_{media} = 3.5 * 0.205 = 0.72 \text{m}^2$$

Entonces conocida la velocidad y el área ya podemos calcular el caudal:

$$Q = A * V * 0.5 = 0.86 * 0.72 * 0.5 = 0.3096 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 310 \text{ litros/s}$$

El 0.5 es un coeficiente que sale de la siguiente tabla:

Tipo de canal o río	Factor K
Canal revestido en concreto, profundidad del agua mayor a 15 cm.	0.8
Canal de tierra, profundidad del agua mayor a 15 cm.	0.7
Río o riachuelo, profundidad del agua mayor a 15 cm.	0.5
Ríos o canales de tierra, profundidades menores a 15 cm.	0.5 a 0.25

Se necesitan 80 l/s para proporcionar la energía, así que en época de lluvias que es cuando se midió el caudal hay agua en abundancia, en época de estiaje el caudal disminuye a la mitad prácticamente, con lo que también se puede contar con agua.



## 6 POBLACIÓN FUTURA

La información censal y las tasas de crecimiento se muestran en las siguientes tablas.

INFORMACIÓN DE CENSOS	
AÑO DEL CENSO	POBLACIÓN (HAB)
1981	190
1993	207
2005	218
2011	224

La comunidad de Pucará tiene una población total de 224 habitantes en 36 familias. El promedio de integrantes por familia es de 5,7 personas. La población es relativamente uniforme en cuanto a la distribución de grupos de edades; siendo la población joven (que comprende de 0 a 24 años) la de mayor porcentaje.

## 7 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA ELECTRICA

En la actualidad Pucará no tiene energía eléctrica, por lo que no se cuenta con información estadística de la demanda eléctrica, esto nos hace recurrir al método utilizado por Electro Perú S.A presentada por la consultora canadiense Montreal Engineering Ltd. Monenco, 1980 y que aparece en el “V Proyecto de energía eléctrica del Perú”, la cual es recomendable aplicarla en poblaciones con menos de 20.000 habitantes, a continuación se desarrolla el método elegido.

### a) Pronóstico del número de viviendas

Número de viviendas	
Año	Nº viviendas
2011	51
2015	61
2020	74

### b) Pronóstico de cargas especiales.

Las cargas especiales son demandas eléctricas correspondientes a escuelas, iglesias, hospitales, casas comunales, etc. En el caso de Pucará existe una escuela, una casa comunal y dos iglesias, una evangelista y otra de Jesús Nazareno. La metodología expuesta considera un 3% del consumo doméstico, alumbrado público y uso comercial estimado.

### c) Pronóstico de la demanda de potencia.

La microcentral hidroeléctrica tendrá una potencia que vendrá estimada por la altura de caída desde la cámara de carga hasta la casa de maquinas. La potencia final que le daremos es de 12 KW. La estimación de la central es para 20 años desde el inicio de las obras.

### d) Pronóstico del consumo neto industrial.

La población es ganadera y agrícola, pero con la llegada de la energía pueden empezar a crear microempresas dedicadas a la fabricación de quesos, madera, etc.

### 7.1.1 Compatibilización de demanda – Disponibilidad del recurso

El tamaño de la microcentral de Pucará se definirá por la interrelación entre el recurso hidrológico disponible de la zona y el lugar de caída más factible para que de una altura mínima de 30 metros. Como caudal se estimo que se necesitan 80l/s por el canal - tubería.



## 8 OBRAS CIVILES

### 8.1 CAPTACIÓN

#### 8.1.1 Datos obtenidos

De los estudios hidrológicos y topográficos realizados anteriormente tenemos:

- Caudal máximo → 0.31 m<sup>3</sup>/s
- Caudal mínimo → 0.15 m<sup>3</sup>/s
- Pendiente del río en el tramo de estudio → 2%
- Ancho del río en la zona → 10.40 m
- Coeficiente de rugosidad (roca) → 0.050



#### 8.1.2 Tipo de captación

En nuestro caso utilizaremos un barraje mixto. También Se verificó que existen cantos rodados de diámetro 0.30 m y la distancia de acarreo es pequeña ya que el área de la cuenca es muy pequeña. El desarenador se colocará en una zona llana unos metros después de la captación.

Dimensiones previas establecidas en la captación:

- Ancho del barraje fijo → 8.90 m
- Ancho del barraje móvil → 1.50 m

## 8.2 DISEÑO DEL BARRAJE

### 8.2.1 Barraje fijo

Para el diseño del barraje se consideró el caso crítico: que no se retire el barraje móvil y resistan los tablonés en el momento que presente la máxima avenida. Entonces, se hace necesario efectuar una serie de pasos o secuencias que determinarán las condiciones de diseño.

#### Secuencia de cálculos para determinar las condiciones de diseño

Para el cálculo de lo que es sistema de captación del río tomaremos el caudal máximo diario encontrado en el trabajo anterior, pero para hacer los cálculos tomaremos el caudal que necesitamos, que es de 80 l/s.

$$Q_d = 0,080 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$80 \text{ lit / seg}$$

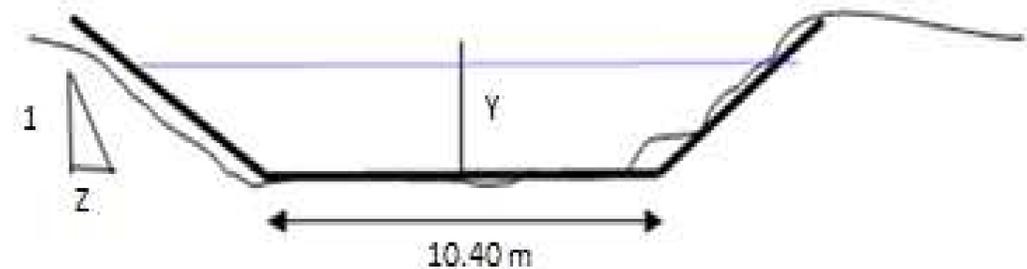
#### DISEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACION

Para el presente trabajo asumiremos los siguientes caudales:

$$Q_r (\text{mín}) = 0.08 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$Q_r (\text{máx}) = 2 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

La sección del río es de forma trapezoidal, con  $z = 0,25$



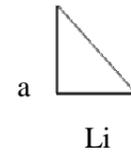
Asumimos un ancho de río (B) = 10.40 Metros.



a) Cálculo de la pendiente, aguas arriba y abajo del eje del barraje:

Cota de la captación: 3162 m.s.n.m

Cotas (m.s.n.m)	Li (m)	a (m)	Tan f
3137 3162	800	25	0,031
3162 3187	990	25	0,025



Pendiente aguas arriba (Sar)°/oo = 0,025

Pendiente aguas abajo (Sab)°/oo = 0,031

b) Cálculo del tirante hidráulico en el cauce natural (y):

$$\text{Area (A)} = (B+zy)y = (10.40+0.25*0.205)*0.205 = 2.14 \text{ m}^2$$

$$\text{Per. Moj (p)} = B+2y(1+z^2)^{1/2} = 10.40+2*0.205*(1+0.25^2)^{0.5} = 10.82 \text{ m}$$

$$\text{Rad. Hid (R)} = A/p = (2.14/10.82) = 0.19773$$

Por la ecuación de Manning:

$$Q = \frac{AR^{2/3}S^{1/2}}{n} \quad \text{Para lecho natural de un río } n = 0,03$$

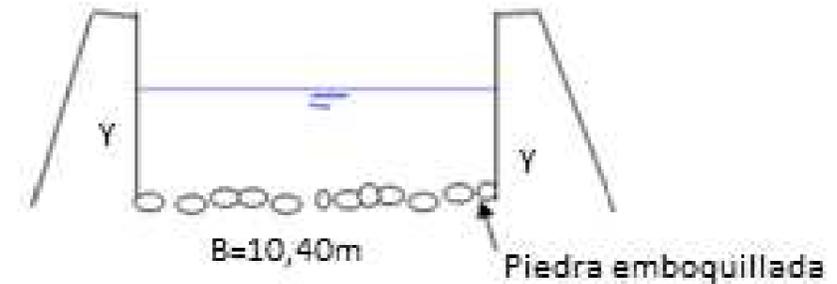
Calculamos y mediante tanteos:

y (metros)	Área (m <sup>2</sup> )	Per (m)	RH	Q (m3/seg)
0,05	0.5206	10.503	0.04957	0,3703
0,10	1.0425	10.606	0.09829	1,1702
0,15	1.5656	10.709	0.14619	2,2899
0,20	2.0900	10.812	0.19330	3,6825
0,25	2.6156	10.915	0.23963	5,3184

Interpolando para hallar y(mín), y(máx)

	"y"
Qr (mín) = 0,080	0,031854 metros
Qr (máx) = 2.000	0,14000 metros

c) Cálculo del tirante hidráulico cuando los muros sean construidos (y):



$$\text{Area (A)} = 10.40 y$$

$$\text{Per. Moj (p)} = 10.40+2y \quad P1 = B$$

$$\text{Rad. Hid (R)} = A/p \quad P2 = 2Y$$

Por la ecuación de Manning:

$$Q = \frac{ARh^{2/3}S^{1/2}}{np}$$

np= Rugosidad compuesta (concreto y piedra emboquillada)

$$np = \frac{(P_1n_1^2 + 2P_2n_2^2)^{1/2}}{p^{1/2}}$$

Donde: P es el perímetro mojado.

Calculamos "y" mediante tanteos:

Rugosidad del C° (n2) = 0,013

Rugosidad piedra emboquillada (n1) = 0,019



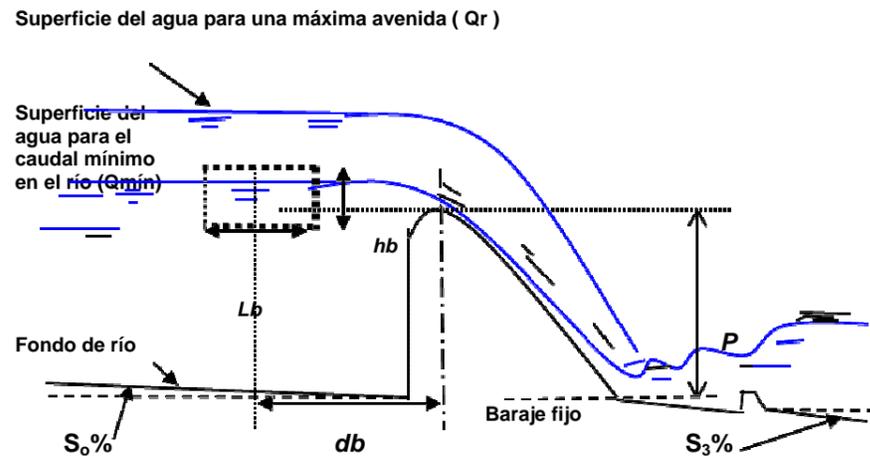
y (metros)	Q (m <sup>3</sup> /seg)	
0.10	0.85	
0.15	1.65	Para avenidas mínimas:
0.20	2.65	A (m <sup>2</sup> ) = 1.700 m <sup>2</sup>
0.25	3.82	P (m) 3.48 m
0.30	5.15	Rh = 0.5
0.35	6.61	np = 0.01888

Interpolando para hallar y (mín), y (máx)

	"y"
Qr (mín) = 0,080	0,05 metros
Qr (máx) = 2.00	0,17 metros

**DISEÑO HIDRAULICO DE LA ESTRUCTURA DE CAPTACION**

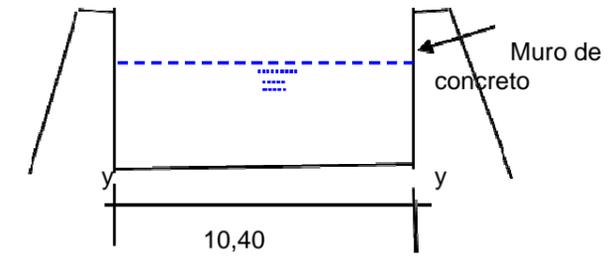
Con los datos anteriormente obtenidos tenemos:



Superficie del agua para una máxima avenida (Qr)

P → altura del barraje el fijo

Db → distancia desde el eje del barraje hasta el eje del bocal



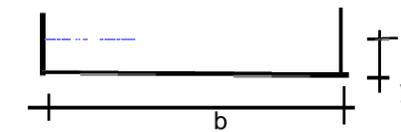
**DISEÑO DE BARRAJE Y BOCAL:**

**A.- Diseño de la ventana de captación o Bocal:**

a) Suponemos una longitud de bocal (Lb) menor o igual 1,50 veces el ancho de la plantilla de canal principal en metros.

Qd = 0,310 m<sup>3</sup>/seg

Diseño del canal para máxima eficiencia hidráulica



Un canal rectangular de máxima eficiencia hidráulica se obtiene cuando el ancho es igual al doble del tirante:

b = 2y

Donde:

AH = 2y \* Y 2y2

Pm = 2y + 2y = 4y

RH = (2y<sup>2</sup> / 4y) = y/2

Además, sabemos que:

Q = A \* V



V = 0,42 m/seg (velocidad asumida como límite para arrastrar materiales con un margen de seguridad)

Qmd = 0,0800 m3/seg

y = 0,309 m

Luego b = 0.62 m. (ancho, plantilla del canal principal)

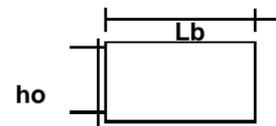
Luego:

Lb < 0,926metros

Asumimos (Lb) = 0.9 metros

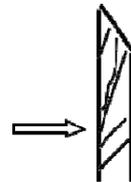
**B.- Cálculo de la carga "ho" aplicando la fórmula de gasto en vertedor rectangular de pared delgada.**

Q = CLb(ho)<sup>3/2</sup>



Con C = 1,8

Para umbral de la siguiente forma



ho = 0,13 metros

**c) Cálculo de la pérdida de carga por rejilla (hr):**

hr = 2.4 \* (phi/a)<sup>4/3</sup> \* (V1<sup>2</sup> / (2g))

Donde:

f = Diámetro de las varillas de la rejilla en cm. = f3/4 = 1,905

a = Separación entre varillas; (de 5 a 10 cm) = 7

V1 = Velocidad del agua frente a la rejilla en cm / seg.

Cálculo de V1: a partir de la fórmula de Manning de cálculos anteriores para Qr (mín), tenemos:

A (m<sup>2</sup>) = 1.700 m<sup>2</sup>

P (m) 3.48 m

Rh = 0.5

np = 0.01888

→ V1 = 0.05 m/s → hr = 0.00m

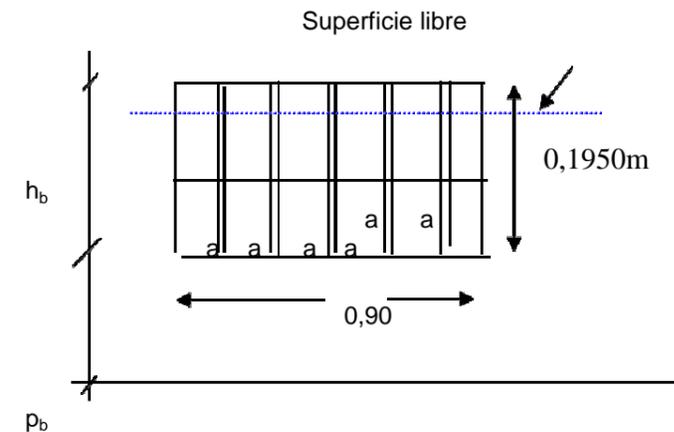
**\*\* Altura del bocal 'hb':**

hb = ho + hr + espacio libre (6.0m)

hb = 19.50 centímetros

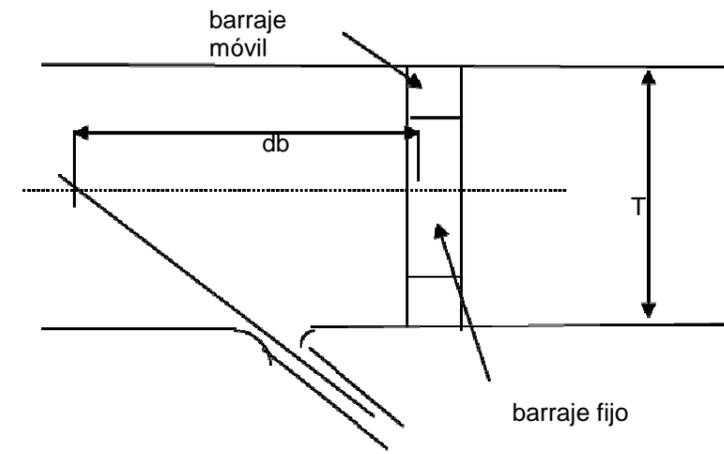
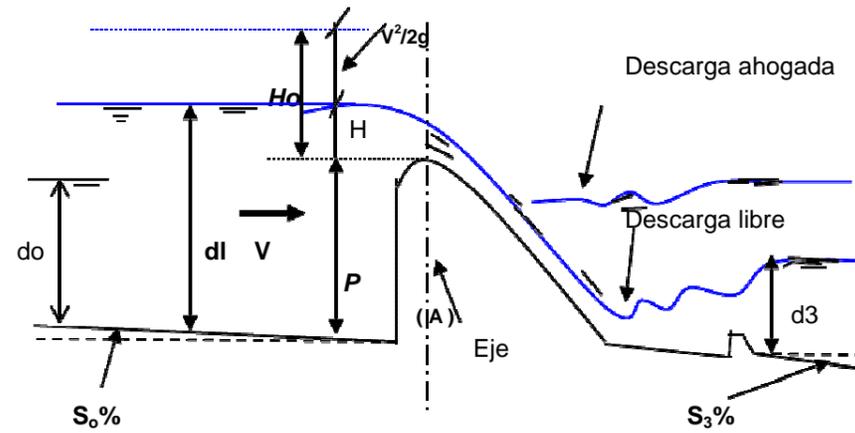
hb = 0,1950 metros

**\*\* El bocal presenta la siguiente figura:**





\*\*\*.- Diseño del barrage:



\*\*\* Barraje fijo:

a) Cálculo de la altura "P" del barrage según:

$$P = Pb + ho + hr + db * \tan \phi$$

Donde:

Altura del umbral del bocal (pb) = 0,3 metros (asumido)

Tan  $\phi$  =(s°/oo)= 0,025 (Pendiente aguas arriba)

db = 2,0 metros (asumido)

Luego:

$$P = 0,5 \text{ metros}$$

b) Calculamos la carga "Ho" del vertedor tipo Cimacio:

Definimos si la descarga sobre el barrage es libre o ahogada:

Calculamos "do" y "d3" con la fórmula de Manning.

$$Q = \frac{ARh^{2/3}S^{1/2}}{np}$$

$$n_p = \left| \frac{T * n_1^2 + 2don_2^2}{2 + d_0 + T} \right|^{1/2}$$

\*\*\* Cálculo de "do" aguas arriba del barrage:

Hacemos:

Qr = Avenida en el río para un período de retorno dado ( 5 años)

Qr = Qr (máx) (debería ser Qr, con T,R = 4 años)

s °/oo=0,025 (pendiente aguas arriba)

Por tanteos calculamos "do"

do (metros)	Q (m3/seg)	Para máxima avenida
0,09	0,71	
0,15	1,65	A (m2) = 1.37
0,4	8,21	P (m) = 3.39
0,5	11,75	R (m) = 0,5
		np = 0,0188

Qr (máx) = 2.00 0,16 Metros

$$Vo = 1,18 \text{ m/s}$$



**\*\*\* Calculo de "d3"aguas abajo del barrage:**

Donde:

$S^{\circ}/\infty = 0,0313$  (pendiente del río aguas abajo)

$Q_r (\text{máx}) = 2,00 \text{ m}^3/\text{seg}$

Mediante tanteos calculamos d3

d3 (metros)	Q (m3/seg)	Para máxima avenida
0,3	5,73	
0,4	9,12	A (m2) = 2,0
		P (m) = 3,96
		R (m) = 0,5
		$n_p = 0,0188$

$Q_r (\text{máx}) = 2,00 \text{ m}^3/\text{seg}$        $d_3 = 0,19 \text{ Metros}$

$V_3 = 1,01 \text{ m/s}$

Determinamos si actúa como barrage de descarga libre o ahogada :

Si, "do" y "d3" < "P", entonces se prevé descarga libre

"P" = 0,5

"do" = 0,16

"d3" = 0,19

**\*\*\*\* Calculo de "Ho" en caso de descarga libre:**

Donde:

$L = T - l_f - (0,4H_o)$

$6m \leq T \leq 9m \rightarrow l_f = 4,00$

$Q_r (\text{máx}) = 2,00$

Además:  $C = 2,00$  (asumido)

Por tanteo, Calculamos Ho:

Ho (m)	Q (m3/seg)
0,5	6,8
0,6	8,8
0,7	10,90

Para:  $Q_r (\text{máx})$  tenemos que:

$Q_r (\text{máx}) = 2,00 \text{ m}^3/\text{seg}$        $H_o = 0,259 \text{ metros}$ .

**\*\* Calculamos el valor correcto de "C"; utilizando grafico N° 1**

$P/H_o = 1,9 \rightarrow C = 2,16$

Calculamos nuevo valor para "Ho"

Por tanteo,

Ho (m)	Q (m3/seg)
0,5	7,3
0,6	9,5
0,7	11,70

$Q_r (\text{máx}) = 2,00 \text{ m}^3/\text{seg}$        $H_o = 0,25 \text{ metros}$

**\*\*Calculamos "H"**

$$H_o = H + \left( \frac{v^2}{2g} \right)$$

$$V = \frac{Q_r}{(H + p) * T - db * \tan \phi}$$



Por tanteos hallamos valor de "H"

H (m)	Ho (m)
0,5	0,50
0,6	0,60
0,7	0,70

H = 0,26 metros  
V = 0,23 m/seg

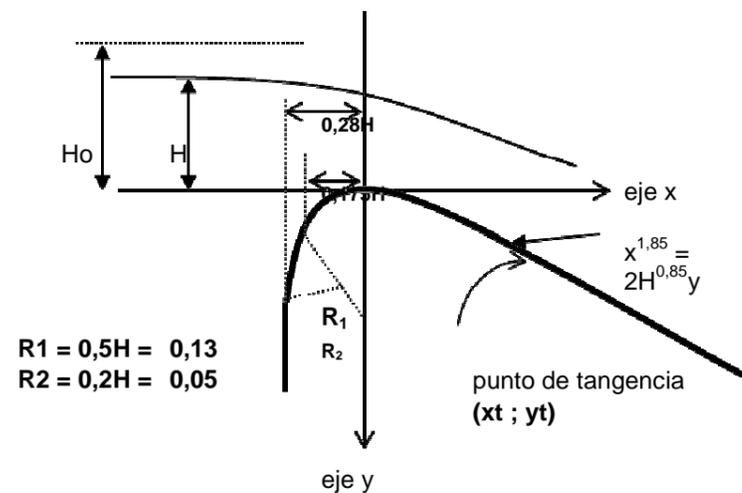
Verificamos que: db >= 4H

db = 2

4H = 1,02 → OK

\*\*\* Cálculo y trazo del perfil de cresta:

De acuerdo al perfil de Bazin:



\*\*\*Despejando "y" de la ecuación

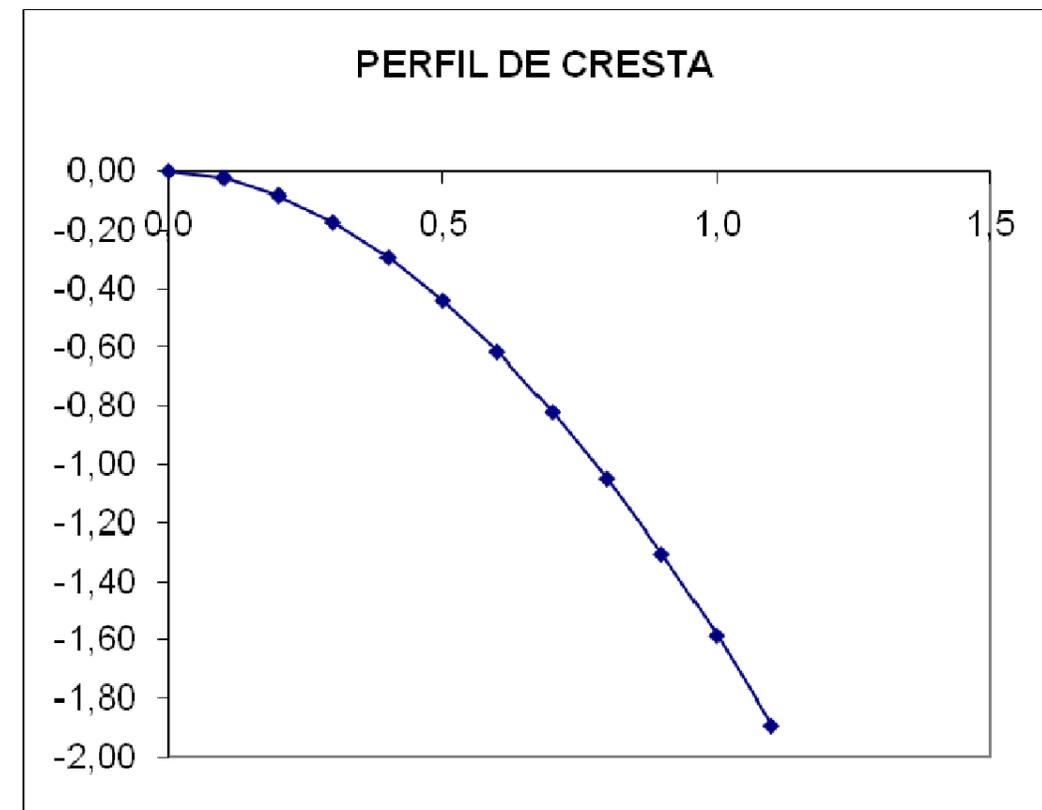
$$X^{1,85} = 2H^{0,85}y$$

Tenemos:

$$Y = \left( \frac{X^{1,85}}{2H^{0,85}} \right)$$

Tabulando:

X	Y
0,0	0,00
0,1	0,02
0,2	0,08
0,3	0,17
0,4	0,29
0,5	0,44
0,6	0,62
0,7	0,82
0,8	1,05
0,9	1,31
1	1,59
1,1	1,90





Del gráfico calculamos la pendiente de la curva:

$$m = z = 0,943$$

Calculamos las coordenadas del punto de tangencia:

$$\frac{(0.5)(1.85)(X_t)^{0.85}}{H^{0.85}} = \frac{1}{Z}$$

Luego:

$$X_t = 0,301 \quad Y_t = 0,172$$

$$\text{Punto de tangencia} = (0,301 \quad 0,172)$$

\* Cálculo de otros elementos del perfil:

$$X_c = 0,07 \quad R_1 = 0,13$$

$$Y_c = 0,05 \quad R_2 = 0,05$$

### B.2 Barraje Fusible:

El terraplén estará constituido por rocas de diámetro menor a las existentes en el lecho del río, las que se colocaran a mano sin ningún tipo de mortero

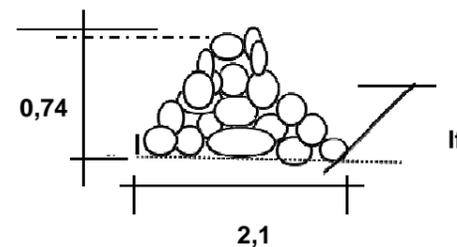
Tendrá taludes determinados por el método de estabilidad de equilibrio límite se colocara directamente sobre el zampeado.

En el talud aguas arriba se colocará una capa de arcilla con residuos de vegetales (raíces, tallos, etc.) para evitar o reducir la filtración.

Donde la altura será igual a:

$$P_f = H_o + p = 0,74 \text{ metros}$$

$$l_f = 2 \text{ m}$$

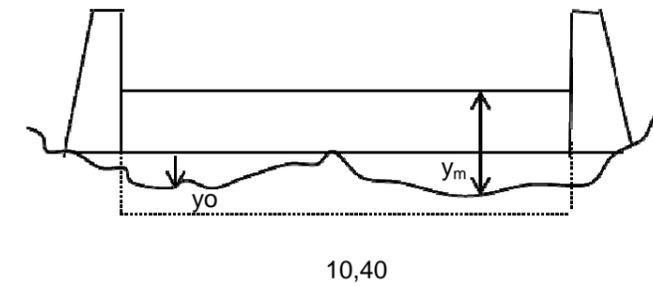


Donde la altura será igual a:

$$P_f = H_o + p = 0,74 \text{ metros}$$

$$l_f = 2 \text{ m}$$

\*\*\* Cálculo de la profundidad mínima de empotramiento en el lecho del río:



La profundidad de socavación ( $y_s, y_o$ ) se calculará con el criterio de socavación general:

Velocidad real ( $V_r$ ) sea mayor que la velocidad erosionante ( $V_c$ )

Sabemos que:

$$V_r = \alpha \left( \frac{Y_o^{5/3}}{Y_s} \right)$$

\*\* " $Y_o$ " = profundidad antes de la erosión.

" $Y_s$ "= Tirante cuya profundidad se desea conocer:

" $V_r$ "= Velocidad real

También:

$$V_c = V_{cl} * Y_s^{0.2}$$

\*\*\* " $V_c$ "= Velocidad no erosionante para el tirante " $Y_e$ "

" $Y_s$ "= Tirante, en metros existente en el punto de estudio.

" $V_{cl}$ "= velocidad no erosionante, correspondiente a un tirante de 1 m.



$$\alpha = \frac{Qr}{(Ym * T * \mu)} \quad (b)$$

Igualando Vr = Vc

$$Ys^{1.2} = \alpha \left( \frac{Y^{5/3}}{Vcl} \right) \quad (c)$$

Para una sección irregular (sin muros de encauzamiento)

$$Yo = 0,14 \text{ metros}$$

$$A = 1,49 \text{ metros}$$

Aplicando la ecuación de Manning, calculamos "Ym"

Con Qr (se debe trabajar con Qr para P.R de 31 años)

$$Ym = 0,17$$

$$Ah = 1,74 \text{ m}^2$$

$$V = 0,57 \text{ m/seg}$$

Luego en la tabla A-1, hallamos:  $\mu$

Al no hallarse el valor de la longitud del claro, extrapolamos e interpolamos

Luego:

$$\mu = 0,945$$

Remplazando valores en (b), obtenemos

$$\alpha = 1,22$$

### Cálculo de "Vc1"

Para esto se debe hacer un estudio granulométrico del lecho del río y determinar el diámetro medio de una fracción de la muestra, así mismo el peso como porcentaje de esa misma porción.

\*\*\* Al no contar con estos datos, para el presente trabajo asumimos:

$$Dm = 7,1 \text{ mm}$$

Con este valor entramos a la tabla A -3 y calculamos Vc1

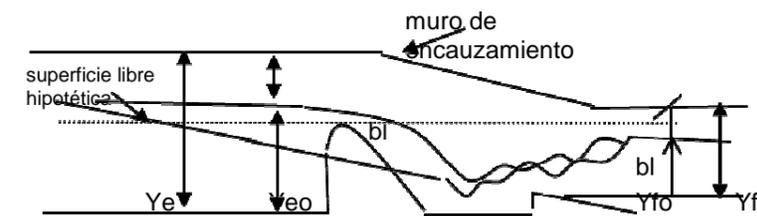
$$Vc1 = 0,5 \text{ m/seg}$$

Remplazando los valores de ( a , Yo , Vc1 ) en (c) obtenemos

$$Ys = 0,13 \text{ metros}$$

### C.- ALTURA DE LOS MUROS DE ENCAUZAMIENTO

\*\*\*\*Aguas arriba del Barraje:



Muros aguas arriba y abajo del barraje

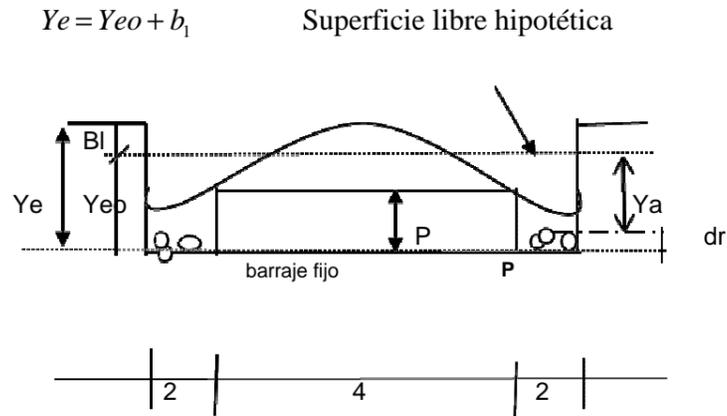
$Yeo$  = tirante de agua cuando falle el barraje fusible:

$$Ya = Yeo - dr$$



b1 = borde libre, >= 0,5 m      asumimos,    0,4

Donde las alturas de los muros de encauzamiento están dadas por la expresión:



Calculamos las velocidades en cada sección a partir de la formula de Manning.

$$Vi = \frac{Ri^{2/3} S^{1/2}}{n_1}$$

Con n1, n2, n3 Rugosidad compuesta en cada sección

n1 = n3 = (lecho de la subsección)

n2 = muros

De cálculos anteriores o similares procedimientos, tenemos.

- L' = 6,4      n2 = 0,017
- lf/2 = 2      n1 = n3 = 0,036
- P = 0,5      dr = 0,6
- (P-dr) = 0,11      S = 0,025

\*\*\* Sección 1 igual a sección 3

A1 = 2. Ya  
Rh1 = (2. Ya) / (2 + 2Ya)

\*\*\* Sección 2

A2 = 4,0(Ya - P - dr)  
Rh2 = 4,0(Ya - P - dr) / (4,0+2(Ya - P - dr))

Qr (max) = V1\*A1 + V2\*A2 + V3\*A3

Además:

$$Q_1 = \frac{A_1 R h^{2/3} S_1^{1/2}}{n} \quad (d)$$

Para las secciones (1) y (3), hacer n = np

Para la sección (2), hacer n = n2

$$np = \frac{\left(\frac{lf}{2} n_1^2 + 2Yan_2^2\right)^{1/2}}{\left(2Ya + \frac{lf}{2}\right)^{1/2}}$$

Por tanteo calculamos "Ya"

Ya (metros)	Q (m3/seg)
0,2	9,36
0,3	14.93
0,4	21.39

"Ya"

Qr (máx) = 2,00 → 0,10 Metros

Luego: Yeo = Ya + dr

Yeo = 0,70

También se sabe que: ye = b1 + yeo

ye = 1,10



Altura de muro de encauzamiento:

$$Y_e = 1,10 \text{ metros}$$

\*\*\*\*Aguas abajo del Barraje:

$$Y_f = Y_{fo} + b_1$$

Donde:  $S = 0,029$  (pendiente del tramo)

$$Y_{fo} = (-) \frac{Y_{eo}}{2} + \sqrt{\frac{2q^2}{gY_{eo}} + \frac{Y_{eo}^2}{4}} \quad (e)$$

$$q = (v_1 \cdot A_1) / (l_f / 2) = Q_1 / (l_f / 2)$$

Remplazando "ya" en la ecuación (d), obtenemos "Q1"

Ya (metros)	Q1 (m3/seg)
-------------	-------------

0,10	0,20
------	------

$$q = 0,10$$

Remplazando datos en (e), obtenemos "Yfo"

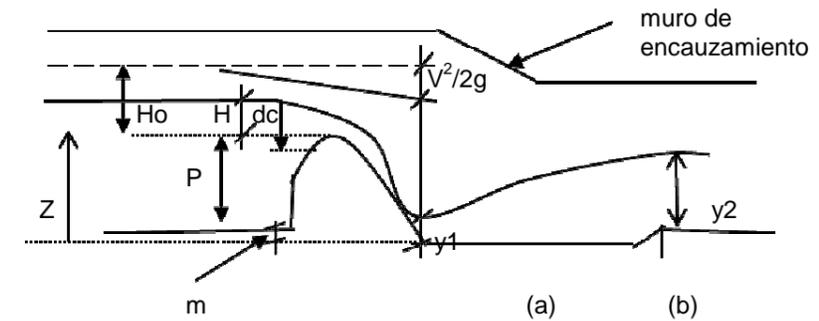
$$Y_{fo} = -0,17$$

Luego altura del muro aguas abajo

$$Y_f = 0,23 \text{ metros}$$

### D.- DISEÑO DEL DISIPADOR DE ENERGIA:

\*\*\*\* Cálculo de "Y1": Tirante contraído:



Aplicando la ecuación de energía entre los puntos (a) y (b), tenemos:

$$z + p + dc + h_{vc} = Y_1 + Y_{v1} + S \cdot hp \quad (f)$$

Considerando un vertedor de sección rectangular se tiene que:

$$dc = ((Q_r^2 / L^2 \cdot g))^{1/3}$$

Donde:

$$Q_r = 2,00 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$L = 10,40 \text{ m}$$

Remplazando valores obtenemos:

$$dc = 0,16 \text{ metros}$$

Luego la velocidad crítica será:

$$V_c = Q_r / A_c$$

$$V_c = 1,24 \text{ m/seg}$$



La carga para la velocidad crítica es:

$$h_{vc} = V_c^2 / 2g$$

Por lo tanto:

$$h_{vc} = 0,078 \text{ metros}$$

También:

$$Z = P + m$$

$$P = 0,8 \text{ (altura del barrage)}$$

$$m = db \cdot \tan \phi$$

$$m = 0,15$$

$$\text{Luego, } Z = 0,54 \text{ metros}$$

$$dc + Z + h_{vc} = 0,77 \text{ metros}$$

Remplazando en (f), obtenemos:

$$0,77 = (Y_1 + h_{v1} + \Sigma h_p) \rightarrow m$$

Consideramos una pérdida de carga,  $(\Sigma h_p) = 0$  por la pequeña diferencia de cotas

Además:

$$h_{v1} = (V_1^2 / 2g) = \{ [Qr / (L \cdot Y_1)]^2 / 2g \}$$

Remplazando valores tenemos que:

$$h_{v1} = 0,002 / Y_1^2$$

Remplazando este valor en la ecuación de energía tenemos

$$Y_1^3 - 1,44 Y_1^2 + 0,037 = 0$$

Resolviendo la ecuación obtenemos:

$$Y_1' = 0 \text{ metros}$$

$$Y_1'' = 0,17 \text{ metros}$$

$$Y_1''' = -2,410 \text{ metros}$$

$$\text{Tomamos: } Y_1 = 1,420$$

$$V_1 = 1,12$$

También:

$$h_{v1} = 0,064$$

$$m = 0,24 \rightarrow 0,77 \text{ OK}$$

Entonces aceptamos el valor de "Y1"

$$Y_1 = 0,17 \text{ metros}$$

\*\*\*\* Cálculo de "Y2": Tirante conjugado:

$$Y_2 = (-) \frac{Y_1}{2} + \sqrt{\frac{2Y_1 V_1^2}{g} + \frac{Y_1^2}{4}}$$

Haciendo los remplazos respectivos tenemos que:

$$Y_2 = 0,14 \text{ metros}$$



**\*\*\* Cálculo del Número de Froude (Fr), en la entrada del salto hidráulico**

$$Fr = V1/(Y1 g)^{1/2}$$

Reemplazando datos:

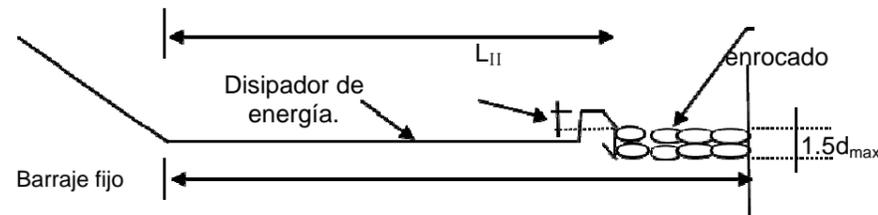
$$Fr = 0,861$$

Como este valor está comprendido entre 3.5 y 9.0 ; según las experiencias del Bureau , el tipo de salto que se tendrá, es el llamado "salto hidráulico estable y equilibrado"

Aproximadamente:

$$L_{II} = 6,9*(Y2 - Y1)$$

$$L_{II} = -0,22 \rightarrow 6,5 \text{ metros}$$



$d_{m\acute{a}x}$  = tamaño de enrocado, mayor o igual que 0,30m

**\*\*\* Profundidad del disipador ( h3)**

$$h3 = 1,8* Y1$$

$$h3 = 0,31 \text{ metros}$$

**\*\*\* Cálculo del umbral terminal (h4)**

$$h4 = 1,30*Y1$$

$$h4 = 0,22 \text{ metros}$$

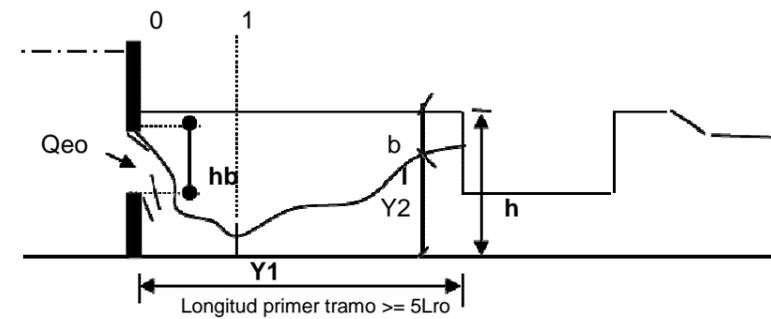
**\*\*\* Cálculo del tirante del agua de salida (Y3):**

$$Y3 = 7,50 * Y1$$

$$Y3 = 1,29 \text{ metros}$$

**E. DISEÑO DEL LIMITADOR DE GASTO:**

Estará ubicado a una distancia mayor o igual que 5 Lro



Ancho de la plantilla =  $b = Lb + 10\text{cm}$

$$b = 1,00$$

Altura total =  $Y2 + \text{borde libre}$ .

Consideraciones:

$$e < 1,5 hb$$

$$0,22 < 0,29$$

Por lo tanto se trata de un orificio de pared delgada

Orificio de pared delgada  $Cd = 0,61$



\*\*Determinamos si el orificio es grande o pequeño:

$$(hb/2) = 0,10 \text{ metros}$$

$$h_o = Y_{eo} - [(hb/2) + p_b]$$

$$h_o = 0,26 \text{ metros}$$

$$2hb = 0,39$$

$$\text{Si } (hb/2) < h_o < 2hb$$

$$0,10 \leftarrow 0,26 \leftarrow 0,389$$

Por lo tanto se trata de un orificio grande con carga pequeña.

**\*\*\* La contracción es completa**

Como el orificio es grande:

$$Q_{eo} = C_d (2/3) (2g)^{1/2} * L'_b \left[ \left( h_o + (hb/2) \right)^{3/2} - \left( h_o - (hb/2) \right)^{3/2} \right]$$

$$\text{Con } L'_b = a (N + 1)$$

**Calculo de Qeo**

$$a = 0,070 \text{ m}$$

$$N = (b/10) - 1 \quad N = 3$$

$$\rightarrow L'_b = 0,3$$

$$C_d = 0,61, \text{ para orificio de pared delgada.}$$

\*\* Reemplazando valores en la ecuación anterior tenemos:

$$Q_{eo} = 0,07 \text{ m}^3/\text{seg}$$

**\*\*\* Caudal a evacuar por el limitador de gasto:**

$$Q_v = Q_{eo} - Q_d$$

$$Q_v = -0,01 \text{ m}^3/\text{seg}$$

**\*\*\* Cálculo de los tirantes conjugados "Y1" y "Y2" del bocal y longitud del resalto hidráulico:**

Primeramente calcularemos la velocidad en el bocal, cuando este trabaja como orificio:

Sabemos que:

$$V = C_v (2gH)^{1/2}$$

Donde:

$$C_v = 0,69$$

$$C_c = 0,96$$

$$H = 0,26$$

Reemplazando estos valores en la ecuación, tenemos:

$$V = 1,56 \text{ m/seg}$$

Aplicando la ecuación de energía entre la sección de entrada (O) y la sección (1), tenemos:

$$hb + z + h_v = Y_1 + h_{v1} + \sum h_{po-1} \quad (a)$$



Donde:

$$hb = 0,19 \text{ metros}$$

$$Z = pb + hb/2$$

$$z = 0,40 \text{ metros}$$

$$hv = v^2/2g$$

$$hv = 0,12 \text{ metros}$$

hb+z+hv

$$m \rightarrow 0,72 = Y1 + hv1 + \Sigma hpo-1$$

También:

$$hv1 = V1^2 / 2g = Qeo^2 / (2 * g * (L1 * Y1)^2) \quad (g)$$

Luego:

$$Qeo = 0,07 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$L1 = Lb + 0,1 = 1,00 \text{ metros}$$

Reemplazando en (g)

$$hv1 = 0,0003 / Y1^2$$

También sabemos:

$$\Sigma hpo-1 = k (V1^2/2g)$$

Donde:

$$k = (1/Cv^2) - 1$$

$$k = 1,10$$

$$\rightarrow \Sigma hpo-1 = 0,136 \text{ metros}$$

Remplazando datos en (a)

$$0,72 = Y1 + 0,0005 / Y1^2 + 0,136$$

$$Y1^3 - 0,634 Y1^2 + 0,0005 = 0$$

Resolviendo la ecuación, obtenemos:

$$Y1' = 4E-15$$

$$Y1'' = 0,030$$

$$Y1''' = 0,633$$

$$V1 = 2,50 \text{ m/seg}$$

$$hv1 = 0,3176 \text{ metros}$$

Luego:

$$m = 0,72$$

$$Y1 + hv1 + Shpo-1 = 0,48 \rightarrow \text{OK}$$

Aceptamos "Y1" = 0,030 metros.

Cálculo de "Y2":

$$Y2 = (-) * (Y1/2) + \{ [(2 * Y1 * V1^2 / g) + (Y1 / 4)]^{1/2} \}$$

Donde:

$$V1 = 2,50 \text{ m/seg}$$

$$Y1 = 0,03 \text{ m.}$$

Remplazando datos obtenemos:

$$Y2 = 0,20 \text{ metros.}$$



\*\*\* Cálculo de la longitud del resalto hidráulico:

$$Lr = 5 (Y2 - Y1)$$

Donde:

$$Y2 = 0,20 \text{ m.}$$

$$Y1 = 0,03 \text{ m.}$$

Remplazando obtenemos

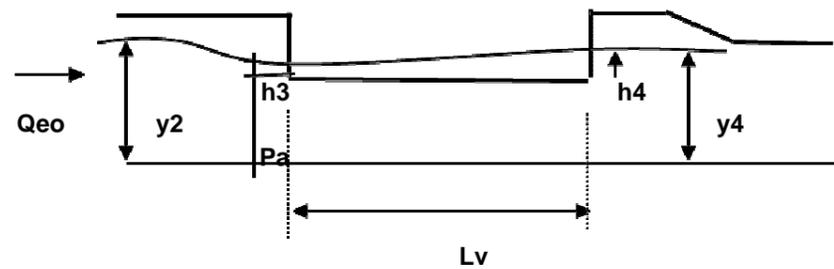
$$Lr = 0,8 \text{ metros}$$

\*\*\* Ubicación del vertedero lateral ( longitud del primer tramo) "Lpt"

$$Lpt = 5 * Lr$$

$$Lpt = 4,21 \text{ metros}$$

\*\*\* Calculo de la longitud del limitador de gasto "Lv"



a) Determinaremos primeramente el régimen del canal de llegada:

Sabemos que:

$$\frac{Qeo}{(g * yn)} < \frac{Qeo}{(g + yn)^{1/2}} < 1$$

Donde:

$$Yn = Y2 = 0,20 \text{ metros}$$

$$bn = b = 1,00 \text{ ( ancho de la plantilla del canal)}$$

$$Qeo = 0,07 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$0,27 < 1$$

Por lo tanto el régimen es **SUBCRITICO**:

b) Cálculo de otros elementos:

$$Pa = 0,90 (y2 - y4) \text{ (Consideración inicial)}$$

$$Y2 = 0,20$$

\*\*\* Calculo de " Y4":

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

Hacemos:

Qd = Caudal de diseño

$$Qd = 0,08 \quad n = 0,011$$

$$s \text{ ‰} = 0,002 \quad b = 1,00$$

Por tanteos calculamos "Y4"

Y4	Qd
0,06	0,02
0,08	0,04



Con Qd = 0,08 "Y4" 0,212 Metros

**Pa = 0,90 (y2 - y4)** (Consideración inicial)

Pa = -0,01 metros

**\*\*\* Calculo de "h3" y "h4":**

**h3 = Y2 - Pa**

h3 = 0,21 metros

**h4 = Y4 - Pa**

h4 = 0,22 metros

**\*\*\* Calculamos el aumento de cargas en el vertedero "Dh"**

Aplicando método de los puntos escalonados para un régimen

$$\Delta h1 = \frac{Qd\Delta Q}{(Qd^2 * b / A) * gA^2} @ \text{ {En valor absoluto}}$$

$$\Delta Q1 = m (2/3) (2g)^{1/2} .DL1 h4^{3/2} \rightarrow (\beta)$$

$$\mu = 0,623$$

Donde:

$$\Delta L1 = 0,2 \text{ (asumido)}$$

Luego la ecuación ( $\beta$ ) quedará:

$$\text{Para ello: } C = \mu (2/3)(2.g)^{1/2}$$

$$\rightarrow C = 1,84$$

$$\Delta Q1 = 1,84 * \Delta L1 * h4^{3/2} \rightarrow (\phi)$$

Remplazando  $\Delta L1$  y  $h4$  en la ecuación ( $\phi$ )

$$\Delta Q1 = 0,03910 \text{ m3/seg}$$

Con este valor entramos en la ecuación ( $@$ )

$$\Delta h1 = 0,00673$$

Se procede con este cálculo hasta que  $\Sigma DQ + Qd = Q$ , sea = a  $Qeo$ ,

Es decir,  $Q = Qeo$

Donde:

$$Qeo = 0,07$$

Cuadro de cálculos del limitador de gasto:

DL (m)	DL(acum)	DQ ( m3 /seg)	DQ (acum.)	Dh (m)
0,2	0,2	0,04	0,04	0,00673

$$\text{Luego: } Q = Qd + \Sigma DQ =$$

$$Q = 0,13 \quad Qeo = 0,07$$

Por lo tanto la LONGITUD DEL LIMITADOR DE GASTO será:

$$L = 0,2 \text{ metros}$$



**DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA ESTRUCTURA DE CAPTACION**

Esta parte de la estructura se hará para las condiciones más desfavorables

Datos:

- \* Material del cauce del río ;                    Arena gravosa.
- \* Resistencia del terreno:                     $st = 1,00 \text{ kg / cm}^2$
- \* Peso unitario del material:                     $w = 1800 \text{ kg / m}^3$
- \* Sobre carga:                     $s/c = 500 \text{ kg / m}^2$
- \* Velocidad del agua:                     $V = 0,57 \text{ m /seg}$

**\*/ \* Dimensionamiento del muro:**

\*\*\* Altura de muro de contención:

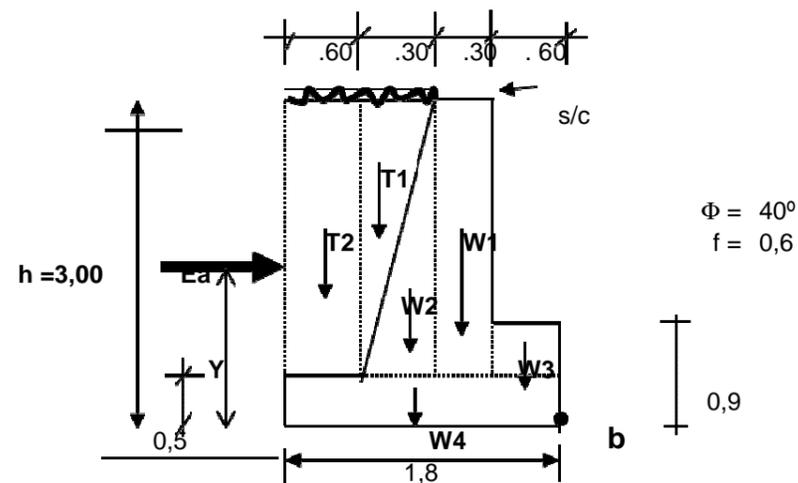
$$hm = Ye + Ys + 0,90$$

$$h = 2,00 \rightarrow 3 \text{ metros}$$

\*\*\* Ancho de muro de contención:

$$bm = 0,60 * hm$$

$$bm = 1,8 \text{ metros}$$



$\phi$  = ángulo de fricción interna:  
f = coeficiente de fricción

La velocidad real del río, está dada por: (Vr)

$$Vr = \alpha (Yo^{5/3} / Ys)$$

Datos:

- a = 1,22
- Yo = 0,14
- Ys = 0,13

Por lo que:

$$Vr = 0,33 \text{ m/seg}$$

Comparando las velocidades reales y la que tendrá el río con muros de encauzamiento, observamos que:

$$Vr = 0,33 < V = 0,57$$

Por lo tanto no habrá socavación a nivel de Cimentación.

**1) Verificación de la Estabilidad:**

El análisis se hará para un metro líneal.

Fuerzas verticales (Kg)	Xb (m)	Mb (Kg -m )
$W1 = 2,5 * ,30 * 2300 = 172,5$	0,75	173,25
$W2 = (,30 * 2,5 * 2300) / 2 = 862,5$	1,0	863,5
$W3 = ,40 * ,60 * 2300 = 552$	0,3	552,3
$W4 = ,50 * 1,80 * 2300 = 2,07$	0,9	2,97
$T1 = (,30 * 2,5 * 1800) / 2 = 675$	1,1	676,1
$T2 = 2,50 * ,60 * 1800 = 2700$	1,5	2701,5
$s/c = 500 * (,30 + ,60) = 450$	1,2	451,2
$\Sigma F = 5414,07$		$\Sigma Mb = Me = 5420,82$



**\*\*\* Fuerzas horizontales (en este caso tenemos una sola)**

$$Ea = (cwh / 2) * (h + 2h')$$

$$h' = s/c / W$$

$$c = (1 - \text{sen } \phi) / (1 + \text{sen } \phi)$$

$$Y = [h(h + 3h')] / [3(h + 2h')]$$

Reemplazando valores, obtenemos

$$h' = 0,28$$

$$c = 0,217$$

$$Ea = 2087,45$$

Luego:

$$Y = 1,08 \text{ metros}$$

**\*\* Condiciones de estabilidad:**

1.1) Por volteo:

$$C.S.V = (Me / Mv) = (Me / Ea*Y)$$

$$C.S.V = 2,41$$

Por lo tanto según condición de volteo;

$$C.S.V > 2$$

$$2,41 > 2 \quad \text{OK}$$

1.2) Presiones sobre el suelo:

$$\sigma_{\text{máx}} = [0,01\Sigma Fv / B] + (0,06\Sigma Fv / B^2)$$

$$\sigma_{\text{mín}} = [0,01\Sigma Fv / B] - (0,06\Sigma Fv / B^2)$$

$$e = (B/2) - [(Me - Mv) / \Sigma Fv]$$

$$e_{\text{máx}} = B / 6$$

Reemplazando valores obtenidos anteriormente:

$$e_{\text{máx}} = 0,30 \text{ metros}$$

$$e = 0,2$$

Por lo tanto:

$$e = 0,3031 \text{ m.} > e_{\text{máx}} = 0,3 \text{ m}$$

Luego:

$$\sigma_{\text{máx}} = 0,311 \text{ Kg / cm}^2$$

Por lo tanto:

$$\sigma_{\text{máx}} = 0,311 < st = 1,00 \text{ kg / cm}^2 \rightarrow \text{OK}$$

También:

$$\sigma_{\text{mín}} = 0,291 > 0 \rightarrow \text{OK}$$



1.3) Al deslizamiento:

$$C.S.D = \Sigma F_v (f) / E_a$$

$$C.S.D = 1,56$$

Por lo que:

$$C.S.D = 1,56 > 1,5 \rightarrow OK$$

Remplazando valores obtenemos:

$$E_a = 241,96 \text{ Kg}$$

$$Y = 0,20 \text{ m.}$$

El momento de volteo debido a la Presión Hidrostática  $M_H$  es:

$$M_H = E_a * (Y + 0,3 + 0,4)$$

$$\rightarrow M_H = 218,55 \text{ Kg - m}$$

\*\*\* Fuerzas debido a la presión hidrostática.

$$P_1 = \gamma h_1$$

$$P_2 = \gamma h_2$$

Donde:

$$\gamma = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$h_1 = H = 0,26 \text{ m.}$$

$$h_2 = H + P = 0,74 \text{ m.}$$

Remplazando datos:

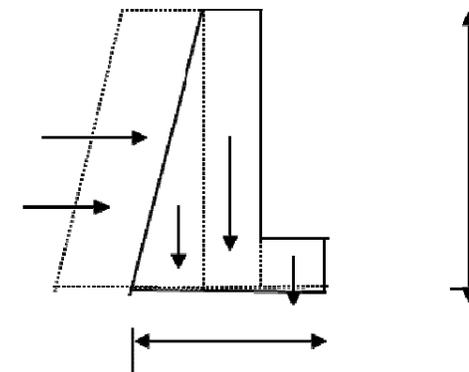
$$P_1 = 256,14 \text{ kg / m}$$

$$P_2 = 741,30 \text{ kg / m}$$

Además:

$$E_a = [(P_1 + P_2)/2] * (h_2 - h_1)$$

$$Y = [(h_2 - h_1) / 3] * [(2 * P_1 + P_2) / (P_1 + P_2)]$$





**\*\*\* DISEÑO DEL DESARENADOR Y SEDIMENTADOR:**

Para el presente trabajo asumimos el siguiente estudio del material sólido en obtenido en época de avenida,

Representado por la siguiente muestra con un porcentaje de 50% del total de la muestra.

Tamiz	Mat. Retenido (gr)
4	22
8	31
10	24
16	18
20	32
30	29
40	42
60	385
80	28
100	120
120	390
Cazoleta	30

El análisis granulométrico del banco de arena más cercano nos arrojó los siguientes resultados:

\*\* El área para dicho diseño es grande

Densidad especifica S = 2,5 (densidad específica del arena)

Datos adjuntos

Temperatura del agua t °C = 10

**\*\*\*A\*\*\* DISEÑO DEL DESARENADOR**

Para diseñar el desarenador tenemos como datos caudales de diseño

$$Q_{md} = 0,080 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Viscosidad cinemática:

$$n = 0,00133 \text{ cm}^2/\text{seg}$$

Elección del diámetro de la partícula:

Para este caso hemos asumido un "d" = 0,02 cm según Degremont

Peso específico de los sólidos:

Contamos con dato asignado de: "S" = 2,65

**\*\*\*\* Aplicando Stokes:**

$$V_s = ((s-1) g * d^2) / 18*n$$

$$V_s = 27,05 \text{ cm}$$

**\*\*\* Hallamos Reynolds:**

$$Re = V_s * d / n$$

$$\rightarrow Re = 4,07$$

Reynolds 4,07 > 1; Por lo que no podemos aplicar stokes y vamos a optar la ley de Allen.



\*\*\* Aplicando la Ecuación de Hallen:( método gráfico de Fair y Geyer en términos del diámetro)

$$K1*d = d*[g (S -1) /n^2]^{1/3}$$

Remplazando datos obtenemos:

$$k1*d = 19,42$$

Con estos valores entramos a la Figura N° 1; y sacamos que:

$$(Vs/ k2) = 1,03$$

$$Vs = 1,02 * k2$$

Donde:

$$k2 = [g*(S-1)*n]^{1/3}$$

$$\rightarrow k2 = 1,29$$

$$\text{Por lo tanto: } Vs = 1,33$$

\*\*\* Calculamos Número de Reynolds:

$$Re = Vs * d / n$$

$$Re = 19,993$$

$$Re > 1 \text{ O.K}$$

Notamos que estamos en régimen de transición.

Luego calculamos Cd.

$$Cd = (24/Re) + (3/Re^{1/2}) + 0,34$$

$$Cd = 2,21$$

\*\*\* Luego aplicando la Ley de Allen encontramos la velocidad real de sedimentación:

$$Vs = [(4/3)*(g/Cd)*(S-1)d]^{1/2}$$

$$Vs = 4,4$$

$$Vs (\text{real}) = 4,4 < 1,33 (Vs)$$

\*\*\* Calada la velocidad de sedimentación, se determina la zona de sedimentación a base de la velocidad de arrastre, la cual constituirá la velocidad máxima teórica que podría permitirse la velocidad horizontal:

$$Va = 161 * d^{1/2}$$

$$Va = 22,77 \text{ cm/seg}$$

Asumiendo un factor de seguridad de 1/2, obtenemos la velocidad horizontal "Vh":

$$Vh = 11,38 \text{ cm/seg}$$

\*\* Fijada la velocidad horizontal podemos calcular la sección transversal "At"

$$At = Q/Vh$$

$$At = 0,70 \text{ m}^2$$



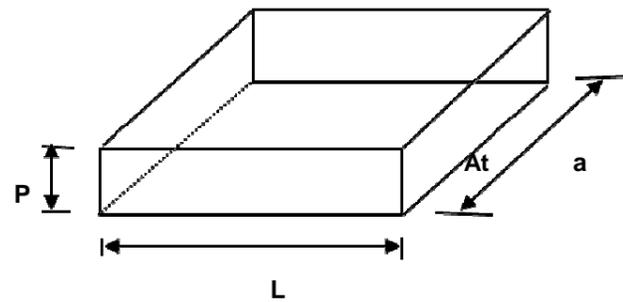
\*\* Calculamos el área superficial:

$$(V_h / V_s) = (A_s / A_t)$$

Despejando "As"

$$A_s = V_h * A_t / V_s$$

$$A_s = 1.81 \text{ m}^2$$



Donde:

$$A_s = L * a$$

$$A_t = P * a$$

**\*\*\* Dimensionamiento de la zona de sedimentación.**

Además debemos verificar que el valor mínimo recomendable para "P" debe ser 30 cm.

Ancho (m)	Largo (m)	Profundidad	Relación
a (asumido)	L = As/a	P = At/a	L/p
0,6	3,02	1,17	2,58
0,7	2,59	1,00	2,58
0,8	2,26	0,88	2,58

Se adoptarán las siguientes dimensiones:

$$\text{Largo: } L = 1,97 \text{ m.}$$

$$\text{Ancho: } a = 0,60 \text{ m.}$$

$$\text{Profundidad: } P = 0,45 \text{ m.}$$

**\*\*\* B \*\*\* DISEÑO DEL SEDIMENTADOR**

Para diseñar el desarenador tenemos como datos caudales de diseño

$$Q_{md} = 0,080 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Viscosidad cinemática:

$$n = 0,00133 \text{ cm}^2/\text{seg}$$

Elección del diámetro de la partícula:

$$\text{Para este caso hemos asumido un "d" = } 0,007 \text{ cm}$$

Según Degremont

Peso específico de los sólidos:

$$\text{Contamos con dato asignado de: "S" = } 2,65$$

**\*\*\*\*Aplicando Stokes:**

$$V_s = ((s-1) g * d^2) / 18 * n$$

$$V_s = 3,31 \text{ cm}$$

**\*\*\* Hallamos Reynolds:** Chequeamos el flujo laminar

$$Re = V_s * d / n$$

$$\rightarrow Re = 17,44 < 1 \text{ OK.}$$



\*\*\* Calada la velocidad de sedimentación, se determina la zona de sedimentación a base de la velocidad de arrastre, la cual constituirá la velocidad máxima teórica que podría permitirse la velocidad horizontal:

$$V_a = 161 * d^{1/2}$$

$$V_a = 13,47 \text{ cm/seg}$$

Asumiendo un factor de seguridad de 1/2 , obtenemos la velocidad horizontal "Vh":

$$V_h = 6,74 \text{ cm/seg}$$

**\*\* Dimensionamiento:**

\*\* Sección perpendicular al flujo "At"

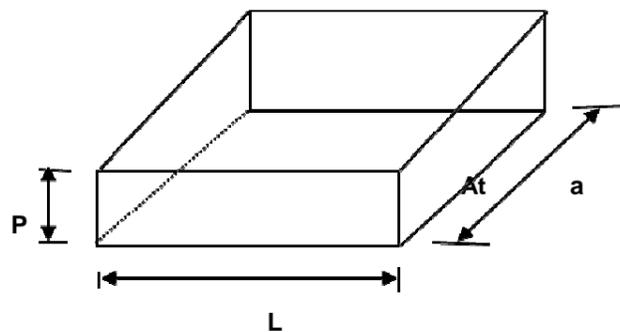
$$A_t = Q/V_h$$

$$A_t = 1,19 \text{ m}^2$$

\*\* Sección paralela al flujo:

$$A_s = (Q / V_s)$$

$$A_s = 2,41 \text{ m}^2$$



Donde:

$$A_s = L * a$$

$$A_t = P * a$$

**\*\*\* Dimensionamiento de la zona de sedimentación**

Además debemos verificar que el valor mínimo recomendable para "P" debe ser 30 cm

Ancho (m)	Largo (m)	Profundidad	Relación
a (asumido)	L = As/a	P = At /a	L/p
0,8	3,02	1,48	2,03
0,9	2,68	1,32	2,03
1,1	2,20	1,08	2,03
1,2	2,01	0,99	2,03
1,3	1,86	0,91	2,03
1,4	1,72	0,85	2,03
1,5	1,61	0,79	2,03
1,6	1,51	0,74	2,03
1,7	1,4	0,7	2,0
1,8	1,34	0,66	2,03

Se adoptarán las siguientes dimensiones:

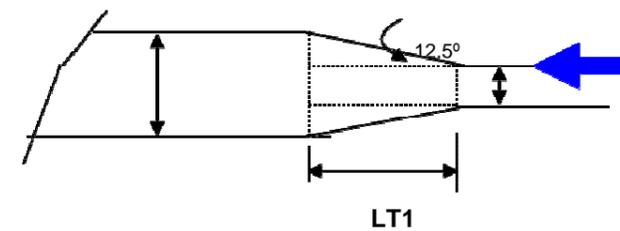
$$\text{Largo: } L = 8,00 \text{ m.}$$

$$\text{Ancho: } a = 1,20 \text{ m.}$$

$$\text{Profundidad: } P = 0,3 \text{ m.}$$

**\*\*\* Diseño de Transición para la Entrada:**

$$LT1 = [(a_s - a_d)/2] / \text{tg } 12,5^\circ$$





**8.2.2 Diseño del canal de conducción – tubería.**

Para nuestro diseño tendremos en cuenta algunas pautas:

Se valoró económicamente el hacer el canal de hormigón, pero para que este salga rentable al lado de una tubería de PVC tiene que estar hecha la zanja del canal, y en nuestro caso no lo está.

Así que se tomó la decisión de hacer el canal mediante una tubería de PVC de 8 pulgadas.

1 pulgada → 2.54 centímetros

10 pulgadas → 25.4 centímetros

La tubería usada para el canal tiene una longitud de 6 metros. La longitud final del canal desde la bocatoma hasta la cámara de carga será de 1000 metros.

Donde el canal haga quiebros se pondrán unas pequeñas cajas de reunión, para facilitar la sedimentación de posibles posos que queden y para facilitar el empalme de tuberías en quiebros.

Hemos decidido colocar una tubería de 10' ya que sale del siguiente cálculo:

$$q = 28.42 f^{1/2} d^{8/3}$$

Donde:

q → caudal de diseño que tendrá que pasar por la tubería (m/s)

f → pendiente de la tubería en tanto por mil (4 ‰)

d → diámetro en centímetros de la tubería

Despejamos d:

$$d = \left( \frac{q}{28.42 f^{1/2}} \right)^{3/8}$$

→ De aquí nos sale un valor de 8 pulgadas.

El caudal estimado es el de diseño, que es el necesario para conseguir la energía considerada. Es de 80 l/s. – 70 l/s.

**Trazo del eje del canal**

PUNTO	DISTANCIA	VISTA ATRÁS	ALTURA INSTALADOR	VISTA ADELANTE	COTA
1		2,462	3164,462		3162
2	10	2,23		2,502	3161,96
3	10		3164,19	2,27	
4	10			2,31	
5	10			2,35	
6	10			2,39	
7	10	1,05		2,43	3161,76
8	10		3162,81	1,17	
9	30			1,21	
10	10			1,25	
11	10			1,29	
12	10			1,33	
13	10			1,37	
14	10			1,41	
15	10			1,45	
16	10			1,49	
17	10	1,945		1,53	3161,28
18	10	1,628	3163,225	1,985	3161,24
19	10		3162,868	1,668	
20	10			1,708	
21	10	2,918		1,748	3159,492
22	10	1,52	3162,041	2,958	3159,452
23	20		3160,972	1,6	
24	30			1,72	
25	20			1,8	
26	10	1,68		1,84	3159,132
27	15		3160,812	1,74	
28	30			1,86	
29	10			1,9	
30	10			1,94	
31	10	2,326		1,98	3158,832
32	10		3161,158	2,366	
33	10			2,406	
34	10			2,446	
35	10	2,32		2,486	3158,672
36	10		3160,992	2,36	
37	10			2,4	
38	10			2,44	
39	10			2,48	
40	10	1,25		2,52	3158,472
41	10		3159,722	1,29	
42	10			1,33	



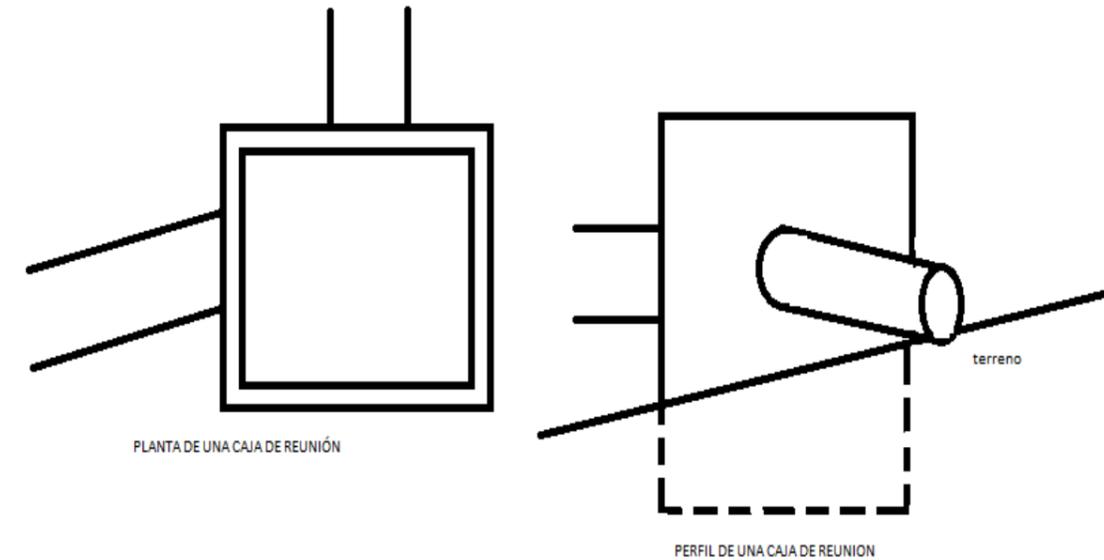
43	10			1,37	
44	20			1,45	
45	10			1,49	
46	10			1,53	
47	10			1,57	
48	10			1,61	
49	20			1,65	
50	10			1,73	
51	10			1,77	
52	10			1,81	
53	10	1,645		1,85	3157,875
54	10		3159,52	1,685	
55	20			1,765	
56	10			1,805	
57	10			1,845	
58	10			1,885	
59	10			1,925	
60	10	1,04		1,965	3157,555
61	10		3158,595	1,08	
62	20			1,16	
63	10			1,2	
64	20			1,28	
65	10			1,32	
66	10	0,63		1,36	3157,235
67	10		3157,865	0,67	
68	10			0,71	
69	10			0,75	
70	10			0,79	
71	10			0,83	
72	10			0,87	
73	10			0,91	
74	10			0,95	
75	10			0,99	
76	10			1,03	
77	10			1,07	
78	20			1,15	
79	10			1,19	
80	10			1,23	
81	10			1,27	
82	10			1,31	
83	10			1,35	
84	10			1,39	
85	10			1,43	3156,435
	1000				

**Cajas de reunión a lo largo del trazo del canal**

Estas cajas irán durante el recorrido de la tubería. Tendrán dos misiones:

- Utilizarse para las zonas donde la tubería haga quiebros y giros en los que no podamos empalmar bien la tubería.
- Utilizarse como balsa de sedimentación, ya que al aumentarse la sección baja la velocidad del agua y propicia que posibles sedimentos caigan aquí.

Estas cajas se harán de hormigón y tendrán dos huecos del tamaño de la tubería de 10', un orificio por donde entre el agua y otro por el que salga. La parte de debajo se hará de hormigón y la tapa o cubierta de la caja se dejara abierta, tapada con una tapa para evitar que entren partículas.



En total en todo el kilómetro de canal que está programado habrá un total de 23 cajas de reunión que tendrán unas dimensiones de 0.7x0.7x0.7m, en altura, anchura y longitud.



**8.2.3 Diseño de cámara de carga y desarenador**

**A.- Entrada de aire**

En la entrada se forma como remolinos por cuyo embudo succiona aire que es perjudicial para la turbina. Por eso diseñamos para que con el máximo descenso del nivel de agua en el tanque de presión, para ello decidimos que el ingreso de agua a la tubería sea en forma abocinada.

**B.- Determinar el volumen de la cámara de carga**

Según Edward J Low para canales autorregulables nos da un volumen máximo necesario que el tanque debe tener por encima del nivel mínimo aceptable del agua.

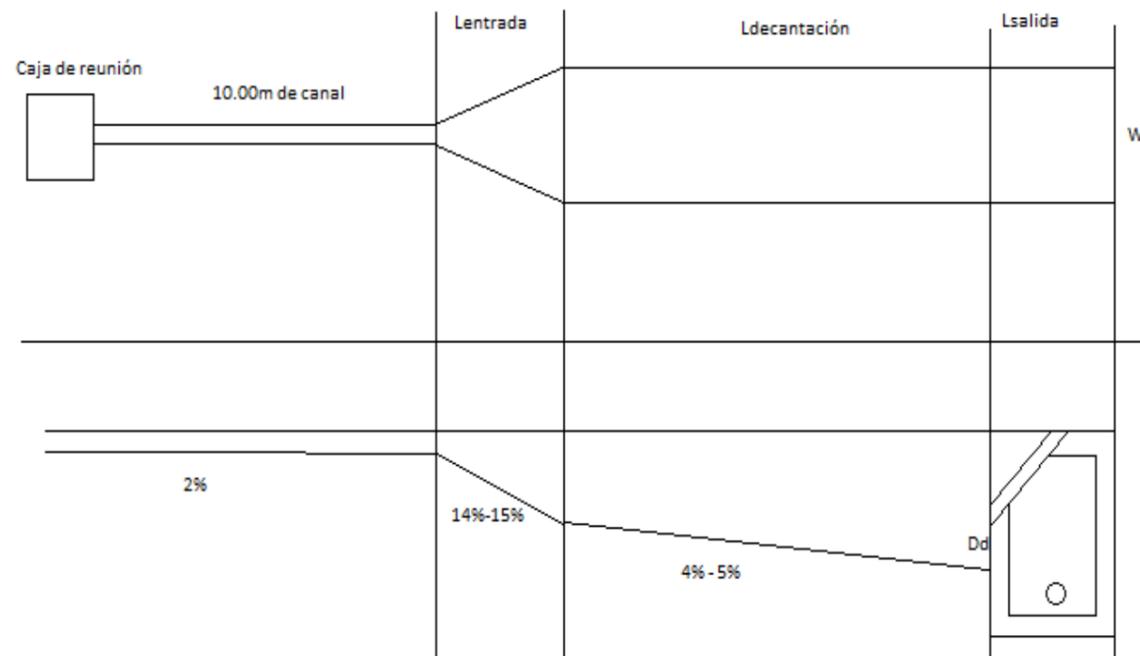
$$V_{camara} = \frac{0.693(A * V_o^2)}{(i * g)}$$

$$V_{camara} = 1.42m^3$$

Al diseñar el fondo del desarenador se debe considerar una pendiente longitudinal fuerte (2% - 4%) y pendiente transversal del 10% al 20%, esto con la finalidad de lograr el proceso del lavado sin dificultad.

Las dimensiones exactas se definirán en los planos.

La profundidad adoptada fue elegida teniendo en cuenta el criterio de Krochin, según el cual H varía entre 1.5 a 4.0m, además los tanques largos son más económicos que los profundos.



$$Q = 28.42S^{1/2}D^{8/3}$$

$$D \rightarrow 8''$$

$$S \rightarrow \text{pendiente}$$

Para hallar  $L_d$  podemos hacerlo de dos maneras:

$$\bullet L_d = \left(\frac{Q}{wV_d}\right)f \quad \rightarrow \quad L_d = \left(\frac{0.08}{1.50 * 0.03}\right)^2 = 3.55$$

$$\bullet L_d = \frac{V_h}{V_d * D_d} f$$

$$0.2 < V_h < 0.4$$

$$0.5 < D_d < 1$$

$V_d \rightarrow$  Arena de 0.3 mm de diámetro para microcentrales

$$\rightarrow L_d = \left(\frac{0.3}{0.03 * 1}\right)^2 = 20m$$

Calculamos el ancho con los 20 metros que han dado:

$$20 = \frac{0.08}{w * 0.03} * 2 \quad \rightarrow \quad w = 0.27m$$

Tomamos 7 metros de largo por 1 metro de ancho

$$W = L_e = L_s \rightarrow \text{Por facilidad constructiva}$$

**a.- Longitud de transición.** Se hallarán de acuerdo a las normas que indican un ángulo no mayor de 12.5°, así como:

$$L_t = \frac{(b - b_o)}{2tg12.5^\circ}$$

$$b_o = 0.75 \quad , \quad b_o = 0.45 \text{ trapezoidal}$$

Por lo tanto se toma el menor  $b_o = 0.45$



**b.- Análisis económico.**

Para saber las dimensiones definitivas es importante saber el costo que generaría cada una de las partículas a sedimentar.

Para el análisis vamos a estimar los siguientes costos en nuevos soles:

- m<sup>3</sup> de hormigón = S/. 310.00
- m<sup>2</sup> de encofrado = S/. 17.00
- Kg de acero = S/. 3.40
- m<sup>3</sup> de excavación = S/. 7.00

Asumiendo un espesor uniforme de 0.25m y cuantía de acero Vc=70kg/m<sup>3</sup> tenemos que:

- Sección mojada: A = 2(1.1+Z)
- Volumen de hormigón Vc = 0.25\*A
- Volumen de excavación Ve = 1.5\*(0.85\*b+0.275)
- Cantidad de acero = 70\*Vc

**c.- Capacidad del tanque colector y frecuencia de vaciado**

Se asumirá, para determinar la capacidad del tanque colector, que el río transporta sedimentos a razón de C = 0.0138 kg/m<sup>3</sup> promedio durante todo el año.

El vaciado se realizará a la semana (7 días) cuando estén las máximas avenidas. Para una semana existirá una cantidad de sedimentos:

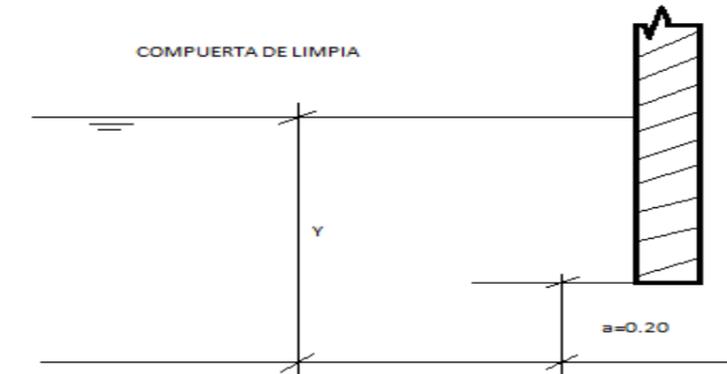
$$Cs = 667.7Kg$$

Como el peso específico de la arena es 2600 kg/m<sup>3</sup>, la capacidad requerida por el tanque colector es:

$$Ct = 0.26m^3$$

**d.- Compuerta de limpia**

Tomaremos como un orificio grande, quello que la dimensión “a” es apreciable, comparada con la carga “h” sobre el centro de gravedad. Generalmente se considera a los que su relación a/H>1



Se diseñará como compuerta libre. El valor de k varía entre 0.95 y 0.97.

Donde:

- H = 1.50
- V = 0.112 m/s
- Q = 0.088 m<sup>3</sup>/s
- K = 0.96

Por tanteos tenemos los siguientes datos:

**Longitud de la compuerta de limpia**

A (m)	a/H	E	B (m)
0.2	0.143	0.616	0.15
0.25	0.179	0.617	0.12
0.30	0.214	0.62	0.10
0.35	0.250	0.622	0.09
0.40	0.286	0.623	0.08
0.45	0.321	0.325	0.07
0.50	0.357	0.629	0.07

Asumiendo: a = 0.20cm. b = 0.15cm

**e.- Vertedero**

Si deja de funcionar la turbina, sigue entrando agua a la cámara de carga a razón de 0.08m<sup>3</sup>/s. Luego asumiéndonos una longitud de vertedero igual a b=4.00m y m=2, se tiene:

$$h = 0.05 m$$

Se dejará además un borde libre de 0.30 m.



**f.- Diseño de rejillas**

Tomando en consideración que se va a hacer la limpieza de la rejilla a mano, se usará un ángulo de inclinación de 50°.

1.- Dimensionamiento:

$$t \cdot b = 3/8 * 2''$$

$$v = 0.50 \text{ m/s}$$

$$s = 0.060 \text{ para la turbina Pelton}$$

Cálculo del área:  $A = b \cdot h = 0.60$

Luego:  $h \cdot b = 0.60 \text{ m}^2$

Altura de rejilla:

$$H = 1.00 \text{ m}$$

Supongamos que por obstrucción trabaje solo el 25%, ocasionado por el material flotante, se tiene

$$h = 0.25 * 1 = 0.25 \text{ m}$$

Con este valor hallamos, el ancho "b" necesario para que funcione pese a la obstrucción:

$$B = 0.64 \text{ m}$$

El nº N de espacios entre barras será:

$$N = 11$$

El nº de barrotes:

$$N - 1 = 10$$

El ancho total de la reja será:

$$B = 0.74 \text{ m}$$

La dimensión H de la rejilla será:

$$H = 1.30 \text{ m}$$

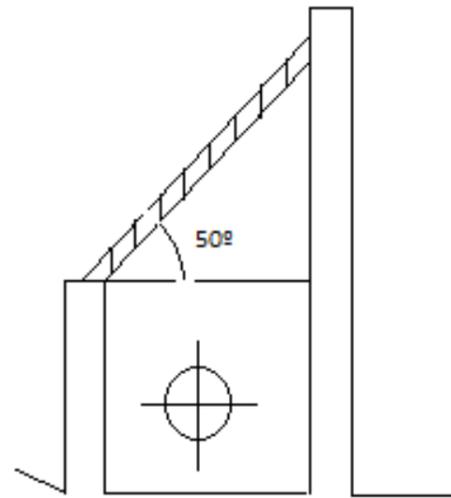
Luego se usará una rejilla de:

$$B = 0.75$$

$$H = 1.30$$

Perdida de carga en la rejilla (h)

$$H = 0.10 \text{ m}$$



**8.2.4 Tubería de presión**

**A.- Selección del diámetro**

Para seleccionar el diámetro se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones técnicas:

- A mayor diámetro, son menores la velocidad y las pérdidas hidráulicas en la tubería; mayor es el salto aprovechable, la potencia disponible y la capacidad de ingresos por su venta. Pero ello requiere un aumento de diámetro y del espesor de la tubería y, por lo tanto, de su costo.
- A menor diámetro, mayores son las pérdidas hidráulicas, pero menor es el costo de la tubería y menores serán las anualidades de amortización que hay que pagar por la misma.

$$\text{Caudal de diseño: } Q = 80 \text{ l/s}$$

**B.- Material de la tubería**

Se optó por tubería de acero comercial, fundamentalmente por la presión que va a soportar (estáticas sobrepresión, aproximadamente de 135% de la caída bruta 95 m.c.a; además de ser resistente a los impactos y protegido por una capa de pintura u otra capa de protección puede durar más que el periodo de diseño.

El rango de diámetros para el análisis, considerando una velocidad aceptable entre 2 y 5 m/s y aplicando las siguientes formulas que se detallan en el marco teórico y teniendo en cuenta que es una tubería de acero:

$$W_1 = 3.14 * D * L * e * \gamma_{mat}$$

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V_{max}}}$$

Diámetro mínimo:

$$D_{min} = 0.14 \text{ m} = 6''$$

Diámetro máximo:

$$D_{max} = 0.23 \text{ m} = 9''$$

Luego el rango de diámetros en estudio es de 6'' a 10''.



Del estudio topográfico y del trazo de la tubería obtenemos:

Caída bruta:  $H_b = 31.73$  m

Longitud total de la tubería:  $L = 114.97$  m

Hay 4 cambios de dirección en el terreno en el trazo de la tubería de presión

Además, asumiremos tentativamente una sobrepresión por golpe de ariete del 35% de altura bruta.

### C.- Sobrepresión

Usando las formulas:

$$e = \frac{p\phi}{2\sigma} + e_o$$

$$a = \frac{c}{1 + \frac{\epsilon}{E} + \frac{D}{e}}$$

Celeridad "a": = 80.46 m/s

Sobre presión  $\Delta P = 200.38$  m

### D.- Análisis del costo de la tubería y energía perdida

**d.1.- Cálculo del espesor ( $e_0$ )** aplicando la ecuación:

$$D_{\max} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V_{\max}}}$$

$$e_0 = 0.33 * 10^{-2} \text{ m}$$

**d.2.- Cálculo de energía perdida**

Considerando que la planta trabaja permanentemente, es decir 8760 h/año, con un factor de carga de 0.5 durante el tiempo que se va a amortizar el costo de la tubería; luego, aplicando la siguiente formula tendremos:

$$P_p = 6.5 * 0.088 * h_f * 8760 * 0.5(K_w - h)$$

$$P_p = 6438.78 \text{ (Kw-h)}$$

El costo de la energía perdida no puede estimarse todavía ya que no se sabe el precio al que se ofertará la energía, ya que el comité creado en la comunidad para este proyecto tiene que decidir su precio.

### d.3.- Cálculo del peso de la tubería

$L =$  Longitud de tubería 114.97m

$$W_1 = 3 \text{ Tn}$$

### 8.2.4.1 Pérdidas de carga en tubería

Toda la masa de agua que se encuentra en cierta posición elevada tiene una energía potencial con respecto a un nivel inferior al que el agua pueda conducirse.

Pero esta energía potencial no puede aprovecharse por completo.

En la conducción y desagüe de dicha masa de agua se originan pérdidas que hay que deducir de la energía potencial para obtener la aprovechable.

#### 1.- Pérdidas por fricción (hf).

Según la fórmula de Darcy:

$$f = 0.014 \quad L = 114.97\text{m} \quad Q = 0.08 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = 2.467 \text{ m/s} \quad g = 9.81 \text{ m/s}^2 \quad D = 8'' = 0.203 \text{ m}$$

$$hf = 2.57\text{m}$$

#### 2.- Pérdidas locales (hf)

Corresponde a perdidas por turbulencia ( $h_l$ ) en las secciones de entrada, codos, válvulas y otros accesorios.

a. Coeficiente  $K_1$  por ingreso a tubería de presión

$$K_1 = 0.20$$

b. Coeficiente  $K_2$  por cambios de dirección. Se tiene los siguientes. Cambios de dirección:

$$\sigma_1 = 18.52^\circ$$

$$\sigma_2 = 15.27^\circ$$

$$\sigma_3 = 5.11^\circ$$

$$\sigma_4 = 11.69^\circ$$



Suponiendo  $r/d = 1$ , interpolando, tenemos:

$$K1' = 0.3600$$

$$K2' = 0.3597$$

$$K3' = 0.3583$$

$$K4' = 0.3588$$

$$\text{Suma} = 1.4368 \rightarrow K2 = 1.4368$$

c. Coeficiente  $K_3$  por compuerta (totalmente abierta)

$$K_3 = 0.30$$

d. Coeficiente  $K_4$  por reducción en el inyector.

$$d1 = 0.203\text{m}$$

$$d2 = 0.040\text{m}$$

$$d1/d2 = 0.20$$

$$K_4 = 0.35$$

El sumatorio de los coeficientes  $K_i$  es:

$$\sum k_i = 2.2868$$

La pérdida local será:

$$h = 0.786$$

Las pérdidas totales:

$$H = 3.46$$

#### 8.2.4.2 Altura neta ( $H_n$ )

$$H_n = 28.27 \text{ m}$$

#### 8.2.4.3 Golpe de ariete

- **Método Allievi**

Tubería de acero  $e/E = 0.01$

$$C = 1420 \text{ m/s}$$

$$Q = 0.08 \text{ m}^3/\text{s} - 0.07 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = 2.467 \text{ m/s}$$

$$L = 114.97 \text{ m}$$

$$\text{Carga bruta} = 31.73 \text{ m}$$

- **Celeridad "a" (m/s)**

$$a = 800.46 \text{ m/s}$$

- **Tiempo crítico o cierre "u"**

$$u = 0.24 \text{ s}$$

- **Cálculo de la sobrepresión por golpe de ariete Cierre rápido:**

$$\Delta P = (800.46/9.81) * 2.467 = 200.38 \text{ m}$$

- **Golpe de ariete Michaud**

$$h = 20.11$$

- **Cálculo del espesor de la tubería**

$$P = 9.85 \text{ kg/cm}^2 = 31.73 \text{ m.c.a.}$$

$$e = 1/4" = 6.35 \text{ mm}$$

$$P = 428 \text{ m.c.a}$$

$$e = 3/16" = 6.35 \text{ mm}$$

$$P = 271 \text{ m.c.a}$$

$$e = 1/8" = 6.35 \text{ mm}$$

$$P = 115 \text{ m.c.a}$$

- Determinando la carga total sobre los puntos donde hay cambio de dirección, donde la carga por sobrepresión proporcional a la total de 20.11m que está en el punto más bajo obtenido.

- Donde se define dos tramos de tubería con espesores diferentes

Tramo n°1 (Camara de carga – Anclaje n°3)

$$e_1 = 7.2 \quad \text{Longitud} = 51.02 \text{ m}$$

Tramo n°2 (Anclaje n°3 – Anclaje n°4)

$$e_2 = 4.9 \quad \text{Longitud} = 63.95 \text{ m}$$



#### 8.2.4.4 Altura neta (Hn)

1° Determinación del (Tr) de maniobra con el que la máxima presión por encima de la estática al final de la tubería no exceda el 40% de esta

$$\Delta P = 38 \text{ m}$$

$$\xi = 1.4$$

Característica de p

$$P = 1.31$$

Entramos en el gráfico de Allievi con los siguientes datos  $\xi^2 = 1.4$  y  $p = 1.31$  y obtenemos un  $\sigma = 3.85$ .

$$T = 0.93 \text{ s}$$

2° Determinación de la máxima presión que se producirá en el final de la tubería si el tiempo de cierre es  $T = 1 \text{ s}$

$$\sigma = 3.88$$

Del gráfico de Allievi tenemos los siguientes datos:

$$\xi^2 = 1.29$$

$$\Delta P = 27.55 \text{ m}$$

#### 8.2.4.5 Junta de dilatación

El coeficiente de dilatación del acero ( $1.5 \cdot 10^{-5} \text{ m/m } ^\circ\text{C}$ ). Para nuestro caso usaremos una variación de temperatura  $30^\circ$  y  $L = 82.66$ .

$$E = 37 \text{ mm}$$

Por lo que se usará una junta de dilatación capaz de aceptar un deslizamiento longitudinal de 50 mm. Por seguridad.

#### 8.2.5 Anclajes y apoyos

##### 8.2.5.1 Diseño de anclaje

Solamente mostraremos el procedimiento de cálculo del Anclaje 3, entendiéndose un anclaje similar para los anclajes 1,2 y 4.

#### DIMENSIONAMIENTO DE LA TUBERIA DE PRESION MCH "PUCARÁ"

##### A) DATOS

Caudal de diseño	m <sup>3</sup> /s	0,07
Salto bruto	m	31,73
Longitud total de la tubería	m	114,97
Número de cambios de dirección		4
Número de cambios de sección		1
Módulo de expansión del fluido	kgf/cm <sup>2</sup>	21000
Viscosidad cinemática del agua (15 C)	m <sup>2</sup> /s	1,14E-06
Módulo de elasticidad del acero	kgf/cm <sup>2</sup>	2500000
Módulo de elasticidad PVC	kgf/cm <sup>2</sup>	28000
Esfuerzo máximo de tracción del acero	kgf/cm <sup>2</sup>	3500
Esfuerzo máximo de tracción PVC	kgf/cm <sup>2</sup>	280
Coefficiente de rugosidad del acero	mm	0,1
Coefficiente de rugosidad PVC	mm	0,009

##### B) EVALUACION DE LA RESISTENCIA DE LA TUBERIA

		PVC	PVC
		Clase 7.5	Clase 5
Longitud del tramo	m	51,02	63,95
Altura de carga en el tramo	m	31,73	20,65
Diámetro nominal	pulg.	6	6
Diámetro exterior	m	0,2	0,2
Diámetro interior	m	0,1856	0,1902
Espesor (considerar corrosión, etc.)	mm	7,2	4,9
Velocidad del agua	m/s	2,59	2,46
Velocidad de onda	m/s	314,91	258,77
Tiempo crítico de cierre	s	0,32	0,49
Máxima presión transitoria	m	83,06	64,99
Máxima presión en la tubería	m	114,79	85,64
Factor de seguridad por espesor		1,89	1,68

##### C) CALCULO DE LA ALTURA DE PERDIDAS

Rugosidad relativa		4,85E-05	4,73E-05
Número de Reynolds		421234,87	411047,28
Factor de fricción		0,01	0,01
Altura de pérdidas por fricción	m	1,33	1,48
Coefficiente de pérdidas secundarias		1,00	1,00
Altura de pérdidas secundarias	m	0,34	0,31
Altura de pérdidas en el tramo	m	1,67	1,79

Altura total de pérdidas	m	3,46	<= 10%
Porcentaje de pérdidas	%	10,89	
Salto neto	m	28,27	
Potencia mecánica en el eje	kW	15,52	
Pot. eléctrica en bornes del alternador	kW	11,87	
Tubos PVC SAP de 16"x6.00m. C-7.5	U	27,00	
Curvas PVC SAP de 16", clase 10	U	3,00	
Tee PVC SAP con reducción de 16" a 6", clase 10	U	1,00	



**DISEÑO DEL ANCLAJE UNICO DE PUCARÁ**

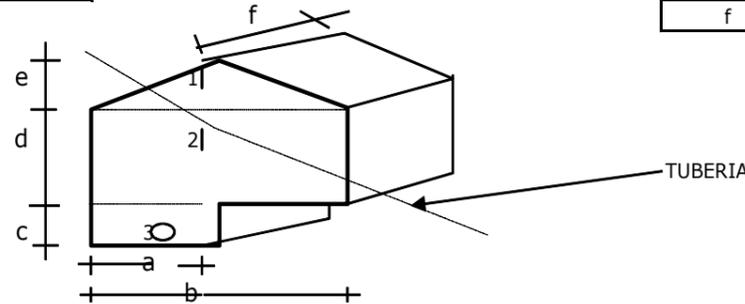
DESCRIPCION	VALOR
H	31,73
Q	0,70
Di	0,14
t	7,20
De	0,15
A	25,00
B	16,00
PeT	1450,00
PeA	1000,00
WT	4,68
WA	14,44
L1	35,25
L2	70,50
u	0,40
L4	70,50
Sadm.	1,00

H= Altura de presión estática  
 Q= Caudal de diseño  
 Di= Diámetro interior de la tubería  
 De= Diámetro exterior de la tubería  
 t= Espesor de la tubería  
 A= Angulo aguas arriba con la horizontal  
 B= Angulo aguas abajo con la horizontal  
 PeT= Peso específico de la tubería  
 PeW= Peso específico del agua  
 WT= Peso de la tubería  
 WA= Peso del agua  
 L1= Distancia media del 1º anclaje al 2º.  
 L2= Longitud de tubería sujeta a movimiento  
 u= Coeficiente de fricción entre PVC y suelo  
 L4= Long. de tubería entre junta de dilatación y anclaje.

F1	610,99
F2	488,79
F3	-73,24
F4	139,55
F5	0,00
F6	0,00
F7	0,00
F8	-522,71
F9	0,00

**DATOS**

a	1,30
b	1,80
c	0,30
d	0,50
e	0,30
f	0,80



Nº	AREAS	VOLUMEN	PESOS	Xg	Yg
1	0,27	0,22	496,80	0,90	0,90
2	0,90	0,72	1656,00	0,90	0,55
3	0,39	0,31	717,60	0,65	0,15
<b>TOTAL</b>	<b>1,56</b>	<b>1,25</b>	<b>2870,40</b>	Xg=	0,84
				Yg=	0,51

**ESTABILIDAD DEL ANCLAJE**

**CUANDO LA TUBERIA SE DILATA**

SFx= 358,01  
 SFy= -3095,58  
 358,01  
 SMO.: 2866,01  
 Ry.X  
 Fy= 225,18  
 Ry= 3095,58  
 X= 0,93

Sbase < Sadm.terreno  
 Sbase= Ry/A\*(1+-6\*exc/b)  
 exc.= X-b/2  
 exc.= 0,03  
 Sbmáx= 0,23  
 Sbmín= 0,20  
 Sadm.= 1.00 Kg/cm2.  
 Sbmín.<Sbmáx.<Sadm.terreno o.k.

**CUANDO LA TUBERIA SE CONTRAE**

SFx= -527,99  
 SFy= -2682,44  
 1341,22  
 SMO.: 2679,74  
 Ry.X  
 Fy= -187,96  
 Ry= 2682,44  
 X= 1,00

Sbase < Sadm.terreno  
 Sbase= Ry/A\*(1+-6\*exc/b)  
 exc.= X-b/2  
 exc.= 0,10  
 Sbmáx= 0,25  
 Sbmín= 0,12  
 Sadm.= 1.00 Kg/cm2.  
 Sbmín.<Sbmáx.<Sadm.terreno o.k.

**8.2.6 Casa de fuerza**

Ambiente donde deberán instalarse la turbina, alternador y transformador. Además, servirá para algunos servicios propios del local, tales como taller, guardiana, depósito y oficina.

**Ubicación de la casa de fuerza**

Es necesario escoger el lugar más apropiado para la construcción de la toma de agua y de la casa de fuerza. Para este fin, es de importancia fundamental las siguientes consideraciones como factores de economía, buen éxito y seguridad de la instalación:

- 1º Localización de la casa de fuerza a la menos distancia posible de los centros de utilización de energía.
- 2º Localización de la casa de fuerza en el lugar no sujeto a inundaciones o desmoronamientos.
- 3º Obtener el máximo aprovechamiento de caída "H" con un mínimo de tubería aductora.

**Área necesaria de la casa de fuerza**

El área necesaria de la casa de fuerza para albergar el equipamiento electromecánico, según el gráfico para un salto de 31.425m, caudal de 0.08 m³/s, y una potencia de 12Kw, corresponde una casa de fuerza de un área mínima de 40 m².

**Equipo electromecánico**

El grupo será de 12 Kw y será un único grupo de una sola etapa.

**Turbina**

**Selección del tipo de turbina**

Se analizará la posibilidad de elegir, una turbina Pelton (de 1 o más inyectores). Será definido para los siguientes datos:

- Salto bruto Hb = 31.425
- Caudal Q = 0.08 m³/s
- Velocidad de rotación elegida N = 900 r.p.m
- Eficiencias totales promedio para cada tipo de turbina Pelton n = 0.70



**a) Cálculo de la potencia al eje (P)**

$$P = 71.33 * n \text{ HP para } K = 102$$

**b) Números específicos de revoluciones (Ns y Nq)**

$$N_s = 31.353 * n$$

$$N_s = 25.9$$

Además, para un salto de 31.425 y un caudal de 0.08 m<sup>3</sup>/s, corresponde una tubería Pelton con 1 inyectores.

**Dimensionamiento de una turbina Pelton**

**a. Velocidad del chorro a la salida del inyector (C)**

Tratándose de una turbina de acción donde todo el salto neto se convierte en energía cinética, la velocidad está relacionada, C esta en m/s,  $\phi$  es el coeficiente de velocidad que depende de las pérdidas del inyector.  $H_i$  en m. su valor varía entre 0.95 y 0.99.

$$c = 40.13 \text{ m/s}$$

**b. Diámetro del chorro (d)**

Se estima mediante la ecuación:  $d = \frac{Q}{C} = 0.55 \sqrt{\frac{Q}{H^{1/2}}}$

$$Q = 0.08/2 = 0.04 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D = 50 \text{ mm}$$

Esta relación es válida para un coeficiente de velocidad promedio de 0.97

Este valor se mide en la vena contracta

**c. Diámetro Pelton (d)**

En esta expresión D está dada en m, N en r.p.m. Y es válida para:  $\phi = 0.97$  y una eficiencia total promedio de  $n=0.88$ . Los valores bajos del coeficiente se asumen para turbinas de alto  $N_s$  y las bajas para las de bajo  $N_s$ .

$$D = 392 \text{ mm}$$

**d. Relación D/d para un chorro**

$$D/d = 7.0 \text{ para } N_s = 30$$

$$D/d = 15.0 \text{ para } N_s = 15$$

Valores intermedios se pueden interpolar asumiendo una variación aproximadamente lineal.

**e. Velocidad específica (Ns)**

$$N_s = 340 (D/d)$$

Válida para  $\phi = 0.97$  y  $n = 0.88$

**f. Número de cucharas (Z)**

$$Z = 18 \text{ cucharas}$$

**g. Altura de montaje ( Hm)**

$$H_m = 0.70 \text{ m}$$

**h. Dimensiones básicas de la cuchara**

- Ancho de la cuchara.....  $h = 2.75d$  a  $3.75d$
- Longitud de la cuchara.....  $b = 2.35d$  a  $2.85d$
- Profundidad de la cuchara.....  $t = 0.90d$  a  $1.00d$



En obras hidroeléctricas son de interés especial las bifurcaciones simétricas. Existen varios tipos (Hidráulica general, Gilberto Sotelo, pag 316, volumen1)

En nuestro caso optamos por usar el tipo 3.

Además, otro criterio a tomarse en cuenta es minimizar las pérdidas de carga, las cuales están relacionadas con el diámetro de entrada y los diámetros de salida, así como la relación de caudales.

Conocemos:	Asumiendo:
$D = 8''$	$Da = 6''$
$Q = 0.08 \text{ m}^3/\text{s}$	$Qa = 0.04 \text{ m}^3/\text{s}$
$V = 2.467 \text{ m/s}$	

Entonces tenemos:  $Qa/A = 0.5$  y  $Da/D = 0.75$

Con estos valores entramos en la tabla mencionada, obteniendo:

$$Ka = 0.40$$

Por lo tanto:

$$h = 0.12 \text{ m}$$

**Conclusión:** La pérdida de carga es pequeña, por lo que adoptamos como diámetro de la bifurcación 6''.

## Generador

El generador será movido por la turbina Pelton. El mismo que estará acoplado directamente a esta. Del generador se obtiene una tensión de 220 -440 voltios, 60 Hz. El generador recomendado tiene las siguientes características técnicas:

Altura de trabajo		
Potencia	→	100KVA
Numero de fases	→	3
Factor de potencia	→	0.8
Ciclos	→	60 Hz
Velocidad nominal	→	900 r.p.m
Velocidad de empalamiento	→	1800 r.p.m
Altura de trabajo	→	3100 m.s.n.m
Tensión de generación	→	220/440

Este generador debe ser autoeditado y autorregulado, además estará diseñado para compensar variaciones transitorias de tensión en forma rápida, así como también poder observar corrientes de corto circuitos de por lo menos el doble de la corriente nominal.

## Regulador de velocidad

El sistema recomendado para el control de la velocidad será el que sugiera el fabricante.

## Tablero de control y mando

Para la atención de control del Generador, se dispondrá de un tablero tipo mural, auto soportado. Provisto de los aparatos de medida y control (amperímetros, voltímetro, contador de energía, frecuencímetro, etc) y además contará con un disyuntor termo energético. Todos estos aparatos deben ser alimentados por los transformadores de tensión y corriente adecuados que se conectaran entre el generador y los respectivos aparatos.



### 8.3 Obras eléctricas

Una vez la turbina genera con la ayuda del generador la energía, esta tiene que pasar por diversos elementos eléctricos y ayudarse de instalaciones para poder hacer uso de ella.

La energía que saldrá de la casa de máquinas será monofásica, que significa que sale a un voltaje de 220 voltios en corriente alterna, que puede ser distribuida a las diferentes viviendas cercanas a la casa de máquinas. Por lo tanto la corriente que se conducirá por los conductores o cables será a baja tensión para las casas que estén localizadas a un radio de 800 metros, quedando las casas alejadas más distancias exentas de energía.

De todas maneras, centrado en un punto del centro de poblado se va a colocar un transformador, con el que se van a evitar las pérdidas de tensión, ascendiendo la tensión a 220V de nuevo a la salida de este transformador. El radio de acción de este transformador será

#### SOPORTES

##### a) Postes

Los postes más importantes de la distribución serán de hormigón armado, mientras que los secundarios serán de madera de eucalipto de la zona, preservados con sales hidrosolubles tipo CCB para soportar mejor las inclemencias meteorológicas. Las características serán:

- Longitud: 12 metros
- Clase: 8
- Grupo: D
- Diámetro mínimo en la punta: 120 mm

##### b) Crucetas

Serán de madera de eucalipto o de hormigón según sea el poste, y tendrán las siguientes características:

- Longitud: 1.50 metros
- Altura: 102 mm (3")
- Ancho: 75 mm (4")

##### c) Aisladores

###### c.1. Tipo PIN

Serán de porcelana marrón, clase ANSI 55-5, para una tensión de servicio de 15Kw.

###### c.2. Tipo Suspensión

Serán de porcelana marrón, clase 52 – 3, para un aclaje horquilla bola – casquillo.

##### d) Ferrería

Será de hierro galvanizado en caliente por inmersión:

- Perno 5/8"  $\phi$ \*8"\*10"\*12"\*14"\*16"
- Perno ojo 5/8"  $\phi$ \*8"
- Perno cobre armado 5/8"\*18"
- Perfiles 1 1/2 \* 1 1/2 \* 1/4
- Tuerca ojo 5/8"
- Adaptador horquilla bola
- Espigas punta de poste 20", cabeza de plomo 1"
- Adaptador casquillo ojo
- Grapa de anclaje tipo universal



**e) Puesta a tierra**

Todos los postes llevarán conectada la ferretería en un conductor de obra, desnudo, sólido, 10 mm<sup>2</sup>, el que enrollará a la base del poste en una longitud de 1.50m. Y con mucho mínimo de ancho. El cable o conductor se fijará al poste con grapas de acero.

**SUBESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN**

Se ubicará dentro de la zona urbana de Pucará y lo constituirá:

**a) Transformador**

- Potencia 12 Kw
- Fases Monofásico
- Tensión 220V
- Regulación + - 2.5%
- Frecuencia 60 Hz
- Refrigeración Aceite natural
- Montaje Exterior

**b) Tablero de distribución**

- 1 caja metálica con acero estructural y plancha de hierro de 1/16" de dimensiones 100x800x300 mm
- 1 contactor 220V 3x3.A
- 1 fotocélula 5A.
- 2 fusibles Dz
- 1 interruptor termo magnético, 500V. 3x60 A.
- 1 interruptor termo magnético 500V. 3x40A.
- 3 barras de cobre 5c30c600mm
- 6 aisladores porta barras
- Accesorios para montaje.

**c) Seccionador tipo CUT – OUT**

Constituido por tres unidades de las siguientes características:

- Tensión nominal: 15Kw
- Capacidad: 100A
- Fusible Tipo chicote, rápido 3

**d) Soportes**

Los soportes de la subestación de distribución estará constituida por:

- 1 poste CAC 12/300
- 1 cruceta CA 1.20m
- 1 palomilla CA 1.10 m
- 1 plataforma CA 1.10 m, 1000kg



# CAPITULO V



# PRESENTACIÓN DE RESULTADOS



# 1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Habiendo concluido con el estudio del Proyecto profesional “Microcentral Hidroeléctrica Pucará”. Detallamos los resultados siguientes:

## 1.1 DATOS GENERALES

- Localidad a electrificar:  
Pucará
- Máxima demanda
  - Recurso hídrico
    - Caudal máximo: 41.25 m<sup>3</sup>/s
    - Caudal mínimo: 0.532 m<sup>3</sup>/s
    - Caudal de diseño: 0.08 m<sup>3</sup>/s
  - Caída bruta 31.73m
    - Potencia 12 Kw
    - Turbina Pelton de 1 inyector

## 1.2 OBRAS CIVILES

- **Captación:** En el margen izquierdo del río Tabanas
  - Barraje fijo: 9.00 m
  - Barraje móvil (tablones de madera) 1.50 m
  - Caudal máximo de diseño 41.25 m<sup>3</sup>/s
  - Caudal mínimo de diseño 0.08 m<sup>3</sup>/s
  - Caudal captado 0.08 m<sup>3</sup>/s

- **Tubería de conducción**
  - Caudal bruto 0.088 m<sup>3</sup>/s
  - Caudal neto 0.08 m<sup>3</sup>/s
  - Pendiente 4 ‰
  - Longitud 1000 metros
  - Material PVC
  - Φ tubería 8”

- **Desarenador**
  - Tipo de lavado intermitente
  - Caudal de diseño 0.08 m<sup>3</sup>/s
  - Caudal de diseño partículas a sedimentar mayores de 0.20mm

- **Cámara de carga – desarenador**
  - Con regulación
  - De lavado intermitente
  - Caudal de diseño de 0.08 m<sup>3</sup>/s
  - Partículas a sedimentar mayores a 15 mm

- **Canal de demasías**

A continuación del desarenador – cámara de carga existe un canal de demasías o descargas de excedentes de agua que pueda traer la tubería y no sea utilizada por la tubería forzada. Este además de proteger la estructura, beneficiará a pequeñas áreas de cultivo que queden debajo de ella. Este canal, los primeros nueve metros van contiguos al desarenador y serán de hormigón armado, pero a partir de esos 9 metros, se hará una pequeña zanja o canal a pico y pala en terreno natural que servirá como canal de demasías.

- Caudal 0.08 m<sup>3</sup>/s
- Sección Rectangular
- Recubrimiento Roca natural
- Pendiente 5 ‰
- Longitud 9 m



- **Tubería de fuerza**

De la cámara de carga sale la tubería de PVC reforzado, mediante una transacción troncocónica para evitar las entradas de aire y consiguientes depresiones. Esta tubería será colocada enterrada en una zanja, apoyada sobre un lecho de arena fina y posteriormente recubriéndola mínimamente por material excavado de la zona. En los puntos de cambio de pendiente se construirá anclajes. Se debe tener especial cuidado en el paso de la carretera, ya que debe excavar más profundamente la zanja.

- Material PVC especial ( clase 7.5 y clase5)
- Diámetro 6"
- Espesores 3/16" (4.75mm)
- Longitud total 114.97

- **Casa de máquinas**

Consta de una sala de máquinas donde irá la turbina, alternador, poza de descarga, canaletas de cables, tablero de alta y baja tensión, transformadores, una oficina, un depósito, un dormitorio, un taller almacén.

- Área construida: 29.885 m<sup>2</sup>
- Cimentación: Hormigón en masa
- Sobrecimeinto: Hormigón armado
- Muros: Albañilería de ladrillo
- Cobertura: Calamina galvanizada

- **Canal de descarga**

De la poza de descarga se conecta a un canal de descarga del agua que sale de la turbina y se conduce al río. El canal será excavado sobre la tierra a pico y pala y no se reforzará con hormigón.

### 1.3 OBRAS ELÉCTRICAS

- **Turbina**

- Tipo: Pelton
- Eje: Horizontal
- Número de inyectores: 1
- Potencia en el generador: 12 Kw
- Rotación nominal: 900 r.p.m.

- **Generador**

- Capacidad del generador: 20 Kw
- Tensión: 220 V
- Frecuencia: 60 Hz
- Rotación nominal: 900 r.p.m.
- Fases: 3
- Factor de potencia: 0.8

- **Tablero de control**

- Tipo mural auto soportable.

- **Regulador de velocidad**

- Será el que recomienda el fabricante.



## OBRAS ELÉCTRICAS

### Transformador:

- Eleva a 220 para ofrecer la energía en condiciones a las casas. Ya que de la casa hasta el transformador habrá pérdidas de tensión.

### Postes:

- Material: madera tratada y hormigón
- Longitud: 7 m
- Aisladores: tipo PIN
- Accesorios: hierro galvanizado

## 2 ALTERNATIVA DEL ESTUDIO

- Para el caso de la estructura se usarán el material de la cámara de la zona ubicada a 1 + 00.00 km de la minicentral. De lo contrario se utilizará material del Rio Tabanas, en las partes donde tenga accesos para extraer el material, pero antes de realizar el estudio de análisis de suelos.
- Para la ejecución de la minicentral se realizará por etapas, desde la captación hasta realizar las obras eléctricas.
- La maquinaria será alquilada por la municipalidad de San Pablo o Cajamarca.



# CAPITULO VI



# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



## 1 CONCLUSIONES

- La microcentral hidroeléctrica abastecerá energía eléctrica al centro poblado de Pucará, beneficiando a los pobladores.
- La microcentral constará de un barraje o azud, canal de conducción, sedimentador, cámara de carga, tubería de fuerza
- El diseño se realizó siguiendo las pautas dadas por el libro Minicentral y Microcentrales Hidroeléctricas ITDG, ya que se adapta a nuestra realidad.
- Para realizar el proyecto se siguió las normas peruanas, para cada ensayo realizado, se tuvo en cuenta 7 partidas incluyendo el flete rural.
- Se ha programado una duración de ejecución de la obra de 6 meses.
- El presupuesto total a la fecha de Mayo de 2011 asciende a S/.

## 2 RECOMENDACIONES DEL PROYECTO

- Construir una pequeña trocha carrozable de unos 80 metros sobre la margen izquierda de la carretera Cooperativa Granja Porcón – Chaupiloma – Pucará, que comunique la casa de fuerza con la carretera.
- Hacer los estudios recomendados de las canteras y ver su posible empleo en la etapa constructiva.
- Las obras de captación deben de ejecutarse en los meses de estiaje, debiendo tomar todas las precauciones para evitar que las filtraciones imposibiliten el trabajo.
- Al tratarse de un proyecto de cooperación intentar que los pobladores de la comunidad cooperen y ofrezcan materiales a fin de abaratar costos.
- Vigilar el uso de los materiales, a fin de evitar fraudes y robos de material.



# CAPITULO VII



# BIBLIOGRAFÍA



**1. OSAKI, TSUGUO**

“Guía para la elaboración de proyectos de pequeñas centrales hidroeléctricas destinadas a la electrificación Rural del Perú” JICA. Lima, Perú (1978)

**2. VILLASEÑOR, JESÚS**

“Proyectos de Obras hidráulicas”, Universidad Nacional de Chapingo. Chapingo, México

**3. JUAREZ BADILLO, RICO RODRIGUEZ**

“Mecánica de suelos”, LIMUSA.SA. México (1982)

**4. CRESPO VILLALAS, CARLOS**

“Mecánica de suelos y cimentaciones”, LIMUSA.SA. México (1985)

**5. SOTELO AVILA, GILBERTO**

“Hidráulica general”. Volumen 1

**6. STREETER VICTOR, E. WYLTE**

“Mecánica de fluidos”, MC. GRANW HILL. USA (1979)

**7. MERRIT FREDERICK**

“Manual del ingeniero civil” MC GRANW HILL. USA. (1984)

**8. BUREAU OF RECLAMATION**

“Diseño de presas pequeñas”, CECSA

**9. ELMER GARCIA RICO**

“Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte”, CONCYTEC. 1º edición. Chiclayo, Perú. (1996)

**10. WILDER MANUEL ARANA QUIROZ**

Tesis profesional: “Sayamud San Miguel”. Cajamarca, Perú. (1994)

**11. HERRERA VALQUI LUIS**

Tesis profesional: “Central Hidroeléctrica Shirac San Marcos”, Cajamarca, Perú. (1994)

**12. FRANK ALVA LESCANO**

Separatas del curso de Hidrología Superficial. UNC (1994)

**13. ORTIZ VERA OSWALDO**

Separatas de Hidrología Superficial. UNC (1994)

**14. APUNTES DEL CURSO DE “APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS”**

Facultad de Ingeniería. U.N.C.

**15. HIDRÁULICA**

Francisco Javier, Dominguez, (1954)



# CAPITULO VIII



# ANEXOS



## **ANEXO 1: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBRAS CIVILES**

### **01.0. OBRAS PROVISIONALES**

#### **01.01.0. CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA**

Son las construcciones necesarias para instalar una infraestructura que permita albergar a trabajadores, insumos, maquinaria, equipos, etc.

El proyecto debe incluir todos los diseños que estén de acuerdo con estas especificaciones y con el Reglamento Nacional de Construcciones en canto instalaciones sanitarias y eléctricas.

La ubicación del campamento y otras instalaciones será propuesta por el Contratista y aprobado por la Supervisión, previa verificación que dicha ubicación cumpla con los requisitos del Plan de Manejo Ambiental, de salubridad, abastecimiento de agua, tratamiento de residuos y desagües. Los materiales para la construcción de todas las obras provisionales serán de preferencia desarmable y transportables, salvo que el Proyecto indique lo contrario.

#### **01.02.0. LIMPIEZA DEL CAMINO DE ACCESO**

Los caminos de acceso estarán dotados de una adecuada señalización para indicar su ubicación y la circulación de equipos pesados. Los caminos de acceso, al tener carácter provisional, deben ser construidos con muy poco movimiento de tierras y debe llevar un lastrado o tratamiento que mejore la circulación y evite la producción de polvo.

#### **01.03.0. CARTEL DE LA OBRA**

Consiste en la construcción de un tablero como elemento que permitirá a la cantidad ejecutora informar al público en general sobre los detalles de la obra contratada. Las dimensiones de dicho cartel serán de 2.40m x 4.80m instalada en el lugar de poblado de la obra.

### **02.0. OBRAS PRELIMINARES**

#### **02.01.0 LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL**

Al iniciar toda clase de trabajo será necesaria la limpieza de todo el terreno dejando libre de todo obstáculo y elemento que pueda ser nocivo que impida el trabajo.

#### **02.02.0 DESVIOS Y ENCAUZAMIENTO DEL RÍO**

Antes de iniciar los trabajos de captación, se tiene que desviar el río por la margen derecha ya que es la margen más apropiada; luego que se hayan concluido todo tipo de trabajo del proyecto y sean aprobados y entregados se tiene que sellar el desvío y encauzando el agua de la captación.

#### **02.03.0 TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO**

El replanteo consistirá en la determinación precisa sobre el terreno, de los ejes, formas y niveles necesarios para desarrollar las obras.

Se empleará para ello los materiales e instrumentos necesarios para hacer el trabajo con precisión y lograr una representación firme de los ejes y ubicación de los elementos constructivos.

El replanteo deberá ser aprobado por el Ingeniero Residente antes del inicio de los trabajos de construcción.

### **03.0. MOVIMIENTO DE TIERRAS**

#### **03.01.0 EXCAVACIÓN MASIVA EN TERRENO ROCOSO**

Todas las excavaciones se realizarán de acuerdo a los planos y a lo que indique el Ingeniero Supervisor de la Obra, así como del maestro de Obra

La modificación de las formas y profundidades de excavación, estas se aprobarán siempre y no se encuentren roca firme esto será descrito en el cuaderno de obra para la respectiva revisión del ingeniero supervisor.



En algunos casos será necesario picar la roca con herramientas manuales tales como: Cinceles, combas,...; en otros se usarán taladros de perforación con motor para el uso de esta será necesario ceñirse a las normas de manipulación de taladros de perforación.

De estructuras hidráulicas.

Toda excavación se realizará de acuerdo a los planos, en caso de usar taladros de perforación se ceñirá a las normas, en algunos casos será necesario rellenar algunos desniveles con hormigón  $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$  la resistencia del suelo será verificada que cumpla las condiciones de resistencia mínima, no se deberá anegar con el agua ya que alterará los contenidos de humedad del propio suelo.

Colocación:

Se procederá a la colocación del hormigón solo después de que se halla removido todo el material suelto, esto será verificado con las medidas mínimas por el Ingeniero residente, la remoción de material excedente se realizará cuando lo disponga el ingeniero residente.

#### **03.02.0 EXCAVACIÓN A MANO**

Las excavaciones se realizarán hasta las formas y niveles de corte mostrados en los planos o indicados por el Ingeniero Residente en la obra.

La modificación de las formas y profundidades de excavación, se efectuará cuando se encuentre rellenos, suelos o rocas inestables o de dudosa resistencia portante.

Estas modificaciones serán aprobadas por escrito en el respectivo cuaderno de obra por el Ingeniero Residente.

#### **03.03.0 RELLENO, COMPACTACIÓN CON MATERIAL PROPIO**

El contratista, realizará los trabajos necesarios de modo que la superficie de la subrasante presente los niveles, alineamiento, dimensiones y grado de compactación indicados, tanto en los planos del proyecto, como en las presentes especificaciones.

#### **03.04.0 ELIMINACION DEL MATERIAL EXCEDENTE**

El contratista efectuará la eliminación del material que, a consecuencia de derrumbes, deslizamientos, etc, se encuentre sobre la rasante del canal y la plataforma de la casa de máquinas, obstaculizando el trabajo. El volumen será determinado “in situ” por el Contratista y el Ingeniero Supervisor. La eliminación incluirá el material proveniente de los excedentes de corte, excavaciones, etc.

### **04.0. CONCRETO ARMADO – HORMIGÓN ARMADO**

#### **a) Sistema de abastecimiento**

Toda clase de material que se use en la construcción con es cemento, agregados, otros serán aprobados por escrito por el ingeniero residente antes que sean entregados en obra.

#### **b) Cemento**

El cemento deberá ser tipo Portland, y el almacenamiento será bajo techo que no se encuentre en contacto con la humedad para evitar que se endurezca o se haga grumos, si el cemento estuviera con grumos o endurecidos se procederá a removerlo de inmediato.

#### **c) Agregados**

Los agregados estarán dentro de los límites específicos para cada tipo de mezcla que desee obtenerse, se empleará lo siguiente:

- Hormigón estructural para desarenador y cara de carga de 1”
- Hormigón de vigas y columnas de  $\frac{3}{4}$ ”
- Hormigón simple es macizos y soportes de anclajes de 1”

El agregado fino estará libre de sustancias orgánicas sin partículas que pasen por la malla n°200, el peso del agregado fino no será mayor al 50% del peso de los agregados finos y gruesos, no serán almacenados juntos.



**d) Agua**

El agua para preparación de la mezcla será sin sustancias nocivas para la preparación de las mezclas, abastecerá en la cantidad suficiente para todas las obras, la relación agua cemento será igual 0.58 para hormigón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y para las otras la relación será 0.68, se realizará muestreo de las mismas.

**04.01.0 ENCOFRADOS Y DESENCOFRADO LOSA Y PANTALLAS**

Los encofrados serán construidos y apoyados en forma tal que permanezcan suficientemente rígidos durante el vaciado del hormigón para lograr las formas y dimensiones indicadas en los planos.

Se emplearán materiales y métodos constructivos que impidan la fuga de lechada de cemento. Se podrá utilizar para los encofrados moldes de madera.

Las superficies interiores serán listas y sin asperezas, o sea que en caso de usar encofrados de madera, estas serán cepilladas para el efecto de cara vista, pues las estructuras merecerán un ligero tratamiento de acabado a base de tarrajeo. Previamente las maderas serán tratadas con petróleo o sustancias similares que impidan la adherencia del hormigón a sus paredes.

**a) Armado**

Los encofrados serán armados de madera que pueda resistir los esfuerzos causados por la mezcla al momento de su vaciado, sin sufrir deformaciones, vale decir debidamente estructuradas mediante pies derechos, refuerzos laterales, apuntalamiento horizontal y vertical, tales elementos deberán estar perfectamente alineados según planos y en caso cuando se trata de estructuras esbeltas podrá encofrarse parcialmente de acuerdo al programa de vaciado del hormigón.

**b) Desencofrado**

Los encofrados serán removidos con golpeo o vibraciones que no pudieran dañar el hormigón, deberán transcurrir los siguientes tiempos mínimos antes de preceder a la remoción de los encofrados.

Superficies verticales (costados de vigas, muros, columnas)	24 horas
Elementos estructurales de trabajo horizontal losas	8 días
Losa	20 días
Fondo de vigas	28 días

**04.02.00 JUNTAS DE DILATACIÓN**

**A) Juntas de construcción**

- Toda superficie resultante de una interrupción en el vaciado, suficientemente demorará para que el hormigón es ya endurecido que no permita la entrada de varillas o vibrador, constituye la junta de construcción.
- En el curso del vaciado el contratista tomará las medidas necesarias para que la superficie de la junta de construcción llena lo más posible inmediatamente del servicio de vaciado se ejecutará una limpieza.

**B) Juntas de dilatación o de contracción**

- Constituyen una junta de dilatación, todas las juntas que tienen el objeto de permitir eventuales desplazamientos de una estructura de hormigón respecto a una contigua, debido a dilataciones, retiro de vaciados o diferencias en el asentamiento de fundador.
- Las juntas de dilatación o de contracción podrán ser del tipo de superficies llamas y lisas o bien del tipo de encaje para asegurar la colaboración de las estructuras o los refuerzos. Las dos superficies opuestas que componen la junta tienen que ser completamente separadas.

El contratista ejecutará el vaciado de la segunda superficie solo cuando el vaciado de la primera haya completado su endurecimiento, aplicando sobre la primera superficie una mano de pintura bituminosa u otro producto similar aprobado.

Las juntas en el revestimiento de los canales y pozos de acumulación interesarán solamente una parte del espesor del revestimiento y se ejecutarán simultáneamente al vaciado del hormigón o bien se obtendrá después del endurecimiento por medio del fresado, excluyendo sistemas que podrán dañar el hormigón.



#### 04.03.00 HABILITACIÓN Y COLOCACIÓN DE FIERRO

En todo caso se respetarán los diámetros propuestos en los planos para los elementos de hormigón armado con la utilización de Acero Nacional de grado 60, corrugado para los diámetros superiores al  $\frac{1}{4}$ ".

Las barras corrugadas de acero, laminadas en caliente tendrán un esfuerzo de fluencia  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ . El alambre que se utilizará en el amarre de los elementos de acero será de tipo negro N°16. En todo caso se recurrirá a las Normas Nacionales de Concreto para los efectos no previstos en las presentes especificaciones.

##### a) Anclajes

Los anclajes de los elementos de acero serán de acuerdo a las normas, pero en ningún caso menor de 20 veces el diámetro de acero correspondiente, dichos anclajes se efectuarán fuera de la zona de trabajo del material.

##### b) Empalmes

Cuando los elementos de acero no permitan utilizar barras completas deberán practicarse los empalmes en las zonas donde el material no está sometido a sus esfuerzos máximos.

La longitud de empalme no será menor de 30 diámetros para elementos en tracción y de 20 diámetros para los de compresión.

#### 05.0. REVOQUES Y ENLUCIDOS

##### 05.01.0 TARRAJEO ACABADO CON CEMENTO-ARENA

El revestimiento de los muros se efectuará con mezclas de morteros en la proporción 1:5 (cemento-arena). Dicho mortero estará libre de contener sustancias calcáreas y arena gruesa, se aplicará sobre el pañeteo previo y con mezcla relativamente seca, se curarán los tartajos por lo menos durante 5 días mediante el riego con agua para hacer que siempre permanezca húmeda.

Es recomendable la utilidad de bruñas en las juntas de los elementos estructurales con la mampostería, tanto horizontalmente, uniones de vigas con muros y verticales, columnas con muros.

#### 06.0. MAMPOSTERÍA

##### A) Ladrillos

Para la mampostería se ha proyectado el uso de ladrillos de arcilla cocida, los mismos que deberán reunir las características de resistencia ( $80 \text{ kg/cm}^2$ ), durabilidad, ausencia de materiales calcáreos, con buena cocción y de forma y de dimensión Standart.

##### B) Morteros

Los morteros para el asentado de ladrillos se prepararán con arena de graduación media, que logre libre de sustancias calcáreas y orgánicas, no se usará cal hidráulica.

La proporción de la mezcla cemento/arena será en proporción 1:4, la cantidad de agua será tal que no permita el escurrimiento de la mezcla al producirse el asentamiento, y cantidades tales que sean utilizados al instante.

La mezcla de cemento-arena se hará en uso durante el día debiendo desecharse el material preparado con mayor tiempo; pues la cantidad de humedad contenida en la arena dará lugar al fraguado.



**C) Asentado**

El asentado de los muros, tanto para soga como para cabeza serán en hiladas sucesivas con amarre tipo alterno tanto para los hilados horizontales así como para su colocación entre hiladas.

No deberán de asentarse por jornadas de 24 horas alturas mayores de 1.50m, debiendo esperarse por lo menos ese lapso de tiempo para continuar su asentado.

El curado de asentado de muros deberá efectuarse irrigando los elementos durante por lo menos 5 días hasta lograr un endurecimiento de por lo menos 70% de su resistencia total.

Los muros portantes no deberán ser sometidos a carga, si no después de 20 días de su asentado final.

**07.0. TECHOS**

Se deberá de prever el tipo de techado adecuado para la zona en donde se ubican las obras.

Se usará como acabado de la cobertura planchas de calamina o eternit sobre estructura de madera de eucalipto con correas de 2"x3" para todos los elementos apoyados y asegurados debidamente a su vez sobre tijeretales de 3"x6" todas ellas previamente tratadas y secas, con elementos protectores contra el ataque de la misma característica.

Los empalmes de los elementos estructurales se efectuarán a media caña y con refuerzos laterales en una longitud no menor de 10 veces el ancho de las escuadra.

**08.0. TECHOS**

**a) Puertas**

Las puertas para la casa de máquinas, serán de tipo contraplacada, con acero, parrilla y marco de madera de la zona, recubiertas en ambas caras de madera torcida, las puertas exteriores serán de 5cm. de espesor y las interiores de 3cm. de espesor.

**b) Ventanas**

Las ventanas serán fabricadas a base de perfiles de acero. Constarán de paneles en la sala de máquinas y en la zona taller, almacenes y oficinas, serán de madera. Todos los

paneles serán móviles con su eje de giro horizontal. Se colocarán cadenas de bronce para accionar las ventanas altas. Estas directivas podrán ser variadas según el diseño (ver plano de la casa de máquinas)

**c) Cerrajería**

Las chapas de las puertas exteriores de la casa de máquinas serán de tipo Yale de doble golpe o similar. En las puertas interiores se colocarán chapas tubulares del tipo Goal o similar.

Las bisagras serán del tipo de pasador, cada hoja llevará 3 bisagras, de 4" las puertas exteriores y de 3 1/2" las interiores.

Todos los elementos de cerrajería deberán ser aprobados por el Ingeniero inspector, antes de ser incorporadas a la obra.

**d) Vidrios**

Todos los vidrios serán transparentes, de clase semidoble nacional.

**09.0. ACABADOS**

**a) Mayólica**

Deberá asentarse con mezcla rica sobre los muros, dándole separación pareja de 2mm. entre pinzas y ambos sentidos, la mezcla deberá sufrir el total del contacto de la losetilla en el muro. Previamente a su asentado la mayólica deberá ser humedecida por inmersión en agua por lo menos durante 4 horas. Una vez fraguado el sentado de la mayólica se sellarán las juntas con el uso de cemento blanco o porcelanas dándole un acabado parejo y uniforme.

**b) Pisos**

Salvo en aquellas obras que cuentan con losa armada, se deberá preparar debidamente la base del piso regándola y compactándola con pisón. El falso piso será colocado en la casa de máquinas y consistirá en una capa de 10cm. (4") de concreto de proporción 1:2 1/2:5 será nivelada a regla dotada de acabado superficial rugoso. Todos los pisos serán de cemento bruñido de 2" de espesor.



**c) Pinturas**

Serán aplicadas sobre la superficie previamente lijadas y embarradas con cal y cola tipo carpintero. Se aplicarán dos capas de pintura de la misma mezcla de color establecido por la inspección; luego de estas se efectuarán los rasantes con masilla apropiada, para luego darle la capa final.

En los elementos y una vez absorbido este se aplicará la primera capa de pintura, una vez que este se halla secado se podrá aplicar la segunda mano o capa final de acabado.

En los elementos metálicos se aplicará una capa de pintura antioxidante anticorrosivo para luego aplicar la pintura de acabado.

## **10.0. VEREDAS**

Esta sección se refiere a los trabajos de acabado en los exteriores de la casa de máquinas. Se construirán en los lugares indicados en los planos, en el perímetro y acceso a la casa de máquinas, consistirán en una losa de hormigón de  $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$  la superficie externa de las veredas estarán acabados hasta lograr un acabado uniforme, sin rugosidades ni asperezas. Las superficies serán bruñidas formando cuadros.

## **11.0. INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

**a) Generalidades**

Las siguientes especificaciones técnicas corresponden a las instalaciones interiores y alrededores de la casa de máquinas.

**b) Especificaciones de materiales**

- **Tubería**

Los circuitos derivados para iluminación y toma de corrientes en muros y techos, serán de cloruro de polivinilo P.V.C. del tipo liviano SEL (Estandar Europeo Liviano), con calibre y espesores mínimos establecidos en el código eléctrico del Perú.

- **Conductores**

Todo el alumbrado para iluminación y toma corriente deberá ejecutarse con alambre unipolar de cobre electrolítico de 99.9% de conductividad, con aislamiento T.W. de material plástico adecuado.

- **Cajas**

Serán del tipo liviano de fierro galvanizado, fabricadas con planchas de  $1/32''$  y espesor mínimo estampadas, las orejas para la fijación de los accesorios estarán mecánicamente aseguradas en las mismas. Las dimensiones generales del cuerpo serán  $4'' \times 2 \frac{1}{4}'' \times 1 \frac{1}{8}''$ .

Las cajas para interruptores y tomacorrientes serán rectangulares de  $4'' \times 2 \frac{1}{4}'' \times 1 \frac{1}{8}''$ .

Las cajas para centros y braquetes serán octagonales de  $4'' \times 1 \frac{1}{2}''$  de profundidad.

- **Interruptores, tomacorrientes y placas**

Serán de tipo para empotrar con placas de baquelita de color marfil, similar al tipo Ticinio Domino. Todas las tomacorrientes serán dúplex.

- **Tablero general**

Del tipo para empotrar, de madera con puerta metálica de una profundidad y dimensiones que permitan instalar los interruptores del tipo automático con sus correspondientes fusibles de plomo, de acuerdo a los circuitos que servirán o a las capacidades en amperios.

## **12.0. INSTALACIONES SANITARIAS**

**a) Aparatos sanitarios**

Serán de fabricación nacional en losas vitrificadas blancas de primera calidad de acuerdo con las normas INTINTEC, no se permitirá el uso de aparatos sanitarios con rajaduras y defectos de fabricación especialmente aquellos que no permitan el buen acople e instalación de accesorios.

Los accesorios serán de bronce cromados para las válvulas y sifones de desagüe de plásticos en inodoros, los tubos de abasto de anillo de bronce cromados para agua y de plomo para desagüe en los aparatos sanitarios.



**b) Redes de agua**

Se han proyectado el uso de tubería de fierro galvanizado con uniones roscadas, para los servicios de agua potable. Para los servicios de desagüe se empleará tuberías PVC Nacional, con uniones de espiga y campanas fijadas con pegamento ad-hoc, según especificaciones del fabricante de la tubería.

Cada circuito independiente contará con válvula de compuerta de bronce instalada entre dos uniones adecuadas, para su cambio por mantenimiento o reparación, estas uniones universales serán roscadas y en su instalación no deberá utilizarse ningún tipo de pintura.

Las instalaciones deberán someterse a prueba de carga de 1.5 veces la presión de servicios de la red, o a 60 PSI, antes de instalar los aparatos sanitarios, dicha prueba deberá efectuarse de acuerdo a las normas de Reglamento Nacional de Construcción del Perú. Posteriormente procederá a la desinfección de la red con la utilización de soluciones de cloro, luego se realizará el lavado de la tubería para su puesto en uso.

**c) Desagüe y ventilación**

Las redes exteriores de descarga se han proyectado con la utilización de tubería P.V.C., los mismos que entregarán a cajas de registro. En los interiores de las instalaciones de desagüe son de tubería de P.V.C con los diámetros indicados en los planos.

Los accesorios como tasas, codos y sanitarios, etc. Son del mismo material para las instalaciones interiores, tanto de desagüe como lo de ventilación, en los terminales de los conductos de ventilación se deberá de proteger los mismos con sombreros del mismo material.

Las cajas de registro en la instalación exterior será tipo King Kong, asentados con mezcla 1:5 y revestidos con mezcla fina dándoles acabados lisos y medias cañas en el fondo, de acuerdo al flujo de las aguas, las tapas serán de hormigón armado, con refuerzo de fierro de  $\frac{1}{4}$ " en malla espaciada a 10 cm. Y en ambos sentidos, se les dotará de dispositivos de izaje que permitirán su remoción para labores de mantenimiento.

Las dimensiones de las cajas están de acuerdo a las normas del reglamento Nacional de Construcciones del Perú, siendo los fondos máximos de 0.60m. para cajas de 10" x 20" y de 1.20 m. para las de 24x24".

**d) Del pozo séptico**

Será con las paredes de ladrillo con acabado tarrajado y sobre un fondo impermeable constituido por un falso piso de 4" de espesor, tanto las tapas como la pantalla separadora de grasa será de hormigón armado de 2  $\frac{1}{2}$ " de espesor y con malla de acero de  $\frac{1}{4}$ " a 10 cm. en ambos sentidos, las tapas serán desmontables.

Las siguientes especificaciones técnicas corresponden a las instalaciones interiores y alrededores de la casa de máquinas.

**13.0. DESARENADOR – CÁMARA DE CARGA**

Se seguirán las indicaciones de los planos, en cuanto se refiere a las medidas. El hormigón será de un  $f'c = 175\text{Kg/cm}^2$ ; se tendrá especial cuidado en la construcción del canal de descarga del Desarenador, con la finalidad de que evacue los sólidos sedimentados, sin demora. En la cámara de presión, se tendrá que construir la rejilla de protección en la entrada de la tubería forzada, tal como se especifica el plano respectivo.

Los muros y el fondo de esta parte de la estructura, serán de hormigón. Al momento de la construcción, la entrada de la tubería forzada será hecha en forma de campana o cono truncado.

Las especificaciones serán tarrajadas en su totalidad. Las compuertas serán del tamaño que lo especifican los planos.

**14.0. ESPECIFICACIONES PARA LA FABRICACIÓN Y MONTAJE DE LA TUBERÍA DE PRESIÓN**

**a) Generalidades**

Esta sección de la especificación cubre los mínimos requisitos para el diseño de detalles, fabricación, inspección, prueba y pintado de las tuberías de acero no enterradas y que unen la cámara de carga o tanque de equilibrio a la casa de máquinas del proyecto de una pequeña central hidroeléctrica especificaciones detalladas de las estructuras auxiliares de la tubería de acero tales como bloques de anclajes y apoyos, se deberá hacer referencia a la pertinente sección de esta especificación.



Los límites de suministro para la tubería de presión son desde el extremo superior (aguas arriba) de la tubería donde se conecta la cámara de carga o tanque de equilibrio a la(s) brida(s) aguas arriba de la(s) válvula(s) de la entrada de la turbina.

**b) Documentos del diseño**

Esta sección de la especificación se leerá en conjunto con los pertinentes planos del Diseño Básico de ingeniería que detallan la planta y secciones de la tubería, bloques de anclaje, juntas de dilatación y detalles de soportes, etc.

**c) Condiciones de operación**

**- Presiones**

Las condiciones de operación en que la tubería es diseñada consisten en:

- Presión máxima de operación que incluye la caída estática más carga del golpe de ariete de operación máxima que estará limitado por un mecanismo de control de generador de la turbina.
- Presión de operación de emergencia resultante de la peor combinación posible de condiciones de operación y falla en mecanismos de control.

Las condiciones de operación serán las que se indiquen en cada plano particular de la tubería.

**- Temperaturas**

Temperaturas de operación pueden variar entre menos de 10 grados y mas de 40 grados Celsius

**- Condiciones de fluido**

El fluido de las tuberías es agua cruda, conteniendo elementos abrasivos y con una velocidad máxima de flujo de metros por segundo.

**- Condiciones antisísmicas**

Las tuberías serán ubicadas en un área sujeta a condiciones antisísmicas.

**d) Información sobre diseño y detalles de fabricación**

**- Generalidades**

Los diámetros, grosor de paredes y trazos geométricos de la tubería deberán coincidir con los pertinentes planos del diseño de ingeniería básica. Las tuberías del tipo con juntas de dilatación que estarán generalmente ubicadas justo aguas debajo de cada bloque de anclaje.

Las tuberías del tipo juntas de dilatación tiene soportes intermedios entre los bloques de anclaje, espaciados aproximadamente cada 7 metros dependiendo del diámetro calculado, del grosor de la pared, del peso máximo de operación y de la ubicación de cada junta de expansión requerida, etc. El espaciamiento requerido es mostrado en los planos del diseño básico de ingeniería.

Las tuberías podrán ser fabricadas de tubos normalizados y/o de enrolladas planchas con juntas soldadas a tope.

**- Espesor mínimo**

El espesor mínimo de las secciones de las tuberías no serán menor que el espesor requerido de acuerdo con los cálculos hechos, más un mínimo margen de corrosión.

**- Longitud de fabricación**

La longitud total requerida de la tubería es la que se muestra en los planos de diseño de ingeniería básica. La longitud de cada tubo se ha determinado por: la facilidad de transporte y acceso en obra. Habiéndose definido una longitud de 3.50m. cada tubo.

**- Temperatura de diseño**

Las siguientes condiciones de temperatura han sido consideradas en el diseño de la sección de la tubería.

- En grandes altitudes la temperatura de operación podrá no ser menos 10 grados Celsius.
- En bajas altitudes, cuando la tubería se encuentre vacía, la temperatura podrá llegar a 30 grados Celsius sobre la temperatura ambiente.



**e) Materiales de construcción**

Los materiales a ser usados para la tubería de presión y sus accesorios serán los apropiados para la propuesta aplicación. En general los materiales serán seleccionados, según lo apropiado, de una norma de las siguientes especificaciones. Requisitos específicos podrán ser mostrados en los planos del diseño de ingeniería, tales requisitos regirán esta cláusula de la especificación. En particular, se indica en los dibujos si el acero debe de cumplir con una especificación apropiada para servicio de temperaturas menores también son apropiados para servicio de temperaturas normales pero no viceversa.

Se podrá proponer alternativas en cuanto a materiales equivalentes en sus costos. Si esto sucede, se indicarán las normas o especificaciones que cumplirán los materiales propuestos.

➤ **Tuberías, bridas y pernos**

- Tubería normalizada  
ASTM 106 GR A o B (Para servicio de  
APT 5L GR A o B temperatura normal)  
ASTM A 333 GR 1 o 6 LT o 45 (Para servicio de T<sup>a</sup> menores)
- Tuberías fabricadas con planchas  
ASTM A283 GR C Hasta 16mm de espesor (Servicio de T<sup>a</sup> normal)  
ASTM A285 GR C  
ASTM A516 GR 55 o 60 LTDO 15 (para servicio de  
DIN 17135 GR 4 St35 temperaturas menores)
- Materiales para bridas  
Forjadura ASTM a 181 GRI  
Plancha ASTM A 518 GR 55 o 50
- Materiales para empernado  
ASTM A 193 GR B7  
Pernos ASTM A 194 GR 2H

Anillos de empuje, planchas, anillos de refuerzo, mensuras y argollas, etc.

Serán fabricados con materiales de planchas cuyos valores de esfuerzo permitidos son iguales o mayores que aquel del material usado en la estructura de la tubería.

➤ **Materiales para soldado**

Todos los materiales para soldaduras deberán cumplir con los requisitos o ser equivalente a las especificaciones AWS-ASTM y deberán contar con el certificado del fabricante que asegure el cumplimiento de la especificación como se enumeran en el procedimiento de soldado aprobado.

**f) Materiales**

Todos los materiales a usarse deberán de ser los adecuados para el servicio propuesto con respecto a retención de propiedades mecánicas satisfactorias y resistencia a la corrosión, erosión, oxidación y cualquier otro tipo de deterioro durante el servicio propuesto.

- **Margen de corrosión**

Se considera que un margen por corrosión y desgaste de 2 mm sea suficiente en condiciones normales de operación. En todos los cálculos de tuberías se ha incrementado el espesor de las mismas por estos 2mm, lo que también se indica en los planos donde las dimensiones ya incluyen el sobre espesor

En caso que el análisis de agua demuestre características especialmente corrosivas o abrasivas, se aumentará el espesor de la tubería y se indicará en los planos de ingeniería básica.

- **Juntas de dilatación**

Si se indica en los planos, es diseño de la tubería incluye el adecuado tipo de juntas de dilatación.

- **Certificados de pruebas**

El contratista deberá de proveer certificados de pruebas de materiales indicando cumplimiento de los requisitos.

**g) Inspección durante el armado en obra**

- La tubería será confrontada con los planos para asegurar que los grosores, pendiente de la tubería, etc. están de acuerdo con los requisitos de diseño.
- El contratista deberá chequear que el apropiado nivel de limpieza sea mantenido durante la construcción de la tubería. Todo material suelto, grasa, residuos de la



soldadura, etc. serán removidos. La tubería deberá estar permanentemente protegida contra el ingreso de suciedad y desperdicios.

- Las juntas de dilatación serán chequeadas para comprobar su correcta ubicación y ensamblaje con respecto a la preparación de los extremos de la tubería, correcto alineamiento, distancia recomendada entre piezas a soldar.

**h) Examinación radiográfica**

- El examen radiográfico se hará de acuerdo con el código de recipiente de presión y Hervidor ASME, sección VIII, artículo 2 (ASME Boiler and Pressure Vessel Code). La interpretación de cualquier examinación radiográfica estará de acuerdo con el código de recipiente de presión y Hervido ASME, sección VIII, División 1, párrafo UW-51 (ASME Boiler and Pressure Vessel Code)
- Todas las juntas de soldados a tope, longitudinales y periféricos, en la tubería de presión serán radiográficamente examinadas. El alcance de la radiografía dependerá en la eficiencia de la junta usada en el diseño como se describe esta especificación (eficiencia de la junta de soldadura).
- Para el examen radiográfico suplementarias y para el chequeo de soldaduras que no sean fácilmente accesibles para radiografías, el inspector usará pintura penetrante, partícula magnética y métodos ultra-sonidos y equipo para asegurar que las soldaduras no contengan ningún efecto inaceptable. Estos exámenes se llevarán a cabo de acuerdo con el código de recipiente de presión y Hervidor ASME, sección V (ASME Boiler and Pressure Vessel Code)



## **ANEXO 2: ESTUDIO GEOLÓGICO**

### **I.- METODO DE TRABAJO**

Los trabajos de campo, se realizaron mediante visita directa para examinar la factibilidad de la construcción de la Microcentral Hidroeléctrica, para lo cual se empleo un equipo básico de campo, como es: brújula, eclímetro, wincha de hule de 30m (cinta métrica), carta nacional de Cajamarca, herramientas manuales para extraer muestras de roca y suelo.

También fueron realizados los estudios geológicos, geomorfológicos, de meteorización y erosión para poder determinar su comportamiento como lugar de cimentación de estructuras. Se completó el estudio con la localización e identificación de laderas conos aluviales, terrazas, fallas de suelos (ceep), deslizamientos, derrumbes, flujos de suelos, asentamientos, etc.

Para efectuar el levantamiento geológico del lugar fue necesario contar con los planos topográficos a curvas de nivel, de tal manera que sirvieron de base para los planos geológicos, geomorfológicos y geotécnicos.

### **II.- TRABAJOS PREVIOS**

Los estudios geológicos de la zona del norte de Cajamarca se han hecho a nivel de reconocimiento y muchos de ellos son de carácter local en los aspectos: Estratigráficos, litológico, estructural y minero. Estos trabajos ya han sido publicados en su mayor parte tanto en el Perú como en el extranjero, cuya relación es la siguiente:

- “El asiento Mineral de Hualgayoc” 1956 Sociedad Geológica del Perú, tomo 30 por Víctor Benavides Cáceres
- “Nota preliminar de la Geología de Cajamarca” Perú 1950, UNMSM por Isaac Tafur. Tesis Doctoral
- “Hojas Geológicas Preliminares del Servicio de Geología y Minería” correspondiente a los Cuadrangulares de Cajamarca y San Marcos por los Ing. Reyes y Wilson.
- “Hojas del proyecto de Tinajones” por Salzgitter industriebau.

### **III.- FISIOGRAFÍA**

#### **1.- GEOGRAFÍA**

Los aspectos fisiográficos del área corresponden en su mayor extensión a la Cordillera Occidental de los Andes, que se caracteriza por tener una topografía muy variada, siendo esta cordillera el elemento ortográfico más definido de los Andes del Norte Peruano, formadas de rocas de la Era Secundaria (Mesozoica) es decir por areniscas y calizas y algunos afloramientos del terciario, que es característico de la zona de Pucará.

Los cerros de este sector presentan un relieve muy variado, muestran perfiles escarpados y abovedados como consecuencia de una intensa erosión. Las cestas son abruptas y sobresalientes, las laderas van de suaves a extremadamente empinadas.

Sus escarpas son resultados de deformaciones de la corteza terrestre, como son pliegues y fallas tectónicas, que van profundizándose en forma imperceptible.

#### **2.- CLIMATOLOGÍA**

La zona del proyecto presenta un clima seco y frio, temperatura promedio 13°C, la que oscila entre 7°C – 20°C, precipitación promedio anual 1200mm, oscilando entre 1000mm y 1400 mm. Correspondiendo a las precipitaciones más altas a las zonas de mayor altitud y las menores precipitaciones a las zonas de menor altitud, con una humedad relativa de 43%. La presencia de lluvias se da con intensidad en los meses de enero hasta Abril constituyéndose en el periodo lluvioso.

#### **3.- DRENAJE**

Principalmente el rio de Pucará constituye el drenaje natural de la zona de San Pablo, que se origina en las partes altas en un lugar denominado Pozo seco, Cerro el Tambillo y otros.

#### **4.- GEOLOGÍA**

La estratigrafía de la zona y alrededores está conformada por un zócalo sedimentario, de edad secundaria, intensamente plegada y fallada, en el cual se presentan unidades litológicas muy variables de facies esencialmente marinas. Su deformación ocurrió en el terciario cuando la



orogénesis de los Andes fue causa de movimientos diversos y de intrusiones batolíticas. Como consecuencia, la litología del centro de poblado de Pucará presenta una gran heterogeneidad, pasando de facies líticas sedimentarias (areniscas de grano diverso, calizas, arcillas, limonitas, etc.).

La zona también ha sido sometida a una serie de glaciaciones intercaladas, con periodos más cálidos durante el cuaternario que favorecieron el desarrollo de un modelo glaciar, fluvio-glaciar y fluvial, tal como lo atestiguan una serie de formaciones detríticas organizadas en morrenas como fluvio-glaciares y aluviales, esker, llanuras fluvio-glaciares y lacustres.

## 5.- ESTRATIGRAFÍA

La zona en estudio presenta rocas constituidas por: lutita calcárea y bituminosa laminada con intercalación de caliza bituminosa margosa con grandes concreciones; calizas grises, margas y lutitas paradas con abundantes fauna de equinoideos gasterópodos y pelecípodos; caliza eolítica arenácea, lutitas fosilíferas.

## 6.- GEOLOGÍA

**6.1.- GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.-** El área en estudio presenta una serie de deformaciones estructurales como: Pliegues, fallas, diaclasas y fracturas, etc.; cuya dirección, buzamientos, los procesos de meteorización y erosión han determinado un relieve muy irregular. De los pliegues se advierte los denominados flancos.

**6.2.- GEOMORFOLOGÍA.-** En el trayecto Cooperativa Granja Porcón – Pucará, se observa una litología cambiante en gran parte conformadas por rocas sedimentarias, areniscas compactadas, volcánicas y calizas. Esta petrografía origina variedades geomorfológicas, siendo las rocas areniscas de mayor resistencia a la intemperización y forman cerros con crestas abruptas; mientras que las calizas por ser muy susceptible a la meteorización química dan lugar a elementos fisiográficos diversiformes abovedados, gran parte de los cuales han formado extensas penillanuras y laderas suaves.

Son muy frecuentes las laderas escalonadas, que son una consecuencia de la meteorización y erosión de las rocas, en ello interviene la posición estructural de las mismas.

## 7.- GEODINÁMICA EXTERNA

### 7.1.- METEORIZACIÓN (Intemperismo)

Pucará presenta un clima seco y frío con largos periodos de sequía; por lo tanto los procesos de meteorización de rocas y minerales son mecánicos y químicos. Entre los primeros se observa la desintegración de las rocas, los que forman laderas de derrubio o laderas en que su mayor son terrenos eriazos e inestables.

La velocidad de la desintegración, está sujeta a la cantidad de bióxido de carbono disuelto, la temperatura, la filtración de agua, el grado de saturación del agua y solubilidad de la roca, la mayoría de los suelos del lugar donde se producen los movimientos de neodinámica externa, son arcillo ferruginosos y gravosos en el fondo del perfil.

### 7.2.- EROSIÓN

La evolución del relieve terrestre, está en estrecha relación con la formología y el comportamiento del régimen hidráulico de la cuenca.

Los agentes dinámicos son los dos que operan en el lugar:

- a) Agua
- b) Gravedad, este factor actúa sobre la naturaleza detrítica del área de estudio y produce dos importantes tipos de erosión: Pluvial y Fluvial.

Ambos fenómenos originan movimientos de masas, tales como:

- Desprendimiento de rocas
- Deslizamiento de escombros

## 8.- ESTUDIO GEOLÓGICO DE FACTIBILIDAD DE LA MICROCENTRAL

El presente informe es una consecuencia de los estudios de campo a nivel de reconocimiento, realizado en el mes de Agosto de 2010, el mismo que se desarrollo de la siguiente manera:

- a) Constituidos en el lugar de Pucará, procedimos a tomar camino que va a la zona de la captación con la finalidad de evaluar la bocatoma, así como también todo el trayecto del canal, y ver la factibilidad del terreno donde se instalará la tubería de presión, que conducirá el flujo hídrico, el cual se encargará de generar energía eléctrica.



a.1) Vertiente derecha del río Tabanas, está conformada por rocas areniscas. Las potencias de las areniscas son variables, varían de 20 cm hasta por lo menos 4 – 5 metros posición desde la horizontal hasta 45° de buzamiento, en dirección N35°E. Sin embargo, estas características varían mucho, lo cual nos muestra un intenso tectonismo y discordancias angulares de las estructuras rocosas del lugar.

El talud natural de esta vertiente es cercano a la línea vertical, pudiendo haber inclinaciones que oscilan entre 35° y 45° de pendiente.

La vertiente izquierda del río Tabanas está conformada por roca arenisca compactada, los taludes verticales son casi verticales.

Por lo tanto, la ubicación de la hidroeléctrica es posible ya que además de las razones expuestas anteriormente, son importantes las siguientes:

1°.- Se dispone del recurso hídrico fácil de aprovecharlo, y solo sería necesario construir una bocatoma para derivar las aguas del río Tabanas la canal que conduciría el agua a la casa de máquinas. La derivación es solo por un tramo de 300m. a partir de la bocatoma hasta la caída.

2°.- La vertiente izquierda del río Tabanas es más estable que la opuesta, porque su material es roca arenisca compactada y resistente.

3°.- El lugar cuenta con sitio estratégico para ubicar la cámara de carga, aliviadero y desarenador, etc.

4°.- El comportamiento del terreno ha sido determinado preliminarmente a través de los muestreos geológicos y se ha tomado en consideración el tipo de roca, conformación estructural, naturaleza, su solubilidad, meteorización, sistemas de diaclasas, dirección, buzamiento, y su relación con la permeabilidad. En lo referente a esta última propiedad, se debe tener en cuenta las características y discontinuidades de las estructuras geológicas.

Es muy importante capacitar a los pobladores del lugar para que durante el riego, no lo practiquen por el sistema de gravedad e inundación, sino que debe ser controlado, para evitar los deslizamientos y corrimientos de tierras que traerían funestas consecuencias.

Con sumo cuidado, deber hacerse los estudios para este tipo de obras, no solo de forma superficial, sino también a profundidad, para dar seguridad a las obras hidráulicas y garantizar su estabilidad; en general debe tenerse cuidado toda la zona que estará afectada por el proyecto.

## 9.- OBRAS HIDRÁULICAS QUE DEBERÁN CONSIDERARSE PARA LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Se deben considerar los siguientes:

- |                         |                          |
|-------------------------|--------------------------|
| a) Captación o bocatoma | f) Tubería de presión    |
| b) Compuerta            | g) Casa de máquinas      |
| c) Canal                | h) Líneas de transmisión |
| d) Desarenador          | i) Canal de fuga         |
| e) Cámara de carga      |                          |

Consideramos algunos criterios geotécnicos sobre las estructuras que deberán construirse para una microcentral.

### A) CANAL

Si la situación del canal, bocatoma y la central son fijados; el trazo del canal queda también determinado dentro de los límites estrechos. Ordinariamente conviene conducir el agua por el tramo más corto.

El terreno de la vertiente izquierda es el que mejor estabilidad, por lo tanto se recomienda que las estructuras se hagan por este sector, porque ofrece seguridad, sin embargo debemos manifestar que para las cimentaciones deberán ser replanteados en el estudio. Además tenemos que tomar esta vertiente, ya que la otra pertenece a otro centro de poblado, llamado Chaupirume.

### B) CÁMARA DE CARGA

Esta estructura deberá ser construida a la terminación del canal, en el lugar adecuado, a partir de la cual se derivaría la tubería de presión hasta la casa de máquinas. La longitud, diámetro y material de la tubería.

### C) CASA DE MÁQUINAS

La casa de máquinas de una microcentral hidroeléctrica, se compone generalmente de una sala de máquinas de un cierto número de locales secundarios, como talleres, oficina, depósito, baño, que se agrupan según su objetivo alrededor de la sala de máquinas, donde se encuentra la turbina y el generador. En nuestro caso dos cuartos.



#### D) SALA DE MANDOS

Es la parte más importante, porque en ella pasan las líneas de transporte de energía y en tableros o pupitres, se agrupan todos los aparatos indicadores, de manera que de este punto central, el operador pueda dirigir todo el servicio de acuerdo a las órdenes que reciba.

En la cimentación de maquinaria, generalmente el material empleado es el hormigón armado, lo cual significa mucho peso; en consecuencia, se montará si es posible, en terreno firme y no perturbado; o también se cimentaría sobre una losa continua que cubra todo el área de la estructura; esta cimentación se usa donde el suelo es de poca capacidad portante y muy baja, de allí que las cargas de las máquinas se distribuyen sobre un área grande, por lo tanto la carga real por pie<sup>2</sup> o cm<sup>2</sup> sobre el suelo es reducido.

#### E) ASENTAMIENTOS CAUSADOS POR VIBRACIONES

En los proyectos de centrales hidroeléctricas, en los que respecta a los asentamientos por vibraciones se consideran dos aspectos:

- a) Influencia interna de las vibraciones.
- b) Sensibilidad de los asentamientos.- El funcionamiento económico continuo de las turbinas, generadores, etc. es posible, solo si el asentamiento es excesivo puede producirse deslizamientos y desgastes excesivos de piezas importantes de las máquinas.

Los asentamientos excesivos, pueden romper las compuertas de las esclusas en los puntos de la unión.

La forma más efectiva para prevenir los deslizamientos en los taludes de detritos (material del talud en estudio), deben realizarse obras de drenaje adecuados, instalando drenes profundos a lo largo del límite superior del área a proteger, aunque su seguridad es relativa, el único remedio práctico y muy usual es reduciendo la inclinación del talud.

#### F) ALIVIADEROS

Para impedir que suba demasiado el nivel de agua en cualquier lugar de una central, se construyen aliviaderos que actúan automáticamente cuando el nivel supera la altura fijada.

#### G) DESARENADORES

En la mayoría de los ríos, en épocas de crecidas, el agua arrastra hasta la central, arena y otros elementos finos en suspensión.

La arena al pasar por las tuberías, desgasta todas las piezas que están en contacto con el agua, tanto más rápido fluye, el desgaste es mayor, esto sucede cuando el salto útil es más alto. La separación de la arena solo se puede hacer con relativa facilidad gracias a un depósito largo llamado desarenador.

#### CONCLUSIONES:

Los estudios realizados con el propósito de determinar la geología, geotécnica, etc. Del río Tabanas para ver la factibilidad de una central se determinaron las siguientes conclusiones:

- a) El tercer periodo de la Era secundaria, por su sucesión estratigráfica en la Región Norte de Cajamarca, representa el Cretácico más completo existente en Perú.
- b) El presente informe comprende la zona entre la Cooperativa de Granja Porcón y Pucará, y en especial el sector del caserío de Pucará: Geológico y factibilidad del proyecto de la Microcentral hidroeléctrica.
- c) Los estudios geológicos realizados nos han permitido conocer las formaciones geológicas y los suelos potencialmente inestables.
- d) Las rocas predominantes son las areniscas finas compactadas.
- e) En el lugar de estudio la consistencia plástica es de categoría media, por lo que admite que el suelo en su estado normal sea amoldable a la acción del golpe o vibración.
- f) Las estructuras rocosas de la vertiente izquierda del río Tabanas, presentan más estabilidad, por ser formada por extractos rocosos de arenisca fina compactada y además los taludes están protegidos de árboles de raíces grandes.
- g) La producción de la energía de una central depende del desnivel y del caudal utilizable.
- h) El abastecimiento de agua para el proyecto de electrificación debe estar libre de todo riesgo en su diseño, construcción y mantenimiento, para que cumpla su cometido.
- i) La ubicación de la central de energía ya está determinada, el lugar que es único, es la vertiente izquierda, en el caserío de Pucará, ya que el otro es del caserío de Chaupirume.
- j) El servicio que presentaría la Micro central hidroeléctrica de Pucará comprenderá el alumbrado, servicio a los domicilios durante las 24 horas del día, servicio industrial, facilitar la atención de salud, educativa y suministros para la agricultura, incluyendo energía para motores de bombeo y sobretodo el uso en los hogares.



## **ANEXO 3: PROGRAMACIÓN DE OBRA**

### **1.- GENERALIDADES**

En la obra, las diversas actividades del proceso constructivo deben ser planificadas, a fin de seguir una secuencia u orden que facilite los diferentes procesos constructivos.

La programación de obra tiene por finalidad lograr el desarrollo óptimo de los trabajos al más bajo costo, empleando el menor tiempo posible y con el requerimiento mínimo de equipo y mano de obra.

Es parte integrante de un plan de trabajo referido a los elementos básicos de un proyecto como son: operaciones o actividades, recursos o medios empleados y las condiciones o limitaciones bajo las cuales se debe trabajar, determinando su duración para fijar fecha de inicio y término.

Para lograr este objetivo se hará un control estricto de todas y cada una de las actividades, exigiendo el cumplimiento de los rendimientos y Especificaciones Técnicas de la Obra.

### **2.- MÉTODOS DE PROGRAMACIÓN**

Existen dos métodos: diagrama de GANTT o diagrama de barras y la programación PERT – CPM.

### **3.- DESARROLLO DE LA PROGRAMACIÓN ELEGIDA**

Conocidas las ventajas y limitaciones de los métodos de programación se ha optado por utilizar los dos métodos GANTT y PERT – CPM dado que las actividades a desarrollar en dicho proceso son conocidas; tanto en su proceso constructivo como en su duración, la misma que se basa en rendimientos estándar de las cuadrillas y equipos mecánicos.

Realizados los metrados respectivos y conocido el rendimiento para cada labor a desarrollar se determina la duración unitaria ( $du$ ) de la actividad, la que expresa por la relación:

$$du = \frac{\text{Metrado}}{\text{Rendimiento}}$$

Determinada la duración unitaria de la actividad, sobre la base de los recursos disponibles y limitaciones de ejecución, se calcula la duración  $t(i,j)$  de la actividad.

$$T(i, j) = \frac{du(i, j)}{N}$$

Donde:

$N$  = número de cuadrillas estimadas

Pert-cpm, es el método más usado para los recursos disponibles, planificar el proyecto a fin de lograr el objetivo con éxito.



## **ANEXO 4: PROGRAMAS DE CÓMPUTO Y PROCESAMIENTO DE DATOS**

Para la formulación del presente trabajo se han utilizado los siguientes programas computacionales:

- **MICROSOFT EXCEL 2007** → Para procesamiento de datos.
- **MICROSOFT WORD 2007** → Para toda la relación con el tipo de textos.
- **AUTOCAD LAND** → Obtener las curvas de nivel y otros datos faltantes para la elaboración de los planos.
- **AUTOCAD 2010** → Como mesa de trabajo para planos definidos.



## ANEXO 5: CUADROS Y GRÁFICOS

### 1.- MECANICA DE SUELOS

#### a) Ensayos realizados

##### C – 1 – 1

Proyecto: Minicentral hidroeléctrica de Pucará

Localización: Pucará – San Pablo – Cajamarca

Calicata: Calicata N°1

Realizado por: Soluciones Prácticas

Fecha realizada: 16 de Noviembre de 2010

Peso del suelo: 94.4 gr

Ensayo: **Contenido de humedad**

Peso de la tara (gr.)	P tara + m húmeda (gr.)	P tara + m seca (gr.)	W % (%)
27.60	122.00	104.90	22.12

##### C – 1 – 1

Proyecto: Minicentral hidroeléctrica de Pucará

Localización: Pucará – San Pablo – Cajamarca

Calicata: Calicata N°1

Realizado por: Soluciones Prácticas

Fecha realizada: 16 de Noviembre de 2010

Peso del suelo: 1085 gr

Ensayo: **Granulometria**

Tamiz N°	Abertura Mm	Retenido (gr.)	% retenido %	% que pasa %
2"	50.8	0	0.00	100.00
1 ½"	38.1	0	0.00	100.00
1"	25.4	33	3.04	96.96
¾"	19.1	6	0.55	96.40
½"	12.7	27	2.49	93.92
3/8"	9.5	6	0.55	93.36
¼"	8.35	20	1.84	91.52
N° 4	4.75	15	1.38	90.14
N° 10	1.65	36	3.32	86.82
N° 20	0.83	26	0.39	84.42
N° 30	0.59	12	1.10	83.32
N° 40	0.42	16	1.48	81.84
N° 60	0.25	44	4.05	77.79
N° 100	0.15	100	9.21	68.57
N° 200	0.08	40	3.69	64.89
Cazoleta		704	64.89	0.00
	Total	1085		

Calculo de la carga límite  $q_d$  y carga admisible  $k_{ha}$  → Según Terzaghi

Para zapatas cuadradas y falla por corte general

Característica	Calicata	Característica	Calicata
$D_a$ ( $Kg/cm^3$ )	0.00272	$N_q$	8
Cohesión ( $Kg/cm^2$ )	0.7	$N_\gamma$	2
$\Phi$ (grados)	20	$N_c$	18
Z (cm)	120	$Q_b$	15.5376
B (cm)	120	F.S.	3
		$Q_a$	5.1792



**b) Análisis de la resistencia de la roca**

Se realizó un ensayo de compresión a la roca obteniendo los siguientes resultados:

Lado del cubo → 6cm

Area del cubo → 36 cm<sup>2</sup>

Ensayo **R – 1 – 1**

Proyecto: Minicentral hidroeléctrica de Pucará

Localización: Pucará – San Pablo – Cajamarca

Calicata: Cubo N°1

Realizado por: Soluciones Prácticas

Fecha realizada: 16 de Noviembre de 2010

Peso del suelo: 1085 gr

Ensayo: **Compresión (Deformación, Carga)**

Deformación	Carga (Tn)	Carga (Kg)	Esfuerzo
0.1	0	0	0
0	0.5	500	13.86
0.06	1	1000	27.78
0.1	1.5	1500	41.67
0.15	2	2000	55.56
0.18	2.5	2500	69.44
0.23	3	3000	83.33
0.25	3.5	3500	97.22
0.28	4	4000	111.11
0.3	4.5	4500	125.00
0.33	5	5000	138.89
0.35	5.5	5500	152.78
0.37	6	6000	166.67
0.38	6.5	6500	180.56
0.4	7	7000	194.44
0.42	7.5	7500	208.33
0.44	8	8000	222.22

0.46	8.5	8500	236.11
0.47	9	9000	250.00
0.48	9.5	9500	263.89
0.49	10	10000	277.78
0.51	10.5	10500	291.67
0.53	11	11000	305.56
0.55	11.5	11500	319.44
0.56	12	12000	333.33
0.57	12.5	12500	347.22
0.6	13	13000	361.11
0.63	13.5	13500	375.00
0.64	14	14000	388.89
0.66	14.5	14500	402.78
0.68	15	15000	416.67
0.69	15.5	15500	430.56
0.72	16	16000	444.44
0.74	16.5	16500	458.33
0.77	17	17000	472.22
0.78	17.5	17500	486.11
0.80	18	18000	500.00
0.82	18.5	18500	513.89
0.84	19	19000	527.78
0.85	19.5	19500	541.67
0.85	20	20000	555.56



Ensayo **R – 1 – 1**

Proyecto: Minicentral hidroeléctrica de Pucará

Localización: Pucará – San Pablo – Cajamarca

Calicata: Cubo N°2

Realizado por: Soluciones Prácticas

Fecha realizada: 16 de Noviembre de 2010

Peso del suelo: 1085 gr

Ensayo: **Compresión (Deformación, Carga)**

Deformación	Carga (Tn)	Carga (Kg)	Esfuerzo
0.1	0	0	0
0	0.5	500	13.89
0.08	1	1000	27.78
0.15	1.5	1500	41.67
0.2	2	2000	55.56
0.23	2.5	2500	69.44
0.25	3	3000	83.33
0.27	3.5	3500	97.22
0.29	4	4000	111.11
0.31	4.5	4500	125.00
0.33	5	5000	138.89
0.34	5.5	5500	152.78
0.36	6	6000	166.67
0.37	6.5	6500	180.56
0.38	7	7000	194.44
0.39	7.5	7500	208.33
0.4	8	8000	222.22
0.42	8.5	8500	236.11
0.43	9	9000	250.00
0.44	9.5	9500	263.89
0.45	10	10000	277.78
0.46	10.5	10500	291.67

0.47	11	11000	305.56
0.48	11.5	11500	319.44
0.49	12	12000	333.33
0.50	12.5	12500	347.22
0.51	13	13000	361.11
0.52	13.5	13500	375.00
0.53	14	14000	388.89
0.54	14.5	14500	402.78
0.55	15	15000	416.67
0.56	15.5	15500	430.56
0.57	16	16000	444.44
0.58	16.5	16500	458.33
0.59	17	17000	472.22
0.59	17.5	17500	486.11
0.60	18	18000	500.00
0.61	18.5	18500	513.89
0.62	19	19000	527.78
0.63	19.5	19500	541.67
0.59	17.5	17500	486.11
0.60	18	18000	500.00
0.61	18.5	18500	513.89
0.62	19	19000	527.78
0.63	19.5	19500	541.67
0.64	20	20000	555.56
0.65	20.5	20500	569.44
0.66	21	21000	583.33
0.67	21.5	21500	597.22
0.68	22	22000	611.11
0.69	22.5	22500	625.00
0.69	23	23000	638.89
0.70	23.5	23500	652.78
0.71	24	24000	666.67



PROYECTO DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ

0.72	24.5	24500	680.56
0.73	25	25000	694.44
0.74	25.5	25500	708.33
0.75	26	26000	722.22
0.76	26.5	26500	736.11
0.77	27	27000	750.00
0.78	27.5	27500	763.89
0.78	28	28000	777.78
0.79	28.5	28500	791.67
0.8	29	29000	805.56
0.81	29.5	29500	819.44
0.82	30	30000	833.33
0.83	30.5	30500	847.22
0.83	31	31000	861.11
0.83	31.5	31500	875.00
0.83	32	32000	889.89
0.84	32.5	32500	902.78
0.84	33	33000	916.67
0.85	33.5	33500	930.56
0.85	34	34000	944.44
0.85	34.5	34500	958.33
0.86	35	35000	972.22
0.87	35.5	35500	986.11
0.87	36	36000	1000.00
0.88	36.25	36250	1006.94

VALORES DE LA RUGOSIDAD ABSOLUTA (k) en mm.

MATERIAL	ESTADO BUENO (mm)	NORMAL (mm)	MALO (mm)
Tuberías lisas PVC	-	-	0.003
Polietileno	-	-	0.003
Resina de poliéster con fibra de vidrio	-	-	0.003
Concreto (Hormigón)	0.060	0.150	0.600
Acero comercial			
No pintadas	0.015	0.030	0.060
Pintadas	0.030	0.030	0.150
Galvanizadas	0.060	0.150	0.300
Hierro fundido:			
• Nuevas	0.150	0.300	0.600
• Viejas:			
• Corrosión Leve	0.600	1.500	3.000
• Corrosión moderada	1.500	3.000	6.000
• Corrosión severa	6.000	15.000	30.000



**CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS TURBINAS HIDRÁULICAS**

TURBINA	Ns Rpm, HP, m	Q M <sup>3</sup> /s	H (m)	P Kw	N max %
<b>ACCIÓN</b>					
PELTON	1 Ch:30 2 Ch:30 -50 4 Ch: 30 – 50 6 Ch: 50 - 70	0.05 – 50	30 – 1800	2 – 300000	91
TURGO	60 – 260	0.025 – 10	15 – 300	5 – 8000	85
MICHELL BANKI	40 -160	0.025 – 5	1 – 50	1 – 750	82
<b>REACCIÓN</b>					
FRANCIS	L: 60 – 150 N : 150 – 250 R: 250 - 400	1 – 500	2 – 750	2 -750000	92
DERIAZ	60 – 400	500	30 – 130	100000	92
KAPLAN	300 – 800	1000	5 – 80	2 – 200000	93
AXIALES	300 – 800	600	5 – 30	100000	93

**c) Base para el diseño**

**Ecuación según localidades**

Localidad	Nº de habitantes	Ecuación
A	Más de 3000	$Y = 78.3997 X^{0.3844}$
B	De 1000 a 3000	$Y = 71.3152 X^{0.3627}$
C	Menos de 1000	$Y = 74.9688 X^{0.3293}$

**Diferentes materiales para tuberías de presión**

MATERIAL	PERDIDA POR FRICCIÓN	PESO	CORROSIÓN	COSTO	PRESIÓN DE TRABAJO
Hierro ductil	4	1	3	2	5
Cemento-Asbesto	3	3	4	4	4
PVC	5	5	4	4	4
Acero comercial	3	3	3	2	5

**Rango: Malo → 1 Excelente → 5**

**PROPIEDADES FÍSICAS DE MATERIALES PARA TUBERIAS**

MATERIAL	MODULO DE YOUNG GN/m	COEFICIENTE DE EXPANSIÓN LINEAL m/m°C	ESFUERZO DE ROTURA MN/m <sup>2</sup>	DENSIDAD KN/m <sup>3</sup>
Acero bajo %C	1207	12x10	350	78.6
PVC	2.75	54x10	280	14
Polietileno	0.19 – 0.78	140x10	5.9 – 8.8	9.4
Hierro Dúctil	170	11x10	310x520	70



**PRONÓSTICO DEL NÚMERO DE ABONADOS DOMESTICOS**

Curva	Comportamiento del coeficiente de electrificación
C2	Representa al de una comunidad que a la fecha no cuenta con servicios eléctricos.
C1	A diferencia del caso anterior su coeficiente de electrificación crece en forma más acelerada.
B2	Epresenta al de una localidad que cuenta con un servicio eléctrico restringido y con una oferta igual o menor a la demanda existente, lo cual no permite la incorporación de nuevos abonados.
B1	Se diferencia del caso anterior en que es posible incorporar nuevos abonados, aunque en forma limitada.
A	Representa al de una población que actualmente cuenta con servicio eléctrico y cuyo coeficiente de electrificación es igual o mayor a 0.5.

**CLASIFICACIÓN DE LA LOCALIDAD**

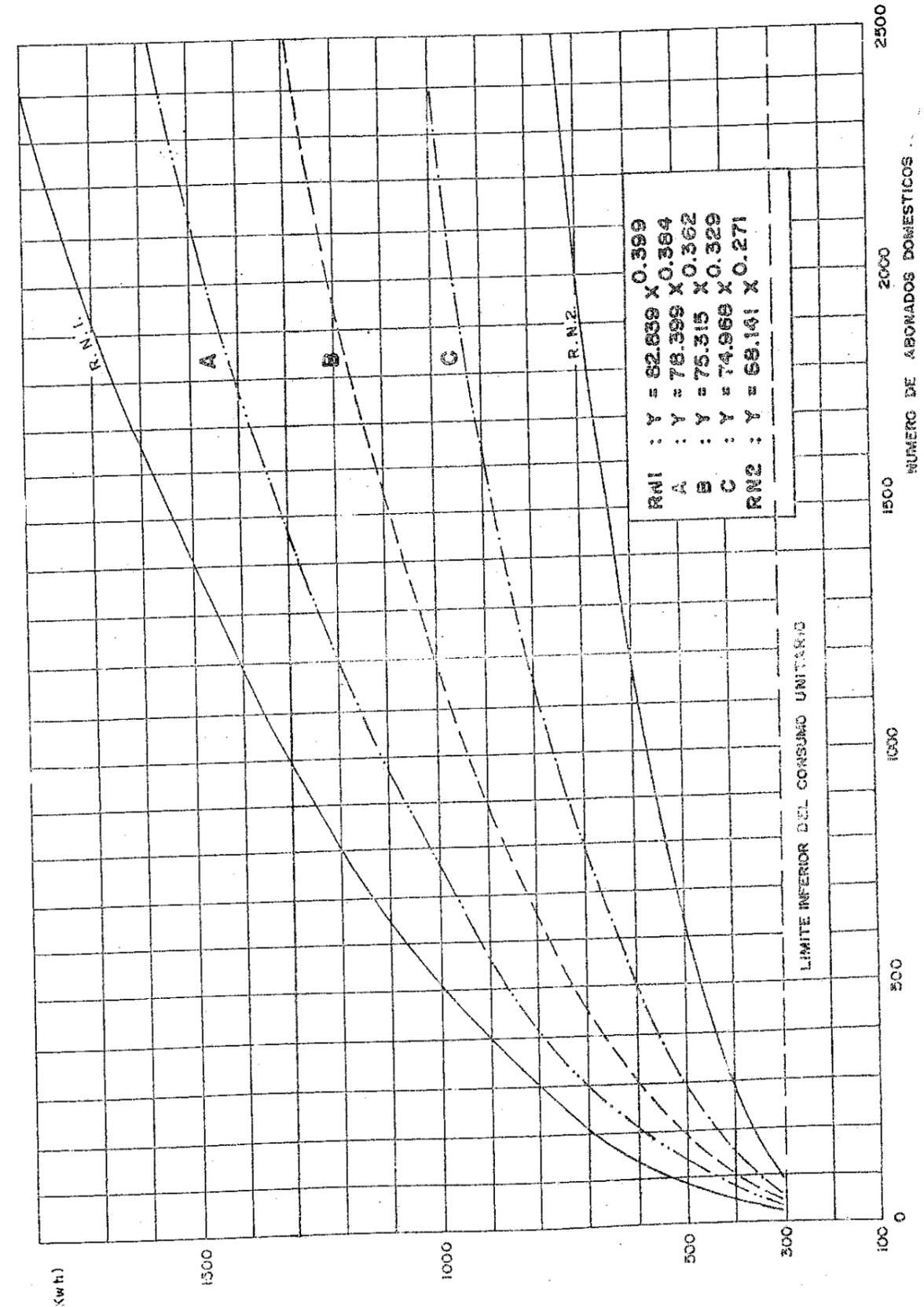
Localidad	Nº de habitantes	Ecuación
A	Más de 3000	$Y = 78.3997 X^{0.3844}$
B	De 1000 a 3000	$Y = 71.3152 X^{0.3627}$
C	Menos de 1000	$Y = 74.9688 X^{0.3293}$

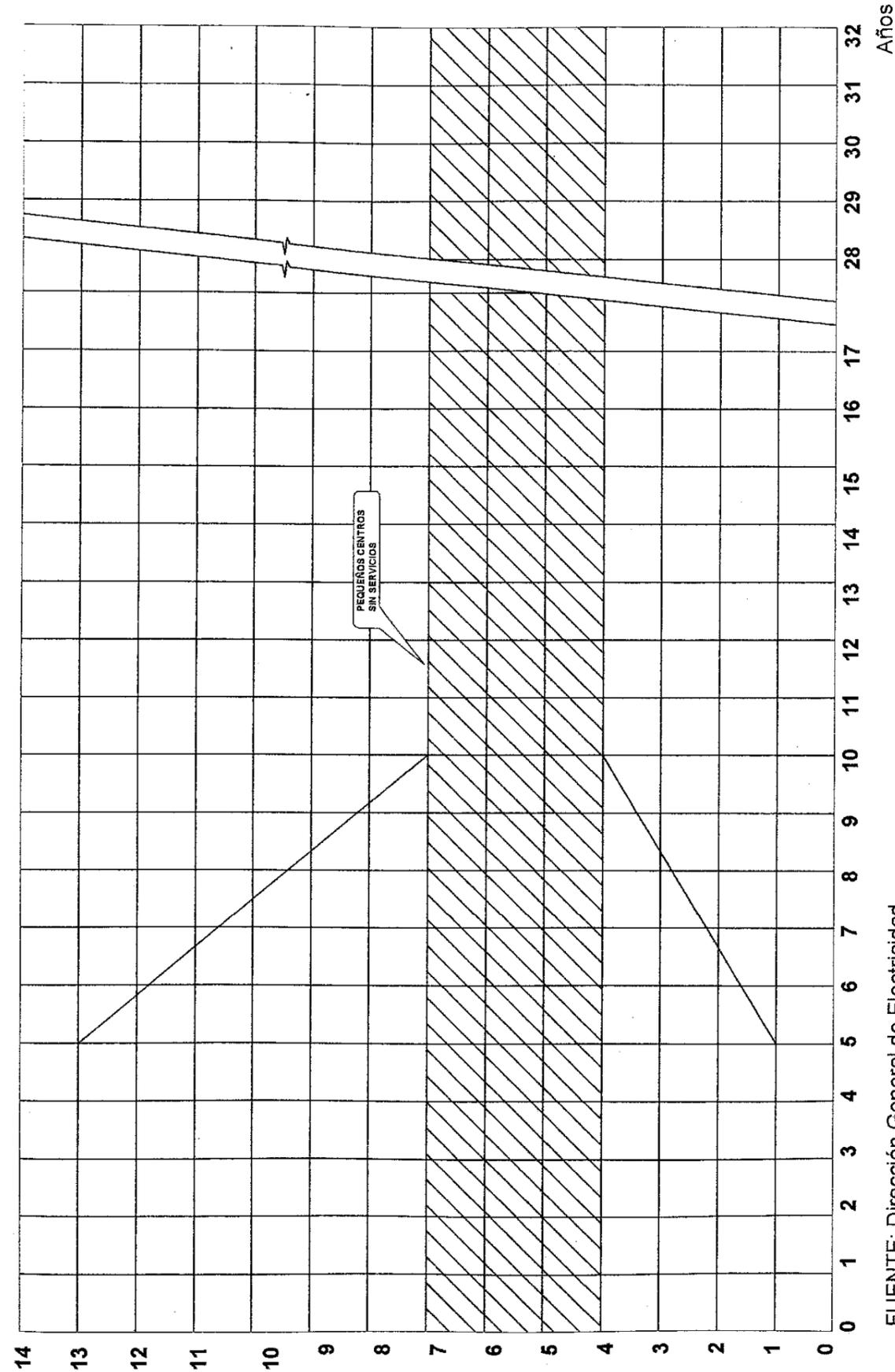
**PORCENTAJE DE PÉRDIDAS**

LOCALIDAD	% PERDIDAS DE ENERGIA
A	15%
B	12%
C	10%

**HORAS DE PERDIDAS**

LOCALIDAD	HORAS DE UTILIZACIÓN
A	2740 – 3900
B	2432 – 3300
C	2125 - 2850





FUENTE: Dirección General de Electricidad

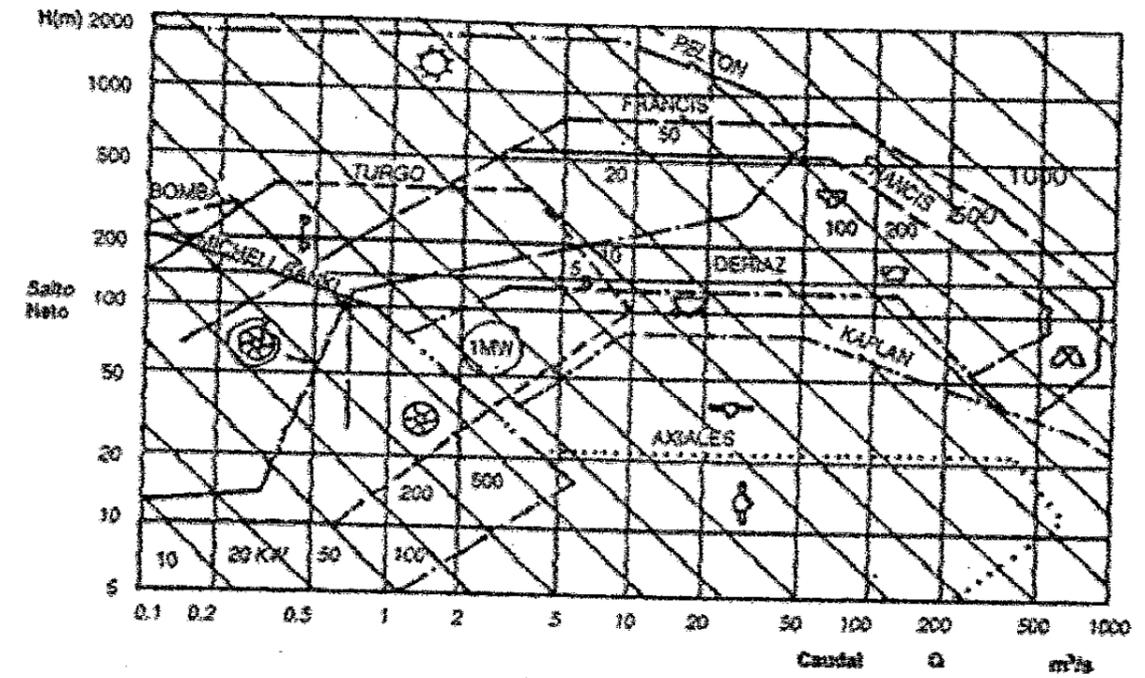
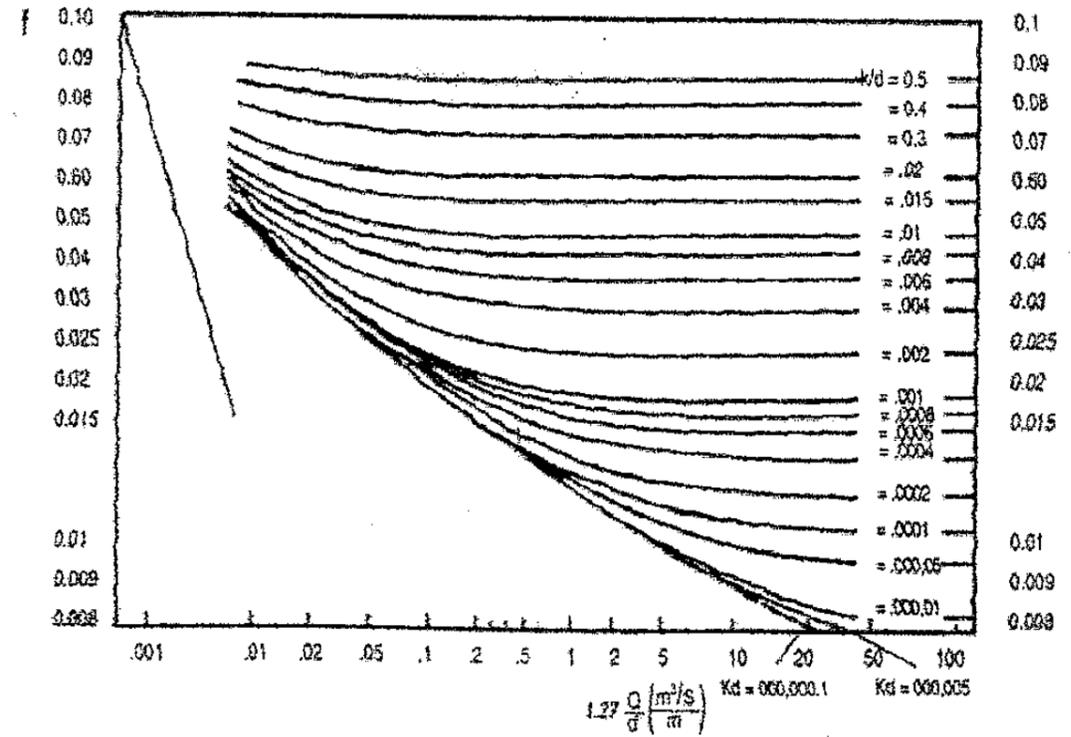
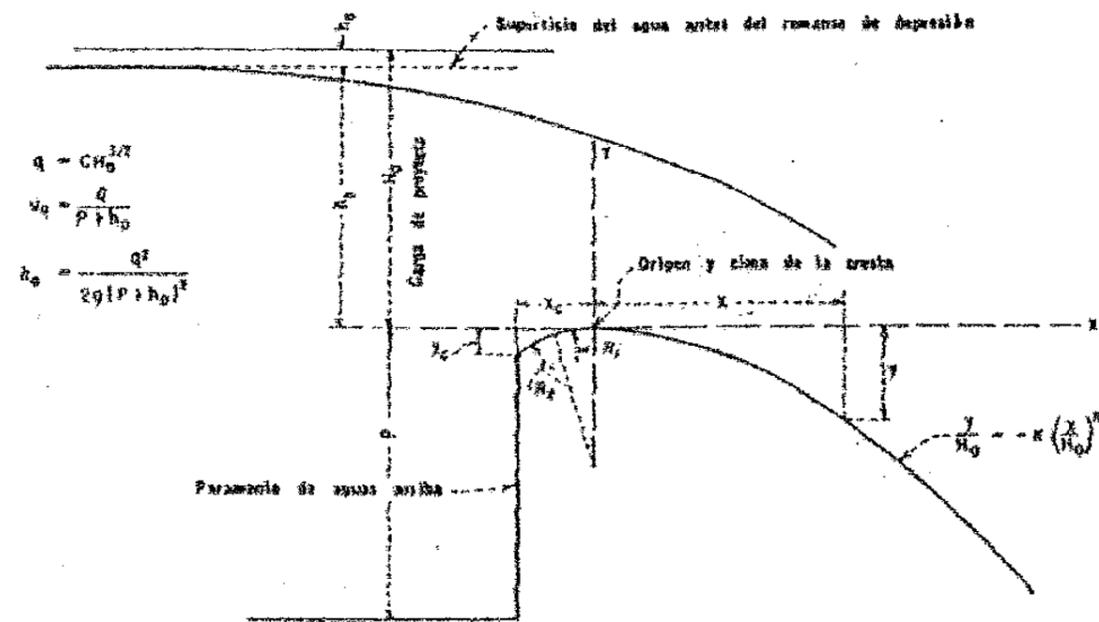
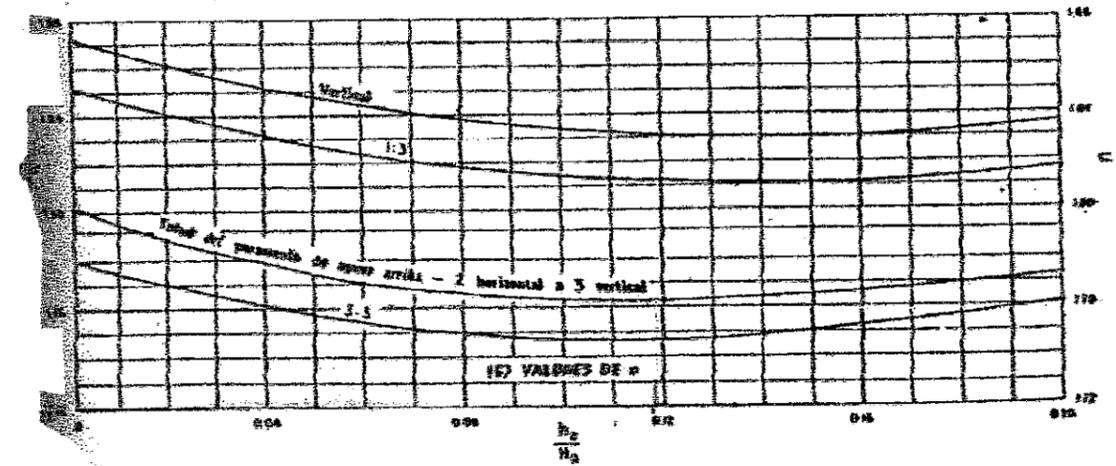
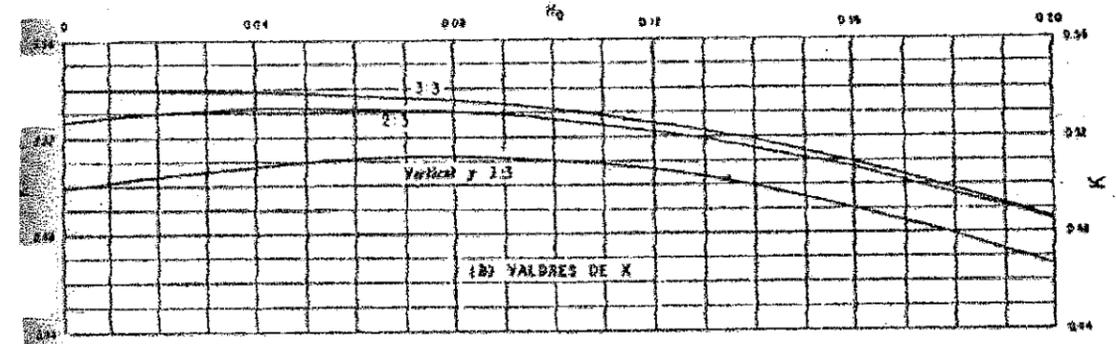
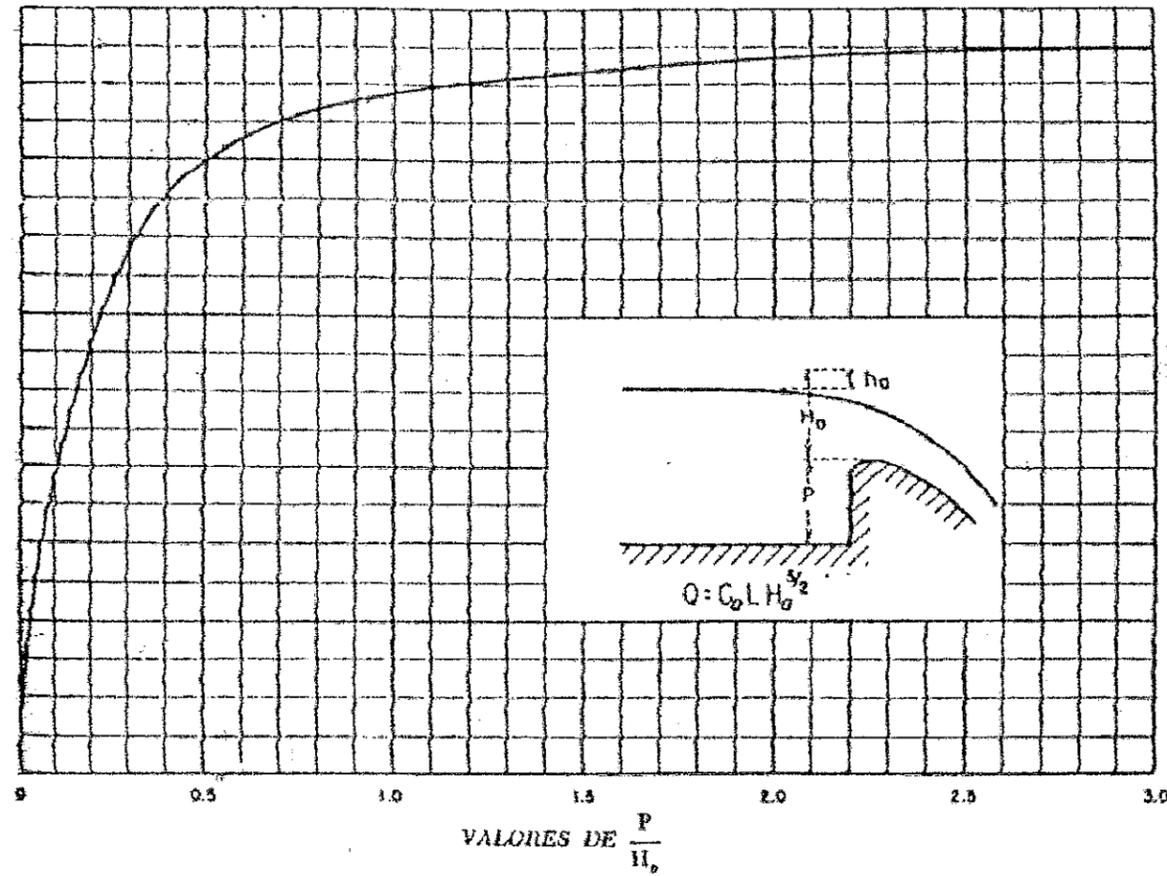


TABLA PARA ELEGIR TURBINAS.





(A) ELEMENTOS DE LAS SECCIONES DE LAS CRESTAS CON LA FORMA DE LA LAMINA VERTIENTE

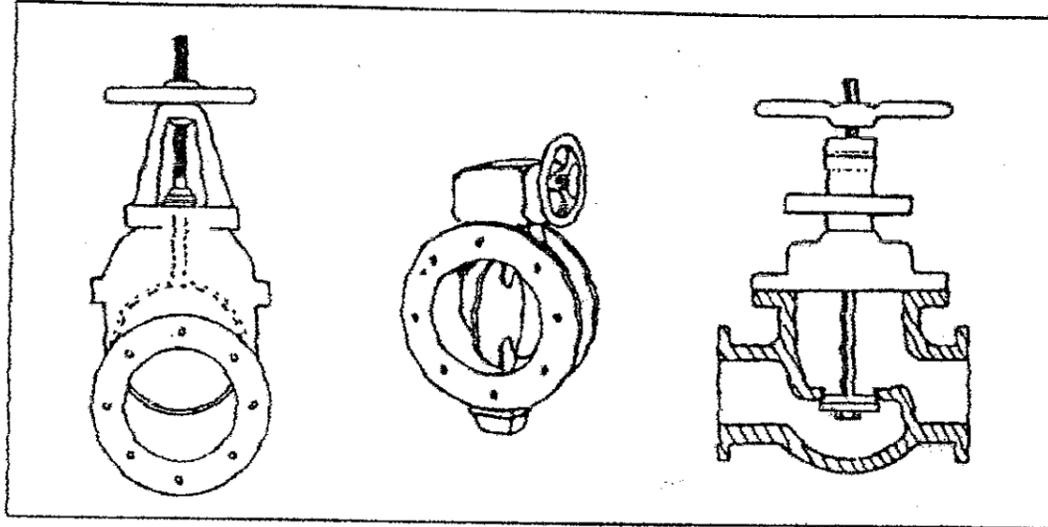


Fig. 3.36: Válvulas de mariposa con diferentes mecanismos de apertura y cierre.

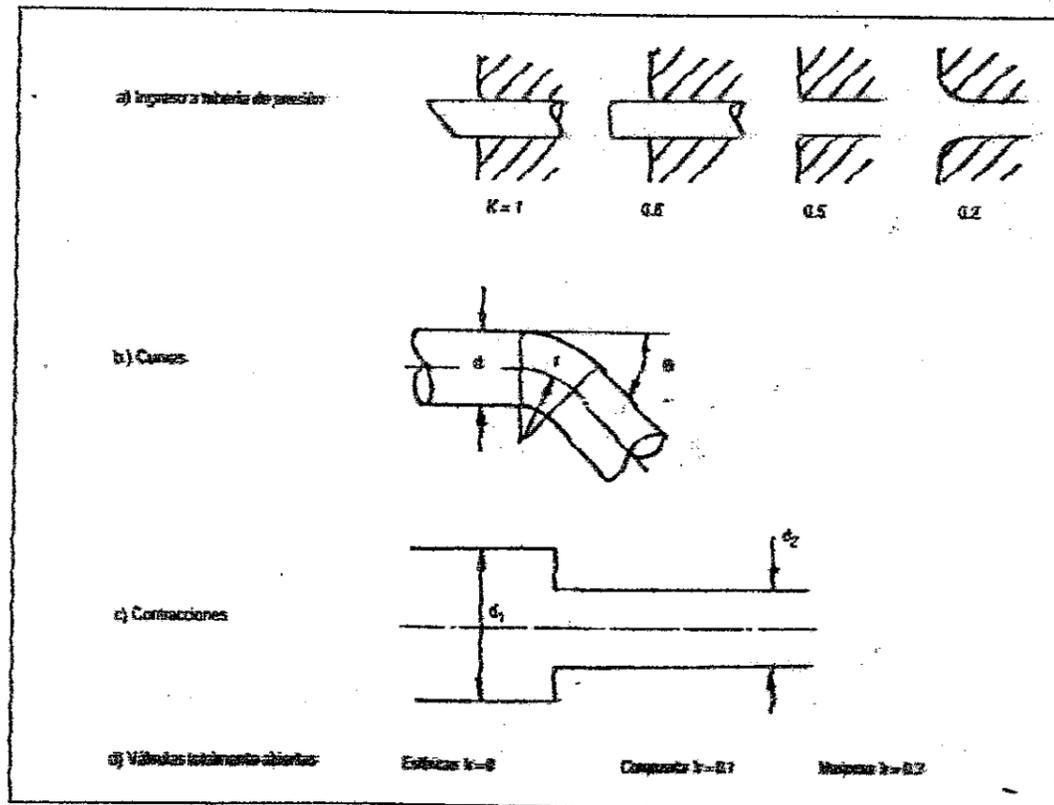


Fig. 3.37: Pérdidas debido a turbulencias.

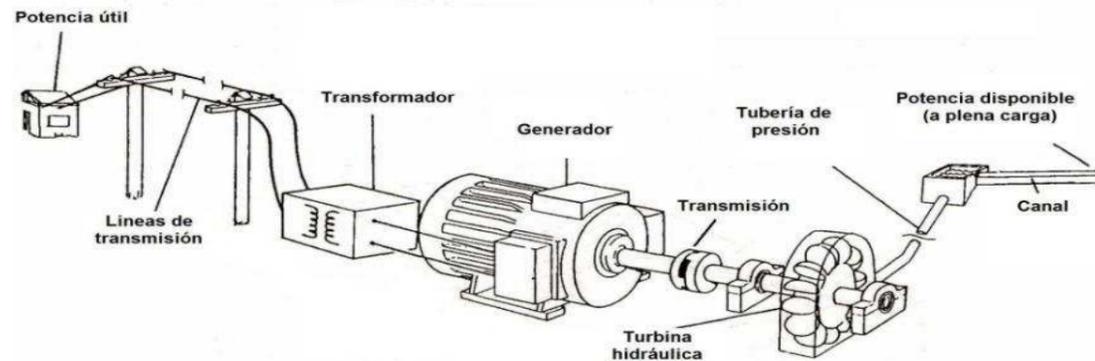


## ANEXO 6: EVALUACIÓN, DISEÑO Y GESTIÓN DE SISTEMAS HIDRÁULICOS.

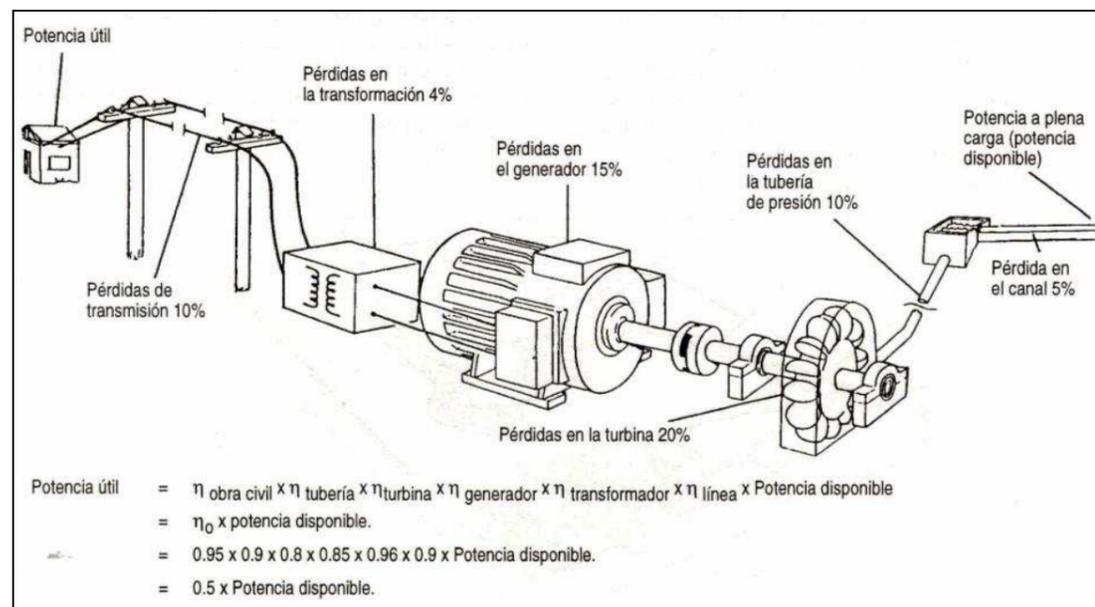
### EXPERIENCIAS APLICADAS EN LA REGIÓN CAJAMARCA

- Componentes principales del equipo electromecánico

El equipo electromecánico esta compuesto por un conjunto de maquinas que se encuentran dentro de la casa de fuerza los mismos que son parte del proceso de transformación de la energía del agua en energía eléctrica



- Eficiencias Típicas



- Clasificación de las centrales hidroeléctricas

Clasificación	Rango de potencia	
	Según OLADE	USA, Europa
Pico centrales	Hasta 5kW	Hasta 10kW
Micro-centrales	5kW - 50kW	10kW-100kW
Mini-centrales	50kW- 500kW	100kW – 1 MW
Pequeñas centrales	500kW – 5 MW	1MW – 10MW
Medianas centrales	5MW – 50 MW	10MW –100MW
Grandes centrales	Mayores de 50MW	Mayores de 100MW

- Turbinas Hidráulicas

- Transforman la energía potencial y cinética del agua en energía mecánica de rotación.
- La selección de la turbina depende de las características del lugar (altura y caudal) y la potencia requerida.
- La selección también depende de la velocidad a la cual es deseable que gire el generador ú otros dispositivos que se acoplen a la turbina.



## 1.- PRINCIPALES TIPOS DE TURBINAS

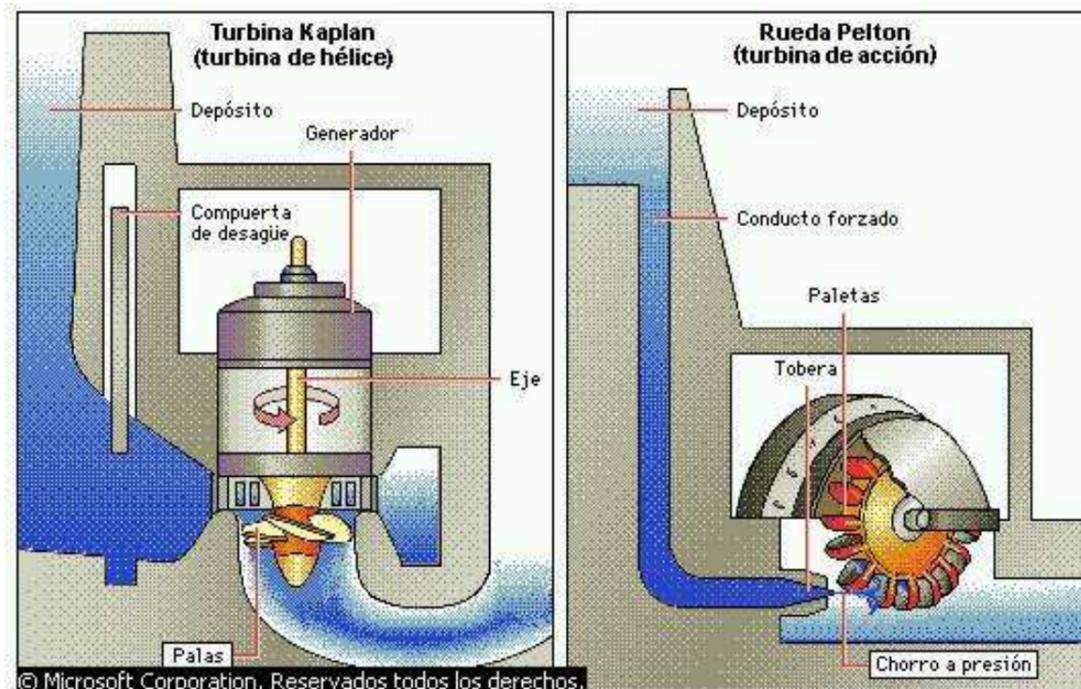
1.- Turbinas de acción.- La transformación de la energía cinética del agua en energía mecánica se produce por impacto de un chorro agua sobre los álabes de la turbina.

- Pelton
- Turgo
- MichellBanki
- TornillodeArquímedes
- Turbinas de río

2.- Turbinas de reacción.- La transformación de la energía hidráulica del agua se produce parte por presión y parte por acción de la velocidad del agua

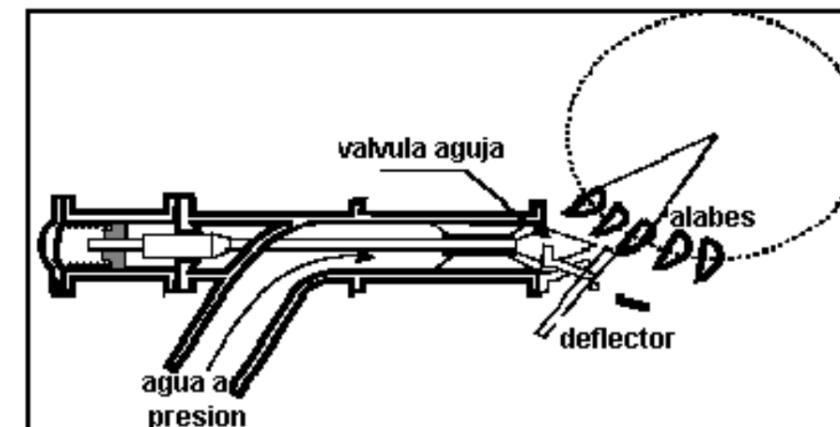
- Francis
- Bombas como turbinas
- Kaplan
- Hélice

### Turbinas de acción y turbinas de reacción



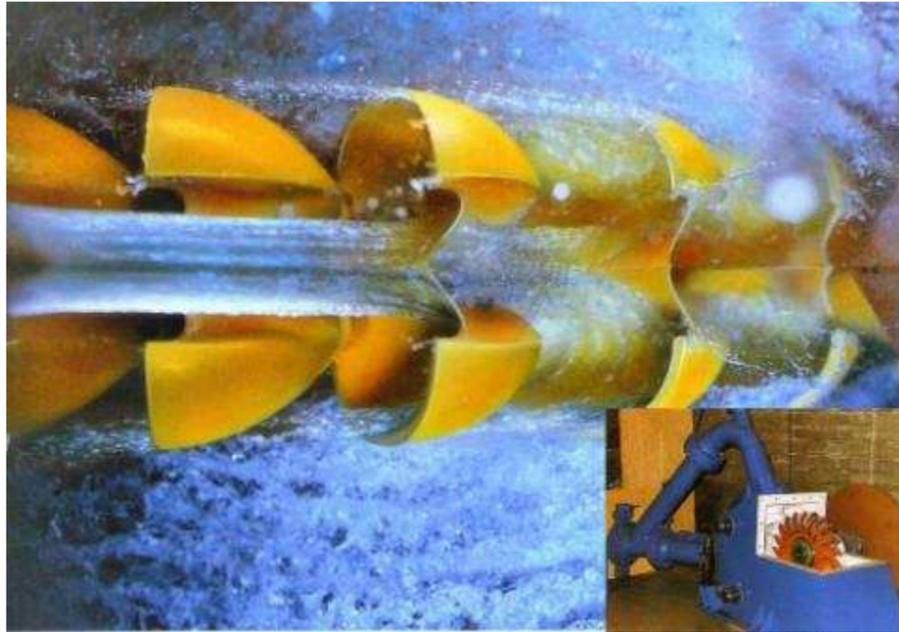
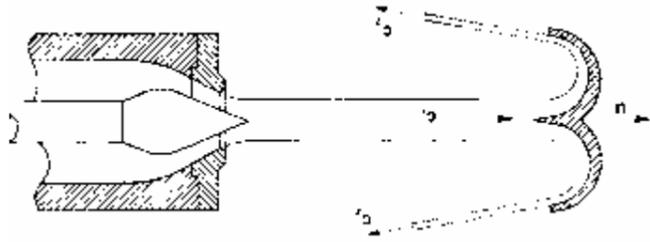
### Turbina Pelton

- Turbina de acción, de flujo tangencial y admisión parcial.
- Es eficiente en condiciones de grandes saltos y pequeños caudales.



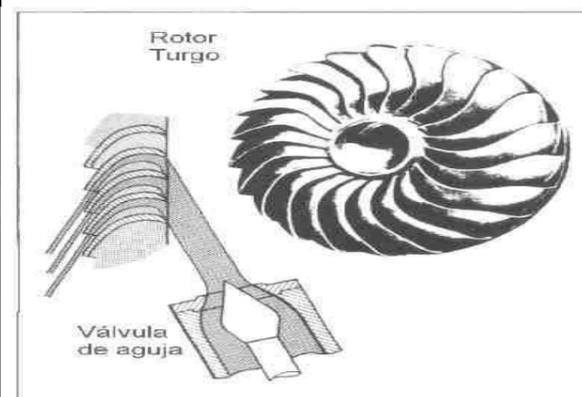


### Turbina Pelton



### Turbina Turgo

- Turbina de acción con características similares a la Pelton, opera con mayores caudales.
- Para el mismo diámetro de chorro y potencia, el rodete resulta más pequeño que la Pelton.
- Su eficiencia es relativamente baja comparada con la Pelton

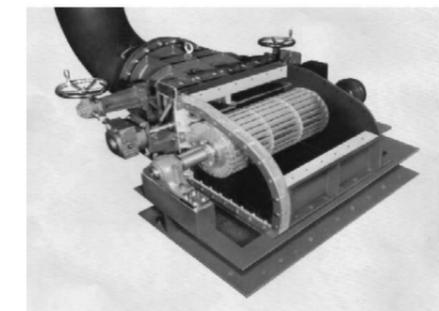
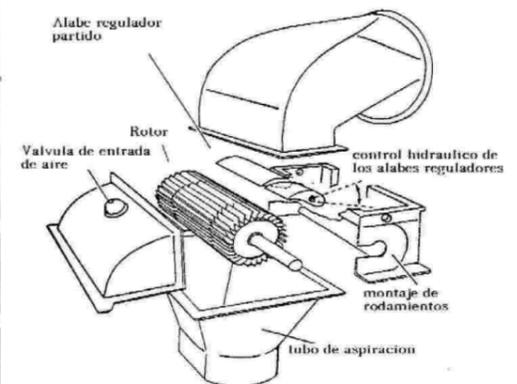
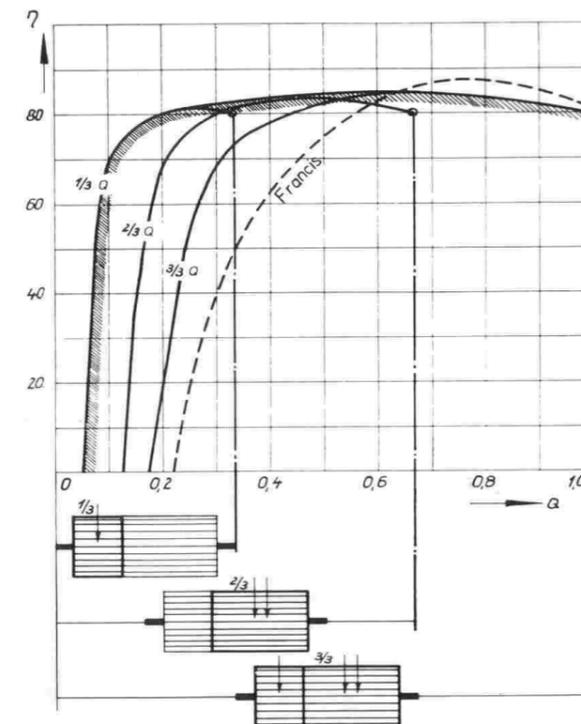


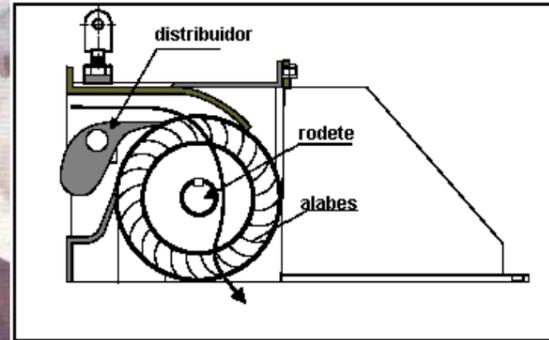
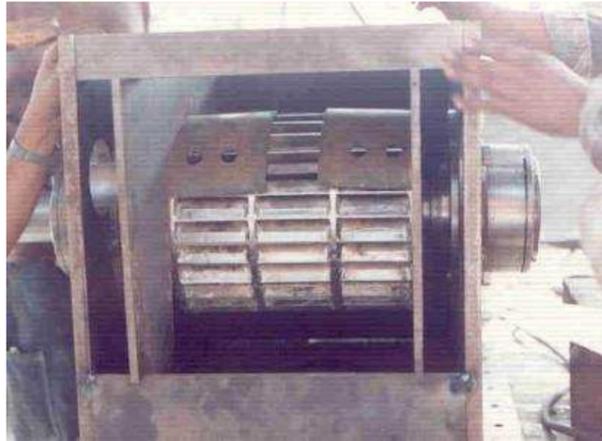
### Turbina de Flujo Transversal

- Turbina de acción, admisión parcial y doble paso.
- El inyector es una tobera de sección rectangular que abarca todo el ancho del rodete.
- El rodete tiene forma de tambor con alabes hechos de perfil circular y de simple curvatura.
- Fácil de construir, de bajo costo, es una alternativa interesante para mini y micro centrales hidroeléctricas.
- Es simple y tiene “bajas eficiencias”.



### Turbina de Flujo Transversal





- El agua ingresa en forma radial por la periferia externa y abandona el rodete en dirección axial.
- Están sometidas a riesgos de cavitación.
- Es una máquina de alta eficiencia.

### Bombas como turbinas

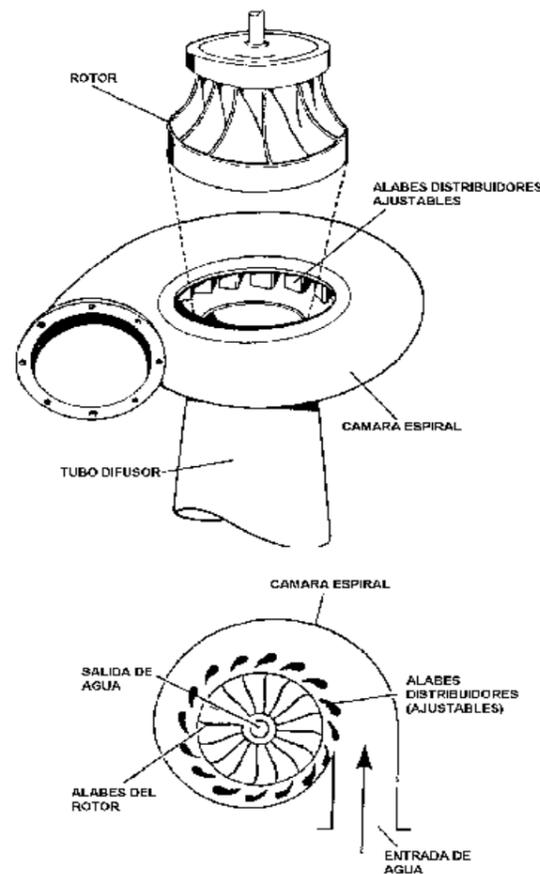
- La bomba puede utilizarse como turbina para generar electricidad, utilizada especialmente en pequeñas potencias.
- Su mayor ventaja es el bajo costo con respecto a las turbinas, fácil de encontrar en el mercado (es producida en serie).
- Sus principales desventajas son:

- a) Eficiencia es “menor que las otras turbinas”.
- b) Permite muy poca variación de caudal.

### Turbinas Francis

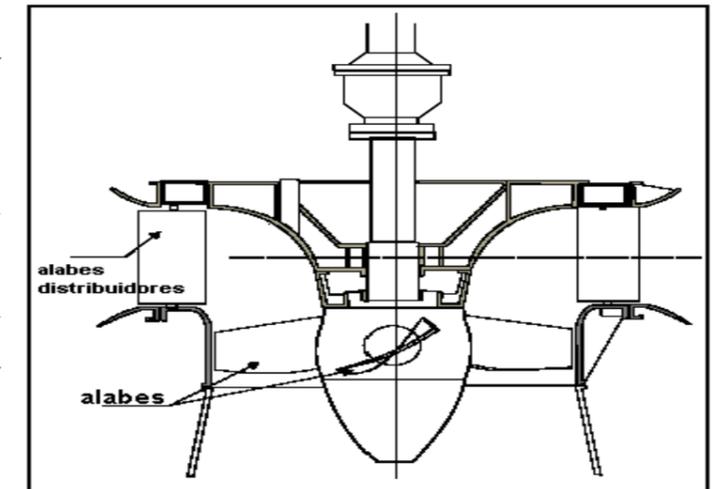
- Turbina de reacción, flujo mixto y de admisión total.
- Tiene un distribuidor que consta varios alabes de posición variable.

El rodete consta de un conjunto de alabes fijos



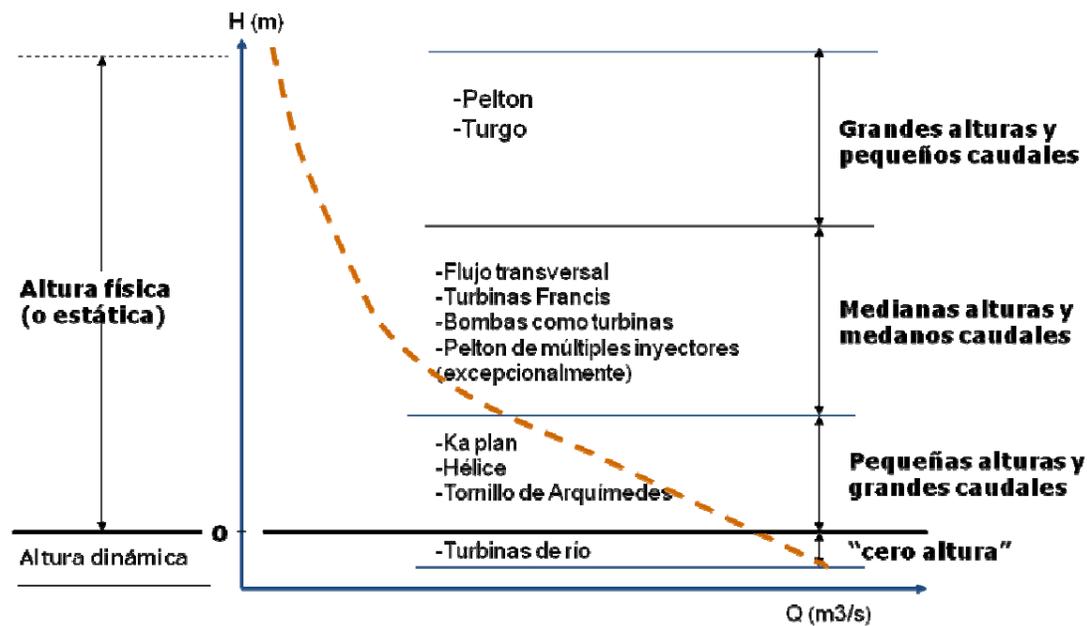
### Turbinas Kaplan

- El distribuidor es similar al de la turbina Francis.
- Debido a los alabes orientables, puede operar con alta eficiencia en un amplio rango de caudal.
- Cuenta con un tubo de succión según requerimiento de la altura de aspiración.





**APLICACIONES DE LOS DIFERENTES TIPOS DE TURBINAS SEGÚN CONDCIONES DE ALTURA Y CAUDAL**



**SELECCIÓN DEL TIPO DE TURBINA PARA APLICACIONES ESPECIFICAS DE TRABAJO**

**Estimación de la potencia de una central hidroeléctrica**

$$P = kQH$$

K, valor constante (ver tabla)

Q, caudal de diseño

H, altura neta

Rango de potencia	Valores de k
Pico centrales	3.5 – 5.0
Microcentrales	5.0 – 6.5
Minicentrales	6.0 – 7.0
Rangos mayores	7.0 – 7.5

Ejemplo.- Estimar la potencia eléctrica posible de generar para una altura neta de 140m y para 110 l/s de caudal

$$P = 6.5 * 110 * 140 / 1000 = 100 \text{ kW}$$

**CRITERIOS DE SELECCIÓN**

-El principal criterio de selección de turbinas es la velocidad específica (Ns)

$$N_s = \frac{N\sqrt{P}}{H^{5/4}}$$

Entre otros criterios a tener en cuenta están:

- Eficiencia,
- Capacidad de la máquina para trabajar a cargas parciales,
- Existencia de repuestos y servicios,
- Velocidad de embalamiento, cavitación, costo, otros.

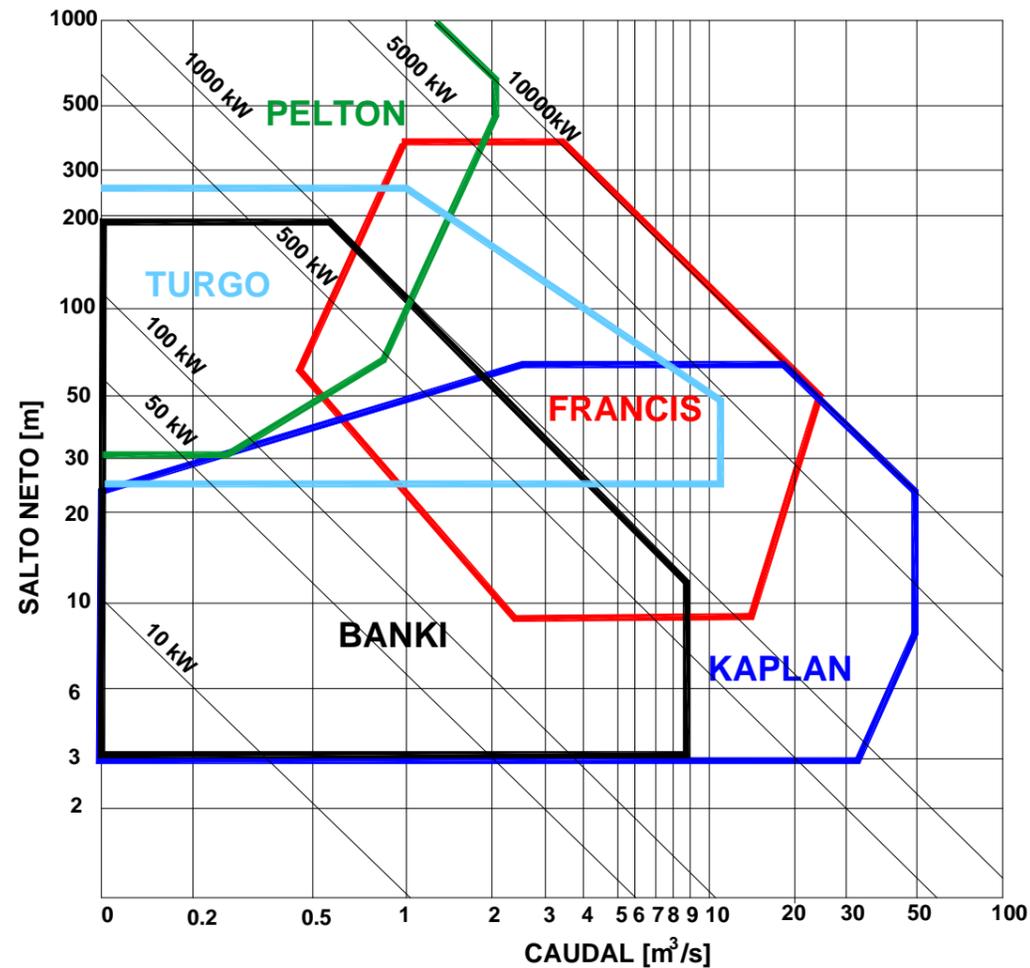
**Velocidad específica**

Turbinas hidráulicas y velocidades específicas (SI)

Tipo de Turbina	Rango de velocidad específica
Pelton	4 - 26
Turgo	20 - 56
Flujo transversal	20 - 170
Bombas como turbinas	30-170
Francis (carcaza espiral)	45 – 300
Francis (de pozo)	255 – 300
Kaplan y hélice	255 – 800
ref, (UNIDO, 2004)	



Grafico: Condiciones de trabajo de altura y caudal para diferentes tipos de turbinas para micro y mini centrales hidroeléctricas



**PREDIMENSIONAMIENTO DE UNA MCH**

*Ejemplo*

Establecer las características principales de una micro central hidroeléctrica que dispone de una altura neta de 140 metros y un caudal de 110 l/s

**Proceso**

- 1) Estimar la velocidad del chorro de agua la salida del inyector

$$V_{ch} = \phi \sqrt{2gh}$$

- 2) Estimar la velocidad tangencial de la turbina

$$V_t = 0.45 \text{ a } 0.48 V_{ch}$$

- 3) Estimar el diámetro de la turbina y la velocidad de giro usando la siguiente ecuación. Asumir inicialmente un valor para el diámetro de la turbina y calcular en forma iterativa tanto N (rpm) como el diámetro de la turbina (D).

$$n = \frac{30V_t}{\pi.r}$$

- 4) Elegir el número de inyectores

- 5) Calcular el diámetro de cada inyector

**Ejemplo**

Determinar la velocidad específica de la turbina de una Microcentral de 100 kW, instalada a una altura de 140 m acoplada directamente a un generador de 1800 RPM.

- 1) Determinar la velocidad específica

$$= 1800 * (100)^{(1/2)} / (140)^{(1.25)} = 37.7$$

$$N_s = \frac{N \sqrt{P}}{H^{5/4}}$$

La turbina mas recomendada según NS será: tipo flujo transversal, tipo turgo o bomba como turbina, sin embargo se podría utilizar turbina tipo Pelton de múltiples inyectores



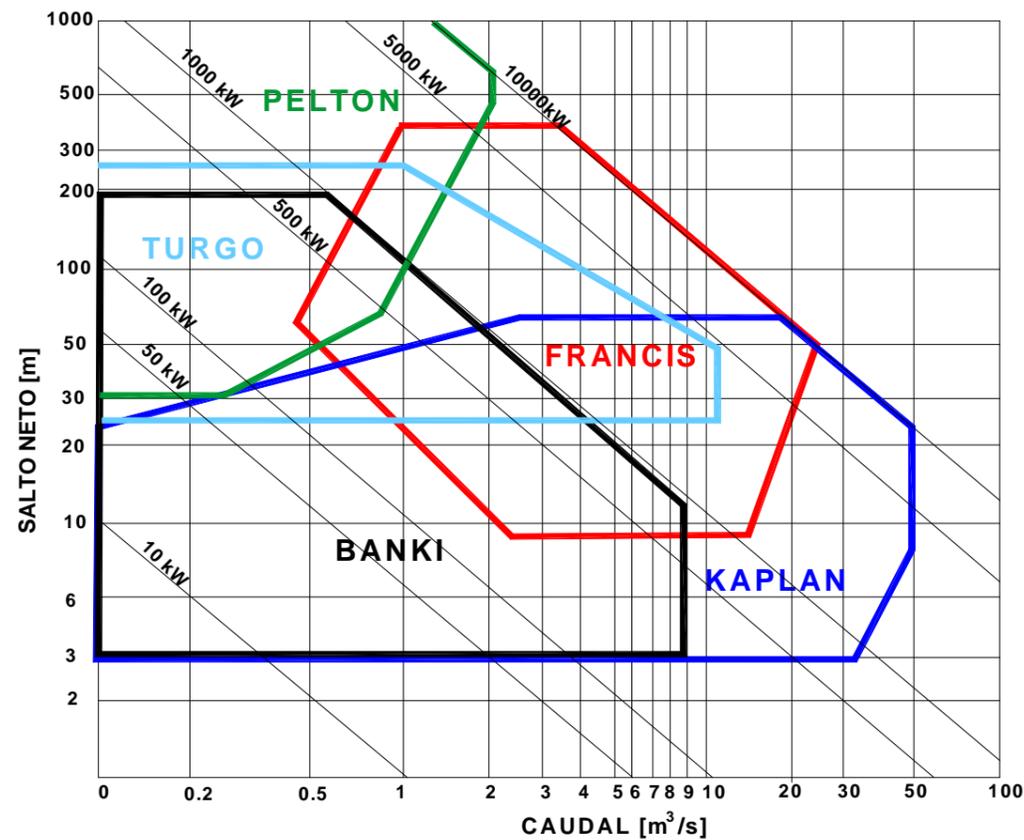
Tipo de Turbina	Rango de velocidad específica
Pelton	4 - 26
Turgo	20 - 56
Flujo transversal	20 - 170
Bombas como turbinas	30-170

2) Utilizando la gráfica Caudal vs. altura

Calculando el caudal según utilizando la formula de potencia

$$Q = 110 \text{ lit /s} \quad (P = k * Q * H) \dots K = 6.5$$

Según el gráfico de aplicación de Microcentrales se podría utilizar una turbina Pelton



**Velocidades de giro de los alternadores eléctricos**

No pares de polos	Frecuencia de trabajo (Hz)	
	50 Hz	60 Hz
1	3000	3600
2	1500	1800
3	1000	1200
4	750	900
6	600	720

**MOTORES COMO GENERADORES**

- En sistemas aislados de micro generación de energía, por lo general utilizan generadores síncronos.
- Frecuentemente por razones de disponibilidad y bajo costo se implementa grupos electrógenos que operan con combustible, en su mayoría diesel. Estos generadores están diseñados generalmente para uso intermitente
- En microcentrales hidroeléctricas, los generadores síncronos deben ser diseñados para condiciones severas de trabajo, los cuales son difíciles de obtener además de ser costosos.
- Actualmente se están utilizando motores de inducción como generadores (generadores de inducción), con muy buenos resultados.

Los generadores de inducción han demostrado ser considerablemente más confiables que los generadores síncronos



VENTAJAS

$$C = \frac{k \times I_{línea} \times 10^6}{2 \times \pi \times f \times V} \text{ microfaradios}$$

- Costo
- Solidez

DESVENTAJAS

- Rangos de voltaje
- Cálculos requeridos
- Arranque de motores

**Operación como Generador en la Red**

- Si el mismo motor de inducción, conectado a la Red, se hace girar por encima de la velocidad de sincronismo, la máquina actúa como generador suministrando energía a la Red.
- El deslizamiento como generador a carga nominal tiene un valor similar al deslizamiento como motor pero de signo negativo.
- Sin embargo, esta aún toma su corriente de magnetización de la fuente, ya que es necesaria para crear el campo rotatorio.

**Operación como Generador en un Sistema Aislado**

- En este caso, no existe una fuente que suministre la corriente de magnetización para el funcionamiento del generador.
- Este problema, se soluciona con la instalación de condensadores como única fuente externa que suministra la corriente de magnetización.
- Estos condensadores o el valor de la capacitancia deben ser cuidadosamente elegidos.

**Selección del generador y capacitores**

- El arreglo mas conveniente para obtener mayor eficiencia es la utilización de un motor trifásico con generación monofásica
- En demandas pequeñas de energía por lo general el suministro de corriente es monofásico.
- Este arreglo se logra con la conexión “C-2C”

**Factores a considerar para la selección**

- Rangos de Voltaje
- Frecuencia
- El Número IP
- Clase de aislamiento
- Potencia Nominal

**Cálculo de capacitores**

C: Capacitancia e  $\mu F$

k: Factor que depende del motor a utilizar

$I_{línea}$ : Corriente nominal del motor en A

V: Voltaje nominal del motor en V

f: Frecuencia (50 o 60 Hz)

$$C = \frac{k \times I_{línea} \times 10^6}{2 \times \pi \times f \times V}$$

Voltaje igual al recomendado	$k = 0.35$
Voltaje +6% de lo recomendado	$k = 0.30$
Voltaje -6% de lo recomendado	$k = 0.45$

**Sugerencias**

- Redondear el valor de “C” por exceso al valor más cercano con incrementos de  $5 \mu F$
- El valor de 2C redondear por defecto al valor mas cercano por incrementos de  $5 \mu F$
- Si en el mercado no existen los valores de C y 2C calculados, se deben conectar en paralelo varios capacitores para conseguir el valor deseado
- El voltaje nominal de los capacitores deberá ser mayor que el voltaje máximo del generador, por ejemplo si se va a generar a 220V los capacitares deberán ser para 380V a mas.



**Ejemplo**

- $P = 5.5 \text{ kW}$ .
- $I = 19.2 \text{ A}$
- $V = 220 \text{ V}$
- $F = 50 \text{ Hz}$ .
- $N_p = 4 \text{ polos}$
- $K = ?$
- $C = ?$

**RESULTADOS**

- $V_{\text{recomendado}} = V_{\text{generador}} + 3\%$   
 $= 226.6$
- De tabla:  $k = 0.35$
- $C = 94.40 \mu F$ , redondeo a  $95 \mu F$
- $2C = 188.79 \mu F$ , redondeo a  $185 \mu F$

**REGULADORES DE VELOCIDAD**

**INTRODUCCION**

- Existen muchas maneras de aprovechar la energía generada por el agua. Uno de estos son los sistemas hidráulicos.
- Algunos de estos sistemas operan con la turbina girando a velocidad constante en todo momento, mientras que otros lo hacen con la turbina girando a velocidad variable.
- Los sistemas que operan con velocidad variable son los molinos tradicionales de piedras, los trapiches, la turbinas para accionamiento mecánico como: sierras circulares o tornos para madera.
- Los sistemas que operan a velocidad constante son los representados típicamente por las microcentrales hidroeléctricas.

*Efectos de la variación de velocidad*

Efectos negativos debido a una operación a baja frecuencia	
Equipo/dispositivo	Efecto
Motor eléctrico	El motor puede dañarse por exceso de corriente en el bobinado
Motor eléctrico	Motor no enciende
Lámpara fluorescente	No enciende
Lámpara incandescente	Menor iluminación
Generador	Puede causar una caída de voltaje en el sistema y sobrecalentarse

Efectos negativos debido a una operación a alta frecuencia	
Equipo/dispositivo	Efecto
Motor eléctrico	Puede dañarse
Lámpara incandescente	Se malogran o duran menos
Generador	Puede dañarse por excesiva velocidad

**Tipos de regulación de velocidad**

- Por regulación de caudal de agua en la turbina.
- Por regulación de carga

**Regulación de caudal**

- Mantiene constante la velocidad del grupo generador.
- El equilibrio se logra regulando la cantidad de agua que ingresa a la turbina.

Tipos de regulación

- Regulación manual: Control del agua mediante la válvula de la turbina.



- Regulación automática: Con los llamados reguladores de velocidad oleomecánicos y sus variaciones electromecánicos y electrohidráulicos.
- La regulación automática de la velocidad proporciona un sistema con frecuencia y voltaje constantes.

### **Regulación de carga**

#### **Regulación de la velocidad controlando la carga**

- Regulación Manual. Con banco de resistencias o cargas que el operador irá conectando o desconectando de acuerdo a la variación de frecuencia.
- Regulación automática de carga. Mediante regulador electrónico de carga que consiste en derivar el excedente de carga a un banco de resistencias (carga secundaria)
- En estos sistemas, el grupo generador normalmente opera a carga nominal.
- Menor costo y bajo mantenimiento.

#### **Ventajas de los reguladores electrónicos de carga respecto de los reguladores de caudal**

- Simplificación del diseño de las turbinas
- Menor costo de fabricación
- Operación y mantenimiento sencillos
- No produce sobre-presiones en la tubería
- Mayor rapidez en la respuesta a cambios de carga

#### **Reguladores de generadores de inducción**

- El método más confiable de controlar la carga y mantener el voltaje y frecuencia constantes en las picocentrales es mediante el regulador electrónico de carga (IGC).
- Se puede mantener la velocidad de un generador de inducción constante mediante un IGC.



## ANEXO 7: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

### 1.- MEMORIA

#### 1.1.- OBJETO DE ESTE ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El presente Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de esta obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora que redacte el Plan de Seguridad y Salud para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos laborales, facilitando su desarrollo, bajo el control y supervisión de la Dirección Facultativa.

#### 1.2.- JUSTIFICACIÓN SOBRE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Según el **Real Decreto 1627/97 de 24 de Octubre**, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción, se indica la obligatoriedad, por parte del promotor, para que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio de Seguridad y Salud en los Proyectos, siempre que se cumplan alguno de los siguientes supuestos:

La duración de los trabajos supera 30 días laborales.

El volumen de mano de obra estimada, entendiéndose como tal la suma de los días del trabajo del total de los trabajadores en la obra, supera 500 jornadas

Por tanto se sobrepasan las 500 jornadas estipuladas, como previsión de volumen de mano de obra.

$16.9 \text{ días / mes y trab.} \times 10 \text{ meses} \times 3 \text{ trab.} = 510 \text{ Jornadas}$
---

Por tanto en este caso, se cumplen o se superan al menos una de las condiciones.

### 1.3.- CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS

#### 1.3.1.- SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras corresponden a la ejecución del Proyecto: **”Minicentral hidroeléctrica de Pucará, Cajamarca, Perú”**, localizada en el Término Municipal Pucará provincia de Cajamarca.

El conjunto de obras a ejecutar comprenden las siguientes actuaciones:

La construcción de un azud o barraje del cual se derivará agua a través de un canal en tubería, realizando zanjas, finalizando la tubería en un desarenador con cámara de carga de la cual cae la tubería de presión hasta la casa de máquinas.

#### 1.3.2.- PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA

##### *Presupuesto*

El presupuesto de Ejecución Material destinado a Seguridad y Salud asciende a la cantidad de 0 euros, ya que en los proyectos de cooperación y en Perú no se toman medidas de seguridad.

##### *Plazo de ejecución*

El plazo de ejecución previsto es de **diez (10) meses**.

##### *Personal previsto*

Se prevé un número máximo de **tres (3) trabajadores con un volumen de mano de obra de 150 operarios**, pudiendo alcanzarse una cifra superior de operarios debido a la asistencia de los pobladores del municipio.

#### 1.3.3.- AFECCIONES

Antes del comienzo de las obras, se procederá estudiar, localizar y reponer los servicios afectados.

Durante la ejecución de las obras se investigará la existencia de todos los servicios afectados previstos en Proyecto así como otras afecciones que a priori no quedan contempladas y que pudieran derivarse de necesidades constructivas, para tomar las medidas precisas en orden a la debida seguridad de los trabajos, necesarios por las obras.

##### **- Vías colindantes, accesos y caminos**

El acceso a la zona de trabajo, se efectuará a través de las pistas o caminos de acceso existente o proyectado, quedando previstas las afecciones por interferencias con los vehículos y maquinaria interviniente en la obra en la zona urbana y en vías colindantes.



## **1.4.- UNIDADES CONSTRUCTIVAS, MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES**

### **1.4.1.- UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA**

#### **TRABAJOS PRELIMINARES**

Antes de proceder a ejecutar la primera unidad de obra, es necesario realizar los siguientes trabajos e instalaciones:

##### **a) Prospección del lugar**

El “promotor y contratistas” antes de iniciar los trabajos han de informarse de los posibles servicios afectados por la obra.

Tal información sirve para adoptar medidas de control tendentes a evitar riesgos como los de asfixia, incendio, explosión, electrocución, inundaciones y derrumbamientos, que se describirán más adelante.

##### **b) Vallado perimetral de la obra**

La obra no será vallada, pero si se guardarán los materiales en las proximidades de la obra en una casa-almacén.

#### **TRABAJOS DE REPLANTEO**

Se efectuarán los trabajos de replanteo necesarios tanto, previamente al inicio de los trabajos como durante el transcurso de los mismos.

#### **DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO**

Se efectuará el desbroce y excavaciones en superficie en los lugares donde así se requiera.

Previo al desbroce, y en caso necesario, una brigada troceará con machetes, hachas, etc., los árboles de gran tamaño afectados por las obras.

El desbroce de la zona del matorral y las excavaciones se acometerán con los medios existentes.

#### **MOVIMIENTO DE TIERRAS**

Quedan previstas en esta unidad las excavaciones para enterrar las tuberías y semienterrar los elementos de la obra que son parcialmente enterrados.

#### **RELLENOS**

Se hace referencia en esta unidad las tareas concernientes al relleno de zanjas, que comprenden el vertido de lechos y rellenos de arena y tapado de zanjas con material procedente de la excavación.

#### **COLOCACIÓN DE CONDUCCIONES**

En esta unidad de obra se incluyen los trabajos de colocación de diversas conducciones, haciendo referencia tanto a las conducciones necesarias para la captación, al canal de conducción por tubería y a la tubería de presión.

#### **ESTRUCTURAS**

Está prevista la ejecución de las estructuras y edificaciones siguientes:

**CASA DE MAQUINAS:** Consiste en una casa de pequeñas dimensiones con unas vigas correderas a lo largo de la casa de maquinas. Será de ladrillo y de techo de uralita amarrado a tablonos de madera.

**OTROS:** Se consideran además la ejecución de todos aquellos otros elementos en hormigón armado y/o en masa, definidos en proyecto: pequeños muros de contención, soleras, ejecución de arquetas y pozos de registro, y a los trabajos concernientes a la urbanización e instalación de cerramientos definitivos.

#### **TRABAJOS DE ALBAÑILERÍA**

Se recogen los diversos trabajos de albañilería que se realizarán en la obra, dentro de las instalaciones de las casetas y la construcción de cámaras.

#### **EQUIPOS E INSTALACIONES**

En esta unidad se incluyen el conjunto de equipos, valvulería, compuertas, filtros, ventosas, aparatos de medida, dosificación y control, bridas, carretes de desmontaje, piezas especiales, codos, etc., previstos para la red de tuberías.

### **1.4.2.- MAQUINARIA, MEDIOS AUXILIARES Y HERRAMIENTAS DE MANO**

Se prevé que en las distintas unidades de obra señaladas intervendrá y empleará la siguiente maquinaria y medios auxiliares.



*Maquinaria*

- Camión volquete
- Carretillas
- Máquina de corte radial

*Herramientas de mano*

- Pico, Pala, Azada, Picola
- Sierra de Arco y Serrucho.
- Tenazas de Ferrallista
- Tenazas, Martillos, Alicates
- Brochas, Pinceles, Rodillos
- Nivel, Regla, Escuadra, Plomada

**1.4.3.- RIESGOS GENERALES EN EL EXTERIOR Y MEDIDAS PREVENTIVAS**

**1.4.3.1.- RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN FUNCIÓN DE LA CLIMATOLOGÍA**

**Análisis de Riesgos**

El clima se caracteriza por inviernos fríos y lluviosos que obligan a prever las medidas oportunas para hacer frente a sus rigores en cuanto a ropa de trabajo, superficies deslizantes. En verano, se debe tener en cuenta la posibilidad de deshidratación, estrés térmico, insolación, etc, debido a temperaturas elevadas.

**Medidas Preventivas**

- Paralización de los tajos con temperaturas inferiores a 0° C y bajo régimen de fuertes vientos y/o lluvia.
- Utilización de equipos de protección personal acordes con los trabajos que se realizan.
- Utilización de prendas impermeables para casos de lluvia.
- Utilización de ropa de trabajo adecuada y preferiblemente ajustada al cuerpo en prevención de enganches y atrapamientos (mono de trabajo o cazadora-pantalón, viseras, etc.)
- Para trabajar en épocas estivales se garantizará el suministro de líquidos no alcohólicos, preferiblemente agua a los trabajadores.

**1.4.3.2.- RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN FUNCIÓN DE LAS AFECCIONES POR LAS OBRAS**

**Análisis de Riesgos**

Se prevén riesgos derivados de las operaciones de entronque a la red de saneamiento, así como los derivados de las tareas de excavación y apertura de zanjas.

- Fugas de agua.
- Atrapamientos, cortes, golpes.
- Derrumbes y aplastamientos

**Medidas Preventivas**

Para los servicios afectados e interferencias, entronques y conexiones que sean necesarias efectuar, se tendrán en cuenta las siguientes medidas y normas de actuación:

**-CONDUCCIONES DE AGUA**

**Medidas Preventivas**

Cuando haya que realizar trabajos sobre conducciones de agua, tanto de abastecimiento como de saneamiento, se tomarán las medidas que eviten que accidentalmente se dañen estas tuberías y, en consecuencia, se suprima el servicio.

**Actuaciones en caso de rotura o fuga en la canalización:**

Comunicar inmediatamente con la Compañía o Propiedad de la conducción y paralizar los trabajos hasta que la conducción haya sido reparada.

**1.4.3.3.- RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN FUNCIÓN DE LAS AFECCIONES SOBRE VÍAS COLINDANTES, ACCESOS Y CAMINOS**

**Análisis de Riesgos**

- Atropellos a personal de la obra por vehículos ajenos a la obra.
- Atropellos a terceros por vehículos ajenos a la obra.
- Colisiones entre vehículos ajenos a la obra y vehículos de la obra.
- Colisiones entre vehículos ajenos a la obra.

**Medidas Preventivas**

Se realizará un control del tráfico con intención de evitar que interfiera con la maquinaria y personal de la propia obra.



**1.4.4.- RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN FUNCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR**

**1.4.4.1.- RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN TRABAJOS PRELIMINARES Y TRABAJOS DE REPLANTEO**

**Análisis de riesgos**

Durante las tareas de prospección de las distintas zonas de actuación, en las operaciones de montaje de la dotación de servicios para la obra trabajos de replanteo, instalación de delimitaciones perimetrales, colocación de señalización de obra y de Seguridad y Salud, se analizan los siguientes riesgos:

- Atropellos por vehículos.
- Caídas al mismo o a distinto nivel.
- Desplome cargas izadas (módulos de caseta).
- Pisadas sobre objetos cortantes y/o punzantes.
- Riesgos de incisiones o heridas cortantes y/o punzantes.
- Sobreesfuerzos.
- Proyección de partículas u objetos.
- Golpes/cortes por objetos, herramientas o máquinas.
- Atrapamientos por y entre objetos.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.

**1.4.4.2.- RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO**

**Análisis de riesgos**

- Caídas de personal y/o de cosas al mismo o a distinto nivel.
- Problemas de circulación interna (embarramientos) debidos a mal estado de la pista de acceso o circulación.
- Deslizamiento y/o desprendimiento de tierras y/o rocas, en trabajos a media ladera.
- Polvo y ruido
- Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas (bajas temperaturas, fuertes vientos, lluvias, etc.)

**Medidas Preventivas**

Son aplicables las medidas y normas de seguridad previstas para la unidad movimiento de tierras y excavaciones superficiales.

**Protecciones Personales**

- Casco de seguridad.
- Gafas y pantalla protectora.
- Protectores auditivos.
- Mascarillas.
- Mono y ropa de trabajo
- Guantes de cuero
- Calzado de seguridad.
- Cinturón de seguridad

**1.4.4.3.- RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN APERTURA DE PISTA Y CAMINO DE ACCESO**

En este caso son de aplicación el Análisis de Riesgos, Medidas Preventivas, Protecciones Colectivas e Individuales estudiadas en Despeje y Desmonte, Movimiento de Tierras y Trabajos con Hormigón, así como los Riesgos y Prevenciones correspondientes a la maquinaria implicada en los trabajos.

**1.4.4.4.- MOVIMIENTO DE TIERRAS, EXCAVACIÓN DE CIMENTACIONES, ZANJAS, VACIADOS Y POZOS**

**Análisis de Riesgos**

- Desprendimiento de tierras.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas al interior de la zanja o vaciado.
- Los derivados por interferencias con conducciones enterradas.
- Inundación.
- Golpes por objetos.



- Polvo y ruido
- Los derivados de la realización de trabajos en ambientes húmedos.
- Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas (bajas temperaturas, fuertes vientos, lluvias, etc.)
- Los riesgos a terceros, derivados de la intromisión descontrolada de los mismos en la obra, durante las horas dedicadas a producción o a descanso.

#### **Medidas Preventivas**

Para los trabajos a tratar se atenderá a las especificaciones del Estudio Geotécnico del Proyecto.

El personal que debe trabajar en esta obra en el interior de zanjas, excavaciones o vaciados, conocerá los riesgos a los que puede estar sometido.

Quedan prohibidos los acopios (tierras, materiales, etc.) a una distancia inferior a la mitad de la profundidad de excavación, del borde de la excavación, como norma general

En régimen de lluvias y encharcamiento de las zanjas, es imprescindible la revisión minuciosa y detallada antes de iniciarse o reanudar los trabajos en su interior, se dispondrá de agotamiento y no se suspenderán los trabajos si los paramentos de la excavación no reúnen las condiciones necesarias que garanticen su estabilidad.

No se admitirá trabajar en el interior de zanjas o excavaciones inundadas de agua, se procederá al achique de agua y se revisará el estado del fondo y paramentos de la excavación antes de ejecutar ningún trabajo en el interior.

#### **Protecciones Personales**

Casco de seguridad (lo utilizarán, a parte de personal a pie, los maquinistas y camioneros, que deseen o deban abandonar las correspondientes cabinas de conducción).

Mascarilla antipolvo con filtro mecánico recambiable.

Gafas antipolvo.

Cinturón de seguridad de sujeción.

Guantes de cuero.

Botas de seguridad.

Botas de goma.

Traje para ambientes húmedos o lluviosos.

Protectores auditivos.

### **1.4.4.5.- RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN ESTRUCTURAS**

#### **1.4.4.5.1.- TRABAJOS CON ENCOFRADOS**

##### **Análisis de Riesgos**

##### ***Encofrados de madera***

- Desprendimientos por mal apilado de la madera para encofrar.
- Caída o vuelco de paquetes de madera (tablones, tableros, puntales, correas, soportes), durante las maniobras de descarga
- Caída de material al vacío en las operaciones de desencofrado.
- Caída de personas y/u objetos al mismo o a distinto nivel.
- Caída de personas y/u objetos desde altura.
- Cortes al utilizar las sierras de mano, cepilladuras, mesas de sierra circular o por causas diversas
- Golpes en las manos y extremidades superiores durante la clavazón.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos por posturas inadecuadas
- Los derivados del trabajo en condiciones meteorológicas extremas (frío, calor o humedad intensos).
- Los derivados de trabajos sobre superficies mojadas.

##### **Medidas Preventivas**

##### ***Encofrados de madera***

Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablones, sopandas, puntales y ferralla, igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, placas alveolares, etc.

Los clavos o puntas existentes den la o madera usada, se extraerán, o se remacharán.

Una vez concluido un determinado tajo, limpiará eliminando todo el material sobrante, que se apilará en un lugar conocido para su posterior retirada.

Los recipientes para producto de desencofrado, se clasificarán para su correcta utilización o eliminación, en el primer caso, para su transporte y en el segundo para su vertido.

Se prohíbe hacer fuego directamente sobre los encofrados.



Antes del vertido de hormigón se comprobará la buena estabilidad del conjunto por un técnico cualificado.

Queda prohibido encofrar si antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la rectificación de la situación barandillas de protección, cables fiadores para el enganche del mosquetón del arnés de seguridad.

No se admitirá caminar o pisar directamente sobre las sopandas. Se tenderán caminos que actúen de caminos seguros y se circulará sujetos a cables fiadores con arnés de seguridad si no fuera viable otro tipo de protección.

#### **Protecciones Colectivas**

La situación de barandillas de protección, cables fiadores para el enganche del mosquetón del arnés de seguridad, con el fin de cubrir los riesgos de caída desde altura de personas y/u objetos.

Andamiajes, castilletes y plataformas de trabajo, debidamente montados, arriostrados y sujetos a puntos sólidos de o partes de la estructura ya ejecutada.

#### **Protecciones Personales**

Casco de polietileno, (preferible con barbuquejo).

Guantes de cuero.

Calzado de seguridad, con refuerzo metálico en puntera y suela.

Botas de goma con piso y puntera metálica.

Botas de agua

Trajes para tiempo lluvioso.

Cinturón portaherramientas.

Protector auditivo.

#### **1.4.4.5.2.- TRABAJOS CON FERRALLA**

##### **Análisis de Riesgos**

- Riesgos en la manipulación y puesta en obra de ferralla.
- Cortes y heridas en manos y pies por manejo de redondos de acero.
- Aplastamiento durante las operaciones de carga y descarga de paquetes de ferralla, o en las operaciones de montaje de armaduras.

- Golpes por caída, desplome o giro descontrolado de la carga suspendida.

- Tropiezos y torceduras al caminar por entre o sobre las armaduras.

- Pisadas sobre objetos punzantes.

- Los derivados de las eventuales roturas de redondos de acero durante el estirado o doblado: proyecciones de fragmentos de acero, latigazos.

- Sobreesfuerzos.

- Caídas al mismo y distinto nivel.

- Caídas de personas u objetos desde altura.

#### **Medidas Preventivas**

Se habilitará en obra un espacio dedicado al acopio y clasificado de ferralla.

La ferralla montada se almacenará en los lugares designados a tal efecto separada del lugar del montaje.

Se prohíbe trepar por las armaduras en fase de montaje y en cualquier caso.

Las maniobras de ubicación “in situ” de de ferralla montada se guiará mediante un equipo de tres hombres, dos guiarán mediante sogas o cabos en dos direcciones la pieza a situar, siguiendo las instrucciones del tercero que procederá manualmente a efectuar las correcciones de aplomado.

#### **Protecciones Colectivas**

Andamiajes y plataformas de trabajo, debidamente montados, arriostrados y sujetos a puntos sólidos de o partes de la estructura ya ejecutada.

Dispositivos de corte y cierre de corriente en la utilización de aparatos eléctricos, en el taller de ferralla de obra.

#### **Protecciones Personales**

Casco de polietileno, (preferible con barbuquejo).

Guantes de cuero.

Calzado de seguridad, con refuerzo metálico en puntera y suela.

Trajes para tiempo lluvioso.

Cinturón portaherramientas.

Protector auditivo.



#### 1.4.4.5.3.- TRABAJOS CON HORMIGÓN

##### Análisis de Riesgos

- Caídas de personas y/u objetos al mismo o a distinto nivel.
- Rotura o reventón de encofrados.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos).
- Fallo de entibaciones.
- Corrimiento de tierras.

##### Protecciones Personales (en todos los casos)

Casco de polietileno, (preferible con barbuquejo).

Guantes de cuero.

Botas de goma con piso y puntera metálica.

Botas de goma con refuerzo metálico en puntera y suela.

Ropa de trabajo.

#### 1.4.4.5.4.- TRABAJOS EN ALTURA

##### Análisis de Riesgos

- Caídas de persona a distinto nivel
- Caída de personas desde altura
- Caída de objetos y/o herramientas desde altura
- Pinchazos o hincas sobre armadura en espera

##### Protecciones Personales

Casco de seguridad

Botas de goma de seguridad

Guantes de cuero

Gafas antiproyecciones

#### 1.4.4.6.- RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN TRABAJOS DE ALBAÑILERÍA

##### Análisis de Riesgos

- Caídas de personas y/u objetos al mismo nivel.
- Caídas de personas y/u objetos o herramientas desde altura, o a distinto nivel.
- Proyección de partículas.
- Partículas en los ojos
- Sobreesfuerzos por posturas obligadas.
- Aplastamientos.
- Golpes contra objetos.
- Cortes por el manejo de objetos y herramientas manuales.

##### Medidas Preventivas

Las zonas de carga se mantendrán siempre limpias y ordenadas.

El acopio de materiales se realizará se forma que quede asegurada su estabilidad.

Para los huecos de distintos tamaños (arquetas, pozos, chimeneas, canalizaciones, etc.), se utilizarán tapas de resistencia garantizada, y que no puedan desplazarse con facilidad.

#### 1.4.4.7.- RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN EL MONTAJE DE EQUIPOS E INSTALACIONES

##### Análisis de Riesgos

- Caídas de personas y/u objetos o herramientas desde altura.
- Proyección de partículas.
- Sobreesfuerzos por posturas obligadas.
- Aplastamientos.
- Golpes contra objetos.
- Cortes por el manejo de objetos y herramientas manuales.
- Incendio



### Medidas Preventivas

#### →PERSONAL INSTALADOR

El montaje de todas las instalaciones y equipos deberá efectuarlo, necesariamente, personal especializado a las órdenes de un técnico titulado.

Se seguirán en todo caso las Medidas Preventivas definidas para Izado de cargas, Trabajos con prefabricados o asimilables y las definidas para la maquinaria en el montaje de equipos.

#### 1.4.4.8.- RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN RECUPERACIÓN AMBIENTAL, LIMPIEZA Y TERMINACIÓN DE LAS OBRAS

##### Análisis de Riesgos

- Colisiones y/o atropellos entre o por los vehículos y maquinaria empleada con vehículos ajenos a la obra en vías de circulación abiertas al tráfico.
- Caídas de personas y/u objetos al mismo o a distinto nivel.
- Golpes por movilidad de maquinaria.
- Ruido.
- Vuelco de la máquina.
- Caídas por pendientes.
- Incendio.
- Proyección de objetos y partículas.
- Cuerpos extraños en ojos.

##### Protecciones Personales

Caso de seguridad

Botas de seguridad

Guantes de cuero

#### 1.4.4.9.- BAÑERAS, CAMIÓN VOLQUETE

##### Análisis de Riesgos

- Maquinaria fuera de control.
- Golpes.

- Atropello de personas, (entrada, circulación interna y salida).
- Choque contra otros vehículos, (entrada, circulación interna y salida).
- Vuelco del camión, (blandones, fallo de cortes o de taludes).
- Vuelco por desplazamientos de carga.
- Caídas, (al subir o bajar de la caja)
- Atrapamientos, (apertura o cierre de la caja, movimiento de cargas).
- Colisión.
- Proyección de objetos.
- Desplome de tierras.
- Vibraciones.
- Ruido ambiental.
- Polvo ambiental.
- Caídas al subir o bajar a la cabina.
- Contactos con la energía eléctrica (líneas eléctricas).
- Quemaduras (mantenimiento).

##### Medidas Preventivas

Todos los camiones dedicados al transporte de materiales para esta obra, estarán en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación.

Antes de iniciar las maniobras de carga y descarga del material además de haber sido instalado el freno de mano de la cabina del camión, se instalarán calzos de inmovilización de las ruedas, en prevención de accidentes por fallo mecánico.

Las maniobras de posición correcta, (aparcamiento), y expedición, (salida), del camión serán dirigidas por un señalista.

El ascenso y descenso de la caja de los camiones, se efectuará mediante escalerillas metálicas fabricadas para tal menester, dotadas de ganchos de inmovilización y seguridad.

Todas las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por un especialista conocedor del proceder más adecuado.

Las maniobras de carga y descarga mediante plano inclinado, (con dos portes inclinados, por ejemplo), será gobernada desde la caja del camión por un mínimo de dos operarios mediante soga de descenso. En el entorno del final del plano no habrá nunca personas, en prevención de lesiones por descontrol durante el descenso.



El colmo máximo permitido para materiales sueltos no superará la pendiente ideal del 5% y se cubrirá con una lona, en previsión de desplomes.

Las cargas se instalarán sobre la caja de forma uniforme compensando los pesos, de la manera más uniformemente repartida posible.

El gancho de la grúa auxiliar, estará dotado de pestillo de seguridad.

#### **1.4.4.10.- ESCALERAS DE MANO (DE MADERA O METÁLICAS)**

##### **Análisis de Riesgos**

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al vacío.
- Deslizamiento por incorrecto apoyo (falta de zapata, etc.).
- Vuelco lateral por apoyo irregular.
- Caídas, golpes, tropiezos, por incorrecta utilización o ubicación de escaleras de mano (de madera o metal).

##### ***Para el uso de escaleras de mano, independientemente de los materiales que las constituyen***

Se prohíbe la utilización de escaleras de mano en esta obra para salvar alturas superiores a 5m.

Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad y estarán firmemente amarradas en su extremo superior al objeto o estructura al que dan acceso.

Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, sobrepasarán en 1 m. la altura a salvar. Esta cota se medirá en vertical desde el plano de desembarco, al extremo superior del larguero.

El ascenso y descenso a través de las escaleras de mano se efectuarán de frente a las mismas. Los trabajos a más de 3,5 m, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador se realizarán dotados con cinturón de seguridad u otra medida de protección alternativa.

Se prohíbe en esta obra transportar pesos a mano (o a hombro), iguales o superiores a 25 Kg. sobre las escaleras de mano.

Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano de esta obra, sobre lugares u objetos poco firmes que pueden mermar la estabilidad de este medio auxiliar.

El acceso de operarios en esta obra, a través de las escaleras de mano, se realizará de uno en uno. Se prohíbe la utilización al unísono de la escalera a dos o más operarios.

El ascenso y descenso a través de las escaleras de mano de esta obra, se efectuará frontalmente; es decir, mirando directamente hacia los peldaños que se están utilizando.

#### **1.4.5.- MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA REALIZACIÓN DE ACOPIOS Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES**

Se hace referencia a los acopios que normalmente se realizan al aire libre y al almacenaje de materiales y productos, que se prevé serán los siguientes:

- Materiales sueltos en general (zahorras, arena, grava etc.)
- Materiales para las conducciones (tuberías y canalizaciones)
- Ferralla
- Encofrados de madera y/o metálicos
- Palés de contenido diverso (bordillos, baldosas, bloques de hormigón, rigolas., etc.)
- Pinturas y disolventes.
- Cemento.
- Otros.

En principio significan un obstáculo si se dejan en la vía pública, por lo que se establece la necesidad de que se reserve un espacio fuera de ella y con acceso restringido para la realización de los acopios. Si dicho espacio no dispone de cerramiento, se cerrará con vallas, balizando con cintas y se instalará con señales de “Prohibido el paso de personal ajeno a la obra”.

Se podrá apilar en la vía pública únicamente el material que vaya a ser utilizado antes de la siguiente interrupción del trabajo, no pudiendo quedar acopios durante las horas de descanso, ni de un día para otro, ni durante los fines de semana.

Los materiales susceptibles de echarse a rodar quedarán calzados.

Los productos dispondrán de su correspondiente etiquetado y se dispondrán de tal forma que no se teniendo en cuenta los productos que puedan reaccionar entre sí, generando atmósferas tóxicas, explosiones e incendios.



#### 1.4.6.- MEDIDAS DE PREVENCIÓN EN EL MANEJO DE CARGAS Y PESOS

En la obra que nos ocupa gran parte de los trabajos realizados se ejecutan con el levantamiento y transporte de pequeñas cargas realizadas por los operarios. Dichas labores no entrañan un riesgo directo, pero si importante para la salud de los trabajadores que la ejecutan.

Todo trabajador debe de ser instruido sobre las indicaciones que a continuación de desarrollan.

##### Técnicas de elevación

Al tener que elevar grandes pesos se debe hacer con las pierna, partiendo de la posición de cuclillas y manteniendo la parte superior del cuerpo erecta y tensa.

Cuando se levante un peso con la espalda debidamente erecta, la pelvis se inclina en la articulación de la cadera, manteniéndose rígida o erguida la columna vertebral y en una posición estática favorable.

La secuencia para levantar un peso será la siguiente:

Poner los pies a los lados de la carga con las piernas ligeramente separadas. Adoptar una posición agachada equilibrada, enderezar la espalda y tensar los músculos dorsales y abdominales.

Elevar la carga mediante el enderezamiento de las piernas.

Cuando se levanta una carga con la espalda encorvada, la columna vertebral forma un arco y el eje ventral pasa por el tercio posterior de las vértebras y discos. Así, la presión debida a la carga (esfuerzo de compresión) se reparte de forma irregular sobre los dos tercios anteriores de la superficie de los discos y el tercio posterior y los músculos de la espalda sufren el esfuerzo de la tracción.

Cuando la carga se levanta con la espalda erecta, el esfuerzo de compresión se distribuye favorablemente sobre la superficie total de vértebras y discos. En este caso, la espina dorsal es afianzada por todas partes por los músculos. Sólo estará sometida al esfuerzo de compresión, ya que los músculos absorberán las fuerzas de la inclinación. La presión en los discos resulta así alrededor de un 20% menor que con la espalda curvada.

Las diferencias entre una forma y otra de izar son notables al comparar las tensiones marginales (esfuerzos de tracción o compresión por unidad de superficie). Estas tensiones son alrededor de dos veces mayor en la espalda encorvada para igual ángulo de inclinación y de tres veces mayor para igual longitud de brazo palanca.

##### Posiciones y Palancas

Cuando la espalda es encorvada hacia delante o hacia atrás se produce una desviación de la columna, sometiendo a los músculos y ligamentos del lado contrario a la concavidad a una fuerte tracción y a las aristas de las vértebras y los discos en ese lado cóncavo a una sobrepresión.

Así quedan eliminadas las reservas elásticas de la columna, siendo recibido de forma brusca cualquier esfuerzo repentino y suplementario (pérdida de equilibrio, resbalones, levantamiento de pesos de forma brusca), con lo que aumenta el riesgo de lesión.

Así pues, el levantamiento y traslado de cargas, tirar o empujar carretillas o contenedores, la subida por escaleras con carga, etc, deberá hacerse sin brusquedades y con sumo cuidado, evitando siempre el arqueo peligroso de la espalda con la concavidad en la parte posterior.

Durante el trabajo no debe deformarse la columna hacia atrás, hacia delante o alrededor de su eje y nunca el levantamiento o descenso de cargas se ligera a la torsión del tronco.

##### Reglas de Sostenimiento y Transporte

En posición de pie el hombre puede colocar cargas a lo largo de importantes distancias sin hacerse daño si coloca dichas cargas convenientemente.

Este consumo diferente de energía proviene de las diferentes posiciones del centro de gravedad de la carga y de la importancia del trabajo estático que se deriva. La carga en la columna vertebral y el trabajo estático producido por la carga irán disminuyendo en función de la proximidad del centro de gravedad de la carga al eje vertical que pasa por los pies. La mayoría de las reglas concernientes al levantamiento de cargas cumplen con este principio, siendo esencialmente las siguientes:

- Transportar la carga manteniéndose erguido.
- Cargar los cuerpos simétricamente.
- Soportar la carga con el esqueleto corporal.
- Aproximar la carga al cuerpo.
- Elementos auxiliares tales como cinchas, yugos, albardas, etc.



## **2.- PLIEGO DE CONDICIONES**

### **2.1.- NORMATIVA LEGAL APLICABLE**

No hay normativa que se pueda aplicar.

### **2.2.- PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA**

#### **2.2.1.- PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN**

La planificación y organización de la acción preventiva deberá formar parte de la organización del trabajo, orientando esta actuación a la mejora de las condiciones de trabajo y disponiendo de los medios oportunos para llevar a cabo la propia acción preventiva.

#### **2.2.2.- COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES**

Se comprobará que los subcontratistas o empresas con las que se contraten determinados trabajos reúnen las características y condiciones que les permitan dar cumplimiento a las prescripciones establecidas en este Pliego. A tal fin, entre las condiciones correspondientes que se estipulen en el contrato que haya de suscribirse entre ellas, deberá figurar referencia específica a las actuaciones que tendrán que llevarse a cabo para el cumplimiento de la normativa de aplicación sobre seguridad y salud laboral.

#### **2.2.3.- FORMACIÓN E INFORMACIÓN**

##### ***Acciones Formativas***

El contratista está obligado a posibilitar que los trabajadores reciban una formación teórica y práctica apropiada en materia preventiva en el momento de su contratación, cualquiera que sea la modalidad o duración de ésta, así como cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñen o se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo susceptibles de provocar riesgos para la salud del trabajador. Esta formación deberá repetirse periódicamente.

Las sesiones de formación serán impartidas por personal suficientemente acreditado y capacitado en la docencia de Seguridad y Salud Laboral contándose para ello con los servicios de seguridad de la empresa, representante o delegado de ésta en la obra, servicios de prevención, mutuas, organismos oficiales especializados, representantes cualificados de los trabajadores y servicio médico, propio o mancomunado, que por su vinculación y conocimientos de la obra en materia específica de seguridad e higiene sean los más aconsejables en cada caso.

##### ***Instrucciones generales y específicas***

Independientemente de las acciones de formación que hayan de celebrarse antes de que el trabajador comience a desempeñar cualquier cometido o puesto de trabajo en la obra o se cambie de puesto o se produzcan variaciones de los métodos de trabajo inicialmente previstos, habrán de facilitársele, por parte del contratista o sus representantes en la obra, las instrucciones relacionadas con los riesgos inherentes al trabajo, en especial cuando no se trate de su ocupación habitual; las relativas a los riesgos generales de la obra que puedan afectarle y las referidas a las medidas preventivas que deban observarse, así como acerca del manejo y uso de las protecciones individuales.

Las instrucciones serán claras, concisas e inteligibles y se proporcionarán de forma escrita y/o de palabra, según el trabajo y operarios de que se trate y directamente a los interesados.

### **2.3.- PARTES DE ACCIDENTE Y ESTADÍSTICAS**

Los partes de accidentes se formalizarán según los modelos normalizados especificados en la legislación vigente.

Los partes de accidentes, si los hubiere, se dispondrán debidamente ordenados por fechas desde el origen hasta su terminación y se completarán con las observaciones hechas por el Comité de Seguridad y las normas ejecutivas dadas para subsanar las anomalías observadas.

Los índices de control se llevarán a un estudio con gráficos de dientes de sierra, que permitan hacerse una idea clara de la evolución de los mismos, con una somera inspección visual; en abscisas se colocarán los meses del año y en ordenadas los valores numéricos del índice correspondiente.



## **2.4.- MEDIDAS PREVENTIVAS AL INICIO DE LA OBRA**

### **2.5.1.- CONDICIONES GENERALES**

Antes de iniciar cualquier tipo de trabajo en la obra, será requisito imprescindible que el “contratista” tenga concedidos los permisos, licencias y autorizaciones reglamentarias que sean pertinentes, tales como: colocación de vallas o cerramientos, señalizaciones, desvíos y cortes de tráfico peatonal y de vehículos, accesos, acopios, etc.

Antes del inicio de cualquier trabajo en la obra, deberá realizarse las protecciones pertinentes, en su caso, contra actividades molestas, nocivas, insalubres o peligrosas que se lleven a cabo en el entorno próximo a la obra y que puedan afectar a la salud de los trabajadores.

### **2.4.2.- INFORMACIÓN PREVIA**

Antes de acometer cualquiera de las operaciones o trabajos preparatorios a la ejecución de la obra, el “contratista” deberá informarse de todos aquellos aspectos que puedan incidir en las condiciones de seguridad e higiene requeridas. A tales efectos recabará información previa relativa a:

Servidumbre o impedimentos de redes de instalaciones y servicios y otros elementos ocultos que puedan ser afectados por las obras o interferir la marcha de éstas.

Vibraciones, trepidaciones u otros efectos análogos que puedan producirse por actividades o trabajos que se realicen o hayan de realizarse en el entorno próximo a la obra y puedan afectar a las condiciones de seguridad e higiene de los trabajadores.

Actividades que se desarrollan en el entorno próximo a la obra y puedan ser nocivas insalubres o peligrosas para la salud de los trabajadores.

### **2.4.3.- AFECCIONES**

Antes de empezar cualquier trabajo en la obra, habrán de quedar definidas qué redes de servicios públicos o privados pueden interferir su realización y pueden ser causa de riesgo para la salud de los trabajadores o para terceros.

En el supuesto de redes subterráneas que afecten a la obra, antes de iniciar cualquier trabajo deberá asegurarse la posición exacta de las mismas, para lo que se recabará, en caso de duda, la información necesaria de las compañías afectadas, gestionándose la posibilidad de desviarlas o dejarlas sin servicio. De no ser factible, se procederá a su identificación sobre el terreno y, una vez localizada la red, se señalará marcando su dirección, trazado y profundidad, indicándose, además, el área de seguridad y colocándose carteles visibles advirtiendo del peligro y protecciones correspondientes.

## **2.5.- MEDIDAS GENERALES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA**

### **2.5.1.- GENERALIDADES**

Durante la ejecución de cualquier trabajo o unidad de obra:

- Habrán de ser revisadas e inspeccionadas con la periodicidad necesaria las medidas de seguridad y salud adoptadas y deberán recogerse de forma detallada, las frecuencias previstas para llevar a cabo tal cometido.
- Se ordenará suspender los trabajos cuando existan condiciones climatológicas desfavorables (fuertes vientos, lluvias, nieve, etc.).

Después de realizada cualquier unidad de obra:

- Se dispondrán los equipos de protección colectivos y medidas de seguridad necesarias para evitar nuevas situaciones potenciales de riesgo.
- Se darán a los trabajadores las advertencias e instrucciones necesarias en relación con el uso, conservación y mantenimiento de la parte de obra ejecutada, así como de las protecciones colectivas y medidas de seguridad dispuestas.

Una vez finalizados los trabajos, se retirarán del lugar o área de trabajo los equipos y medios auxiliares, las herramientas, los materiales sobrantes y los escombros.



### **2.5.2.- LUGARES DE TRABAJO**

Los lugares de trabajo móviles o fijos situados por encima o por debajo del nivel del suelo deberán ser sólidos y estables, teniendo en cuenta:

- El número de trabajadores que los ocupen.
- Las cargas máximas que, en su caso, pueden tener que soportar, así como su distribución y posibles empujes laterales.

En el caso de que el soporte y otros elementos de estos lugares de trabajo no poseyeran una estabilidad intrínseca, se deberá garantizar su estabilidad mediante elementos de fijación apropiados y seguros, con el fin de evitar cualquier desplazamiento intempestivo o involuntario del conjunto o parte del mismo.

La estabilidad y solidez indicadas deberán verificarse periódicamente y, en particular, después de cualquier modificación de la altura o de la profundidad del lugar de trabajo.

### **2.5.3.- ZONAS DE ESPECIAL RIESGO**

Las zonas de la obra que entrañen riesgos especiales, tales como almacenes de combustible, centros de transformación, montaje elementos prefabricados pesados, trabajos en altura, etc., deberán estar equipadas con dispositivos que eviten que los trabajadores no autorizados puedan penetrar en las mismas.

Se deberán tomar las medidas pertinentes para proteger a los trabajadores autorizados a penetrar en las zonas de peligro y podrán acceder a las zonas o recintos de riesgo grave y específico sólo aquellos trabajadores que hayan recibido información adecuada.

### **2.5.4.- ZONAS DE TRÁNSITO, COMUNICACIÓN Y VÍAS DE CIRCULACIÓN**

Las zonas de tránsito y vías de circulación de la obra, incluidas las escaleras y las escalas fijas, deberán estar calculados, situados, acondicionados y preparados para su uso, de tal manera que se puedan utilizar con facilidad, con toda seguridad y conforme al uso al que se las haya destinado.

Se procurará no cargar los pisos o plataformas de trabajo más que en la medida de lo indispensable para la ejecución de los trabajos, procediendo a la elevación de los materiales de acuerdo con estas necesidades.

Todas aquellas zonas que se queden sin protección estarán condenadas para evitar acercamientos peligrosos. Y ello, con la debida señalización.

### **2.5.5.- ORDEN Y LIMPIEZA EN LA OBRA**

Las vías de circulación interna, las zonas de tránsito y los locales y lugares de trabajo, así como los servicios de higiene y bienestar de los trabajadores, deberán mantenerse siempre en buen estado de salubridad e higiene, para lo que se realizarán las limpiezas necesarias.

Los suelos de las zonas de tránsito, así como los de los locales, deberán estar siempre libres de obstáculos, protuberancias, agujeros, elementos punzantes o cortantes, sustancias resbaladizas y, en general, de cualquier elemento que pueda ser causa de riesgo para la salud y seguridad de los trabajadores.

En los locales y las zonas de tránsito susceptibles de producir gran cantidad de polvo, la limpieza se efectuará por medios húmedos, o bien limpieza para los primeros.

Todos los locales deberán someterse a una limpieza periódica, con la frecuencia necesaria.

Cuando el trabajo sea continuo se extremarán las precauciones para evitar efectos desagradables o nocivos del polvo y residuos y los entorpecimientos que la misma limpieza pueda causar en el trabajo.

### **2.5.6.- IZADO DE CARGAS**

#### *Condiciones Previas*

Deberá evitarse el paso de personas bajo cargas en suspensión y, siempre que sea posible, deberá acotarse la zona de izado de las cargas.

Para la elevación de puntales, tablonés, etc., y materiales de similares características, se realizará un previo atado de las piezas para impedir que puedan deslizarse y, por tanto, caerse piezas del conjunto de la carga.



### **Condiciones durante los trabajos**

Los operarios que deban recoger las cargas en alto deberán usar cinturón de seguridad, salvo que existan barandillas de seguridad que protejan el hueco. En cualquier caso, como medida complementaria, el operario podrá usar alargaderas que le faciliten el acercamiento de las cargas, si bien su longitud deberá quedar limitada para evitar caídas al vacío.

## **2.6.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN**

### **2.6.1.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA**

#### **Generalidades**

Los personales o individuales. La protección personal no dispensa en ningún caso de la obligación de emplear los sistemas de tipo colectivo.

En cuanto a los colectivos, se preferirán las protecciones de tipo preventivo (las que eliminan los riesgos) sobre las de protección (las que no evitan el riesgo, pero disminuyen o reducen los daños del accidente).

#### **Mantenimiento**

Los medios de protección, una vez colocados en obra, deberán ser revisados periódicamente y antes del inicio de cada jornada, para comprobar su efectividad.

**Protección de huecos, excavaciones, bordes de taludes, zonas perimetrales en altura de elementos estructurales en ejecución (tableros, losas...) y asimilables.**

En todas aquellas zonas en las que existan huecos y no sea necesario el acceso y circulación de personas, para la ejecución de los trabajos en altura, hasta tanto no se eviten las situaciones de riesgo, se condenará el acceso a tales áreas mediante señalización y delimitación física.

Los huecos existentes en las losas de estructuras, mientras no se coloquen las protecciones definitivas, se podrán cubrir mediante los sistemas de barandillas, mallazos..., con las condiciones que, con carácter de mínimo, se indican.

Los sistemas de mallazos metálicos se sujetarán al paramento de forma que no se puedan retirar con facilidad. Estarán bien tensados.

Se acondicionarán todas las entradas y accesos a propiedades particulares de forma que se garantice la absoluta seguridad del personal y vehículos que pudieran hacer uso de las mismas, mediante pasarelas de resistencia y anchura suficiente para el paso de vehículos y se dispondrán barandillas laterales de protección.

#### **Líneas de vida y anclajes para cinturones y/o arneses de Seguridad y Salud**

La previsión de uso de cinturones de seguridad implicará la simultánea definición de puntos y sistema de anclaje de los mismos. En ningún momento, durante la obra, se improvisará sobre lugares y sistemas de dichos anclajes.

El lugar de colocación de los puntos de anclaje se realizará procurando que la longitud de la cuerda salvavidas del cinturón cubra la distancia más corta posible. Los puntos de anclaje serán capaces de resistir las tensiones o tirones a que pueda ser sometido en cada caso el cinturón, sin desprenderse.

Antes de cada utilización se vigilarán sus condiciones de conservación.

#### **Balizamiento**

Empleo de malla o cinta de balizamiento para delimitar zonas conflictivas y de acceso restringido.

#### **Topes de desplazamiento de vehículos**

Para las paralizaciones de emergencia, en paradas en rampas pronunciadas y durante las reparaciones y mantenimientos.

#### **Topes limitadores de avance**

Se dispondrán topes de limitadores de avance en retroceso guardándose una distancia de seguridad de 2m al borde de excavación durante el vertido de tierras, hormigón etc. en cortes o excavaciones del terreno.



### ***Riegos de agua***

Para mantener la vía de servicio y caminos de obra en buenas condiciones de uso, así como para la eliminación del polvo.

### ***Barrido de la zona de trabajo***

Para la eliminación de gravillas y partículas sueltas, para evitar riesgos de derrapes y proyecciones de partículas a los vehículos que transitan por la obra.

### ***Interruptores diferenciales***

En cuadros y máquinas eléctricas.

### ***Puesta a tierra***

En cuadros y máquinas eléctricas (excepto máquinas de doble aislamiento).

### ***Carcasas de protección***

Para poleas, piñones de engranajes, transmisiones, etc.

### ***Extintores***

Serán de polvo polivalente, anhídrido carbónico y de agua a presión pulverizada, revisándose periódicamente, como máximo cada 6 meses.

## **2.6.2.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL O INDIVIDUAL (EPI'S)**

### ***Generalidades***

Solo podrán disponerse en obra y ponerse en servicio los E.P.I. que garanticen la salud y la seguridad de los usuarios sin poner en peligro ni la salud ni la seguridad de las demás personas o bienes, cuando su mantenimiento sea adecuado y cuando se utilicen de acuerdo con su finalidad.

A los efectos de este Pliego de Condiciones se considerarán conformes a las exigencias esenciales mencionadas los E.P.I. que lleven la marca "CE" y, de acuerdo con las categorías establecidas en las disposiciones vigentes.

### ***Existencias y características***

Los E.P.I. deberán garantizar una protección adecuada contra los riesgos. Reunirán las condiciones normales de uso previsible a que estén destinados, de modo que el usuario tenga una protección apropiada y de nivel tan elevado como sea posible.

El grado de protección óptimo que se deberá tener en cuenta será aquel por encima del cual las molestias resultantes del uso del E.P.I. se opongan a su utilización efectiva mientras dure la exposición al peligro o el desarrollo normal de la actividad.

Cualquier parte de un E.P.I. que esté en contacto o que pueda entrar en contacto con el usuario durante el tiempo que lo lleve estará libre de asperezas, aristas vivas, puntas salientes, etc., que puedan provocar una excesiva irritación o que puedan causar lesiones.

Los E.P.I. posibilitarán que el usuario pueda ponérselos lo más fácilmente posible en la postura adecuada y puedan mantenerse así durante el tiempo que se estime se llevarán puestos, teniendo en cuenta los factores ambientales, los gestos que se vayan a realizar y las posturas que se vayan a adoptar. Para ello, los E.P.I. se adaptarán al máximo a la morfología del usuario por cualquier medio adecuado, como pueden ser sistemas de ajuste y fijación apropiados o una variedad suficiente de tallas y números.

Los E.P.I. serán lo más ligeros posible, sin que ello perjudique a su solidez de fabricación ni obstaculice su eficacia.

Antes de la primera utilización en la obra de cualquier E.P.I. habrá de contarse con el folleto informativo elaborado y entregado obligatoriamente por el fabricante, donde se incluirá, además del nombre y la dirección del fabricante y/o de su mandatario en la Comunidad Económica Europea, toda la información útil sobre:

- Instrucciones de almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, revisión y desinfección. Los productos de limpieza, mantenimiento o desinfección aconsejados por el fabricante no deberán tener, en sus condiciones de utilización, ningún efecto nocivo ni en los E.P.I. ni en el usuario.



- Rendimientos alcanzados en los exámenes técnicos dirigidos a la verificación de los grados o clases de protección de los E.P.I.
- Accesorios que se pueden utilizar en los E.P.I. y características de las piezas de repuesto adecuadas.
- Clases de protección adecuadas a los diferentes niveles de riesgo y límites de uso correspondientes.

## **2.7.- SERVICIOS GENERALES DE HIGIENE Y BIENESTAR**

### **2.7.1.- GENERALIDADES**

#### ***Emplazamiento, uso y permanencia en obra***

De no ser posible situar de manera fija los referidos servicios desde el inicio de la obra, se admitirá modificar con posterioridad su emplazamiento y/o características en función del proceso de ejecución de la obra, siempre que se cumplan la prescripción anterior y las demás condiciones establecidas para los mismos en el presente Pliego.

#### ***Características técnicas***

Todos los locales y servicios de higiene y bienestar serán de construcción segura y firme para evitar riesgos de desplome y los derivados de los agentes atmosféricos. Sus estructuras deberán poseer estabilidad, estanqueidad y confort apropiados al tipo de utilización y estar debidamente protegidas contra incendios.

#### ***Condiciones de Seguridad***

Para la ejecución de las distintas unidades que comprenden los locales y servicios de higiene y bienestar se observarán las mismas medidas de seguridad e higiene que las establecidas en el presente Pliego para unidades y partes de obra similares del proyecto de ejecución, disponiéndose a tal fin de iguales protecciones colectivas e individuales que las fijadas para las mismas.

#### ***Condiciones higiénicas, de confort y mantenimiento***

Los suelos, paredes y techos de los cuartos de vestuarios serán continuos, lisos e impermeables y acabados en tonos claros de modo que permitan su fácil limpieza, lavado y pintura periódicos. Asimismo, estarán constituidos por materiales que permitan la aplicación de líquidos desinfectantes o antisépticos.

Todos los elementos, aparatos y mobiliario que formen parte de los locales de servicio de higiene y bienestar estarán en todo momento en perfecto estado de funcionamiento y aptos para su utilización.

Los cerramientos verticales y horizontales o inclinados de los locales reunirán las condiciones suficientes para resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo.

Los locales y servicios de higiene y bienestar deberán mantenerse siempre en buen estado de aseo y salubridad, para lo que se realizarán las limpiezas necesarias con la frecuencia requerida, así como las reparaciones y reposiciones precisas para su adecuado funcionamiento y conservación.

### **2.7.2.- RETRETES**

Se ejecutaran letrinas para tal fin tendrán ventilación al exterior, natural o forzada. No tendrán comunicación directa con comedores, cocinas, dormitorios o cuartos vestuarios.

Las dimensiones mínimas de las cabinas serán de 1,00 m. por 1,20 m. de superficie y 2,30 m. de altura, y dispondrán de una percha.

Las puertas y ventanas impedirán totalmente la visibilidad desde el exterior y estarán provistas de cierre interior.

Se instalarán y conservarán en las debidas condiciones de desinfección, desodorización y supresión de emanaciones. Se limpiarán directamente con agua y desinfectantes, antisépticos y desodorantes y, semanalmente, con agua fuerte o similares.



### **2.7.3.- COMEDORES**

Se ha indicado anteriormente que este caso no queda prevista la instalación de comedores en la obra, no obstante si el contratista decidiera contar con los mismos deberá atender a las siguientes especificaciones.

Estarán ubicados en lugares próximos a los de trabajo, pero separados de otros locales y de focos insalubres o molestos.

Estarán provistos de mesas y asientos y dotados de vasos, platos y cubiertos para cada trabajador.

Cuando no exista cocina contigua, se instalarán hornillos o cualquiera otro sistema para que los trabajadores puedan calentar su comida.

## **2.8.- ASISTENCIA MÉDICO SANITARIA**

### **2.8.1.- SERVICIOS ASISTENCIALES**

#### ***Prestaciones generales***

El “contratista” deberá asegurar en todo momento, durante el transcurso de la obra, la prestación a todos los trabajadores que concurren en la misma de los servicios asistenciales sanitarios en materia de primeros auxilios, de asistencia médico-preventiva y de urgencia y de conservación y mejora de la salud laboral de los trabajadores.

#### ***Características de los servicios***

Los servicios médicos, preventivos y asistenciales deberán reunir las características establecidas por las disposiciones vigentes sobre la materia. En este caso Pucará carece de posta médica, pero en la comunidad contigua, Chaupirume, si la hay.

#### ***Accidentes***

El contratista deberá estar al corriente en todo momento, durante la ejecución de la obra, de sus obligaciones en materia de Seguridad Social y salud laboral de los trabajadores, de acuerdo con las disposiciones vigentes, debiendo acreditar documentalmente el cumplimiento de tales obligaciones cuando le sea requerido por el responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud

En el Plan de Seguridad y Salud deberá detallarse el centro o los centros asistenciales más próximos a la obra, donde podrán ser atendidos los trabajadores en caso de accidente. Será en la comunidad próxima de Chaupirume.

En caso de accidentes habrán de cursarse los partes correspondientes según las disposiciones vigentes, debiendo facilitar el contratista al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud una copia de los mismos y cuantos datos e informaciones complementarias le fuesen recabados por el propio responsable.

En caso de accidente, el contratista habrá de asegurar la investigación del mismo, para precisar su causa y forma en que se produjo y proponer las medidas oportunas para evitar su repetición. Los datos obtenidos como resultado del estudio reseñado serán proporcionados al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud.

### **2.8.2.- MEDICINA PREVENTIVA**

#### ***Reconocimientos médicos***

El contratista deberá velar por la vigilancia periódica del estado de salud laboral de los trabajadores, mediante los reconocimientos médicos o pruebas exigibles conforme a la normativa vigente, tanto en lo que se refiere a los que preceptivamente hayan de efectuarse con carácter previo al inicio de sus actividades como a los que se deban repetir posteriormente.

Los trabajadores deberán ser informados por el contratista, con carácter previo al inicio de sus actividades, de la necesidad de efectuar los controles médicos obligatorios.



Quedarán totalmente garantizada la confidencialidad de los datos personales a través de la custodia y archivo de los historiales médicos de los trabajadores a los que se realicen reconocimientos médicos, impidiendo el acceso a los mismos a personas no autorizadas.

Según sea el facultativo que realice el reconocimiento médico, éste dará traslado sobre la aptitud del trabajador para el puesto al responsable administrativo del Contratista como asimismo al Técnico de Prevención de la obra. Para ello, el facultativo emitirá su propio informe.

### **2.8.3.- BOTIQUÍN DE OBRA**

Se dispondrá de un botiquín principal con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente o lesión. El botiquín se situará en lugar bien visible de la obra y convenientemente señalado. En caso de que éste quede alejado de algunos puntos de la obra, se dispondrá de varios botiquines portátiles de manera que queden satisfechas las necesidades de los trabajadores.

Se hará cargo del botiquín, por designación del contratista, la persona más capacitada, que deberá haber seguido con aprovechamiento cursos de primeros auxilios y socorrismo. La mencionada persona será la encargada del mantenimiento y reposición del contenido del botiquín, que será sometido, para ello, a una revisión semanal y a la reposición de lo necesario, en orden al consumo y caducidad de los medicamentos.

El botiquín habrá de estar protegido del exterior y colocado en lugar acondicionado y provisto de cierre hermético que evite la entrada de agua y humedad. Contará, asimismo, con compartimentos o cajones debidamente señalizados en función de sus indicaciones, serán colocados de forma diferenciada, en cada uno de los compartimentos, los medicamentos que tienen una acción determinada sobre los componentes de cada aparato orgánico o acción terapéutica común.

El contenido mínimo del botiquín será el siguiente:

- Agua Oxigenada.
- Alcohol de 96°
- Tintura de yodo
- Gasa Estéril.

- Algodón hidrófilo.
- Apósitos autoadhesivos
- Vendas.
- Esparadrapo
- Analgésicos
- Tónicos cardíacos de urgencia.
- Torniquetes.
- Guantes esterilizados.
- Jeringuillas desechables.
- Termómetro clínico.
- Pinzas.
- Tijeras.
- Manual de primeros auxilios.

En su caso, si la persona a su cargo es titulada sanitaria los demás medios indicados en la legislación vigente al respecto.

Las condiciones de los medicamentos y material de cura incluido el botiquín, habrán de estar en todo momento adecuadas a los fines que han de servir, y el material será de fácil acceso, prestándose especial vigilancia a la fecha de caducidad de los medicamentos, a efectos de su sustitución cuando proceda.

En el interior del botiquín figurarán escritas las normas básicas a seguir para primeros auxilios, conducta a seguir ante un accidentado, curas de urgencia, principios de reanimación y formas de actuar ante heridas, hemorragias, fracturas, picaduras, quemaduras, etc.

### **2.8.4.- NORMAS SOBRE PRIMEROS AUXILIOS**

Con base en el análisis previo de las posibles situaciones de emergencia y accidentes que puedan originarse por las circunstancias de toda índole que concurran en la obra, el contratista deberá asegurar el diseño y el establecimiento de las normas sobre primeros auxilios y socorrismo que habrán de observarse por quienes tengan asignado el cometido de su puesta en práctica.



Las normas sobre primeros auxilios habrán de estar encaminadas a realizar el rescate y/o primera cura de los operarios accidentados, a evitar en lo posible las complicaciones posteriores y a salvar la vida de los sujetos.

Para dotar de la mayor eficacia posible a las normas que se establezcan para primeros auxilios, éstas habrán de elaborarse de manera que cumplan los siguientes requisitos: simplicidad y exactitud técnica, facilidad de comprensión y aplicación rápida y fácil, sin necesidad de medios complicados.

En las normas a establecer sobre primeros auxilios deberán recogerse los modos de actuación y las conductas a seguir ante un accidentado para casos de rescate de heridos que queden aprisionados, pérdidas del conocimiento, asfixia, heridas, hemorragias, quemaduras, electrocución, contusiones, fracturas, picaduras y mordeduras. Se especificará, para cada caso concreto: forma de manejar al herido, traslados del accidentado, posiciones convenientes, principios de reanimación y métodos de respiración artificial, primeras curas a realizar, fármacos o bebidas que deben, o no, administrarse, etc.

#### **2.8.5.- PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS**

En los trabajos con riesgo específico de incendio se cumplirán, además, las prescripciones impuestas por los Reglamentos y normas técnicas generales o especiales, así como las preceptuadas por las correspondientes ordenanzas municipales.

Se deberá prever en obra un número suficiente de dispositivos apropiados de lucha contra incendios y en función de las características de la obra, dimensiones y usos de los locales y equipos que contenga, características físicas y químicas de las sustancias materiales que se hallen presentes y número máximo de personal que pueda hallarse en los lugares de trabajo.

#### ***Uso del agua***

En incendios que afecten a instalaciones eléctricas con tensión, se prohibirá el empleo de extintores con espuma química, soda ácida o agua.

#### ***Extintores portátiles***

En la proximidad de los puestos de trabajo con mayor riesgo de incendio y colocados en sitio visible y de fácil acceso, se dispondrán extintores portátiles o móviles, de espuma física o química, mezcla de ambas o polvos secos, anhídrido carbónico o agua, según convenga a la posible causa determinante del fuego a extinguir.

Cuando se empleen distintos tipos de extintores serán rotulados con carteles indicadores del lugar y clase de incendio en que deben emplearse.

Los extintores serán revisados periódicamente y cargados, según los fabricantes, inmediatamente después de usarlos. Esta tarea será realizada por empresas autorizadas.

#### ***Prohibiciones***

En las dependencias y lugares de trabajo con alto riesgo de incendio se prohibirá terminantemente fumar o introducir cerillas, mecheros o útiles de ignición. Esta prohibición se indicará con carteles visibles a la entrada y en los espacios libres de tales lugares o dependencias.

Se prohibirá igualmente al personal introducir o emplear útiles de trabajo no autorizados por la empresa y que puedan ocasionar chispas por contacto o proximidad a sustancias inflamables.

### **2.9.- PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD**

El “Contratista” está obligado a redactar un Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el Estudio de Seguridad y Salud, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el Contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrá implicar la disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio.

La propuesta de alternativas de los Planes de Seguridad y Salud respecto al Estudio, incluirán la valoración económica de las mismas, que no podrá implicar la disminución del importe total, ni de los niveles de protección contenidos en el Estudio.



Dicho Plan, antes del inicio de la obra, con el correspondiente informe del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, se elevará para su aprobación a la Administración pública que ha adjudicado la obra.

El Plan de Seguridad y Salud estará a disposición permanente de quienes intervengan en la ejecución de la obra y en particular de la dirección facultativa.

## **2.10.- SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL Y DE TODO RIESGO**

Será preceptivo en la obra, que los Técnicos responsables dispongan de cobertura en materia de responsabilidad civil profesional. Asimismo el Contratista debe disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como instructor por los daños a terceras personas de los que pueda resultar responsabilidad civil extracontractual en su cargo, por hechos nacidos de culpa o negligencia, imputables al mismo o a las personas de las que debe responder. Se entiende que esta responsabilidad civil debe ampliarla al campo de la responsabilidad civil patronal.

## **2.11.- VALORACIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN**

La valoración de la eficacia de las medidas preventivas en obra, a juicio del proyectista, y una vez analizados los riesgos y estudiadas dichas medidas y normas de seguridad a seguir durante la ejecución de los trabajos para la eliminación de los riesgos evitables y la reducción de los no evitables, desarrolladas en el presente Estudio de Seguridad y Salud, resulta óptima, reduciéndose el riesgo de accidente en un 90%.

Cajamarca, Junio de 2011

PABLO AYERBE CARRERA

PABLO AYERBE CARRERA



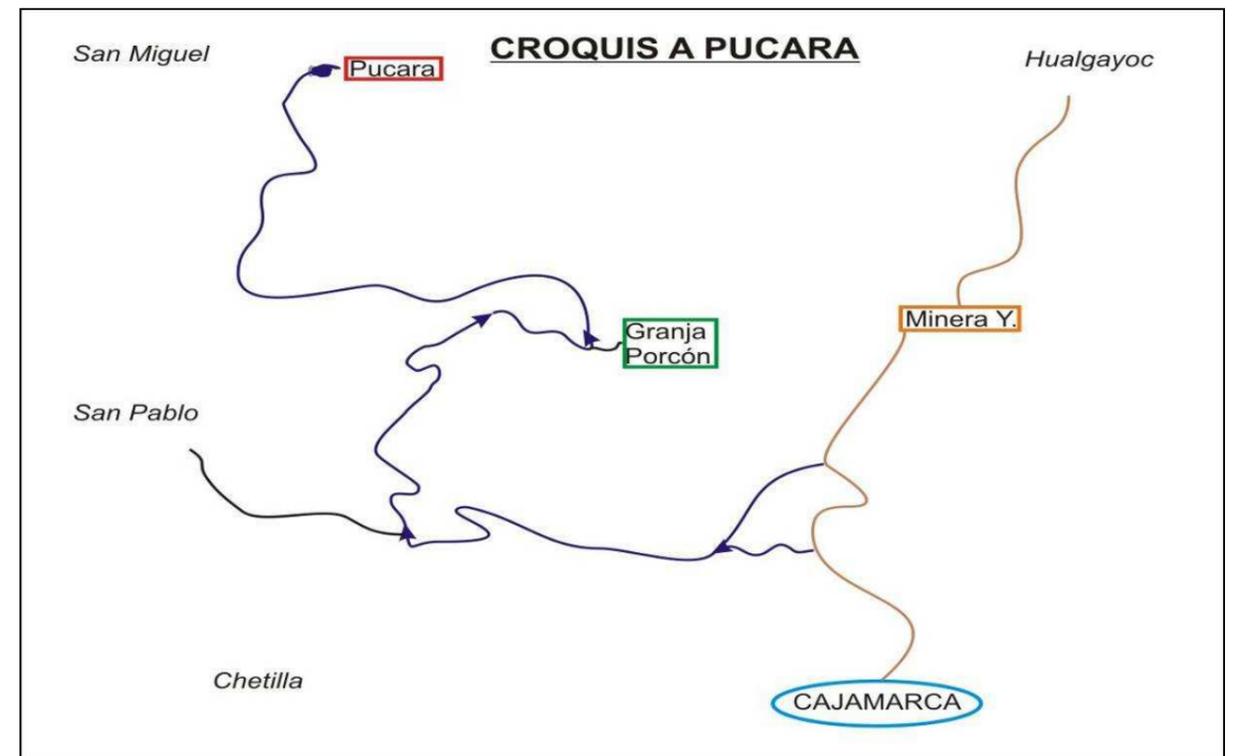
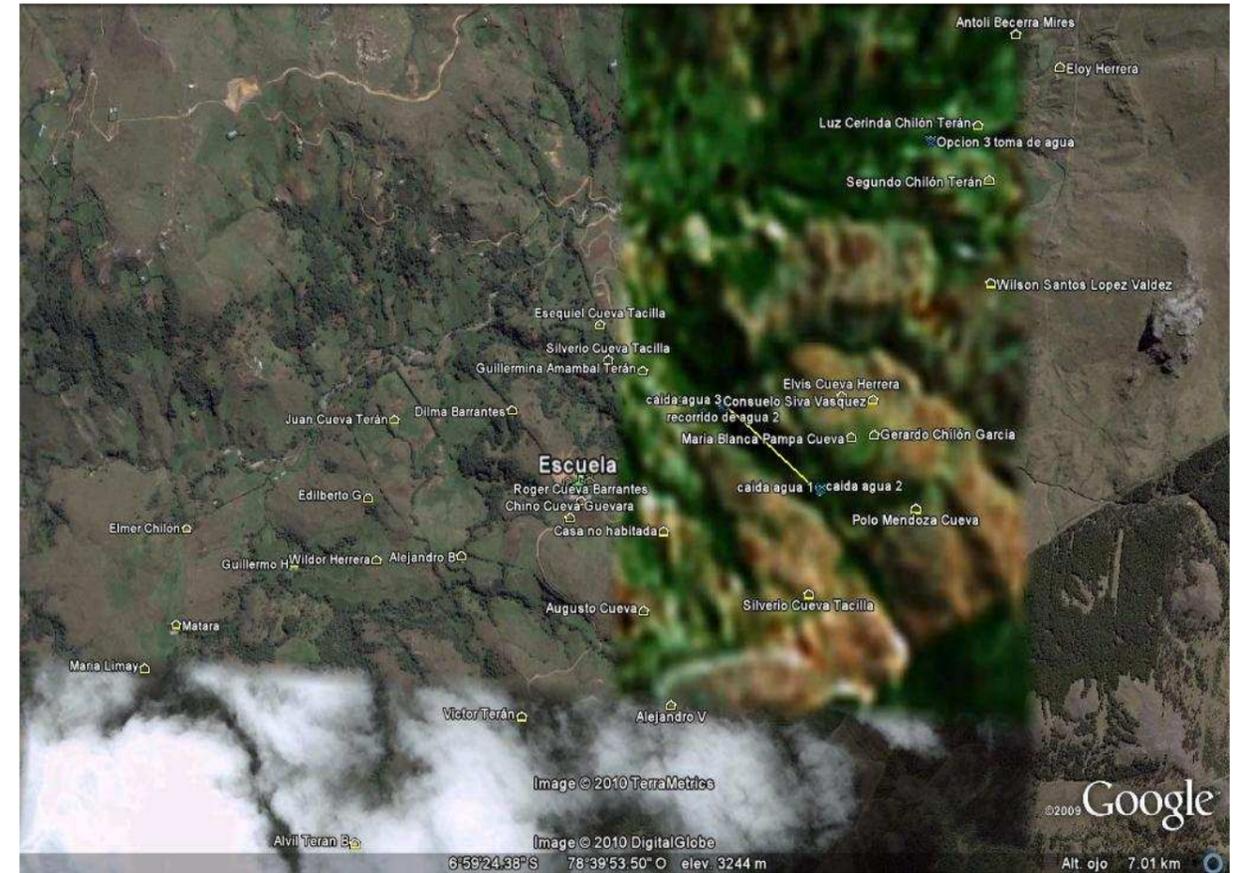
# ANEXO 8: FOTOGRÁFICO



Fuente: Plan de Acondicionamiento Territorial de la Provincia de San Pablo



# PROYECTO DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ





VISTA DE PUCARÁ



CON INSTRUMENTOS, GPS Y NIVEL



REUNION CON LA COMUNIDAD – FIRMA DEL LIBRO DE ACTAS



EQUIPO DE TRABAJO



REUNIÓN



ZONA DE LA CAPTACIÓN



MEDICIÓN DEL CAUDAL



TRABAJOS DE DESBROCE



TRAZO DEL CANAL CON NIVEL



EXCAVACIÓN DE LA ZANJA DEL CANAL DE CONDUCCIÓN



ZANJA DEL CANAL DE CONDUCCIÓN



LUGAR DONDE SE CONSTRUIRÁ EL DESARENADOR



ZONA DONDE SE COLOCARÁ LA TUBERÍA DE PRESIÓN



ACOPIO DE MATERIALES



UBICACIÓN DE LA CASA DE MAQUINAS



EXCAVACIÓN DE LA UBICACIÓN DE LA CASA DE MAQUINAS



# CAPITULO IX



# PLANOS



**PLANO N°1**

- **PLANO GENERAL DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ**

**PLANO N°2**

- **PLANO GENERAL DE LA MCH DE PUCARÁ,  
CAJAMARCA, PERÚ**

**PLANO N°3**

- **PLANO DE LA CAPTACIÓN – BOCATOMA**

**PLANO N°4**

- **PLANO DEL CANAL DE CONDUCCIÓN**

**PLANO N°5**

- **PLANO DEL DESARENADOR – CÁMARA DE CARGA**

**PLANO N°6**

- **PLANO DE LA TUBERIA DE PRESIÓN**

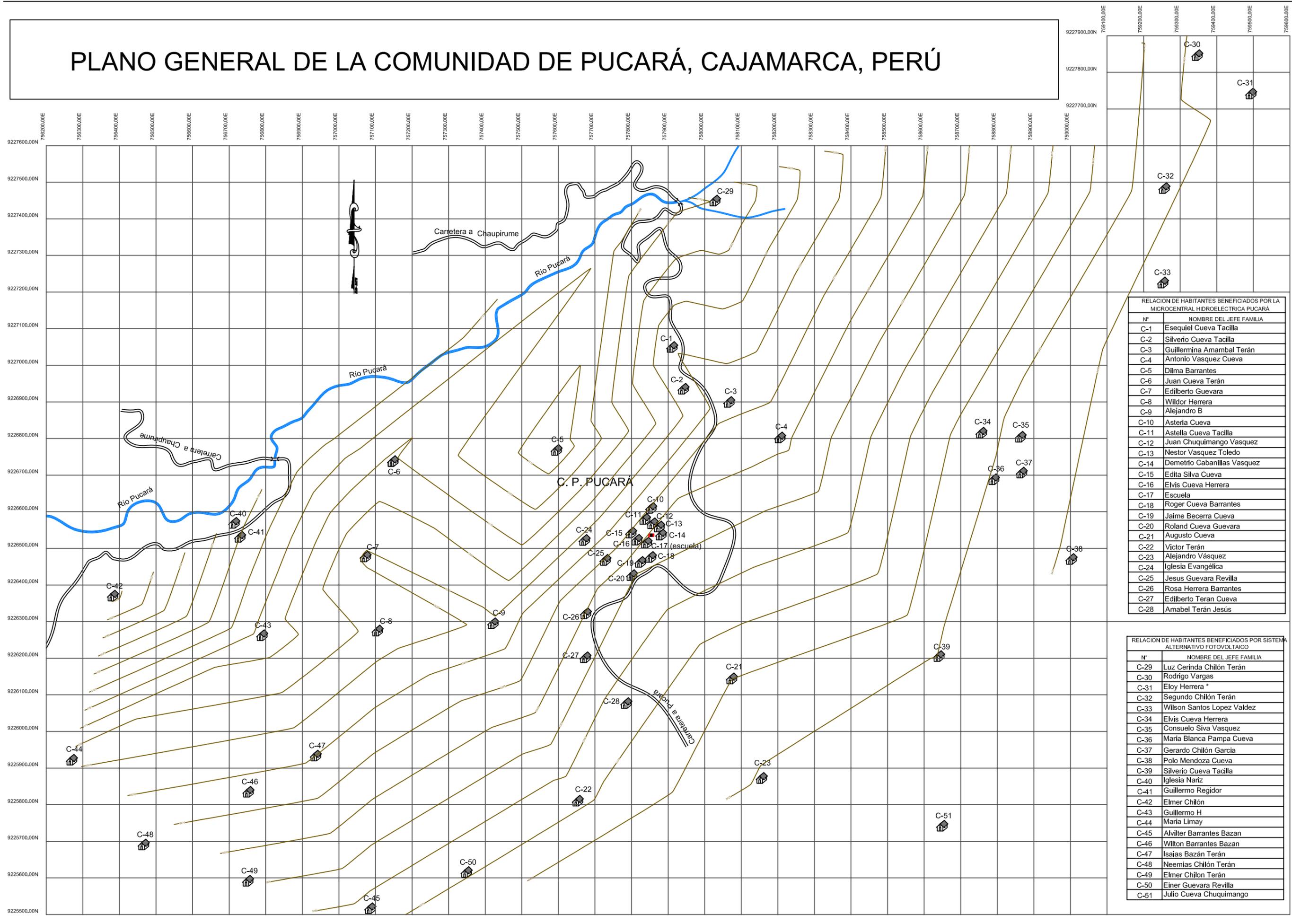
**PLANO N°7**

- **PLANO DE LA CASA DE MÁQUINAS**



**PLANO GENERAL DE PUCARÁ,  
CAJAMARCA, PERÚ**

# PLANO GENERAL DE LA COMUNIDAD DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ



RELACION DE HABITANTES BENEFICIADOS POR LA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA PUCARÁ

N°	NOMBRE DEL JEFE FAMILIA
C-1	Esequiel Cueva Tacilla
C-2	Silverio Cueva Tacilla
C-3	Guillermina Amambal Terán
C-4	Antonio Vasquez Cueva
C-5	Dilma Barrantes
C-6	Juan Cueva Terán
C-7	Edilberto Guevara
C-8	Wíldor Herrera
C-9	Alejandro B
C-10	Asteria Cueva
C-11	Astella Cueva Tacilla
C-12	Juan Chuquimango Vasquez
C-13	Nestor Vasquez Toledo
C-14	Demetrio Cabanillas Vasquez
C-15	Edita Silva Cueva
C-16	Elvis Cueva Herrera
C-17	Escuela
C-18	Roger Cueva Barrantes
C-19	Jaime Becerra Cueva
C-20	Roland Cueva Guevara
C-21	Augusto Cueva
C-22	Victor Terán
C-23	Alejandro Vásquez
C-24	Iglesia Evangélica
C-25	Jesús Guevara Revilla
C-26	Rosa Herrera Barrantes
C-27	Edilberto Terán Cueva
C-28	Amabel Terán Jesús

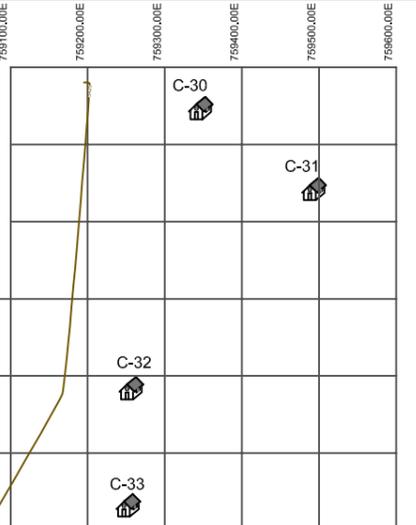
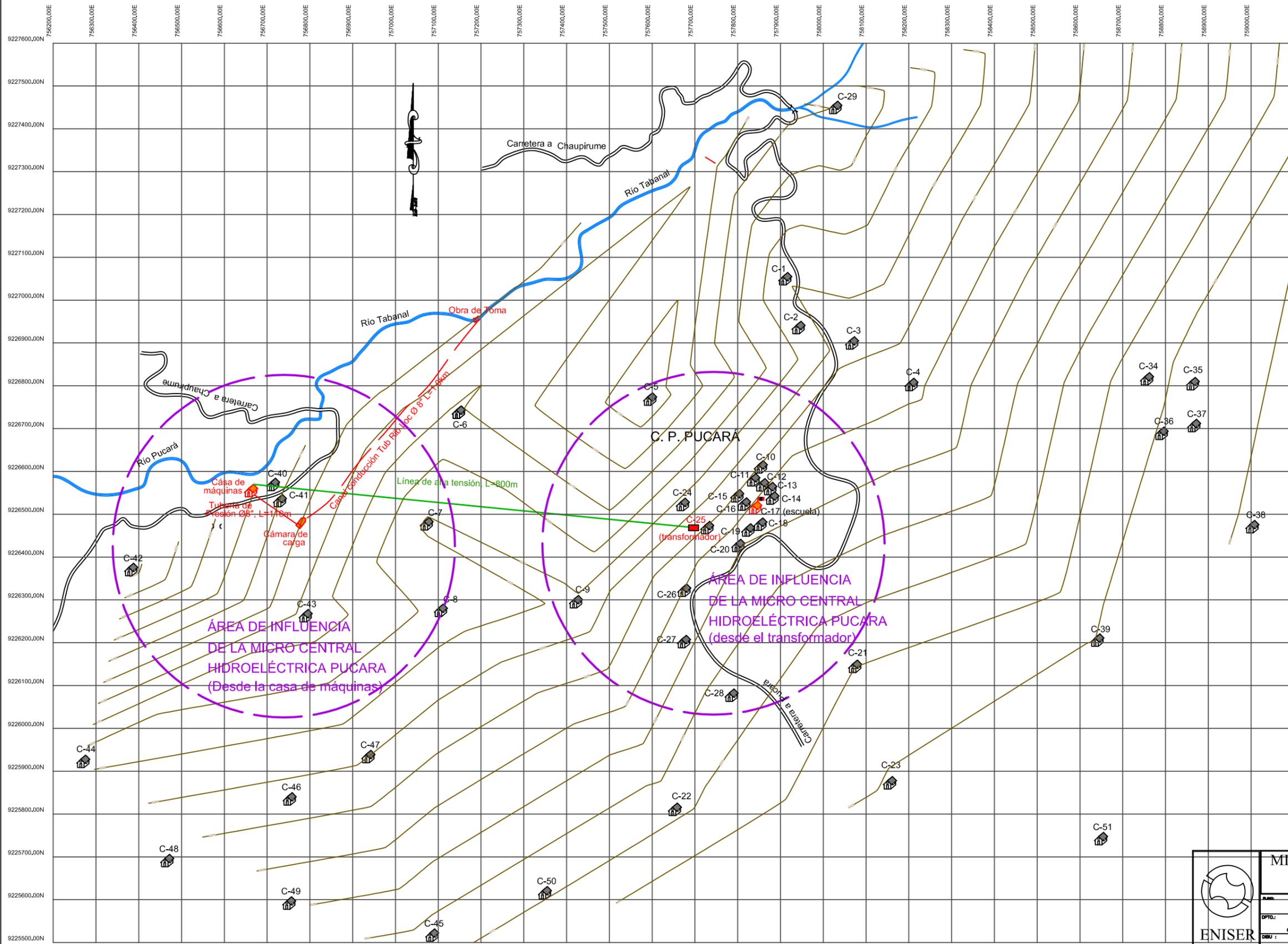
RELACION DE HABITANTES BENEFICIADOS POR SISTEMA ALTERNATIVO FOTOVOLTAICO

N°	NOMBRE DEL JEFE FAMILIA
C-29	Luz Cerinda Chilón Terán
C-30	Rodrigo Vargas
C-31	Eloy Herrera *
C-32	Segundo Chilón Terán
C-33	Wilson Santos Lopez Valdez
C-34	Elvis Cueva Herrera
C-35	Consuelo Siva Vasquez
C-36	María Blanca Pampa Cueva
C-37	Gerardo Chilón García
C-38	Polo Mendoza Cueva
C-39	Silverio Cueva Tacilla
C-40	Iglesia Nariç
C-41	Guillermo Regidor
C-42	Elmer Chilón
C-43	Guillermo H
C-44	María Limay
C-45	Alviter Barrantes Bazan
C-46	Wilton Barrantes Bazan
C-47	Isaias Bazán Terán
C-48	Neemias Chilón Terán
C-49	Elmer Chilon Terán
C-50	Einer Guevara Revilla
C-51	Julio Cueva Chuquimango



# **PLANO GENERAL DE LA MCH PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ**

# PLANO TOPOGRAFICOS & ESQUEMA DE LA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA DEL CENTRO POBLADO PUCARÁ (OBRAS CIVILES)



RELACION DE HABITANTES BENEFICIADOS POR LA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA PUCARÁ

N°	NOMBRE DEL JEFE FAMILIA
C-1	Esequiel Cueva Tacilla
C-2	Silverio Cueva Tacilla
C-3	Guillermina Amambal Terán
C-4	Antonio Vasquez Cueva
C-5	Dilma Barrantes
C-6	Juan Cueva Terán
C-7	Edilberto Guevara
C-8	Wildor Herrera
C-9	Alejandro Becerra
C-10	Asteria Cueva
C-11	Astella Cueva Tacilla
C-12	Juan Chuquimango Vasquez
C-13	Nestor Vasquez Toledo
C-14	Demetrio Cabanillas Vasquez
C-15	Edita Silva Cueva
C-16	Elvis Cueva Herrera
C-17	Escuela
C-18	Roger Cueva Barrantes
C-19	Jaime Becerra Cueva
C-20	Roland Cueva Guevara
C-21	Augusto Cueva
C-22	Victor Terán
C-23	Alejandro Vasquez
C-24	Iglesia Evangélica
C-25	Jesus Guevara Revilla
C-26	Rosa Herrera Barrantes
C-27	Edilberto Teran Cueva
C-28	Amabel Terán Jesús
C-29	Luz Cerinda Chilón Terán
C-30	Rodrigo Vargas
C-31	Eloy Herrera *
C-32	Segundo Chilón Terán
C-33	Wilson Santos Lopez Valdez
C-34	Elvis Cueva Herrera
C-35	Consuelo Siva Vasquez
C-36	María Blanca Pampa Cueva
C-37	Gerardo Chilón Garcia
C-38	Polo Mendoza Cueva
C-39	Silverio Cueva Tacilla
C-40	Iglesia Naríz
C-41	Guillermo Regidor
C-42	Elmer Chilón
C-43	Guillermo H
C-44	María Limay
C-45	Alviller Barrantes Bazan
C-46	Wilton Barrantes Bazan
C-47	Isaias Bazán Terán
C-48	Neemias Chilón Terán
C-49	Elmer Chilon Terán
C-50	Einer Guevara Revilla
C-51	Julio Cueva Chuquimango



**MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA "PUCARÁ"**

PLANO TOPOGRÁFICO

DPTO.: CAJAMARCA PROV.: CAJAMARCA DIST.: SAN PABLO LOCALIDAD: PUCARÁ

DRU.: PABLO AYERBE CARRERA

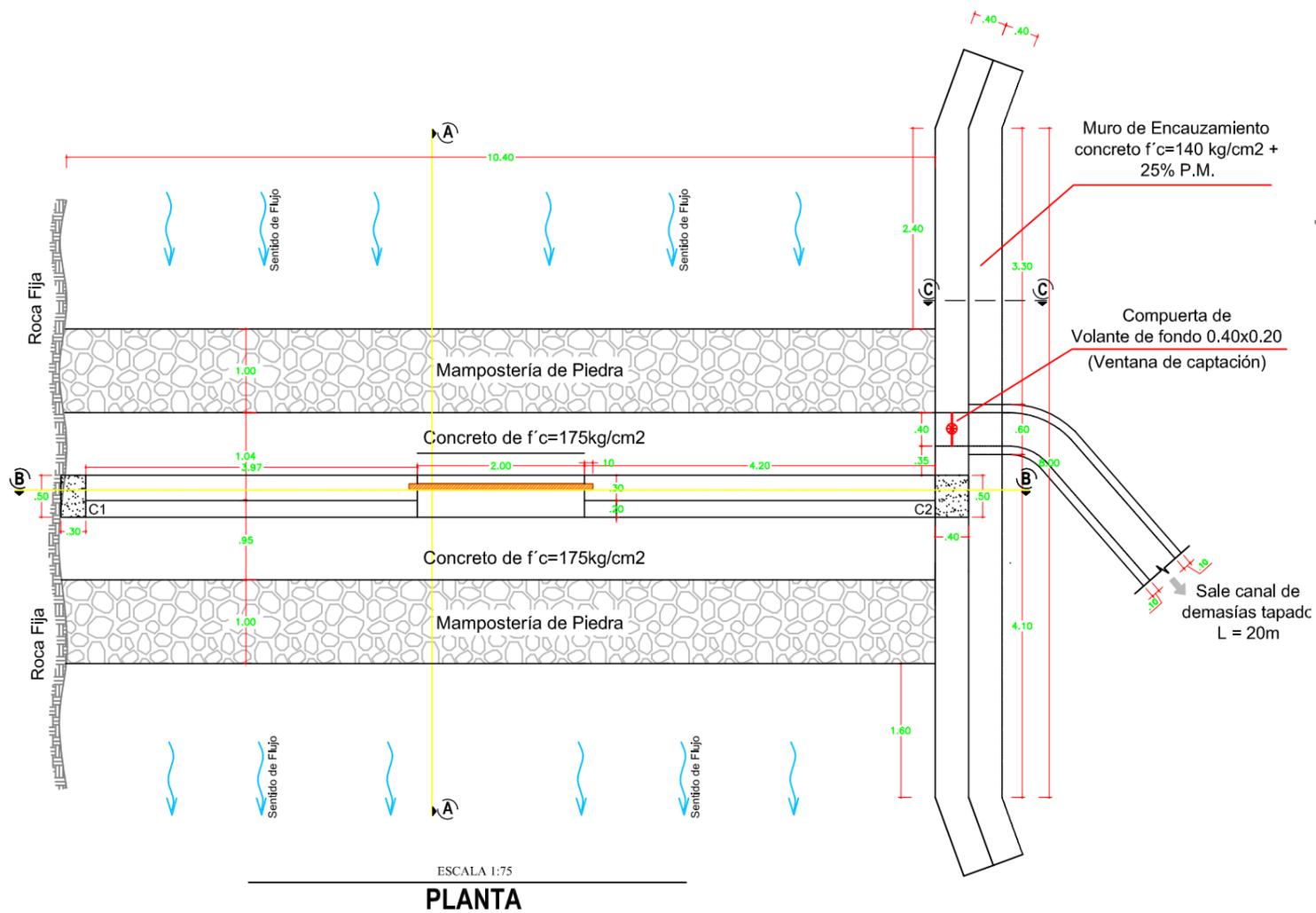
FECHA: JUNIO 2011

ESCALA: 1/7500

**01**

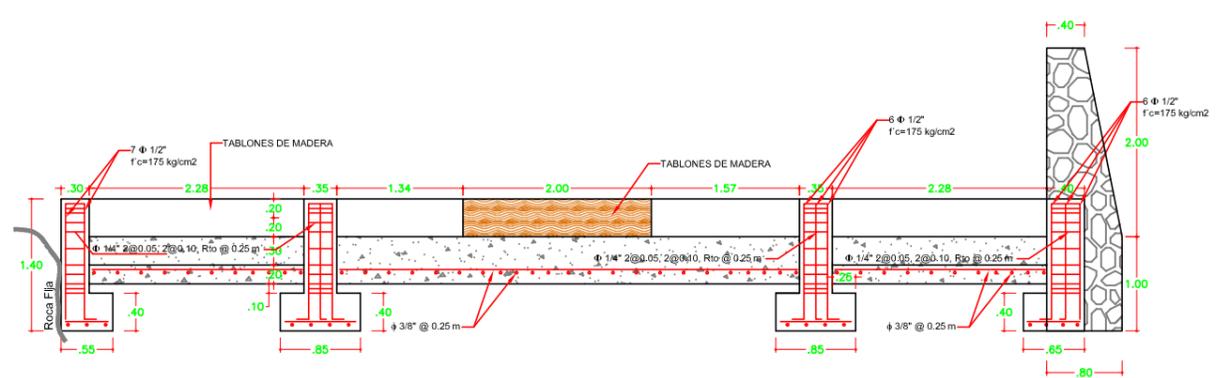


## **CAPTACION – BOCATOMA**



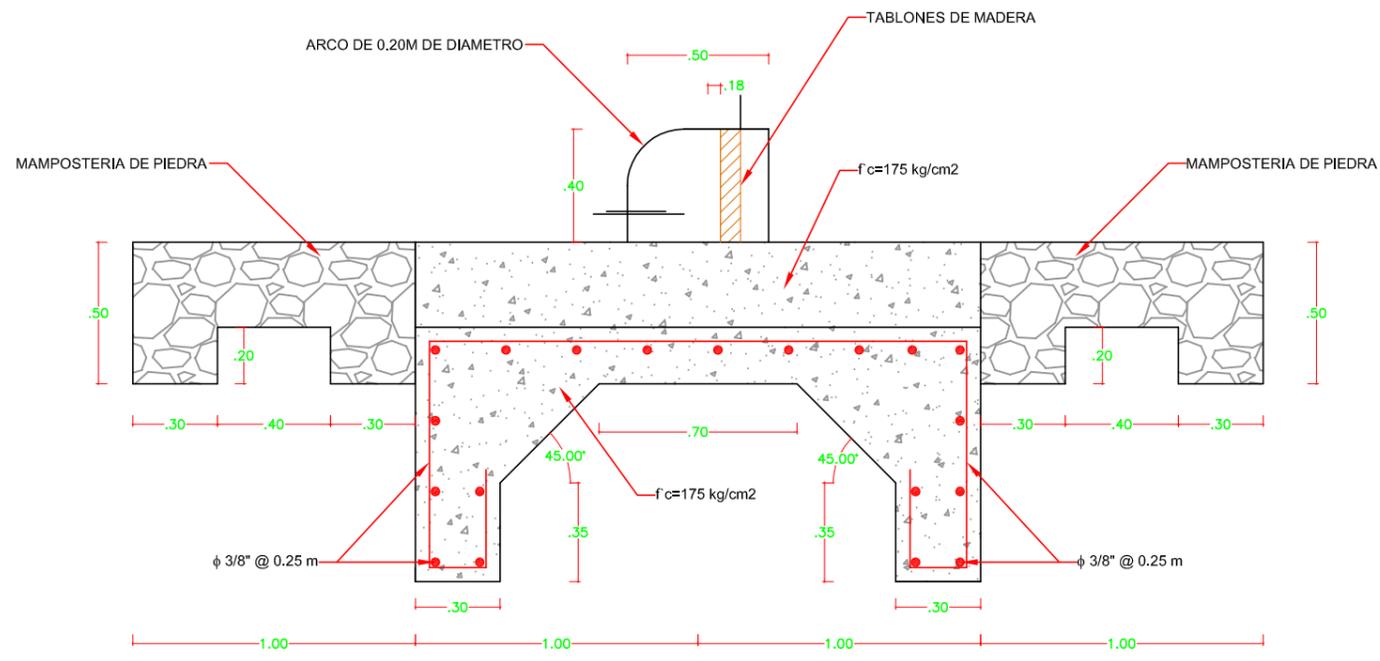
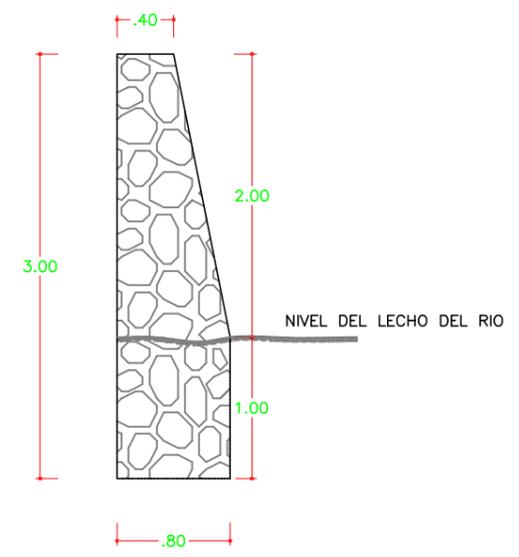
ESCALA 1:75  
**PLANTA**

ESCALA 1:100  
**CORTE A-A**



ESCALA 1:75  
**CORTE B-B**

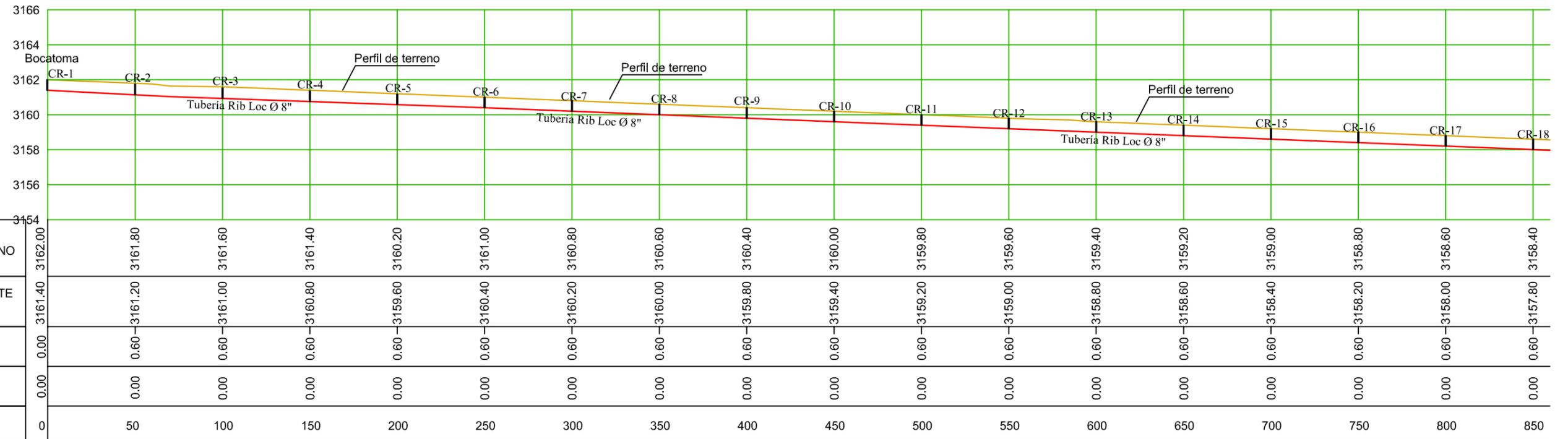
ESCALA 1:50  
**CORTE C-C**



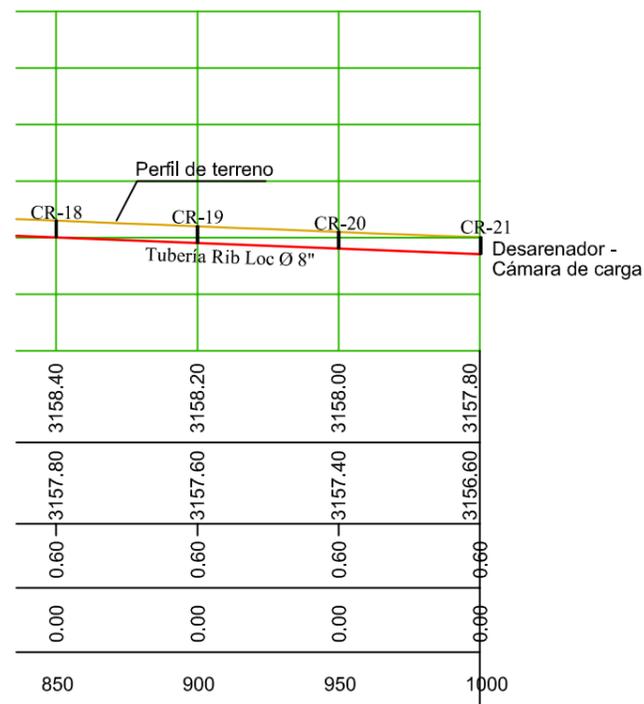
 <b>ENISER</b> PRACTICAL ACTION	<b>MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA</b>				<b>02</b>
	<b>"PUCARÁ"</b>				
	PLANO: BOCATOMA		LÁMINA		
	DPTO.: CAJAMARCA		PROV.: CAJAMARCA		
DIBU.: PABLO AYERBE CARRERA		LOCALIDAD: SAN PABLO		PUCARÁ	
FECHA: JUNIO 2011		ESC.: IND.			



## **PERFIL DEL CANAL DE CONDUCCIÓN**

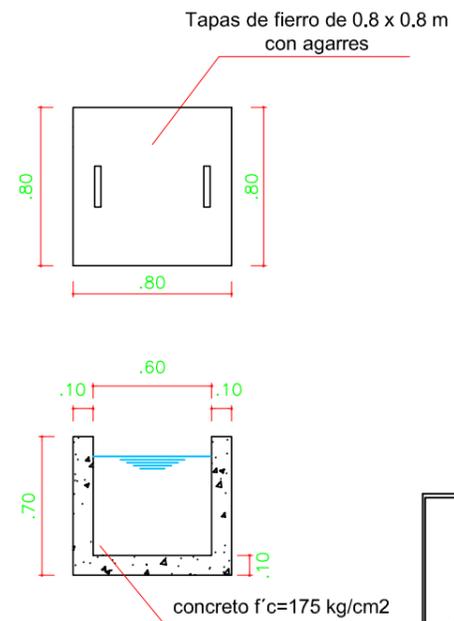


COTA TERRENO	3162.00	3161.80	3161.60	3161.40	3160.20	3161.00	3160.80	3160.60	3160.40	3160.00	3159.80	3159.60	3159.40	3159.20	3159.00	3158.80	3158.60	3158.40
COTA RASANTE	3161.40	3161.20	3161.00	3160.80	3159.60	3160.40	3160.20	3160.00	3159.80	3159.40	3159.20	3159.00	3158.80	3158.60	3158.40	3158.20	3158.00	3157.80
CORTE	0.00	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
RELLENO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DISTANCIAS	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850



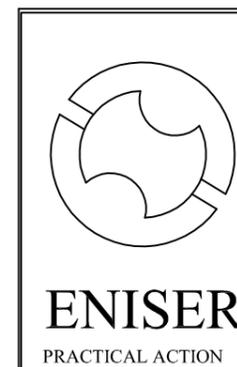
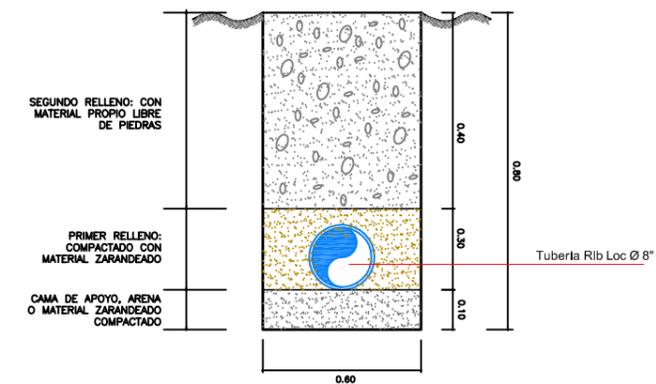
### Detalle de cajas de registro

1:100



### Sección típica de canal de conducción con tubería Rib Loc

1:50

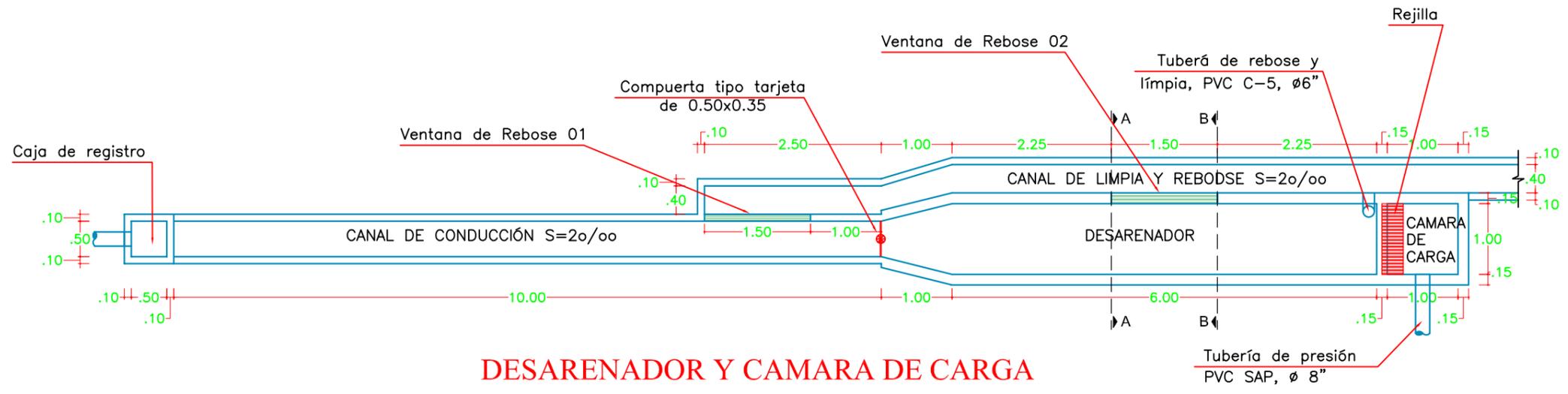


# MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA "PUCARÁ"

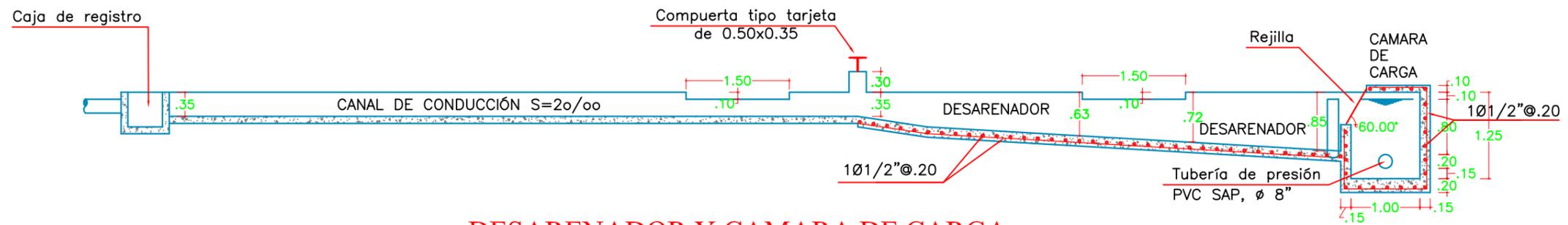
PLANO: CANAL DE CONDUCCIÓN				LÁMINA
DPTO.: CAJAMARCA	PROV.: CAJAMARCA	DIST.: SAN PABLO	LOCALIDAD: PUCARÁ	03
DIBU.: PABLO AYERBE CARRERA			FECHA: JUNIO 2011	
				IND.



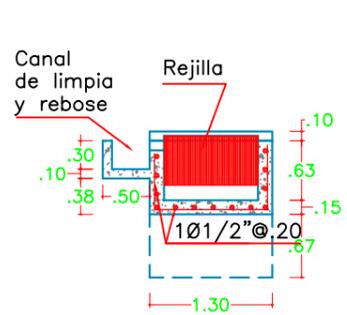
## **DESARENADOR – CÁMARA DE CARGA**



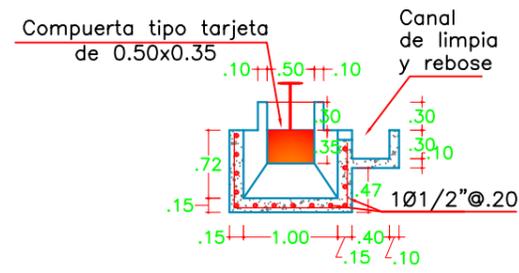
**DESARENADOR Y CAMARA DE CARGA  
PLANTA  
esc:1/75**



**DESARENADOR Y CAMARA DE CARGA  
PERFIL LONGITUDINAL  
esc:1/75**



**CORTE A-A  
esc:1/75**

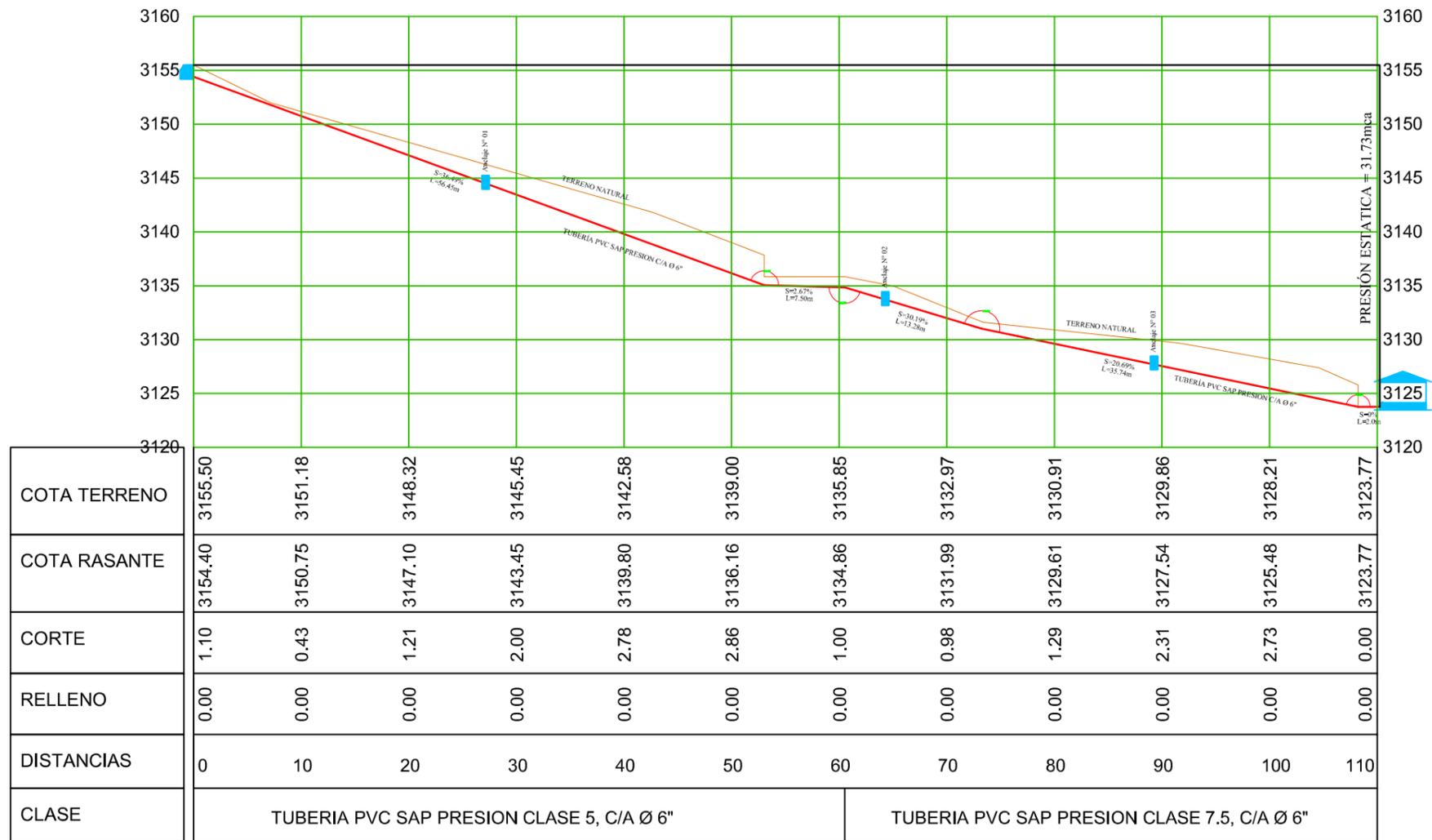


**CORTE B-B  
esc:1/75**

	MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA				<b>04</b>
	"PUCARÁ"				
	DESARENADOR - CAMARA DE CARGA				
	DPTO.: CAJAMARCA	PROV.: CAJAMARCA	DIST.: SAN PABLO	LOCALIDAD: PUCARÁ	
DIBUJ.: PABLO AYERBE CARRERA		FECHA: JUNIO 2011	ESCALA: IND.		

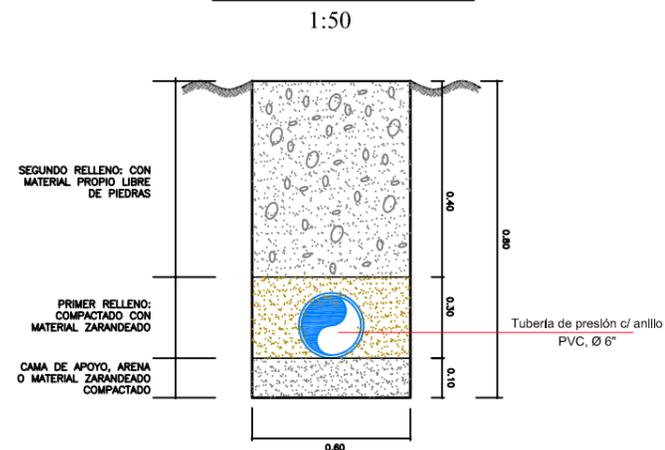


## **TUBERIA DE PRESIÓN**



## PERFIL LONGITUDINAL TUBERÍA PRESIÓN

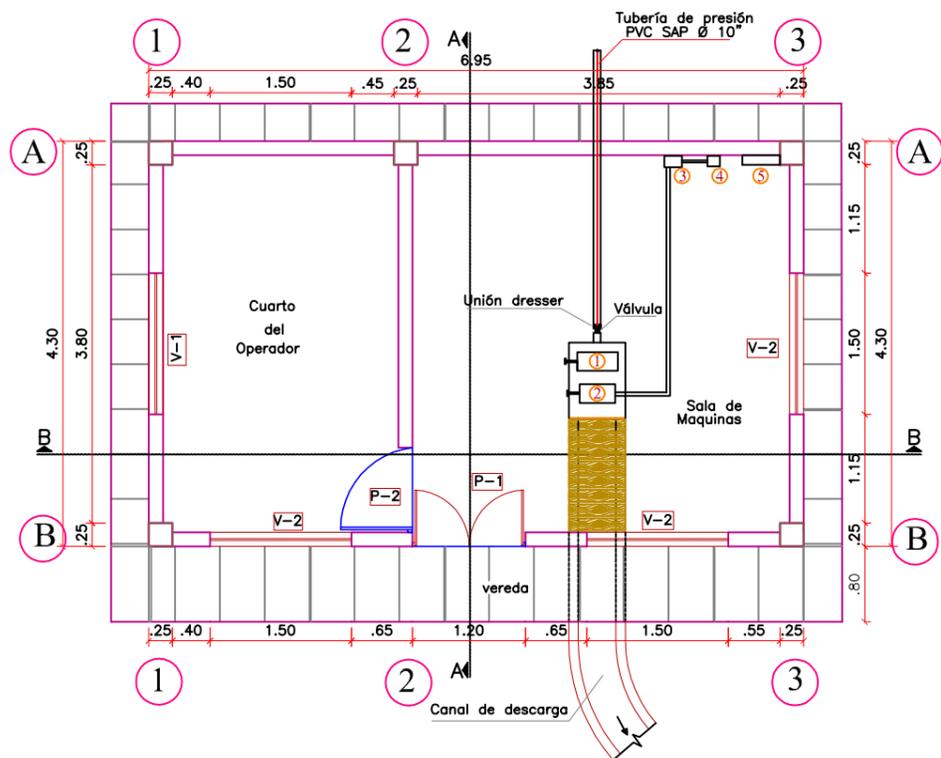
**Sección típica de canal de conducción con tubería Rib Loc**



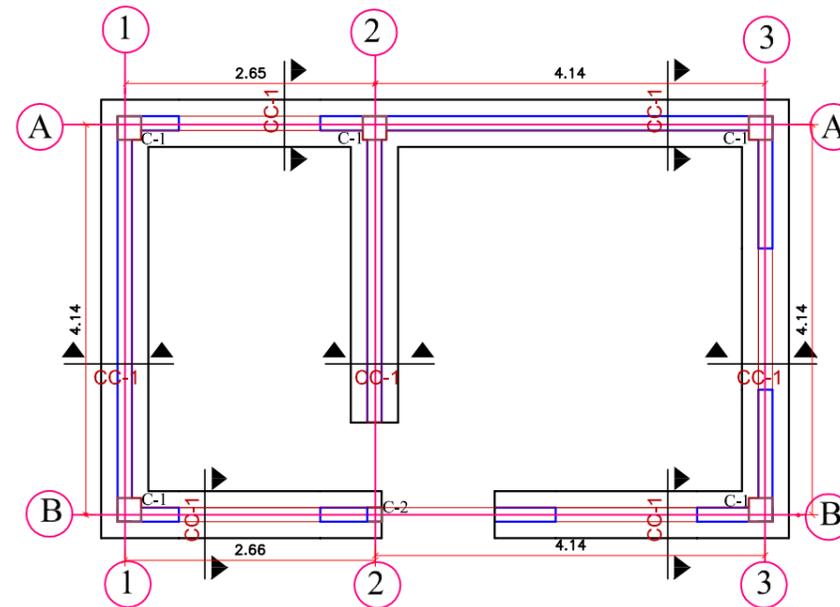
 <b>ENISER</b> PRACTICAL ACTION	MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA				05
	"PUCARÁ"				
	PLANO: TUBERÍA DE PRESIÓN				
	DPTO.: CAJAMARCA	PROV.: CAJAMARCA	DIST.: SAN PABLO	LOCALIDAD: PUCARÁ	
DIBU.: PABLO AYERBE CARRERA			FECHA: JUNIO 2011	ESC.: IND.	



## **CASA DE MÁQUINAS**



PLANO EN PLANTA  
Escala: 1/75



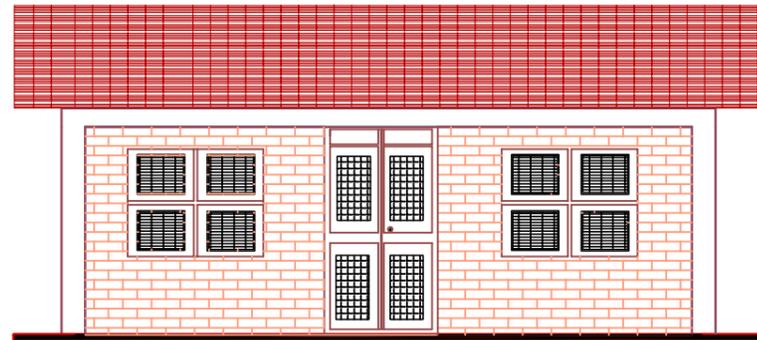
PLANO CIMENTACIÓN  
Escala: 1/75

CUADRO DE VANOS

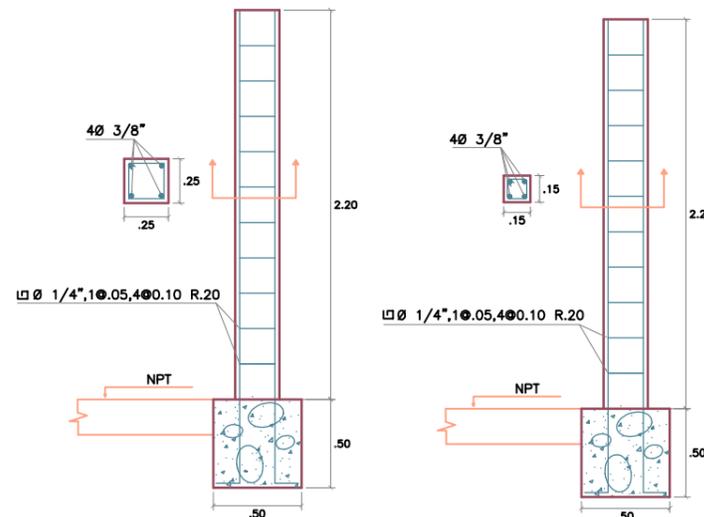
TIPO	ALFEIZAR	ANCHO	ALTO
P-1		1.2	2.2
P-2		0.9	2.2
V-1	1.60	1.5	0.6
V-2	1.00	1.5	1.2

LEYENDA

ITEM	DESCRIPCION
1	Turbina
2	Generador
3	Regulador
4	Carga secund.
5	Tablero

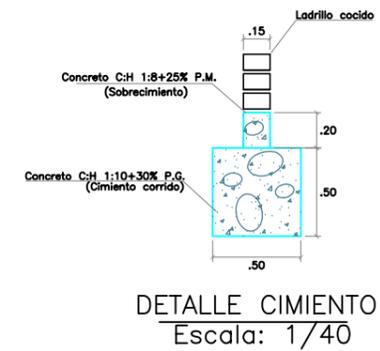


ELEVACION PRINCIPAL  
Escala: 1/75

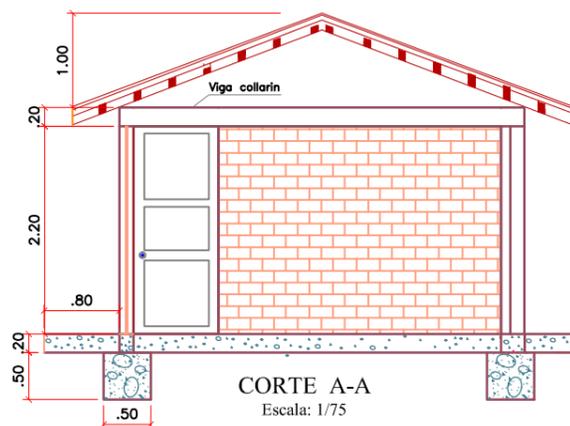


DETALLE DE C-1  
Escala: 1/40

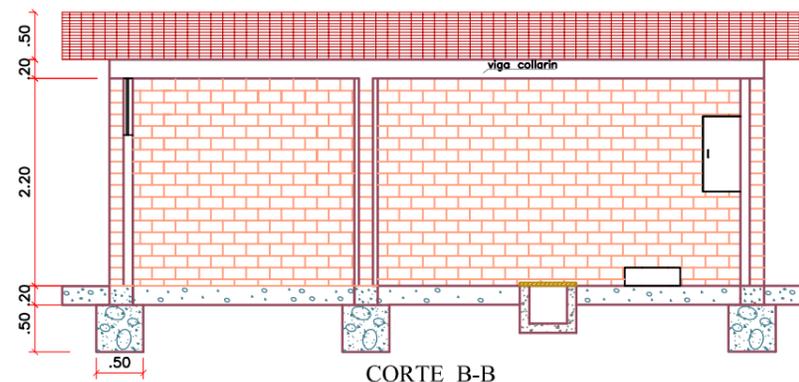
DETALLE DE C-2  
Escala: 1/40



DETALLE CIMIENTO  
Escala: 1/40



CORTE A-A  
Escala: 1/75



CORTE B-B  
Escala: 1/75

<p>ENISER PRACTICAL ACTION</p>	<b>MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA</b>				<b>LÁMINA</b>  <b>06</b>	
	<b>"PUCARÁ"</b>					
	PLANO: <b>CASETA DE MAQUINAS</b>					
	DPTO.: CAJAMARCA	PROV.: SAN PABLO	DIST.: TUMBADÉN	LOCALIDAD: PUCARÁ		
	DIBU.: PABLO AYERBE CARRERA		FECHA: ABRIL 2011			ESC.: IND.



# CAPITULO X



# MEDICIÓN Y PRESUPUESTO



# 1.- MEDICIÓN

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO																														
<b>1.00</b>	<b>BOCATOMA</b>																																
<b>1.01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>																																
1.01.01	TRAZO Y REPALNTEO	M2	41,6																														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Largo (m)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Alto (m)</th> <th>Parcial (m2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>10,4</td> <td>4</td> <td></td> <td>41,6</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">total</td> <td>41,6</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)		1	10,4	4		41,6	total					41,6														
Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)																												
	1	10,4	4		41,6																												
total					41,6																												
1.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	41,6																														
<b>1.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>																																
1.02.01	EXCAVACION DE ZANJAS	M3	29,87																														
	MURO DE ENCAUZAMIENTO	1																															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Largo (m)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Alto (m)</th> <th>Parcial (m3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>muro encauzamiento</td> <td>1</td> <td>8</td> <td>0,8</td> <td>0,8</td> <td>5,12</td> </tr> <tr> <td>losa del barraje</td> <td>1</td> <td>10,4</td> <td>2</td> <td>0,77</td> <td>16,016</td> </tr> <tr> <td>mamposteria de piedra</td> <td>2</td> <td>10,4</td> <td>1</td> <td>0,42</td> <td>8,736</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">total</td> <td>29,87</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)	muro encauzamiento	1	8	0,8	0,8	5,12	losa del barraje	1	10,4	2	0,77	16,016	mamposteria de piedra	2	10,4	1	0,42	8,736	total					29,87		
Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)																												
muro encauzamiento	1	8	0,8	0,8	5,12																												
losa del barraje	1	10,4	2	0,77	16,016																												
mamposteria de piedra	2	10,4	1	0,42	8,736																												
total					29,87																												
1.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	37,34																														
<b>1.03</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>																																
<b>1.03.01</b>	<b>MAMPOSTERÍA DE PIEDRA</b>																																
1.03.01.01	MAMPOSTERIA DE PIEDRA	M3	8,736																														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Largo (m)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Alto (m)</th> <th>Parcial (m3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>mamposteria de piedra</td> <td>2</td> <td>10,4</td> <td>1</td> <td>0,42</td> <td>8,736</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">total</td> <td>8,736</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)	mamposteria de piedra	2	10,4	1	0,42	8,736	total					8,736														
Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)																												
mamposteria de piedra	2	10,4	1	0,42	8,736																												
total					8,736																												
<b>1.03.02</b>	<b>MURO DE ENCAUZAMIENTO CONCRETO</b>																																
1.03.02.01	F'C=175KG/CM2	M3	9,92																														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Largo (m)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Alto (m)</th> <th>Parcial (m3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>cuadrado</td> <td>1</td> <td>8</td> <td>0,8</td> <td>0,8</td> <td>5,12</td> </tr> <tr> <td>trapecio</td> <td>1</td> <td>8</td> <td>0,6</td> <td>1</td> <td>4,8</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">total</td> <td>9,92</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)	cuadrado	1	8	0,8	0,8	5,12	trapecio	1	8	0,6	1	4,8	total					9,92								
Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)																												
cuadrado	1	8	0,8	0,8	5,12																												
trapecio	1	8	0,6	1	4,8																												
total					9,92																												
1.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	M2	16																														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Largo (m)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Alto (m)</th> <th>Parcial (m2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>2</td> <td>8</td> <td></td> <td>1</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">total</td> <td>16</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)		2	8		1	16	total					16														
Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)																												
	2	8		1	16																												
total					16																												
<b>1.03.03</b>	<b>BARRAJE CONCRETO</b>																																
1.03.03.01	F'C=175KG/CM2	M3	16,24																														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Largo (m)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Alto (m)</th> <th>Parcial (m3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>cuadrado</td> <td>1</td> <td>10,4</td> <td>2</td> <td>0,7</td> <td>14,56</td> </tr> <tr> <td>trapecio</td> <td>1</td> <td>10,4</td> <td>0,475</td> <td>0,34</td> <td>1,68</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)	cuadrado	1	10,4	2	0,7	14,56	trapecio	1	10,4	0,475	0,34	1,68														
Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)																												
cuadrado	1	10,4	2	0,7	14,56																												
trapecio	1	10,4	0,475	0,34	1,68																												

		total	16,24																												
1.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	M2	7,072																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Largo (m)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Alto (m)</th> <th>Parcial (m2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>2</td> <td>10,4</td> <td></td> <td>0,34</td> <td>7,072</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">total</td> <td>7,072</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)		2	10,4		0,34	7,072	total					7,072												
Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)																										
	2	10,4		0,34	7,072																										
total					7,072																										
<b>1.04</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>																														
<b>1.04.01</b>	<b>COLUMNAS CONCRETO</b>																														
1.04.01.01	F'C=175KG/CM2	M3	1,23																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Largo (m)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Alto (m)</th> <th>Parcial (m3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>5</td> <td>0,5</td> <td>0,35</td> <td>1,4</td> <td>0,25</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">total</td> <td>1,23</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)		5	0,5	0,35	1,4	0,25	total					1,23												
Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)																										
	5	0,5	0,35	1,4	0,25																										
total					1,23																										
1.04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	M2	2,38																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Largo (m)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Alto (m)</th> <th>Parcial (m2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>1,7</td> <td></td> <td>1,4</td> <td>2,38</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">total</td> <td>2,38</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)		1	1,7		1,4	2,38	total					2,38												
Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)																										
	1	1,7		1,4	2,38																										
total					2,38																										
1.04.01.03	ACERO ESTRUCTURAL FY=4200 KG/CM2 60º 1/2"	KG	42,00																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Ø</th> <th># elementos</th> <th># piezas</th> <th>Longtd (m)</th> <th>Peso (kg/m)</th> <th>Parcial (kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Acero longitudinal</td> <td>1/2</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>1,4</td> <td>1,00</td> <td>42,00</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: right;">total</td> <td>42,00</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Ø	# elementos	# piezas	Longtd (m)	Peso (kg/m)	Parcial (kg)	Acero longitudinal	1/2	5	6	1,4	1,00	42,00	total						42,00									
Descripción	Ø	# elementos	# piezas	Longtd (m)	Peso (kg/m)	Parcial (kg)																									
Acero longitudinal	1/2	5	6	1,4	1,00	42,00																									
total						42,00																									
	ACERO ESTRUCTURAL FY=4200 KG/CM2 60º 1/4"	KG	18,00																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Ø</th> <th># elementos</th> <th># piezas</th> <th>Longtd (m)</th> <th>Peso (kg/m)</th> <th>Parcial (kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Estribos</td> <td>1/4</td> <td>5</td> <td>12</td> <td>1,2</td> <td>0,25</td> <td>18,00</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: right;">total</td> <td>18,00</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Ø	# elementos	# piezas	Longtd (m)	Peso (kg/m)	Parcial (kg)	Estribos	1/4	5	12	1,2	0,25	18,00	total						18,00									
Descripción	Ø	# elementos	# piezas	Longtd (m)	Peso (kg/m)	Parcial (kg)																									
Estribos	1/4	5	12	1,2	0,25	18,00																									
total						18,00																									
<b>1.04.02</b>	<b>LOSAS MACIZAS CONCRETO</b>																														
1.04.02.01	F'C=175KG/CM2	M3	3,65																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Largo (m)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Alto (m)</th> <th>Parcial (m3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>4</td> <td>2,28</td> <td>2</td> <td>0,2</td> <td>3,65</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">total</td> <td>3,65</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)		4	2,28	2	0,2	3,65	total					3,65												
Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)																										
	4	2,28	2	0,2	3,65																										
total					3,65																										
1.04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	M2	1,712																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Largo (m)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Alto (m)</th> <th>Parcial (m2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>2</td> <td>2,28</td> <td></td> <td>0,2</td> <td>0,912</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2</td> <td></td> <td>2</td> <td>0,2</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">total</td> <td>1,712</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)		2	2,28		0,2	0,912		2		2	0,2	0,8	total					1,712						
Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)																										
	2	2,28		0,2	0,912																										
	2		2	0,2	0,8																										
total					1,712																										
1.04.01.03	ACERO ESTRUCTURAL FY=4200 KG/CM2 60º	KG	55,98																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Ø</th> <th># elementos</th> <th># piezas</th> <th>Longtd (m)</th> <th>Peso (kg/m)</th> <th>Parcial (kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Acero longitudinal</td> <td>3/8</td> <td>4</td> <td>8</td> <td>2,28</td> <td>0,56</td> <td>40,86</td> </tr> <tr> <td>Acero transversal</td> <td>3/8</td> <td>4</td> <td>9</td> <td>0,75</td> <td>0,56</td> <td>15,12</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: right;">total</td> <td>55,98</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Ø	# elementos	# piezas	Longtd (m)	Peso (kg/m)	Parcial (kg)	Acero longitudinal	3/8	4	8	2,28	0,56	40,86	Acero transversal	3/8	4	9	0,75	0,56	15,12	total						55,98		
Descripción	Ø	# elementos	# piezas	Longtd (m)	Peso (kg/m)	Parcial (kg)																									
Acero longitudinal	3/8	4	8	2,28	0,56	40,86																									
Acero transversal	3/8	4	9	0,75	0,56	15,12																									
total						55,98																									
<b>01.04.03</b>	<b>LOSA ARMADA DE BARRAJE CONCRETO f'c=175 kg/cm2</b>	m3	2,40																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Largo (m)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Alto (m)</th> <th>Parcial (m3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>horizontal</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>0,6</td> <td>0,2</td> <td>0,96</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)	horizontal	2	4	0,6	0,2	0,96																		
Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)																										
horizontal	2	4	0,6	0,2	0,96																										



PROYECTO DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ

	vertical	3	4	0,6	0,2	1,44	
					total	2,40	
	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO						
01.04.03.02	60				kg	125,00	
	Descripción	∅	# elementos	# piezas	Longtd (m)	Peso (kg/m)	Parcial (kg)
	Acero longitudinal	1/2	1	15	3	1,00	45,00
	Acero transversal	1/2	1	20	4	1,00	80,00
					total		125,00
	REVOQUES Y ENLUCIDOS						
	TARRAJEO EN INTERIORES ACABADO CON CEMENTO-ARENA						m2 1,48
	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)	
	columna	1	0,55		1,6	0,88	
	losa maciza	1	0,8	0,75		0,6	
					total		1,48
01.05	FIERRERÍA						
01.05.01	COMPUERTAS FIERRO CON VOLANTE DE FONDO						u 2,00
	Compuerta de hierro con volante de fondo de 0.70x0.50x1.95						1,00
	Compuerta de hierro con volante de fondo de 0.60x0.60x1.00						1,00
01.05.02	REJILLA EN LA VENTANA DE CAPTACION						u 1,00
01.05.03	BARANDA DE TUBO FIERRO GALVANIZADO PASAMANO 1 1/2" - PARANTE						u 1,00
01.05.03	1" X 1 m						u 1,00
01.05.04	ESCALERA TUBO FIERRO GALVANIZADO TIPO						u 1,00
01.05.04	GATO						pza 1,00
02	CANAL DE DEMASÍAS DE Cº ARMADO						
02.01	OBRAS PRELIMINARES						
02.01.01	TRAZO Y REPLANTEO						m2 12,00
	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)	
		1	20	0,6		12	
					total		12
02.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL						m2 12,00
02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
02.02.01	EXCAVACION DE ZANJAS						m3 1,80
	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)	
	canal tapado	1	20	0,6	0,15	1,8	
					total		1,8
02.02.02	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE						m3 2,25
02.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO						
02.03.01	CONCRETO f'c=210 kg/cm2						m3 3,84
	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)	
	fondo	1	20	0,6	0,12	1,44	
	paredes	2	20	0,1	0,3	1,20	
	tapa	1	20	0,6	0,1	1,20	
					total		3,84
02.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL						m2 24,00
	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)	
	paredes	2	20		0,3	12	

	tapa	1	20	0,4		8	
		2	20		0,1	4	
					total		24,00
02.03.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60						kg 444,00
	Descripción	∅	# elementos	# piezas	Longtd (m)	Peso (kg/m)	Parcial (kg)
	canal						
	Acero longitudinal	1/2	1	8	20	1,00	160,00
	Acero transversal	1/2	1	100	1,44	1,00	144,00
	tapa						
	Acero longitudinal	1/2	1	4	20	1,00	80,00
	Acero transversal	1/2	1	100	0,6	1,00	60,00
					total		444,00
02.04	REVOQUES Y ENLUCIDOS						
02.04.01	TARRAJEO EN INTERIORES ACABADO CON CEMENTO-ARENA						m2 20,00
	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)	
	paredes	2	20		0,3	12	
	fondo	1	20	0,4		8	
					total		20,00
03	CANAL DE DEMASÍAS CON TUBERÍA DE CONDUCCIÓN SDR 41 D=10"						
03.01	OBRAS PRELIMINARES						
03.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO DE ZANJAS						m 950,00
03.02	TIERRAS						
03.02.01	EXCAVACION DE ZANJA PARA TUBERIA REFINE, NIVELACION Y FONDOS TUBERIA HASTA 6" INCLUYE CAMA DE						m3 456,00
03.02.02	APOYO						m 950,00
03.02.03	CAMA DE APOYO PARA TUBERÍA						m 950,00
03.02.04	RELLENO COMP.ZANJA TERR.NORMAL CON MATERIAL						m 950,00
03.03	TUBERÍA						
03.03.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC SDR 41 D=10"						m 950,00
04	CANAL DE DEMASÍAS CAJA DE REGISTRO						
04.01	OBRAS PRELIMINARES						
04.01.01	TRAZO Y REPLANTEO						m2 13,44
	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)	
		21	0,8	0,8		13,44	
					total		13,44
04.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL						m2 13,44
04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
04.02.01	EXCAVACION DE ZANJAS						m3 5,38
	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)	
		21	0,8	0,8	0,4	5,376	
					total		5,376
04.02.02	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE						m3 6,72
04.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE						
04.03.01	CONCRETO f'c=175 kg/cm2						m3 5,63
	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)	



PROYECTO DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ

			(m)						
	losa	21	0,8	0,8	0,1	1,34			
	muros	21	2,8	0,1	0,6	3,53			
	tapas	21	0,6	0,1	0,6	0,76			
						total	5,63		
04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL					m2	42,84		
	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)			
		21	2,8		0,6	35,28			
		21	0,6		0,6	7,56			
						total	42,84		
03.04	REVOQUES Y ENLUCIDOS								
04.04.01	TARRAJEO EN INTERIORES ACABADO CON CEMENTO-ARENA					m2	56,28		
	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)			
	losa	21	0,8	0,8		13,44			
	muros	21	2,8		0,6	35,28			
	tapas	21	0,6		0,6	7,56			
						total	56,28		
04.05	FIERRERÍA								
04.05.01	MARCO Y TAPA 1/8" (0.60X0.60)					u	21,00		
05	CANAL DE DEMASÍAS REVESTIDO CON Cº L = 10m								
05.01	OBRAS PRELIMINARES								
05.01.01	TRAZO Y REPLANTEO					m2	60,00		
	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)			
	canal revestido	1	10	6		60,00			
						total	60,00		
05.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL					m2	60,00		
05.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS								
05.02.01	EXCAVACION DE ZANJAS					m3	0,60		
	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)			
	canal revestido	1	10	0,6	0,1	0,6			
						total	0,60		
05.02.02	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE					m3	0,75		
05.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE								
05.03.01	CONCRETO f'c=175 kg/cm2					m3	1,20		
	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)			
	canal revestido								
	losa	1	10	0,6	0,1	0,6			
	pared	2	10	0,1	0,3	0,6			
						total	1,20		
05.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL					m2	6,00		
	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)			
	canal revestido								
	pared	2	10		0,3	6			
						total	6		
05.04	REVOQUES Y ENLUCIDOS								
05.04.01	TARRAJEO EN INTERIORES ACABADO CON CEMENTO-ARENA					m2	12,00		
	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)			
	canal conduccion ingreso								
	losa	1	10	0,6		6			
	pared	2	10		0,3	6			
						total	12		
06	CANAL DE CONDUCCION								
06.01	CANAL DE CONDUCCION REVESTIDO CON Cº								
06.01.01	OBRAS PRELIMINARES								
06.01.01	TRAZO Y REPLANTEO					m2	7,50		
	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)			
	canal revestido	1	15	0,5		7,50			
						total	7,50		
06.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL					m2	7,50		
06.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS								
06.02.01	EXCAVACION DE ZANJAS					m3	0,75		
	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)			
	canal revestido	1	15	0,5	0,1	0,75			
						total	0,75		
06.02.02	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE					m3	0,94		
06.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE								
06.03.01	CONCRETO f'c=175 kg/cm2					m3	1,65		
	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)			
	canal revestido								
	losa	1	15	0,5	0,1	0,75			
	pared	2	15	0,1	0,3	0,9			
						total	1,65		
06.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL					m2	9,00		
	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)			
	canal revestido								
	pared	2	15		0,3	9			
						total	9		
06.04	REVOQUES Y ENLUCIDOS								
06.04.01	TARRAJEO EN INTERIORES ACABADO CON CEMENTO-ARENA					m2	13,50		
	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)			
	canal revestido								
	losa	1	15	0,3		4,5			
	pared	2	15		0,3	9			
						total	13,50		
07	CANAL DE CONDUCCION CON TUBERÍA DE CONDUCCION SDR 41 D=8"								
07.01	OBRAS PRELIMINARES								
07.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO DE ZANJAS					m	1.000,00		
07.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS								
07.02.01	EXCAVACION DE ZANJA PARA TUBERIA					m3	480,00		
07.02.02	REFINE, NIVELACION Y FONDOS TUBERIA HASTA 6" INCLUYE CAMA DE					m	1.000,00		



PROYECTO DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ

07.02.03	APOYO CAMA DE APOYO PARA TUBERÍA RELLENO COMP.ZANJA TERR.NORMAL CON MATERIAL	m	1.000,00																								
07.02.04	PROPIO	m	1.000,00																								
07.03.01	07.03 TUBERÍA SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC SDR 41 D=8"	m	1.000,00																								
08	08.01 CANAL DE CONDUCCIÓN CAJA DE REGISTRO (21 und) OBRAS PRELIMINARES																										
08.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	13,44																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Largo (m)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Alto (m)</th> <th>Parcial (m2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>21</td> <td>0,8</td> <td>0,8</td> <td></td> <td>13,44</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">total</td> <td>13,44</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)		21	0,8	0,8		13,44	total					13,44								
Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)																						
	21	0,8	0,8		13,44																						
total					13,44																						
08.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	13,44																								
08.02	08.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS EXCAVACION DE ZANJAS	m3	5,38																								
08.02.01	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Largo (m)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Alto (m)</th> <th>Parcial (m3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>21</td> <td>0,8</td> <td>0,8</td> <td>0,4</td> <td>5,376</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">total</td> <td>5,376</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)		21	0,8	0,8	0,4	5,376	total					5,376								
Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)																						
	21	0,8	0,8	0,4	5,376																						
total					5,376																						
08.02.02	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE	m3	6,72																								
08.03	08.03 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE CONCRETO f'c=175 kg/cm2	m3	4,87																								
08.03.01	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Largo (m)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Alto (m)</th> <th>Parcial (m3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>losa</td> <td>21</td> <td>0,8</td> <td>0,8</td> <td>0,1</td> <td>1,34</td> </tr> <tr> <td>muros</td> <td>21</td> <td>2,8</td> <td>0,1</td> <td>0,6</td> <td>3,53</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">total</td> <td>4,87</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)	losa	21	0,8	0,8	0,1	1,34	muros	21	2,8	0,1	0,6	3,53	total					4,87		
Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)																						
losa	21	0,8	0,8	0,1	1,34																						
muros	21	2,8	0,1	0,6	3,53																						
total					4,87																						
08.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	35,28																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Largo (m)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Alto (m)</th> <th>Parcial (m2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>21</td> <td>2,8</td> <td></td> <td>0,6</td> <td>35,28</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">total</td> <td>35,28</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)		21	2,8		0,6	35,28	total					35,28								
Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)																						
	21	2,8		0,6	35,28																						
total					35,28																						
08.04	08.04 REVOQUES Y ENLUCIDOS TARRAJEO EN INTERIORES ACABADO CON CEMENTO-ARENA	m2	48,72																								
08.04.01	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Largo (m)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Alto (m)</th> <th>Parcial (m2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>losa</td> <td>21</td> <td>0,8</td> <td>0,8</td> <td></td> <td>13,44</td> </tr> <tr> <td>muros</td> <td>21</td> <td>2,8</td> <td></td> <td>0,6</td> <td>35,28</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">total</td> <td>48,72</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)	losa	21	0,8	0,8		13,44	muros	21	2,8		0,6	35,28	total					48,72		
Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)																						
losa	21	0,8	0,8		13,44																						
muros	21	2,8		0,6	35,28																						
total					48,72																						
08.05	08.05 FIERRERÍA MARCO Y TAPA 1/8" (0.60X0.60)	u	21,00																								
09	09 DESARENADOR - CAMARA DE CARGA DESARENADOR																										
09.01	09.01 OBRAS PRELIMINARES TRAZO Y REPLANTEO	m2	12,09																								
09.01.01	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Largo (m)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Alto (m)</th> <th>Parcial (m2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>desarenador</td> <td>1</td> <td>9,3</td> <td>1,3</td> <td></td> <td>12,09</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">total</td> <td>12,09</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)	desarenador	1	9,3	1,3		12,09	total					12,09								
Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)																						
desarenador	1	9,3	1,3		12,09																						
total					12,09																						
09.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	12,09																								
09.02	09.02 MOVIMIENTO DE																										

09.02.01	TIERRAS EXCAVACION DE ZANJAS	m3	9,57																																																																													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Largo (m)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Alto (m)</th> <th>Parcial (m3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>desarenador ingreso</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0,9</td> <td>0,375</td> <td>0,34</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>7</td> <td>1,3</td> <td>0,65</td> <td>5,92</td> </tr> <tr> <td>desarenador</td> <td>1</td> <td>1,5</td> <td>1,3</td> <td>1,7</td> <td>3,32</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">total</td> <td>9,57</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)	desarenador ingreso	1	1	0,9	0,375	0,34		1	7	1,3	0,65	5,92	desarenador	1	1,5	1,3	1,7	3,32	total					9,57																																																	
Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)																																																																											
desarenador ingreso	1	1	0,9	0,375	0,34																																																																											
	1	7	1,3	0,65	5,92																																																																											
desarenador	1	1,5	1,3	1,7	3,32																																																																											
total					9,57																																																																											
09.02.02	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE	m3	11,96																																																																													
09.04	09.04 OBRAS DE CONCRETO ARMADO CONCRETO f'c=175 kg/cm2	m3	3,46																																																																													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Largo (m)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Alto (m)</th> <th>Parcial (m3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>desarenador ingreso</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>losa</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0,9</td> <td>0,2</td> <td>0,18</td> </tr> <tr> <td>pared</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>0,375</td> <td>0,125</td> <td>0,09</td> </tr> <tr> <td>desarenador</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>losa</td> <td>1</td> <td>7</td> <td>1,3</td> <td>0,2</td> <td>1,82</td> </tr> <tr> <td>pared</td> <td>2</td> <td>7</td> <td>0,65</td> <td>0,15</td> <td>1,37</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">total</td> <td>3,46</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)	desarenador ingreso						losa	1	1	0,9	0,2	0,18	pared	2	1	0,375	0,125	0,09	desarenador						losa	1	7	1,3	0,2	1,82	pared	2	7	0,65	0,15	1,37	total					3,46																															
Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)																																																																											
desarenador ingreso																																																																																
losa	1	1	0,9	0,2	0,18																																																																											
pared	2	1	0,375	0,125	0,09																																																																											
desarenador																																																																																
losa	1	7	1,3	0,2	1,82																																																																											
pared	2	7	0,65	0,15	1,37																																																																											
total					3,46																																																																											
09.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	11,90																																																																													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Largo (m)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Alto (m)</th> <th>Parcial (m2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>desarenador ingreso</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>pared</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>0,375</td> <td></td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>desarenador</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>pared</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>0,65</td> <td></td> <td>10,4</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">total</td> <td>11,90</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)	desarenador ingreso						pared	4	1	0,375		1,5	desarenador						pared	4	4	0,65		10,4	total					11,90																																											
Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)																																																																											
desarenador ingreso																																																																																
pared	4	1	0,375		1,5																																																																											
desarenador																																																																																
pared	4	4	0,65		10,4																																																																											
total					11,90																																																																											
09.04.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60, 3/8"	kg	132,50																																																																													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Ø</th> <th># elementos</th> <th># piezas</th> <th>Longtd (m)</th> <th>Peso (kg/m)</th> <th>Parcial (kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Desarenador</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>losa fondo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Acero longitudinal</td> <td>3/8</td> <td>1</td> <td>6</td> <td>7,8</td> <td>0,56</td> <td>26,21</td> </tr> <tr> <td>Acero transversal</td> <td>3/8</td> <td>1</td> <td>40</td> <td>1,24</td> <td>0,56</td> <td>27,78</td> </tr> <tr> <td>paredes</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Acero longitudinal</td> <td>3/8</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>0,56</td> <td>3,36</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3/8</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>7,8</td> <td>0,56</td> <td>34,94</td> </tr> <tr> <td>Acero transversal</td> <td>3/8</td> <td>2</td> <td>5</td> <td>0,38</td> <td>0,56</td> <td>2,13</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3/8</td> <td>2</td> <td>20</td> <td>1,70</td> <td>0,56</td> <td>38,08</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: right;">total</td> <td>132,50</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Ø	# elementos	# piezas	Longtd (m)	Peso (kg/m)	Parcial (kg)	Desarenador							losa fondo							Acero longitudinal	3/8	1	6	7,8	0,56	26,21	Acero transversal	3/8	1	40	1,24	0,56	27,78	paredes							Acero longitudinal	3/8	2	3	1	0,56	3,36		3/8	2	4	7,8	0,56	34,94	Acero transversal	3/8	2	5	0,38	0,56	2,13		3/8	2	20	1,70	0,56	38,08	total						132,50		
Descripción	Ø	# elementos	# piezas	Longtd (m)	Peso (kg/m)	Parcial (kg)																																																																										
Desarenador																																																																																
losa fondo																																																																																
Acero longitudinal	3/8	1	6	7,8	0,56	26,21																																																																										
Acero transversal	3/8	1	40	1,24	0,56	27,78																																																																										
paredes																																																																																
Acero longitudinal	3/8	2	3	1	0,56	3,36																																																																										
	3/8	2	4	7,8	0,56	34,94																																																																										
Acero transversal	3/8	2	5	0,38	0,56	2,13																																																																										
	3/8	2	20	1,70	0,56	38,08																																																																										
total						132,50																																																																										
09.05	09.05 REVOQUES Y ENLUCIDOS TARRAJEO EN INTERIORES ACABADO CON CEMENTO-ARENA	m2	19,85																																																																													
09.05.01	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Largo (m)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Alto (m)</th> <th>Parcial (m2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>desarenador ingreso</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>losa</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0,9</td> <td></td> <td>0,9</td> </tr> <tr> <td>pared</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>0,375</td> <td></td> <td>0,75</td> </tr> <tr> <td>desarenador</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>losa</td> <td>1</td> <td>7</td> <td>1,3</td> <td></td> <td>9,1</td> </tr> <tr> <td>pared</td> <td>2</td> <td>7</td> <td>0,65</td> <td></td> <td>9,1</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">total</td> <td>19,85</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)	desarenador ingreso						losa	1	1	0,9		0,9	pared	2	1	0,375		0,75	desarenador						losa	1	7	1,3		9,1	pared	2	7	0,65		9,1	total					19,85																															
Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)																																																																											
desarenador ingreso																																																																																
losa	1	1	0,9		0,9																																																																											
pared	2	1	0,375		0,75																																																																											
desarenador																																																																																
losa	1	7	1,3		9,1																																																																											
pared	2	7	0,65		9,1																																																																											
total					19,85																																																																											
09.06	09.06 FIERRERÍA COMPUERTAS FIERRO CON VOLANTE DE FONDO	u	1,00																																																																													



PROYECTO DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ

10

CAMARA DE CARGA

10.01

OBRAS PRELIMINARES

10.01.01

TRAZO Y REPLANTEO

m2

1,95

Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)
desarenador	1	1,5	1,3		1,95
total					1,95

10.01.02

LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL

MOVIMIENTO DE

10.02

TIERRAS

EXCAVACION DE

10.02.01

ZANJAS

m3

3,32

Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)
cámara de carga	1	1,5	1,3	1,7	3,32
total					3,32

ELIMINACION MATERIAL

10.02.02

EXCEDENTE

m3

4,14

10.03

OBRAS DE CONCRETO ARMADO

10.03.01

CONCRETO f'c=175 kg/cm2

m3

1,47

Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)
camara de carga					
losa fondo	1	1,15	1,3	0,2	0,30
pared	4	1,15	1,7	0,15	1,17
total					1,47

10.03.02

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL

m2

6,70

Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)
camara de carga					
pared	2		1	1,7	3,40
	2		1	1,65	3,30
total					6,70

10.03.03

ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60

kg

35,76

Descripción	∅	# elementos	# piezas	Longtd (m)	Peso (kg/m)	Parcial (kg)
Cámara de carga						
losa de fondo						
Acero longitudinal	3/8	1	5	1,7	0,56	4,76
Acero transversal	3/8	1	5	1,2	0,56	3,36
losa de techo						
Acero longitudinal	3/8	1	4	1,24	0,56	2,78
Acero transversal	3/8	1	5	0,96	0,56	2,69
paredes						
Acero longitudinal	3/8	2	3	1,7	0,56	5,71
	3/8	2	3	1,30	0,56	4,37
Acero transversal	3/8	2	4	1,2	0,56	5,38
	3/8	2	5	1,2	0,56	6,72
total						35,76

10.04

REVOQUES Y ENLUCIDOS

TARRAJEO EN INTERIORES ACABADO CON CEMENTO-ARENA

m2

6,04

Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)
camara de carga					
losa fondo	1	1,15	1,3		1,50
pared	2	1,15	1,7	1	2,3

	1	1,2		0,88	1,06
losa techo	1	0,96	1,24		1,19
total					6,04

10.05

FIERRERÍA

REJILLA DE INGRESO A CAMARA DE CARGA

u

1,00

CANAL DE REBOSE Y

LIMPIA

11

OBRAS PRELIMINARES

11.01.01

TRAZO Y REPLANTEO

m2

5,50

Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)
canal de rebose y limpieza	1	10	0,55		5,50
total					5,50

11.01.02

LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL

m2

5,50

11.02

TIERRAS

EXCAVACION DE

11.02.01

ZANJAS

m3

1,35

Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)
canal de rebose y limpieza	1	10	0,45	0,3	1,35
total					1,35

ELIMINACION MATERIAL

11.02.02

EXCEDENTE

m3

1,69

11.03

OBRAS DE CONCRETO SIMPLE

11.03.01

CONCRETO f'c=175 kg/cm2

m3

1,62

Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)
canal de rebose y limpieza					
losa	1	10	0,5	0,15	0,75
pared	1	9	0,1	0,3	0,27
	2	10	0,1	0,3	0,6
total					1,62

11.03.02

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL

m2

10,00

Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)
canal de rebose y limpieza					
pared	2	10		0,3	6
	2	10		0,2	4
total					10

11.04

REVOQUES Y ENLUCIDOS

TARRAJEO EN INTERIORES ACABADO CON CEMENTO-ARENA

m2

9,00

Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)
canal de rebose y limpieza					
losa	1	10	0,5		5,00
pared	2	10		0,2	4
total					9,00

12

TUBERÍA DE PRESIÓN

12.01

OBRAS PRELIMINARES

12.01.01

TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO DE ZANJAS

m

114,97

MOVIMIENTO DE

12.02

TIERRAS

12.02.01

EXCAVACION DE ZANJA PARA TUBERIA

m3

55,19

12.02.02

REFINE, NIVELACION Y FONDOS TUBERIA HASTA 6" INCLUYE CAMA DE

m

114,97



PROYECTO DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ

12.02.03	APOYO CAMA DE APOYO PARA TUBERÍA	m	114,97																																				
12.02.04	PROPIO RELLENO COMP.ZANJA TERR.NORMAL CON MATERIAL	m	114,97																																				
12.03.01	12.03 TUBERÍA Y PRUEBA HIDRAULICA SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC SDR 41 D=6"	m	125,65																																				
12.03.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC SDR 32.5 D=6"	m	82,42																																				
12.03.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC SDR 26 D=6"	m	88,87																																				
13	ANCLAJES																																						
13.01	OBRAS PRELIMINARES																																						
13.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	3,30																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Largo (m)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Alto (m)</th> <th>Parcial (m2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>anclaje 01</td> <td>1</td> <td>1,8</td> <td>0,6</td> <td></td> <td>1,08</td> </tr> <tr> <td>anclaje 02</td> <td>1</td> <td>1,2</td> <td>0,6</td> <td></td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>anclaje 03</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0,6</td> <td></td> <td>0,60</td> </tr> <tr> <td>anclaje 04</td> <td>1</td> <td>1,5</td> <td>0,6</td> <td></td> <td>0,90</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">total</td> <td>3,30</td> </tr> </tbody> </table>		Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)	anclaje 01	1	1,8	0,6		1,08	anclaje 02	1	1,2	0,6		0,72	anclaje 03	1	1	0,6		0,60	anclaje 04	1	1,5	0,6		0,90	total					3,30		
Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)																																		
anclaje 01	1	1,8	0,6		1,08																																		
anclaje 02	1	1,2	0,6		0,72																																		
anclaje 03	1	1	0,6		0,60																																		
anclaje 04	1	1,5	0,6		0,90																																		
total					3,30																																		
13.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	3,30																																				
13.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS																																						
13.02.01	EXCAVACION DE ZANJAS	m3	2,20																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Largo (m)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Alto (m)</th> <th>Parcial (m3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>anclaje 01</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,54</td> </tr> <tr> <td>anclaje 02</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,54</td> </tr> <tr> <td>anclaje 03</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,44</td> </tr> <tr> <td>anclaje 04</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,68</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">total</td> <td>2,20</td> </tr> </tbody> </table>		Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)	anclaje 01	1				0,54	anclaje 02	1				0,54	anclaje 03	1				0,44	anclaje 04	1				0,68	total					2,20		
Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)																																		
anclaje 01	1				0,54																																		
anclaje 02	1				0,54																																		
anclaje 03	1				0,44																																		
anclaje 04	1				0,68																																		
total					2,20																																		
13.02.02	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE	m3	2,75																																				
13.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE																																						
13.03.01	CONCRETO f'c=175 kg/cm2 + 25%pm	m3	2,20																																				
13.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	3,67																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Largo (m)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Alto (m)</th> <th>Parcial (m2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>anclaje 01</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,9</td> </tr> <tr> <td>anclaje 02</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,9</td> </tr> <tr> <td>anclaje 03</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,73</td> </tr> <tr> <td>anclaje 04</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1,14</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">total</td> <td>3,67</td> </tr> </tbody> </table>		Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)	anclaje 01	2				0,9	anclaje 02	2				0,9	anclaje 03	2				0,73	anclaje 04	2				1,14	total					3,67		
Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)																																		
anclaje 01	2				0,9																																		
anclaje 02	2				0,9																																		
anclaje 03	2				0,73																																		
anclaje 04	2				1,14																																		
total					3,67																																		
14	CASA DE FUERZA																																						
14.01	OBRAS PRELIMINARES																																						
14.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	42,68																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Largo (m)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Alto (m)</th> <th>Parcial (m2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>7,76</td> <td>5,5</td> <td></td> <td>42,68</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">total</td> <td>42,68</td> </tr> </tbody> </table>		Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)		1	7,76	5,5		42,68	total					42,68																				
Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)																																		
	1	7,76	5,5		42,68																																		
total					42,68																																		
14.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	42,68																																				
14.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS																																						
14.02.01	EXCAVACION DE ZANJAS	m3	9,28																																				

Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)																								
horizontal	2	7,76	0,5	0,7	5,432																								
vertical	2	5,5	0,5	0,7	3,85																								
total					9,282																								
14.02.02	NIVELACION INTERIOR APISONADO MANUAL				m2	42,68																							
14.02.03	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE				m3	11,60																							
14.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE																												
14.03.01	SOLADOS CONCRETO f'c=100 kg/cm2 h=2"				m2	1,33																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Largo (m)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Alto (m)</th> <th>Parcial (m3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>horizontal</td> <td>2</td> <td>7,76</td> <td>0,5</td> <td>0,1</td> <td>0,776</td> </tr> <tr> <td>vertical</td> <td>2</td> <td>5,5</td> <td>0,5</td> <td>0,1</td> <td>0,55</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">total</td> <td>1,326</td> </tr> </tbody> </table>		Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)	horizontal	2	7,76	0,5	0,1	0,776	vertical	2	5,5	0,5	0,1	0,55	total					1,326				
Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)																								
horizontal	2	7,76	0,5	0,1	0,776																								
vertical	2	5,5	0,5	0,1	0,55																								
total					1,326																								
14.03.02	CONCRETO 1:10 +30% P.G. PARA CIMIENTOS CORRIDOS				m3	6,63																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Largo (m)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Alto (m)</th> <th>Parcial (m3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>horizontal</td> <td>2</td> <td>7,76</td> <td>0,5</td> <td>0,5</td> <td>3,88</td> </tr> <tr> <td>vertical</td> <td>2</td> <td>5,5</td> <td>0,5</td> <td>0,5</td> <td>2,75</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">total</td> <td>6,63</td> </tr> </tbody> </table>		Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)	horizontal	2	7,76	0,5	0,5	3,88	vertical	2	5,5	0,5	0,5	2,75	total					6,63				
Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)																								
horizontal	2	7,76	0,5	0,5	3,88																								
vertical	2	5,5	0,5	0,5	2,75																								
total					6,63																								
14.03.03	CONCRETO 1:8+25% PM PARA SOBRECIMENTOS				m3	2,65																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Largo (m)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Alto (m)</th> <th>Parcial (m3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>horizontal</td> <td>2</td> <td>7,76</td> <td>0,5</td> <td>0,2</td> <td>1,552</td> </tr> <tr> <td>vertical</td> <td>2</td> <td>5,5</td> <td>0,5</td> <td>0,2</td> <td>1,1</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">total</td> <td>2,652</td> </tr> </tbody> </table>		Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)	horizontal	2	7,76	0,5	0,2	1,552	vertical	2	5,5	0,5	0,2	1,1	total					2,652				
Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)																								
horizontal	2	7,76	0,5	0,2	1,552																								
vertical	2	5,5	0,5	0,2	1,1																								
total					2,652																								
14.03.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL				m2	10,61																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Largo (m)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Alto (m)</th> <th>Parcial (m2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>horizontal</td> <td>4</td> <td>7,76</td> <td></td> <td>0,2</td> <td>6,208</td> </tr> <tr> <td>vertical</td> <td>4</td> <td>5,5</td> <td></td> <td>0,2</td> <td>4,4</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">total</td> <td>10,608</td> </tr> </tbody> </table>		Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)	horizontal	4	7,76		0,2	6,208	vertical	4	5,5		0,2	4,4	total					10,608				
Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)																								
horizontal	4	7,76		0,2	6,208																								
vertical	4	5,5		0,2	4,4																								
total					10,608																								
14.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO																												
14.04.01	COLUMNAS CONCRETO f'c=175 kg/cm2				m3	0,69																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Largo (m)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Alto (m)</th> <th>Parcial (m3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>columnas C1</td> <td>5</td> <td>0,25</td> <td>0,25</td> <td>2,2</td> <td>0,6875</td> </tr> <tr> <td>columnas C2</td> <td>1</td> <td>0,15</td> <td>0,15</td> <td>2,2</td> <td>0,0495</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">total</td> <td>0,69</td> </tr> </tbody> </table>		Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)	columnas C1	5	0,25	0,25	2,2	0,6875	columnas C2	1	0,15	0,15	2,2	0,0495	total					0,69				
Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)																								
columnas C1	5	0,25	0,25	2,2	0,6875																								
columnas C2	1	0,15	0,15	2,2	0,0495																								
total					0,69																								
14.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL				m2	13,20																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Largo (m)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Alto (m)</th> <th>Parcial (m2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>columnas</td> <td>6</td> <td>1</td> <td></td> <td>2,2</td> <td>13,2</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">total</td> <td>13,20</td> </tr> </tbody> </table>		Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)	columnas	6	1		2,2	13,2	total					13,20										
Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)																								
columnas	6	1		2,2	13,2																								
total					13,20																								
14.04.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60, 1/4"				kg	12,80																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>∅</th> <th># elementos</th> <th># piezas</th> <th>Longtd (m)</th> <th>Peso (kg/m)</th> <th>Parcial (kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Acero longitudinal</td> <td>1/4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>3,2</td> <td>0,25</td> <td>12,80</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: right;">total</td> <td>12,80</td> </tr> </tbody> </table>		Descripción	∅	# elementos	# piezas	Longtd (m)	Peso (kg/m)	Parcial (kg)	Acero longitudinal	1/4	4	4	3,2	0,25	12,80	total						12,80							
Descripción	∅	# elementos	# piezas	Longtd (m)	Peso (kg/m)	Parcial (kg)																							
Acero longitudinal	1/4	4	4	3,2	0,25	12,80																							
total						12,80																							
14.04.04	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60, 3/8"				kg	29,57																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>∅</th> <th># elementos</th> <th># piezas</th> <th>Longtd (m)</th> <th>Peso (kg/m)</th> <th>Parcial (kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Estribos</td> <td>3/8</td> <td>4</td> <td>12</td> <td>1,1</td> <td>0,56</td> <td>29,57</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: right;">total</td> <td>29,57</td> </tr> </tbody> </table>		Descripción	∅	# elementos	# piezas	Longtd (m)	Peso (kg/m)	Parcial (kg)	Estribos	3/8	4	12	1,1	0,56	29,57	total						29,57							
Descripción	∅	# elementos	# piezas	Longtd (m)	Peso (kg/m)	Parcial (kg)																							
Estribos	3/8	4	12	1,1	0,56	29,57																							
total						29,57																							



PROYECTO DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ

14.04.05 **VIGAS**  
CONCRETO f'c=175 kg/cm2 m3 1,28

Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)
vigas verticales	2	4,3	0,25	0,2	0,43
vigas horizontales	2	6,95	0,25	0,2	0,695
	1	3,1	0,25	0,2	0,155
total					1,28

14.04.06 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL m2 10,24

Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)
vigas	2	6,95	0,4		5,56
	2	4,3	0,4		3,44
	1	3,1	0,4		1,24
total					10,24

14.04.07 ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60, 3/8" kg 97,66

Descripción	∅	# elementos	# piezas	Longtd (m)	Peso (kg/m)	Parcial (kg)
viga (V-1)						
Acero longitudinal	3/8	4	4	6,8	0,56	60,93
viga (V-2)						
Acero longitudinal	3/8	4	4	4,1	0,56	36,74
total						97,66

14.04.08 ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60, 1/4" kg 52,00

Descripción	∅	# elementos	# piezas	Longtd (m)	Peso (kg/m)	Parcial (kg)
viga (V-1)						
Estribos	1/4	4	27	1	0,25	27,00
viga (V-2)						
Estribos	1/4	4	25	1	0,25	25,00
total						52,00

14.04.09 **LOSA MACIZA**  
CONCRETO f'c=175 kg/cm2 m3 5,98

Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)
losa maciza	1	6,95	4,3	0,2	5,977
total					5,98

14.04.10 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL m2 0,00

Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)
losa maciza	1	6,95			0,00
total					0,00

14.04.11 ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60, 1/2" kg 270,00

Descripción	∅	# elementos	# piezas	Longtd (m)	Peso (kg/m)	Parcial (kg)
Acero positivo	1/2	1	25	6,7	1,00	167,50
	1/2	1	25	4,1	1,00	102,50
total						270,00

14.04.12 ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60, 3/8" kg 151,20

Descripción	∅	# elementos	# piezas	Longtd (m)	Peso (kg/m)	Parcial (kg)
Acero negativo	3/8	1	25	6,7	0,56	93,80
	3/8	1	25	4,1	0,56	57,40
total						151,20

14.04.13 ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60, 1/4" kg 33,35

Descripción	∅	# elementos	# piezas	Longtd (m)	Peso (kg/m)	Parcial (kg)
Acero temperatura	1/4	1	23	5,8	0,25	33,35
total						33,35

14.06 **MUROS**

14.06.01 BLOCK DE LADRILLO 15x20x40 m2 37,68

Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)
paredes verticales	2	4,1		2,2	18,04
paredes horizontales	2	6,7		2,2	29,48
puerta	1		1,2	2,2	2,64
ventana	4	1,5	1,2		7,20
total					37,68

14.07 **PUERTAS Y VENTANAS**

14.07.01 PUERTAS DE FIERRO u 1,00

14.07.02 VENTANA TIPO CALADO u 1,00

14.07 **PISOS Y VEREDAS**

FALSO PISO DE 4" DE CONCRETO

14.07.01 1:10 m2 20,25

Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)
	1	4,5	4,5		20,25
total					20,25

14.07.02 PISO DE CONCRETO E=2" f'c 140 kg/cm2 X 4 cm PULIDO 1:2 X 1 cm m2 20,25

14.07.03 VEREDA RIGIDA DE CONCRETO f'c=140 kg/cm2 E=10 cm PASTA 1:2 m2 11,44

Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)
vereda posterior	1	6,2	0,4		2,48
vereda frontal	1	6,2	0,8		4,96
veredas laterales	2	5	0,4		4
total					11,44

14.07.04 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL m2 3,36

Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)
vereda posterior	1	6,2		0,15	0,93
vereda frontal	1	6,2		0,15	0,93
veredas laterales	2	5		0,15	1,5
total					3,36

**CANAleta DE AGUAS DE LLUEVIAS**

CANAleta P/ LLUVIA DE CONCRETO f'c=140 kg/cm2 E=10 cm PASTA 1:2 m3 5,76

Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)
fondo	1	19,2	0,2		3,84
muro	1	19,2	0,1		1,92
total					5,76

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL

Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)
muro	1	19,2		0,15	2,88
total					2,88

14.08 **REVOQUES Y ENLUCIDOS**

14.08.01 TARRAJEO EN INTERIORES ACABADO CON CEMENTO-ARENA m2 65,25

Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)
muro	1	18		2,5	45
cielo raso	1	4,5	4,5		20,25
total					65,25

14.08.02 PINTURA EN INTERIORES AL TEMPLÉ 2 MANOS m2 65,25

Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)



PROYECTO DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ

muro	1	18		2,5	45
cielo raso	1	4,5	4,5		20,25
					65,25

14.09 INSTALACIONES ELECTRICAS

SALIDA PARA CENTROS DE LUZ CON INTERRUPTORES SIMPLES

3

14.10 BASES DE TURBINA Y GENERADOR

EXCAVACION PARA

CANAL

1,84

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL

5,25

CONCRETO f'c = 175 KG/CM2

2,12

ACERO ESTRUCTURAL fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 1/2"

11,22

14.11 CANAL DE DESCARGA

OBRAS PRELIMINARES

14.11.01 TRAZO Y REPLANTEO

m2

12,95

Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)
	1	18,5	0,7		12,95
total					12,95

14.11.02 LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL

m2

12,95

MOVIMIENTO DE

14.12 TIERRAS

EXCAVACION DE

14.12.01 ZANJAS

m3

9,71

Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)
canal de descarga	1	3,5	0,7	0,75	1,8375
canal de descarga	1	15	0,7	0,75	7,875
total					9,7125

ELIMINACION MATERIAL

14.12.02 EXCEDENTE

m3

12,14

14.13 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE

14.13.01 CONCRETO f'c=140 kg/cm2

m3

4,73

Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)
fondo	1	15	0,7	0,15	1,575
paredes	2	15	0,15	0,7	3,15
total					4,73

14.13.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL

m2

21,00

Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)
paredes	2	15		0,7	21
total					21,00

14.14 OBRAS DE CONCRETO ARMADO

14.14.01 CONCRETO f'c=210 kg/cm2

m3

1,59

Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m3)
fondo	1	3,5	0,7	0,15	0,3675
paredes	2	3,5	0,15	0,7	0,74
tapa	1	3,5	0,7	0,2	0,49
total					1,59

14.14.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL

m2

6,30

Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)
paredes	2	3,5		0,7	4,9
tapa	1	3,5	0,4		1,4

14.14.03

ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60

total 6,30 kg

85,20

Descripción	∅	# elementos	# piezas	Longtd (m)	Peso (kg/m)	Parcial (kg)
canal						
Acero longitudinal	1/2	1	12	3,5	1,00	42,00
Acero transversal	1/2	1	18	2,4	1,00	43,20
total						85,20

14.15

REVOQUES Y ENLUCIDOS

TARRAJEOS EN INTERIORES CON CEMENTO Y

14.15.01

ARENA

m2

25,90

Descripción	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Parcial (m2)
canal de cº armado	2	15		0,7	21
canal revestido	2	3,5		0,7	4,9
losa de fondo	1	18,5		0,4	7,4
total					25,90



**1.- PRESUPUESTO – PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO: "MICROCENTRAL HIDROELECTRICA PUCARA" Junio del 2011								
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS								
Presupuesto	0803001	MICROCENTRAL CENTRAL HIDROELECTRICA PUCARA						
Subpresupuesto	001	MICROCENTRAL CENTRAL HIDROELECTRICA PUCARA				Fecha presupuesto	08/06/2011	
Partida	01.01.01		TRAZO Y REPLANTEO					
Rendimiento	m2/DIA	400,0000		EQ.	400,0000	Costo unitario directo por : m2	1,67	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
		<b>Mano de Obra</b>						
014700032	TOPOGRAFO			hh	1,0000	0,0200	5,50	0,11
0147010003	OFICIAL			hh	1,0000	0,0200	4,20	0,08
0147010004	PEON			hh	2,0000	0,0400	3,23	0,13
								<b>0,32</b>
		<b>Materiales</b>						
0229060005	YESO DE 28 Kg			bls		0,0100	133,51	1,34
								<b>1,34</b>
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3,0000	0,32	0,01
								<b>0,01</b>
Partida	01.01.02		LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL					
Rendimiento	m2/DIA	90,0000		EQ.	90,0000	Costo unitario directo por : m2	0,30	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON			hh	1,0000	0,0889	3,23	0,29
								<b>0,29</b>
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3,0000	0,29	0,01
								<b>0,01</b>
Partida	01.02.01		EXCAVACION DE ZANJAS					
Rendimiento	m3/DIA	4,0000		EQ.	4,0000	Costo unitario directo por : m3	13,31	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
			<b>Mano de Obra</b>			
0147010004	PEON	hh	2,0000	4,0000	3,23	12,92
						<b>12,92</b>
			<b>Equipos</b>			
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	12,92	0,39
						<b>0,39</b>
Partida	01.02.02					<b>ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE</b>
Rendimiento	m3/DIA		12,0000	EQ.	12,0000	Costo unitario directo por : m3
						<b>2,21</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
			<b>Mano de Obra</b>			
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,6667	3,23	2,15
						<b>2,15</b>
			<b>Equipos</b>			
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	2,15	0,06
						<b>0,06</b>
Partida	01.03.01.01					<b>MAMPOSTERIA DE PIEDRA</b>
Rendimiento	m3/DIA		20,0000	EQ.	20,0000	Costo unitario directo por : m3
						<b>51,37</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
			<b>Mano de Obra</b>			
0147010002	OPERARIO	hh	0,1000	0,0400	4,68	0,19
0147010004	PEON	hh	4,0000	1,6000	3,23	5,17
						<b>5,36</b>
			<b>Materiales</b>			
0204000000	ARENA FINA	m3		0,0850	60,00	5,10
0205000013	PIEDRA PARA EMPEDRADO	m3		0,7500	40,00	30,00
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42,5 kg)	bls		0,5000	21,50	10,75
						<b>45,85</b>
			<b>Equipos</b>			
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	5,36	0,16
						<b>0,16</b>
Partida	01.03.02.01					<b>CONCRETO CICLOPEO f'c=140 kg/cm2 + 25 % PM.</b>
Rendimiento	m3/DIA		26,0000	EQ.	26,0000	Costo unitario directo por : m3
						<b>183,59</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>



PROYECTO DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ

		Mano de Obra						
014700022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	1,0000	0,3077	5,50	1,69	
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	0,3077	4,68	1,44	
0147010004	PEON		hh	8,0000	2,4615	3,23	7,95	
								<b>11,08</b>
		Materiales						
0205000004	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"		m3		0,6200	60,00	37,20	
0205000011	PIEDRA MEDIANA DE 6"		m3		0,5000	40,00	20,00	
0205010004	ARENA GRUESA		m3		0,3600	60,00	21,60	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bls		4,2000	21,50	90,30	
								<b>169,10</b>
		Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	11,08	0,33	
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3		hm	1,0000	0,3077	10,00	3,08	
								<b>3,41</b>
Partida	<b>01.03.02.02</b>		<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL</b>					
Rendimiento	m2/DIA	12,0000	EQ.	12,0000		Costo unitario directo por : m2	<b>247,90</b>	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	0,6667	4,68	3,12	
0147010003	OFICIAL		hh	1,0000	0,6667	4,20	2,80	
								<b>5,92</b>
		Materiales						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8		kg		0,2000	4,50	0,90	
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0,2000	4,50	0,90	
0243040000	MADERA TORNILLO		p2		40,0000	6,00	240,00	
								<b>241,80</b>
		Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	5,92	0,18	
								<b>0,18</b>
Partida	<b>01.03.03.01</b>		<b>CONCRETO f'c=175 kg/cm2</b>					
Rendimiento	m3/DIA	20,0000	EQ.	20,0000		Costo unitario directo por : m3	<b>265,49</b>	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Mano de Obra						
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	1,0000	0,4000	5,50	2,20	
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	0,4000	4,68	1,87	
0147010004	PEON		hh	8,0000	3,2000	3,23	10,34	
								<b>14,41</b>
		Materiales						
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"		m3		0,5500	60,00	33,00	
0205010004	ARENA GRUESA		m3		0,5400	60,00	32,40	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I		bls		8,4300	21,50	181,25	

		Materiales							14,41
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"		m3		0,5500	60,00	33,00		
0205010004	ARENA GRUESA		m3		0,5400	60,00	32,40		
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bls		8,4300	21,50	181,25		
								<b>246,65</b>	
		Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	14,41	0,43		
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3		hm	1,0000	0,4000	10,00	4,00		
								<b>4,43</b>	
Partida	<b>01.03.03.02</b>		<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL</b>						
Rendimiento	m2/DIA	12,0000	EQ.	12,0000		Costo unitario directo por : m2	<b>247,90</b>		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
		Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	0,6667	4,68	3,12		
0147010003	OFICIAL		hh	1,0000	0,6667	4,20	2,80		
								<b>5,92</b>	
		Materiales							
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8		kg		0,2000	4,50	0,90		
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0,2000	4,50	0,90		
0243040000	MADERA TORNILLO		p2		40,0000	6,00	240,00		
								<b>241,80</b>	
		Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	5,92	0,18		
								<b>0,18</b>	
Partida	<b>01.04.01.01</b>		<b>CONCRETO f'c=175 kg/cm2</b>						
Rendimiento	m3/DIA	20,0000	EQ.	20,0000		Costo unitario directo por : m3	<b>265,49</b>		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
		Mano de Obra							
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	1,0000	0,4000	5,50	2,20		
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	0,4000	4,68	1,87		
0147010004	PEON		hh	8,0000	3,2000	3,23	10,34		
								<b>14,41</b>	
		Materiales							
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"		m3		0,5500	60,00	33,00		
0205010004	ARENA GRUESA		m3		0,5400	60,00	32,40		
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I		bls		8,4300	21,50	181,25		





PROYECTO DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,0267	4,68	0,12
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,0267	4,20	0,11
<b>0,23</b>						
<b>Materiales</b>						
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0,0600	4,50	0,27
0203020004	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60, 1/2"	kg		1,0500	3,28	3,44
<b>3,71</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	0,23	0,01
0348960005	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO	hm	1,0000	0,0267	5,00	0,13
<b>0,14</b>						
Partida	<b>01.04.03.01</b>	<b>CONCRETO f<sub>c</sub>=175 kg/cm<sup>2</sup></b>				
Rendimiento	m <sup>3</sup> /DIA	20,0000	EQ.	20,0000	Costo unitario directo por : m <sup>3</sup>	<b>265,49</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1,0000	0,4000	5,50	2,20
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,4000	4,68	1,87
0147010004	PEON	hh	8,0000	3,2000	3,23	10,34
<b>14,41</b>						
<b>Materiales</b>						
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m <sup>3</sup>		0,5500	60,00	33,00
0205010004	ARENA GRUESA	m <sup>3</sup>		0,5400	60,00	32,40
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		8,4300	21,50	181,25
<b>246,65</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	14,41	0,43
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1,0000	0,4000	10,00	4,00
<b>4,43</b>						
Partida	<b>01.04.03.02</b>	<b>ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL</b>				
Rendimiento	m <sup>2</sup> /DIA	12,0000	EQ.	12,0000	Costo unitario directo por : m <sup>2</sup>	<b>7,90</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,6667	4,68	3,12
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,6667	4,20	2,80
<b>5,92</b>						
<b>Materiales</b>						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0,2000	4,50	0,90
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0,2000	4,50	0,90
<b>1,80</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	5,92	0,18
<b>0,18</b>						
Partida	<b>01.04.03.03</b>	<b>ACERO fy=4200 kg/cm<sup>2</sup> GRADO 60, 3/8"</b>				
Rendimiento	kg/DIA	300,0000	EQ.	300,0000	Costo unitario directo por : kg	<b>1,77</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,0267	4,68	0,12
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,0267	4,20	0,11
<b>0,23</b>						
<b>Materiales</b>						
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0,0600	4,50	0,27
0203020005	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60, 3/8"	kg		1,0500	1,08	1,13
<b>1,40</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	0,23	0,01
0348960005	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO	hm	1,0000	0,0267	5,00	0,13
<b>0,14</b>						
Partida	<b>01.05.01</b>	<b>ATAGUIAS DE MADERA</b>				
Rendimiento	m <sup>2</sup> /DIA	9,0000	EQ.	9,0000	Costo unitario directo por : m <sup>2</sup>	<b>76,32</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,8889	4,68	4,16
0147010004	PEON	hh	2,0000	1,7778	3,23	5,74
<b>9,90</b>						
<b>Materiales</b>						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0,2000	4,50	0,90
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0,2000	4,50	0,90
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		10,7200	6,00	64,32



PROYECTO DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ

								66,12
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	9,90	0,30	
								0,30
Partida	<b>01.06.01</b>							
Rendimiento	m2/DIA	12,0000	EQ.	12,0000		Costo unitario directo por : m2	11,02	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	0,6667	4,68	3,12	
0147010004	PEON		hh	2,0000	1,3333	3,23	4,31	
								7,43
		<b>Materiales</b>						
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0,0300	4,50	0,14	
0204000000	ARENA FINA		m3		0,0180	60,00	1,08	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bls		0,1000	21,50	2,15	
								3,37
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	7,43	0,22	
								0,22
Partida	<b>01.07.01</b>							
Rendimiento	u/DIA	1,0000	EQ.	1,0000		Costo unitario directo por : u	265,18	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	8,0000	4,68	37,44	
0147010004	PEON		hh	1,0000	8,0000	3,23	25,84	
								63,28
		<b>Materiales</b>						
0250020010	COMPUERTAS FIERRO CON VOLANTE 0.5 X 0.5 m		u		1,0000	200,00	200,00	
								200,00
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	63,28	1,90	
								1,90
Partida	<b>01.07.02</b>							
Rendimiento	u/DIA	1,0000	EQ.	1,0000		Costo unitario directo	50,00	

								por : u
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
		<b>Subcontratos</b>						
0401040004	SC REJILLA EN VENTANA DE CAPTACIÓN		u		1,0000	50,00	50,00	
								50,00
Partida	<b>02.01.01.01</b>							
Rendimiento	m2/DIA	400,0000	EQ.	400,0000		Costo unitario directo por : m2	1,67	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
		<b>Mano de Obra</b>						
0147000032	TOPOGRAFO		hh	1,0000	0,0200	5,50	0,11	
0147010003	OFICIAL		hh	1,0000	0,0200	4,20	0,08	
0147010004	PEON		hh	2,0000	0,0400	3,23	0,13	
								0,32
		<b>Materiales</b>						
0229060005	YESO DE 28 Kg		bls		0,0100	133,51	1,34	
								1,34
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	0,32	0,01	
								0,01
Partida	<b>02.01.01.02</b>							
Rendimiento	m2/DIA	90,0000	EQ.	90,0000		Costo unitario directo por : m2	0,30	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON		hh	1,0000	0,0889	3,23	0,29	
								0,29
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	0,29	0,01	
								0,01
Partida	<b>02.01.02.01</b>							
Rendimiento	m3/DIA	4,0000	EQ.	4,0000		Costo unitario directo por : m3	13,31	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON		hh	2,0000	4,0000	3,23	12,92	
								12,92
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS		%MO		3,0000	12,92	0,39	



PROYECTO DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ

	MANUALES								0,39
Partida	02.01.02.02		ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE						
Rendimiento	m3/DIA	12,0000	EQ.	12,0000		Costo unitario directo por : m3	2,21		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
		Mano de Obra							
0147010004	PEON		hh	1,0000	0,6667	3,23	2,15		
		Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	2,15	0,06		
							0,06		
Partida	02.01.03.01		CONCRETO f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup>						
Rendimiento	m3/DIA	20,0000	EQ.	20,0000		Costo unitario directo por : m3	265,49		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
		Mano de Obra							
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	1,0000	0,4000	5,50	2,20		
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	0,4000	4,68	1,87		
0147010004	PEON		hh	8,0000	3,2000	3,23	10,34		
							14,41		
		Materiales							
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"		m3		0,5500	60,00	33,00		
0205010004	ARENA GRUESA		m3		0,5400	60,00	32,40		
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bls		8,4300	21,50	181,25		
							246,65		
		Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	14,41	0,43		
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3		hm	1,0000	0,4000	10,00	4,00		
							4,43		
Partida	02.01.03.02		ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL						
Rendimiento	m2/DIA	12,0000	EQ.	12,0000		Costo unitario directo por : m2	7,90		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
		Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	0,6667	4,68	3,12		
0147010003	OFICIAL		hh	1,0000	0,6667	4,20	2,80		

									5,92
		Materiales							
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8		kg		0,2000	4,50	0,90		
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0,2000	4,50	0,90		
							1,80		
		Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	5,92	0,18		
							0,18		
Partida	02.01.03.03		ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60, 1/2"						
Rendimiento	kg/DIA	300,0000	EQ.	300,0000		Costo unitario directo por : kg	4,08		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
		Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	0,0267	4,68	0,12		
0147010003	OFICIAL		hh	1,0000	0,0267	4,20	0,11		
							0,23		
		Materiales							
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16		kg		0,0600	4,50	0,27		
0203020004	ACERO CORRUGADO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60, 1/2"		kg		1,0500	3,28	3,44		
							3,71		
		Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	0,23	0,01		
0348960005	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO		hm	1,0000	0,0267	5,00	0,13		
							0,14		
Partida	02.01.04.01		TARRAJEO EN INTERIORES ACABADO CON CEMENTO-ARENA						
Rendimiento	m2/DIA	12,0000	EQ.	12,0000		Costo unitario directo por : m2	11,02		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
		Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	0,6667	4,68	3,12		
0147010004	PEON		hh	2,0000	1,3333	3,23	4,31		
							7,43		
		Materiales							
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0,0300	4,50	0,14		
0204000000	ARENA FINA		m3		0,0180	60,00	1,08		
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bls		0,1000	21,50	2,15		
							3,37		





PROYECTO DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	unitario directo por : m	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>							
0147010002	OPERARIO	hh	2,0000	0,1600		4,68	0,75
0147010004	PEON	hh	3,0000	0,2400		3,23	0,78
							<b>1,53</b>
<b>Materiales</b>							
0272130024	TUBERIA RIB LOC DE 8" + ACCESORIOS	m		1,0500		37,40	39,27
							<b>39,27</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000		1,53	0,05
							<b>0,05</b>
Partida	<b>02.03.01.01</b>	<b>TRAZO Y REPLANTEO</b>					
Rendimiento	m2/DIA	400,0000	EQ.	400,0000	Costo unitario directo por : m2	1,67	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1,0000	0,0200	5,50	0,11	
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,0200	4,20	0,08	
0147010004	PEON	hh	2,0000	0,0400	3,23	0,13	
							<b>0,32</b>
<b>Materiales</b>							
0229060005	YESO DE 28 Kg	bls		0,0100	133,51	1,34	
							<b>1,34</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	0,32	0,01	
							<b>0,01</b>
Partida	<b>02.03.01.02</b>	<b>LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL</b>					
Rendimiento	m2/DIA	90,0000	EQ.	90,0000	Costo unitario directo por : m2	0,30	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,0889	3,23	0,29	
							<b>0,29</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	0,29	0,01	
							<b>0,01</b>
Partida	<b>02.03.02.01</b>	<b>EXCAVACION DE ZANJAS</b>					
Rendimiento	m3/DIA	4,0000	EQ.	4,0000	Costo unitario	13,31	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	directo por : m3	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>							
0147010004	PEON	hh	2,0000	4,0000		3,23	12,92
							<b>12,92</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000		12,92	0,39
							<b>0,39</b>
Partida	<b>02.03.02.02</b>	<b>ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE</b>					
Rendimiento	m3/DIA	12,0000	EQ.	12,0000	Costo unitario directo por : m3	2,21	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,6667	3,23	2,15	
							<b>2,15</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	2,15	0,06	
							<b>0,06</b>
Partida	<b>02.03.03.01</b>	<b>CONCRETO f'c=175 kg/cm2</b>					
Rendimiento	m3/DIA	20,0000	EQ.	20,0000	Costo unitario directo por : m3	265,49	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1,0000	0,4000	5,50	2,20	
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,4000	4,68	1,87	
0147010004	PEON	hh	8,0000	3,2000	3,23	10,34	
							<b>14,41</b>
<b>Materiales</b>							
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0,5500	60,00	33,00	
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0,5400	60,00	32,40	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		8,4300	21,50	181,25	
							<b>246,65</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	14,41	0,43	
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1,0000	0,4000	10,00	4,00	
							<b>4,43</b>
Partida	<b>02.03.03.02</b>	<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL</b>					



PROYECTO DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ

Rendimiento	m2/DIA	12,0000	EQ.	12,0000		Costo unitario directo por : m2	7,90	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>		<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	0,6667		4,68	3,12
0147010003	OFICIAL		hh	1,0000	0,6667		4,20	2,80
								<b>5,92</b>
		<b>Materiales</b>						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8		kg		0,2000		4,50	0,90
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0,2000		4,50	0,90
								<b>1,80</b>
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000		5,92	0,18
								<b>0,18</b>
Partida	<b>02.03.04.01</b>					<b>TARRAJEO EN INTERIORES ACABADO CON CEMENTO-ARENA</b>		
Rendimiento	m2/DIA	12,0000	EQ.	12,0000		Costo unitario directo por : m2	11,02	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>		<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	0,6667		4,68	3,12
0147010004	PEON		hh	2,0000	1,3333		3,23	4,31
								<b>7,43</b>
		<b>Materiales</b>						
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0,0300		4,50	0,14
0204000000	ARENA FINA		m3		0,0180		60,00	1,08
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bls		0,1000		21,50	2,15
								<b>3,37</b>
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000		7,43	0,22
								<b>0,22</b>
Partida	<b>02.04.01.01</b>					<b>TRAZO Y REPLANTEO</b>		
Rendimiento	m2/DIA	400,0000	EQ.	400,0000		Costo unitario directo por : m2	1,67	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>		<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
		<b>Mano de Obra</b>						
0147000032	TOPOGRAFO		hh	1,0000	0,0200		5,50	0,11
0147010003	OFICIAL		hh	1,0000	0,0200		4,20	0,08

0147010004	PEON		hh	2,0000	0,0400		3,23	0,13
								<b>0,32</b>
		<b>Materiales</b>						
0229060005	YESO DE 28 Kg		bls		0,0100		133,51	1,34
								<b>1,34</b>
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000		0,32	0,01
								<b>0,01</b>
Partida	<b>02.04.01.02</b>					<b>LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL</b>		
Rendimiento	m2/DIA	90,0000	EQ.	90,0000		Costo unitario directo por : m2	0,30	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>		<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON		hh	1,0000	0,0889		3,23	0,29
								<b>0,29</b>
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000		0,29	0,01
								<b>0,01</b>
Partida	<b>02.04.02.01</b>					<b>EXCAVACION DE ZANJAS EN TERRENO ROCOSO</b>		
Rendimiento	m3/DIA	4,0000	EQ.	4,0000		Costo unitario directo por : m3	31,60	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>		<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	2,0000		4,68	9,36
0147010003	OFICIAL		hh	1,0000	2,0000		4,20	8,40
0147010004	PEON		hh	2,0000	4,0000		3,23	12,92
								<b>30,68</b>
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000		30,68	0,92
								<b>0,92</b>
Partida	<b>02.04.02.02</b>					<b>ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE</b>		
Rendimiento	m3/DIA	12,0000	EQ.	12,0000		Costo unitario directo por : m3	2,21	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>		<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON		hh	1,0000	0,6667		3,23	2,15
								<b>2,15</b>
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000		2,15	0,06





PROYECTO DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ

Rendimiento	m3/DIA	4,000	EQ.	4,000		Costo unitario directo por : m3	13,31	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON		hh	2,0000	4,0000	3,23	12,92	
							<b>12,92</b>	
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	12,92	0,39	
							<b>0,39</b>	
Partida	<b>03.01.02.02</b>							<b>ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE</b>
Rendimiento	m3/DIA	12,0000	EQ.	12,0000		Costo unitario directo por : m3	2,21	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON		hh	1,0000	0,6667	3,23	2,15	
							<b>2,15</b>	
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	2,15	0,06	
							<b>0,06</b>	
Partida	<b>03.01.03.01</b>							<b>CONCRETO f'c=175 kg/cm2</b>
Rendimiento	m3/DIA	20,0000	EQ.	20,0000		Costo unitario directo por : m3	265,49	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
		<b>Mano de Obra</b>						
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	1,0000	0,4000	5,50	2,20	
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	0,4000	4,68	1,87	
0147010004	PEON		hh	8,0000	3,2000	3,23	10,34	
							<b>14,41</b>	
		<b>Materiales</b>						
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"		m3		0,5500	60,00	33,00	
0205010004	ARENA GRUESA		m3		0,5400	60,00	32,40	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bls		8,4300	21,50	181,25	
							<b>246,65</b>	
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	14,41	0,43	
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3		hm	1,0000	0,4000	10,00	4,00	
							<b>4,43</b>	

Partida	<b>03.01.03.02</b>							<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL</b>
Rendimiento	m2/DIA	12,0000	EQ.	12,0000		Costo unitario directo por : m2	7,90	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	0,6667	4,68	3,12	
0147010003	OFICIAL		hh	1,0000	0,6667	4,20	2,80	
							<b>5,92</b>	
		<b>Materiales</b>						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8		kg		0,2000	4,50	0,90	
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0,2000	4,50	0,90	
							<b>1,80</b>	
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	5,92	0,18	
							<b>0,18</b>	
Partida	<b>03.01.03.03</b>							<b>ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60, 3/8"</b>
Rendimiento	kg/DIA	300,0000	EQ.	300,0000		Costo unitario directo por : kg	1,77	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	0,0267	4,68	0,12	
0147010003	OFICIAL		hh	1,0000	0,0267	4,20	0,11	
							<b>0,23</b>	
		<b>Materiales</b>						
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16		kg		0,0600	4,50	0,27	
0203020005	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60, 3/8"		kg		1,0500	1,08	1,13	
							<b>1,40</b>	
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	0,23	0,01	
0348960005	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO		hm	1,0000	0,0267	5,00	0,13	
							<b>0,14</b>	
Partida	<b>03.01.04.01</b>							<b>TARRAJEO EN INTERIORES ACABADO CON CEMENTO-ARENA</b>
Rendimiento	m2/DIA	12,0000	EQ.	12,0000		Costo unitario directo por : m2	11,02	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	



PROYECTO DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ

0147010002	OPERARIO	Mano de Obra		hh	1,0000	0,6667	4,68	3,12
0147010004	PEON			hh	2,0000	1,3333	3,23	4,31
								<b>7,43</b>
		<b>Materiales</b>						
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"			kg		0,0300	4,50	0,14
0204000000	ARENA FINA			m3		0,0180	60,00	1,08
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bls		0,1000	21,50	2,15
								<b>3,37</b>
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3,0000	7,43	0,22
								<b>0,22</b>
Partida	<b>03.01.05.01</b>		<b>COMPUERTAS FIERRO CON VOLANTE DE 0.40*0.30m</b>					
Rendimiento	u/DIA	1,0000		EQ.	1,0000		Costo unitario directo por : u	<b>315,18</b>
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO			hh	1,0000	8,0000	4,68	37,44
0147010004	PEON			hh	1,0000	8,0000	3,23	25,84
								<b>63,28</b>
		<b>Materiales</b>						
0250020012	COMPUERTAS FIERRO CON VOLANTE 0.70x0.45m			u		1,0000	250,00	250,00
								<b>250,00</b>
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3,0000	63,28	1,90
								<b>1,90</b>
Partida	<b>03.02.01.01</b>		<b>TRAZO Y REPLANTEO</b>					
Rendimiento	m2/DIA	400,0000		EQ.	400,0000		Costo unitario directo por : m2	<b>1,67</b>
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Mano de Obra</b>						
0147000032	TOPOGRAFO			hh	1,0000	0,0200	5,50	0,11
0147010003	OFICIAL			hh	1,0000	0,0200	4,20	0,08
0147010004	PEON			hh	2,0000	0,0400	3,23	0,13
								<b>0,32</b>
		<b>Materiales</b>						
0229060005	YESO DE 28 Kg			bls		0,0100	133,51	1,34
								<b>1,34</b>
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3,0000	0,32	0,01
								<b>0,01</b>

Partida	<b>03.02.01.02</b>		<b>LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL</b>					
Rendimiento	m2/DIA	90,0000		EQ.	90,0000		Costo unitario directo por : m2	<b>0,30</b>
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON			hh	1,0000	0,0889	3,23	0,29
								<b>0,29</b>
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3,0000	0,29	0,01
								<b>0,01</b>
Partida	<b>03.02.02.01</b>		<b>EXCAVACION DE ZANJAS</b>					
Rendimiento	m3/DIA	4,0000		EQ.	4,0000		Costo unitario directo por : m3	<b>13,31</b>
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON			hh	2,0000	4,0000	3,23	12,92
								<b>12,92</b>
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3,0000	12,92	0,39
								<b>0,39</b>
Partida	<b>03.02.02.02</b>		<b>ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE</b>					
Rendimiento	m3/DIA	12,0000		EQ.	12,0000		Costo unitario directo por : m3	<b>2,21</b>
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON			hh	1,0000	0,6667	3,23	2,15
								<b>2,15</b>
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3,0000	2,15	0,06
								<b>0,06</b>
Partida	<b>03.02.03.01</b>		<b>CONCRETO f'c=175 kg/cm2</b>					
Rendimiento	m3/DIA	20,0000		EQ.	20,0000		Costo unitario directo por : m3	<b>265,49</b>
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Mano de Obra</b>						
0147000022	OPERADOR DE			hh	1,0000	0,4000	5,50	2,20







PROYECTO DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1,000	0,6667	4,68	3,12
0147010004	PEON	hh	2,000	1,3333	3,23	4,31
						<b>7,43</b>
<b>Materiales</b>						
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0,0300	4,50	0,14
0204000000	ARENA FINA	m3		0,0180	60,00	1,08
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0,1000	21,50	2,15
						<b>3,37</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	7,43	0,22
						<b>0,22</b>
Partida	<b>05.01.01</b>	<b>TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO DE ZANJAS</b>				
Rendimiento	m/DIA	500,0000	EQ.	500,0000	Costo unitario directo por : m	<b>0,94</b>
<b>Código Descripción Recurso Unidad Cuadrilla Cantidad Precio S/. Parcial S/.</b>						
<b>Mano de Obra</b>						
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1,000	0,0160	5,50	0,09
0147010003	OFICIAL	hh	1,000	0,0160	4,20	0,07
0147010004	PEON	hh	2,000	0,0320	3,23	0,10
						<b>0,26</b>
<b>Materiales</b>						
0229060005	YESO DE 28 Kg	bls		0,0050	133,51	0,67
						<b>0,67</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	0,26	0,01
						<b>0,01</b>
Partida	<b>05.01.02</b>	<b>LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL</b>				
Rendimiento	m2/DIA	90,0000	EQ.	90,0000	Costo unitario directo por : m2	<b>0,30</b>
<b>Código Descripción Recurso Unidad Cuadrilla Cantidad Precio S/. Parcial S/.</b>						
<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON	hh	1,000	0,0889	3,23	0,29
						<b>0,29</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	0,29	0,01
						<b>0,01</b>
Partida	<b>05.02.01</b>	<b>EXCAVACION DE ZANJA PARA TUBERIA</b>				

Rendimiento	m3/DIA	4,0000	EQ.	4,0000	Costo unitario directo por : m3	<b>13,31</b>
<b>Código Descripción Recurso Unidad Cuadrilla Cantidad Precio S/. Parcial S/.</b>						
<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON	hh	2,000	4,000	3,23	12,92
						<b>12,92</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	12,92	0,39
						<b>0,39</b>
Partida	<b>05.02.02</b>	<b>REFINE, NIVELACION Y FONDOS TUBERIA HASTA 6" INCLUYE CAMA DE APOYO</b>				
Rendimiento	m/DIA	100,0000	EQ.	100,0000	Costo unitario directo por : m	<b>0,57</b>
<b>Código Descripción Recurso Unidad Cuadrilla Cantidad Precio S/. Parcial S/.</b>						
<b>Mano de Obra</b>						
0147010003	OFICIAL	hh	0,1000	0,0080	4,20	0,03
0147010004	PEON	hh	2,000	0,1600	3,23	0,52
						<b>0,55</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	0,55	0,02
						<b>0,02</b>
Partida	<b>05.02.03</b>	<b>CAMA DE APOYO PARA TUBERÍA</b>				
Rendimiento	m/DIA	70,0000	EQ.	70,0000	Costo unitario directo por : m	<b>2,81</b>
<b>Código Descripción Recurso Unidad Cuadrilla Cantidad Precio S/. Parcial S/.</b>						
<b>Mano de Obra</b>						
0147010003	OFICIAL	hh	0,5000	0,0571	4,20	0,24
0147010004	PEON	hh	2,000	0,2286	3,23	0,74
						<b>0,98</b>
<b>Materiales</b>						
0204000000	ARENA FINA	m3		0,0300	60,00	1,80
						<b>1,80</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	0,98	0,03
						<b>0,03</b>
Partida	<b>05.02.04</b>	<b>RELLENO COMP.ZANJA TERR.NORMAL CON MATERIAL PROPIO</b>				
Rendimiento	m/DIA	10,0000	EQ.	10,0000	Costo unitario directo	<b>7,06</b>



PROYECTO DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
por : m						
<b>Mano de Obra</b>						
0147010003	OFICIAL	hh	0,5000	0,4000	4,20	1,68
0147010004	PEON	hh	2,0000	1,6000	3,23	5,17
						<b>6,85</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	6,85	0,21
						<b>0,21</b>
Partida	<b>05.03.01</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC C7.5 D=6"</b>				
Rendimiento	m/DIA		EQ.	60,0000		Costo unitario directo por : m <b>91,38</b>
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,1333	4,68	0,62
0147010003	OFICIAL	hh	2,0000	0,2667	4,20	1,12
0147010004	PEON	hh	3,0000	0,4000	3,23	1,29
						<b>3,03</b>
<b>Materiales</b>						
0272000111	TUBERIA PVC SAP PRESION C-7.5 C/A DE 6" X 5m	m		1,0500	84,00	88,20
						<b>88,20</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	3,03	0,15
						<b>0,15</b>
Partida	<b>05.03.02</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC C5 D=6"</b>				
Rendimiento	m/DIA		EQ.	60,0000		Costo unitario directo por : m <b>76,68</b>
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,1333	4,68	0,62
0147010003	OFICIAL	hh	2,0000	0,2667	4,20	1,12
0147010004	PEON	hh	3,0000	0,4000	3,23	1,29
						<b>3,03</b>
<b>Materiales</b>						
0272000110	TUBERIA PVC SAP PRESION C-5 C/A. 6" X 5m	m		1,0500	70,00	73,50
						<b>73,50</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	3,03	0,15
						<b>0,15</b>
Partida	<b>06.01.01</b>	<b>TRAZO Y REPLANTEO</b>				

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Rendimiento	m2/DIA		EQ.	400,0000		Costo unitario directo por : m2 <b>1,67</b>
<b>Mano de Obra</b>						
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1,0000	0,0200	5,50	0,11
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,0200	4,20	0,08
0147010004	PEON	hh	2,0000	0,0400	3,23	0,13
						<b>0,32</b>
<b>Materiales</b>						
0229060005	YESO DE 28 Kg	bls		0,0100	133,51	1,34
						<b>1,34</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	0,32	0,01
						<b>0,01</b>
Partida	<b>06.01.02</b>	<b>LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL</b>				
Rendimiento	m2/DIA		EQ.	90,0000		Costo unitario directo por : m2 <b>0,30</b>
<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,0889	3,23	0,29
						<b>0,29</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	0,29	0,01
						<b>0,01</b>
Partida	<b>06.02.01</b>	<b>EXCAVACION DE ZANJAS</b>				
Rendimiento	m3/DIA		EQ.	4,0000		Costo unitario directo por : m3 <b>13,31</b>
<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON	hh	2,0000	4,0000	3,23	12,92
						<b>12,92</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	12,92	0,39
						<b>0,39</b>
Partida	<b>06.02.02</b>	<b>ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE</b>				
Rendimiento	m3/DIA		EQ.	12,0000		Costo unitario directo por : m3 <b>2,21</b>



PROYECTO DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ

Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Mano de Obra</b>					
0147010004	PEON		hh	1,0000	0,6667	3,23	2,15
							<b>2,15</b>
		<b>Equipos</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	2,15	0,06
							<b>0,06</b>
Partida	<b>06.03.01</b>	<b>CONCRETO CICLOPEO</b> f'c=140 kg/cm2 + 25 % PM.					
Rendimiento	m3/DIA	26,0000	EQ.	26,0000		Costo unitario directo por : m3	<b>183,59</b>
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Mano de Obra</b>					
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	1,0000	0,3077	5,50	1,69
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	0,3077	4,68	1,44
0147010004	PEON		hh	8,0000	2,4615	3,23	7,95
							<b>11,08</b>
		<b>Materiales</b>					
0205000004	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"		m3		0,6200	60,00	37,20
0205000011	PIEDRA MEDIANA DE 6"		m3		0,5000	40,00	20,00
0205010004	ARENA GRUESA		m3		0,3600	60,00	21,60
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bls		4,2000	21,50	90,30
							<b>169,10</b>
		<b>Equipos</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	11,08	0,33
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3		hm	1,0000	0,3077	10,00	3,08
							<b>3,41</b>
Partida	<b>06.03.02</b>	<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL</b>					
Rendimiento	m2/DIA	12,0000	EQ.	12,0000		Costo unitario directo por : m2	<b>7,90</b>
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Mano de Obra</b>					
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	0,6667	4,68	3,12
0147010003	OFICIAL		hh	1,0000	0,6667	4,20	2,80
							<b>5,92</b>
		<b>Materiales</b>					
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8		kg		0,2000	4,50	0,90
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0,2000	4,50	0,90
							<b>1,80</b>

		Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	5,92	0,18	
							<b>0,18</b>	
Partida	<b>07.01.01</b>	<b>TRAZO Y REPLANTEO</b>						
Rendimiento	m2/DIA	400,0000	EQ.	400,0000		Costo unitario directo por : m2	<b>1,67</b>	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		<b>Mano de Obra</b>						
0147000032	TOPOGRAFO		hh	1,0000	0,0200	5,50	0,11	
0147010003	OFICIAL		hh	1,0000	0,0200	4,20	0,08	
0147010004	PEON		hh	2,0000	0,0400	3,23	0,13	
							<b>0,32</b>	
		<b>Materiales</b>						
0229060005	YESO DE 28 Kg		bls		0,0100	133,51	1,34	
							<b>1,34</b>	
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	0,32	0,01	
							<b>0,01</b>	
Partida	<b>07.01.02</b>	<b>LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL</b>						
Rendimiento	m2/DIA	90,0000	EQ.	90,0000		Costo unitario directo por : m2	<b>0,30</b>	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON		hh	1,0000	0,0889	3,23	0,29	
							<b>0,29</b>	
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	0,29	0,01	
							<b>0,01</b>	
Partida	<b>07.02.01</b>	<b>EXCAVACION DE ZANJAS</b>						
Rendimiento	m3/DIA	4,0000	EQ.	4,0000		Costo unitario directo por : m3	<b>13,31</b>	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON		hh	2,0000	4,0000	3,23	12,92	
							<b>12,92</b>	
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	12,92	0,39	
							<b>0,39</b>	
Partida	<b>07.02.02</b>	<b>NIVELACION INTERIOR APISONADO MANUAL</b>						



PROYECTO DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ

Rendimiento	m2/DIA	120,0000	EQ.	120,0000	Costo unitario directo por : m2	0,73		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	0,0667	4,68	0,31	
0147010004	PEON		hh	1,0000	0,0667	3,23	0,22	
							<b>0,53</b>	
		<b>Materiales</b>						
0243040000	MADERA TORNILLO		p2		0,0300	6,00	0,18	
							<b>0,18</b>	
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	0,53	0,02	
							<b>0,02</b>	
Partida	<b>07.02.03</b>							<b>ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE</b>
Rendimiento	m3/DIA	12,0000	EQ.	12,0000	Costo unitario directo por : m3	2,21		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON		hh	1,0000	0,6667	3,23	2,15	
							<b>2,15</b>	
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	2,15	0,06	
							<b>0,06</b>	
Partida	<b>07.03.01</b>							<b>SOLADOS CONCRETO f'c=100 kg/cm2 h=2"</b>
Rendimiento	m2/DIA	120,0000	EQ.	120,0000	Costo unitario directo por : m2	185,93		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO		hh	2,0000	0,1333	4,68	0,62	
0147010004	PEON		hh	2,0000	0,1333	3,23	0,43	
							<b>1,05</b>	
		<b>Materiales</b>						
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"		m3		0,0600	60,00	3,60	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bls		8,4300	21,50	181,25	
							<b>184,85</b>	
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	1,05	0,03	
							<b>0,03</b>	
Partida	<b>07.03.02</b>							<b>CONCRETO 1:10 +30% P.G.</b>

PARA CIMIENTOS CORRIDOS								
Rendimiento	m3/DIA	24,0000	EQ.	24,0000	Costo unitario directo por : m3	147,67		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		<b>Mano de Obra</b>						
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	1,0000	0,3333	5,50	1,83	
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	0,3333	4,68	1,56	
0147010004	PEON		hh	12,0000	4,0000	3,23	12,92	
							<b>16,31</b>	
		<b>Materiales</b>						
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"		m3		0,8720	60,00	52,32	
0205000033	PIEDRA GRANDE		m3		0,5040	20,00	10,08	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bls		3,0450	21,50	65,47	
							<b>127,87</b>	
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		1,0000	16,31	0,16	
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3		hm	1,0000	0,3333	10,00	3,33	
							<b>3,49</b>	
Partida	<b>07.03.03</b>							<b>CONCRETO 1:8+25% PM PARA SOBRECIMENTOS</b>
Rendimiento	m3/DIA	12,5000	EQ.	12,5000	Costo unitario directo por : m3	186,69		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		<b>Mano de Obra</b>						
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	1,0000	0,6400	5,50	3,52	
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	0,6400	4,68	3,00	
0147010003	OFICIAL		hh	1,0000	0,6400	4,20	2,69	
0147010004	PEON		hh	8,0000	5,1200	3,23	16,54	
							<b>25,75</b>	
		<b>Materiales</b>						
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"		m3		0,8930	60,00	53,58	
0205000011	PIEDRA MEDIANA DE 6"		m3		0,4200	40,00	16,80	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bls		3,8900	21,50	83,64	
							<b>154,02</b>	
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		2,0000	25,75	0,52	
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3		hm	1,0000	0,6400	10,00	6,40	
							<b>6,92</b>	



PROYECTO DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ

Partida	07.03.04		ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL					
Rendimiento	m2/DIA	12,0000	EQ.	12,0000		Costo unitario directo por : m2	247,90	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO			hh	1,0000	0,6667	4,68	3,12
0147010003	OFICIAL			hh	1,0000	0,6667	4,20	2,80
								<b>5,92</b>
		<b>Materiales</b>						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8			kg		0,2000	4,50	0,90
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"			kg		0,2000	4,50	0,90
0243040000	MADERA TORNILLO			p2		40,0000	6,00	240,00
								<b>241,80</b>
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3,0000	5,92	0,18
								<b>0,18</b>
Partida	<b>07.04.01.01</b>		<b>CONCRETO f<sub>c</sub>=175 kg/cm2</b>					
Rendimiento	m3/DIA	20,0000	EQ.	20,0000		Costo unitario directo por : m3	265,49	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
		<b>Mano de Obra</b>						
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO			hh	1,0000	0,4000	5,50	2,20
0147010002	OPERARIO			hh	1,0000	0,4000	4,68	1,87
0147010004	PEON			hh	8,0000	3,2000	3,23	10,34
								<b>14,41</b>
		<b>Materiales</b>						
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"			m3		0,5500	60,00	33,00
0205010004	ARENA GRUESA			m3		0,5400	60,00	32,40
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bls		8,4300	21,50	181,25
								<b>246,65</b>
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3,0000	14,41	0,43
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3			hm	1,0000	0,4000	10,00	4,00
								<b>4,43</b>
Partida	<b>07.04.01.02</b>		<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL</b>					
Rendimiento	m2/DIA	12,0000	EQ.	12,0000		Costo unitario directo por : m2	247,90	

Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO			hh	1,0000	0,6667	4,68	3,12
0147010003	OFICIAL			hh	1,0000	0,6667	4,20	2,80
								<b>5,92</b>
		<b>Materiales</b>						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8			kg		0,2000	4,50	0,90
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"			kg		0,2000	4,50	0,90
0243040000	MADERA TORNILLO			p2		40,0000	6,00	240,00
								<b>241,80</b>
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3,0000	5,92	0,18
								<b>0,18</b>
Partida	<b>07.04.01.03</b>		<b>ACERO f<sub>y</sub>=4200 kg/cm2 GRADO 60, 3/8"</b>					
Rendimiento	kg/DIA	300,0000	EQ.	300,0000		Costo unitario directo por : kg	1,77	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO			hh	1,0000	0,0267	4,68	0,12
0147010003	OFICIAL			hh	1,0000	0,0267	4,20	0,11
								<b>0,23</b>
		<b>Materiales</b>						
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16			kg		0,0600	4,50	0,27
0203020005	ACERO CORRUGADO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm2 GRADO 60, 3/8"			kg		1,0500	1,08	1,13
								<b>1,40</b>
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3,0000	0,23	0,01
0348960005	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO			hm	1,0000	0,0267	5,00	0,13
								<b>0,14</b>
Partida	<b>07.04.01.04</b>		<b>ACERO f<sub>y</sub>=4200 kg/cm2 GRADO 60, 1/4"</b>					
Rendimiento	kg/DIA	300,0000	EQ.	300,0000		Costo unitario directo por : kg	0,85	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO			hh	1,0000	0,0267	4,68	0,12
0147010003	OFICIAL			hh	1,0000	0,0267	4,20	0,11
								<b>0,23</b>
		<b>Materiales</b>						
0202000007	ALAMBRE NEGRO			kg		0,0600	4,50	0,27



PROYECTO DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ

0203020006	RECOCIDO # 16 ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60, 1/4"			kg		1,0500	0,20	0,21	
								<b>0,48</b>	
		<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3,0000	0,23	0,01	
0348960005	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO			hm	1,0000	0,0267	5,00	0,13	
								<b>0,14</b>	
Partida	<b>07.04.02.01</b>			<b>CONCRETO f<sub>c</sub>=175 kg/cm2</b>					
Rendimiento	m3/DIA	20,0000		EQ.	20,0000			Costo unitario directo por : m3	<b>265,49</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
		<b>Mano de Obra</b>							
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO			hh	1,0000	0,4000	5,50	2,20	
0147010002	OPERARIO			hh	1,0000	0,4000	4,68	1,87	
0147010004	PEON			hh	8,0000	3,2000	3,23	10,34	
								<b>14,41</b>	
		<b>Materiales</b>							
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"			m3		0,5500	60,00	33,00	
0205010004	ARENA GRUESA			m3		0,5400	60,00	32,40	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bls		8,4300	21,50	181,25	
								<b>246,65</b>	
		<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3,0000	14,41	0,43	
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3			hm	1,0000	0,4000	10,00	4,00	
								<b>4,43</b>	
Partida	<b>07.04.02.02</b>			<b>ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL</b>					
Rendimiento	m2/DIA	12,0000		EQ.	12,0000			Costo unitario directo por : m2	<b>247,90</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
		<b>Mano de Obra</b>							
0147010002	OPERARIO			hh	1,0000	0,6667	4,68	3,12	
0147010003	OFICIAL			hh	1,0000	0,6667	4,20	2,80	
								<b>5,92</b>	
		<b>Materiales</b>							
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8			kg		0,2000	4,50	0,90	
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"			kg		0,2000	4,50	0,90	
0243040000	MADERA TORNILLO			p2		40,0000	6,00	240,00	

										<b>241,80</b>
		<b>Equipos</b>								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3,0000	5,92	0,18		
								<b>0,18</b>		
Partida	<b>07.04.02.03</b>			<b>ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60, 3/8"</b>						
Rendimiento	kg/DIA	300,0000		EQ.	300,0000			Costo unitario directo por : kg	<b>1,77</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>		
		<b>Mano de Obra</b>								
0147010002	OPERARIO			hh	1,0000	0,0267	4,68	0,12		
0147010003	OFICIAL			hh	1,0000	0,0267	4,20	0,11		
								<b>0,23</b>		
		<b>Materiales</b>								
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16			kg		0,0600	4,50	0,27		
0203020005	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60, 3/8"			kg		1,0500	1,08	1,13		
								<b>1,40</b>		
		<b>Equipos</b>								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3,0000	0,23	0,01		
0348960005	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO			hm	1,0000	0,0267	5,00	0,13		
								<b>0,14</b>		
Partida	<b>07.04.02.04</b>			<b>ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60, 1/4"</b>						
Rendimiento	kg/DIA	300,0000		EQ.	300,0000			Costo unitario directo por : kg	<b>0,85</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>		
		<b>Mano de Obra</b>								
0147010002	OPERARIO			hh	1,0000	0,0267	4,68	0,12		
0147010003	OFICIAL			hh	1,0000	0,0267	4,20	0,11		
								<b>0,23</b>		
		<b>Materiales</b>								
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16			kg		0,0600	4,50	0,27		
0203020006	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60, 1/4"			kg		1,0500	0,20	0,21		
								<b>0,48</b>		
		<b>Equipos</b>								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3,0000	0,23	0,01		
0348960005	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO			hm	1,0000	0,0267	5,00	0,13		
								<b>0,14</b>		
Partida	<b>07.05.01</b>			<b>VIGA DE MADERA D=6" INC/EMPALME A CASETA</b>						



PROYECTO DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ

Rendimiento	m/DIA	10,000	EQ.	10,000		Costo unitario directo por : m	24,48	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO		hh	2,0000	2,0000	4,68	9,36	
0147010004	PEON		hh	3,0000	2,0000	3,23	6,46	
							<b>15,82</b>	
		<b>Materiales</b>						
020200008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8		kg		0,0500	4,50	0,23	
020202004	CLAVOS PARA CEMENTO DE ACERO CON CABEZA DE 3"		kg		0,2000	4,50	0,90	
0243160014	MADERA ROLLIZO D=6"		m		1,0500	6,42	6,74	
							<b>7,87</b>	
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5,0000	15,82	0,79	
							<b>0,79</b>	
Partida	<b>07.05.02</b>							<b>TIRAS DE MADERA D=4"</b>
Rendimiento	u/DIA	25,0000	EQ.	25,0000		Costo unitario directo por : u	164,11	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO		hh	2,0000	0,6400	4,68	3,00	
0147010004	PEON		hh	3,0000	0,9600	3,23	3,10	
							<b>6,10</b>	
		<b>Materiales</b>						
0202010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"		kg		0,2000	4,50	0,90	
0243160015	MADERA ROLLIZO D=4"		m		7,0000	22,40	156,80	
							<b>157,70</b>	
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5,0000	6,10	0,31	
							<b>0,31</b>	
Partida	<b>07.05.03</b>							<b>CORREAS DE MADERA 2"X1"X4m</b>
Rendimiento	u/DIA	40,0000	EQ.	40,0000		Costo unitario directo por : u	10,90	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO		hh	2,0000	0,4000	4,68	1,87	
0147010004	PEON		hh	3,0000	0,6000	3,23	1,94	

		<b>Materiales</b>						<b>3,81</b>
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0,2000	4,50	0,90	
0243130023	CORREAS DE MADERA 2"X1"		u		1,0000	6,00	6,00	
							<b>6,90</b>	
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5,0000	3,81	0,19	
							<b>0,19</b>	
Partida	<b>07.05.04</b>							<b>CUBIERTA CON CALAMINA GALVANIZADA</b>
Rendimiento	m2/DIA	13,7000	EQ.	13,7000		Costo unitario directo por : m2	19,74	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	0,5839	4,68	2,73	
0147010004	PEON		hh	1,0000	0,5839	3,23	1,89	
							<b>4,62</b>	
		<b>Materiales</b>						
0202170001	CLAVOS PARA CALAMINA		kg		0,0150	4,50	0,07	
0256900011	CALAMINA GALVANIZADA ZINC 2.44 X 0.830 m X 0.00027m		pl		0,7500	20,00	15,00	
							<b>15,07</b>	
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		1,0000	4,62	0,05	
							<b>0,05</b>	
Partida	<b>07.06.01</b>							<b>MURO DE LADRILLO KK 6X12X24</b>
Rendimiento	m2/DIA	6,4500	EQ.	6,4500		Costo unitario directo por : m2	46,14	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	1,0000	4,68	4,68	
0147010004	PEON		hh	0,5000	1,0000	3,23	3,23	
							<b>7,91</b>	
		<b>Materiales</b>						
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0,0220	4,50	0,10	
0205010004	ARENA GRUESA		m3		0,0580	60,00	3,48	
0217000024	LADRILLO KING KONG TIPO14 DE CONCRETO 24x13x9 cm		u		55,0000	0,40	22,00	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bls		0,4080	21,50	8,77	



PROYECTO DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ

0243040000	MADERA TORNILLO			p2		0,5800	6,00	3,48	
								<b>37,83</b>	
		<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		5,0000	7,91	0,40	
								<b>0,40</b>	
Partida	<b>07.07.01</b>								
									<b>PUERTA DE MADERA CEDRO 1.20X2.2</b>
Rendimiento	u/DIA	2,0000		EQ.	2,0000			Costo unitario directo por : u	<b>483,22</b>
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		<b>Mano de Obra</b>							
0147010002	OPERARIO			hh	1,0000	4,0000	4,68	18,72	
0147010004	PEON			hh	1,0000	4,0000	3,23	12,92	
								<b>31,64</b>	
		<b>Materiales</b>							
023990053	PUERTA DE MADERA DE CEDRO 1.20X2.20			u		1,0000	450,00	450,00	
								<b>450,00</b>	
		<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		5,0000	31,64	1,58	
								<b>1,58</b>	
Partida	<b>07.07.02</b>								
									<b>PUERTA CONTRAPLACADA 0.9X2.2</b>
Rendimiento	u/DIA	2,0000		EQ.	2,0000			Costo unitario directo por : u	<b>383,22</b>
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		<b>Mano de Obra</b>							
0147010002	OPERARIO			hh	1,0000	4,0000	4,68	18,72	
0147010004	PEON			hh	1,0000	4,0000	3,23	12,92	
								<b>31,64</b>	
		<b>Materiales</b>							
023990054	PUERTA CONTRAPLACADA 0.90X2.20			u		1,0000	350,00	350,00	
								<b>350,00</b>	
		<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		5,0000	31,64	1,58	
								<b>1,58</b>	
Partida	<b>07.07.03</b>								
									<b>VENTANA DE MADERA 1.50X0.60</b>
Rendimiento	u/DIA	2,0000		EQ.	2,0000			Costo unitario directo por : u	<b>233,22</b>
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	

		<b>Mano de Obra</b>							
0147010002	OPERARIO			hh	1,0000	4,0000	4,68	18,72	
0147010004	PEON			hh	1,0000	4,0000	3,23	12,92	
								<b>31,64</b>	
		<b>Materiales</b>							
0239900102	VENTANA DE MADERA 1.50X0.60			u		1,0000	200,00	200,00	
								<b>200,00</b>	
		<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		5,0000	31,64	1,58	
								<b>1,58</b>	
Partida	<b>07.07.04</b>								
									<b>VENTANA DE MADERA 1.50X1.20</b>
Rendimiento	u/DIA	2,0000		EQ.	2,0000			Costo unitario directo por : u	<b>283,22</b>
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		<b>Mano de Obra</b>							
0147010002	OPERARIO			hh	1,0000	4,0000	4,68	18,72	
0147010004	PEON			hh	1,0000	4,0000	3,23	12,92	
								<b>31,64</b>	
		<b>Materiales</b>							
0239900103	VENTANA DE MADERA 1.50X1.20			u		1,0000	250,00	250,00	
								<b>250,00</b>	
		<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		5,0000	31,64	1,58	
								<b>1,58</b>	
Partida	<b>07.08.01</b>								
									<b>FALSO PISO DE 4" DE CONCRETO 1:10</b>
Rendimiento	m2/DIA	25,0000		EQ.	25,0000			Costo unitario directo por : m2	<b>20,08</b>
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		<b>Mano de Obra</b>							
0147010002	OPERARIO			hh	0,5000	0,1600	4,68	0,75	
0147010004	PEON			hh	2,0000	0,6400	3,23	2,07	
								<b>2,82</b>	
		<b>Materiales</b>							
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"			m3		0,1250	60,00	7,50	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bls		0,4500	21,50	9,68	
								<b>17,18</b>	
		<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3,0000	2,82	0,08	
								<b>0,08</b>	
Partida	<b>07.08.02</b>								
									<b>PISO DE CONCRETO E=2" f'c 140 kg/cm2 X 4 cm PULIDO 1:2 X 1 cm</b>



PROYECTO DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ

Rendimiento	m2/DIA	10,000	EQ.	10,000	Costo unitario directo por : m2	19,55		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	0,8000	4,68	3,74	
0147010004	PEON		hh	1,0000	0,8000	3,23	2,58	
							<b>6,32</b>	
		<b>Materiales</b>						
0204000000	ARENA FINA		m3		0,0090	60,00	0,54	
0205000004	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"		m3		0,0360	60,00	2,16	
0205010004	ARENA GRUESA		m3		0,0210	60,00	1,26	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bls		0,4250	21,50	9,14	
							<b>13,10</b>	
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		2,0000	6,32	0,13	
							<b>0,13</b>	
Partida	<b>07.08.03</b>							
								<b>VEREDA RIGIDA DE CONCRETO f<sub>c</sub>=140 kg/cm<sup>2</sup> E=10 cm PASTA 1:2</b>
Rendimiento	m2/DIA	15,000	EQ.	15,000	Costo unitario directo por : m2	44,03		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		<b>Mano de Obra</b>						
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	1,0000	0,5333	5,50	2,93	
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	0,5333	4,68	2,50	
0147010004	PEON		hh	1,5000	0,8000	3,23	2,58	
							<b>8,01</b>	
		<b>Materiales</b>						
0204000000	ARENA FINA		m3		0,0130	60,00	0,78	
0205000004	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"		m3		0,0880	60,00	5,28	
0205010004	ARENA GRUESA		m3		0,0510	60,00	3,06	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bls		0,9500	21,50	20,43	
0243040000	MADERA TORNILLO		p2		0,8300	6,00	4,98	
							<b>34,53</b>	
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		2,0000	8,01	0,16	
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3		hm	0,2500	0,1333	10,00	1,33	
							<b>1,49</b>	
Partida	<b>07.08.04</b>							
								<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL</b>

Rendimiento	m2/DIA	12,000	EQ.	12,000	Costo unitario directo por : m2	7,90		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	0,6667	4,68	3,12	
0147010003	OFICIAL		hh	1,0000	0,6667	4,20	2,80	
							<b>5,92</b>	
		<b>Materiales</b>						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8		kg		0,2000	4,50	0,90	
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0,2000	4,50	0,90	
							<b>1,80</b>	
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	5,92	0,18	
							<b>0,18</b>	
Partida	<b>07.09.01</b>							
								<b>CANAleta DE CONCRETO f<sub>c</sub>=140 kg/cm<sup>2</sup> E=10 cm PASTA 1:2</b>
Rendimiento	m2/DIA	15,000	EQ.	15,000	Costo unitario directo por : m2	44,03		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		<b>Mano de Obra</b>						
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	1,0000	0,5333	5,50	2,93	
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	0,5333	4,68	2,50	
0147010004	PEON		hh	1,5000	0,8000	3,23	2,58	
							<b>8,01</b>	
		<b>Materiales</b>						
0204000000	ARENA FINA		m3		0,0130	60,00	0,78	
0205000004	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"		m3		0,0880	60,00	5,28	
0205010004	ARENA GRUESA		m3		0,0510	60,00	3,06	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bls		0,9500	21,50	20,43	
0243040000	MADERA TORNILLO		p2		0,8300	6,00	4,98	
							<b>34,53</b>	
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		2,0000	8,01	0,16	
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3		hm	0,2500	0,1333	10,00	1,33	
							<b>1,49</b>	
Partida	<b>07.09.02</b>							
								<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL</b>
Rendimiento	m2/DIA	12,000	EQ.	12,000	Costo unitario directo por : m2	7,90		



PROYECTO DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,6667	4,68	3,12
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,6667	4,20	2,80
						<b>5,92</b>
<b>Materiales</b>						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0,2000	4,50	0,90
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0,2000	4,50	0,90
						<b>1,80</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	5,92	0,18
						<b>0,18</b>
Partida	<b>07.10.01</b>	<b>TARRAJEO EN INTERIORES ACABADO CON CEMENTO-ARENA</b>				
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>12,0000</b>	<b>EQ.</b>	<b>12,0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m2</b>	<b>11,02</b>
<b>Código Descripción Recurso Unidad Cuadrilla Cantidad Precio S/. Parcial S/.</b>						
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,6667	4,68	3,12
0147010004	PEON	hh	2,0000	1,3333	3,23	4,31
						<b>7,43</b>
<b>Materiales</b>						
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0,0300	4,50	0,14
0204000000	ARENA FINA	m3		0,0180	60,00	1,08
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0,1000	21,50	2,15
						<b>3,37</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	7,43	0,22
						<b>0,22</b>
Partida	<b>07.10.02</b>	<b>PINTURA EN INTERIORES AL TEMPLE 2 MANOS</b>				
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>27,0000</b>	<b>EQ.</b>	<b>27,0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m2</b>	<b>5,83</b>
<b>Código Descripción Recurso Unidad Cuadrilla Cantidad Precio S/. Parcial S/.</b>						
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,2963	4,68	1,39
						<b>1,39</b>
<b>Materiales</b>						
0254130001	PINTURA IMPRIMANTE PARA MUROS	gal		0,1300	30,00	3,90

0255000001	PINTURA AL TEMPLE SIMPLE	kg		0,2000	2,50	0,50
						<b>4,40</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	1,39	0,04
						<b>0,04</b>
Partida	<b>07.11.01</b>	<b>SALIDA PARA CENTROS DE LUZ CON INTERRUPTORES SIMPLES</b>				
Rendimiento	<b>pto/DIA</b>	<b>4,0000</b>	<b>EQ.</b>	<b>4,0000</b>	<b>Costo unitario directo por : pto</b>	<b>258,95</b>
<b>Código Descripción Recurso Unidad Cuadrilla Cantidad Precio S/. Parcial S/.</b>						
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	2,0000	4,68	9,36
0147010004	PEON	hh	0,7500	1,5000	3,23	4,85
						<b>14,21</b>
<b>Materiales</b>						
0207010000	CABLE TW # 14 AWG 2.5 mm2	m		29,5300	3,60	106,31
0212030038	INTERRUPTOR SIMPLE	pza		1,0000	20,17	20,17
0212090004	CAJA RECTANGULAR GALVANIZADA LIVIANA DE 4" X 2 1/8"	u		1,0000	40,05	40,05
0212090049	CAJA OCTOGONAL GALVANIZADA LIVIANA 4" X 2 1/8 "	u		1,0000	56,07	56,07
0229040003	CINTA AISLANTE	u		0,0100	40,73	0,41
0274010031	TUBO PVC SEL ESPIGA CAMPANA 3/4" X 3.00 m	pza		1,5000	3,20	4,80
0274020027	CURVA PVC SEL 3/4"	pza		3,0000	2,50	7,50
0274040033	CONEXION A CAJA PVC SEL 3/4"	pza		3,0000	3,00	9,00
						<b>244,31</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	14,21	0,43
						<b>0,43</b>
Partida	<b>07.12.01</b>	<b>EXCAVACION DE ZANJAS</b>				
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>4,0000</b>	<b>EQ.</b>	<b>4,0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m3</b>	<b>13,31</b>
<b>Código Descripción Recurso Unidad Cuadrilla Cantidad Precio S/. Parcial S/.</b>						
<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON	hh	2,0000	4,0000	3,23	12,92
						<b>12,92</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	12,92	0,39
						<b>0,39</b>



PROYECTO DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ

Partida	07.12.02		ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL					
Rendimiento	m2/DIA	12,0000	EQ.	12,0000		Costo unitario directo por : m2	7,90	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO			hh	1,0000	0,6667	4,68	3,12
0147010003	OFICIAL			hh	1,0000	0,6667	4,20	2,80
								5,92
		<b>Materiales</b>						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8			kg		0,2000	4,50	0,90
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"			kg		0,2000	4,50	0,90
								1,80
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3,0000	5,92	0,18
								0,18
Partida	07.12.03		CONCRETO f'c=175 kg/cm2					
Rendimiento	m3/DIA	20,0000	EQ.	20,0000		Costo unitario directo por : m3	265,49	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
		<b>Mano de Obra</b>						
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO			hh	1,0000	0,4000	5,50	2,20
0147010002	OPERARIO			hh	1,0000	0,4000	4,68	1,87
0147010004	PEON			hh	8,0000	3,2000	3,23	10,34
								14,41
		<b>Materiales</b>						
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"			m3		0,5500	60,00	33,00
0205010004	ARENA GRUESA			m3		0,5400	60,00	32,40
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bls		8,4300	21,50	181,25
								246,65
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3,0000	14,41	0,43
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3			hm	1,0000	0,4000	10,00	4,00
								4,43
Partida	07.12.04		ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60, 1/2"					
Rendimiento	kg/DIA	300,0000	EQ.	300,0000		Costo unitario directo por : kg	4,08	

Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Mano de Obra</b>					
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	0,0267	4,68	0,12
0147010003	OFICIAL		hh	1,0000	0,0267	4,20	0,11
							0,23
		<b>Materiales</b>					
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16		kg		0,0600	4,50	0,27
0203020004	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60, 1/2"		kg		1,0500	3,28	3,44
							3,71
		<b>Equipos</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	0,23	0,01
0348960005	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO		hm	1,0000	0,0267	5,00	0,13
							0,14
Partida	08.01.01		<b>TRAZO Y REPLANTEO</b>				
Rendimiento	m2/DIA	400,0000	EQ.	400,0000		Costo unitario directo por : m2	1,67
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
		<b>Mano de Obra</b>					
0147000032	TOPOGRAFO		hh	1,0000	0,0200	5,50	0,11
0147010003	OFICIAL		hh	1,0000	0,0200	4,20	0,08
0147010004	PEON		hh	2,0000	0,0400	3,23	0,13
							0,32
		<b>Materiales</b>					
0229060005	YESO DE 28 Kg		bls		0,0100	133,51	1,34
							1,34
		<b>Equipos</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	0,32	0,01
							0,01
Partida	08.01.02		<b>LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL</b>				
Rendimiento	m2/DIA	90,0000	EQ.	90,0000		Costo unitario directo por : m2	0,30
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
		<b>Mano de Obra</b>					
0147010004	PEON		hh	1,0000	0,0889	3,23	0,29
							0,29
		<b>Equipos</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	0,29	0,01
							0,01
Partida	08.02.01		<b>EXCAVACION DE ZANJAS</b>				
Rendimiento	m3/DIA	4,0000	EQ.	4,0000		Costo	13,31





PROYECTO DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ

		Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO			hh	1,0000	0,6667	4,68	3,12
0147010003	OFICIAL			hh	1,0000	0,6667	4,20	2,80
								<b>5,92</b>
		<b>Materiales</b>						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8			kg		0,2000	4,50	0,90
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"			kg		0,2000	4,50	0,90
								<b>1,80</b>
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3,0000	5,92	0,18
								<b>0,18</b>
Partida	<b>08.04.03</b>		<b>ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60, 1/2"</b>					
Rendimiento	<b>kg/DIA</b>	<b>300,0000</b>		EQ.	<b>300,0000</b>		<b>4,08</b>	
								Costo unitario directo por : kg
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO			hh	1,0000	0,0267	4,68	0,12
0147010003	OFICIAL			hh	1,0000	0,0267	4,20	0,11
								<b>0,23</b>
		<b>Materiales</b>						
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16			kg		0,0600	4,50	0,27
0203020004	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60, 1/2"			kg		1,0500	3,28	3,44
								<b>3,71</b>
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3,0000	0,23	0,01
0348960005	CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO			hm	1,0000	0,0267	5,00	0,13
								<b>0,14</b>
Partida	<b>08.05.01</b>		<b>TARRAJEO EN INTERIORES ACABADO CON CEMENTO-ARENA</b>					
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>12,0000</b>		EQ.	<b>12,0000</b>		<b>11,02</b>	
								Costo unitario directo por : m2
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
		<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO			hh	1,0000	0,6667	4,68	3,12
0147010004	PEON			hh	2,0000	1,3333	3,23	4,31
								<b>7,43</b>
		<b>Materiales</b>						
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"			kg		0,0300	4,50	0,14
0204000000	ARENA FINA			m3		0,0180	60,00	1,08

0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bls		0,1000	21,50	2,15
								<b>3,37</b>
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3,0000	7,43	0,22
								<b>0,22</b>
Partida	<b>09.01</b>		<b>FLETE TERRESTRE CAJAMARCA - PUCARA</b>					
Rendimiento	<b>glb/DIA</b>	<b>239,0000</b>		EQ.	<b>239,0000</b>			Costo unitario directo por : glb
								<b>10.000,00</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
		<b>Materiales</b>						
0232000053	FLETE			est		1,0000	10.000,00	10.000,00



## 2.- PRESUPUESTO GENERAL

PROYECTO:					
<b>"MICROCENTRAL HIDROELECTRICA PUCARA"</b>					
Junio del 2011					
<b>PRESUPUESTO GENERAL DE OBRA (ALTERNATIVA 01)</b>					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
<b>A: TANGIBLES</b>					
<b>01</b>	<b>BOCATOMA</b>				<b>15.811,70</b>
<b>01.01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>81,95</b>
01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	41,60	1,67	69,47
01.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	41,60	0,30	12,48
<b>01.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>480,09</b>
01.02.01	EXCAVACION DE ZANJAS	m3	29,87	13,31	397,57
01.02.02	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE	m3	37,34	2,21	82,52
<b>01.03</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>12.300,79</b>
<b>01.03.01</b>	<b>MAMPOSTERÍA DE PIEDRA</b>				<b>448,97</b>
01.03.01.01	MAMPOSTERIA DE PIEDRA	m3	8,74	51,37	448,97
<b>01.03.02</b>	<b>MUROS DE ENCAUSAMIENTO</b>				<b>5.787,61</b>
01.03.02.01	CONCRETO CICLOPEO f <sub>c</sub> =140 kg/cm <sup>2</sup> + 25 % PM.	m3	9,92	183,59	1.821,21
01.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	16,00	247,90	3.966,40
<b>01.03.03</b>	<b>BARRAJE</b>				<b>6.064,21</b>
01.03.03.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup>	m3	16,24	265,49	4.311,56
01.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	7,07	247,90	1.752,65
<b>01.04</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				<b>2.321,26</b>
<b>01.04.01</b>	<b>COLUMNAS</b>				<b>1.103,21</b>
01.04.01.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup>	m3	1,23	265,49	326,55
01.04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	2,38	247,90	590,00
01.04.01.03	ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60, 1/2"	kg	42,00	4,08	171,36
01.04.01.04	ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60, 1/4"	kg	18,00	0,85	15,30
<b>01.04.02</b>	<b>ZAPATAS</b>				<b>140,69</b>
01.04.02.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup>	m3	0,45	265,49	119,47
01.04.02.02	ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60, 1/2"	kg	5,20	4,08	21,22
<b>01.04.03</b>	<b>LOSAS MACIZAS</b>				<b>1.077,36</b>
01.04.03.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup>	m3	3,65	265,49	969,04
01.04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	1,17	7,90	9,24

01.04.03.03	ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60, 3/8"	kg	55,98	1,77	99,08
<b>01.05</b>	<b>ATAGUIAS</b>				<b>296,12</b>
01.05.01	ATAGUIAS DE MADERA	m2	3,88	76,32	296,12
<b>01.06</b>	<b>REVOQUES Y ENLUCIDOS</b>				<b>16,31</b>
01.06.01	TARRAJEO EN INTERIORES ACABADO CON CEMENTO-ARENA	m2	1,48	11,02	16,31
<b>01.07</b>	<b>FIERRERÍA</b>				<b>315,18</b>
01.07.01	COMPUERTAS FIERRO CON VOLANTE DE 0.40*0.20 m	u	1,00	265,18	265,18
01.07.02	REJILLA EN LA VENTANA DE CAPTACION	u	1,00	50,00	50,00
<b>02</b>	<b>CANAL DE DEMASIAS</b>				<b>62.249,76</b>
<b>02.01</b>	<b>CANAL DE DEMASIAS DE C° ARMADO L=20m</b>				<b>3.293,57</b>
<b>02.01.01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>23,64</b>
02.01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	12,00	1,67	20,04
02.01.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	12,00	0,30	3,60
<b>02.01.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>28,93</b>
02.01.02.01	EXCAVACION DE ZANJAS	m3	1,80	13,31	23,96
02.01.02.02	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE	m3	2,25	2,21	4,97
<b>02.01.03</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				<b>3.020,60</b>
02.01.03.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup>	m3	3,84	265,49	1.019,48
02.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	24,00	7,90	189,60
02.01.03.03	ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60, 1/2"	kg	444,00	4,08	1.811,52
<b>02.01.04</b>	<b>REVOQUES Y ENLUCIDOS</b>				<b>220,40</b>
02.01.04.01	TARRAJEO EN INTERIORES ACABADO CON CEMENTO-ARENA	m2	20,00	11,02	220,40
<b>02.02</b>	<b>CANAL DE DEMASIAS C/ TUBERÍA RIB LOC 8" L=1000m</b>				<b>55.724,40</b>
<b>02.02.01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>1.240,00</b>
02.02.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO DE ZANJAS	m	1.000,00	0,94	940,00
02.02.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	1.000,00	0,30	300,00
<b>02.02.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>13.634,40</b>
02.02.02.01	EXCAVACION DE ZANJAS	m3	240,00	13,31	3.194,40
02.02.02.02	REFINE, NIVELACION Y FONDOS TUBERIA HASTA 6" INCLUYE CAMA DE APOYO	m	1.000,00	0,57	570,00
02.02.02.03	CAMA DE APOYO PARA TUBERÍA	m	1.000,00	2,81	2.810,00
02.02.02.04	RELLENO COMP.ZANJA TERR.NORMAL CON MATERIAL PROPIO	m	1.000,00	7,06	7.060,00
<b>02.02.03</b>	<b>TUBERÍA</b>				<b>40.850,00</b>
02.02.03.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA RIB LOC D=8"	m	1.000,00	40,85	40.850,00



PROYECTO DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ

02.03	CANAL DE DEMASÍAS CAJA DE REGISTRO (21 und)				2.566,29
02.03.01	OBRAS PRELIMINARES				26,47
02.03.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	13,44	1,67	22,44
02.03.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	13,44	0,30	4,03
02.03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				86,46
02.03.02.01	EXCAVACION DE ZANJAS	m3	5,38	13,31	71,61
02.03.02.02	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE	m3	6,72	2,21	14,85
02.03.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				1.833,15
02.03.03.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup>	m3	5,63	265,49	1.494,71
02.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	42,84	7,90	338,44
02.03.04	REVOQUES Y ENLUCIDOS				620,21
02.03.04.01	TARRAJEO EN INTERIORES ACABADO CON CEMENTO-ARENA	m2	56,28	11,02	620,21
02.04	CANAL DE DEMASIAS REVESTIDO CON C° L=10m				665,50
02.04.01	OBRAS PRELIMINARES				10,84
02.04.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	5,50	1,67	9,19
02.04.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	5,50	0,30	1,65
02.04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				46,39
02.04.02.01	EXCAVACION DE ZANJAS EN TERRENO ROCOSO	m3	1,35	31,60	42,66
02.04.02.02	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE	m3	1,69	2,21	3,73
02.04.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				509,09
02.04.03.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup>	m3	1,62	265,49	430,09
02.04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	10,00	7,90	79,00
02.04.04	REVOQUES Y ENLUCIDOS				99,18
02.04.04.01	TARRAJEO EN INTERIORES ACABADO CON CEMENTO-ARENA	m2	9,00	11,02	99,18
03	DESARENADOR - CAMARA DE CARGA				2.738,95
03.01	DESARENADOR				1.958,70
03.01.01	OBRAS PRELIMINARES				23,82
03.01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	12,09	1,67	20,19
03.01.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	12,09	0,30	3,63
03.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				153,81
03.01.02.01	EXCAVACION DE ZANJAS	m3	9,57	13,31	127,38
03.01.02.02	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE	m3	11,96	2,21	26,43
03.01.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				1.247,14
03.01.03.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup>	m3	3,46	265,49	918,60
03.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	11,90	7,90	94,01
03.01.03.03	ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO	kg	132,50	1,77	234,53

	60, 3/8"				
03.01.04	REVOQUES Y ENLUCIDOS				218,75
03.01.04.01	TARRAJEO EN INTERIORES ACABADO CON CEMENTO-ARENA	m2	19,85	11,02	218,75
03.01.05	FIERRERÍA				315,18
03.01.05.01	COMPUERTAS FIERRO CON VOLANTE DE 0.40*0.30m	u	1,00	315,18	315,18
03.02	CAMARA DE CARGA				780,25
03.02.01	OBRAS PRELIMINARES				3,85
03.02.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	1,95	1,67	3,26
03.02.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	1,95	0,30	0,59
03.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				53,34
03.02.02.01	EXCAVACION DE ZANJAS	m3	3,32	13,31	44,19
03.02.02.02	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE	m3	4,14	2,21	9,15
03.02.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				506,50
03.02.03.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup>	m3	1,47	265,49	390,27
03.02.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	6,70	7,90	52,93
03.02.03.03	ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60, 3/8"	kg	35,76	1,77	63,30
03.02.04	REVOQUES Y ENLUCIDOS				66,56
03.02.04.01	TARRAJEO EN INTERIORES ACABADO CON CEMENTO-ARENA	m2	6,04	11,02	66,56
03.02.05	FIERRERÍA				150,00
03.02.05.01	REJILLA DE INGRESO A CAMARA DE CARGA	u	1,00	150,00	150,00
04	CANAL DE REBOSE Y LIMPIA				640,81
04.01	OBRAS PRELIMINARES				10,84
04.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	5,50	1,67	9,19
04.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	5,50	0,30	1,65
04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				21,70
04.02.01	EXCAVACION DE ZANJAS	m3	1,35	13,31	17,97
04.02.02	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE	m3	1,69	2,21	3,73
04.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				509,09
04.03.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup>	m3	1,62	265,49	430,09
04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	10,00	7,90	79,00
04.04	REVOQUES Y ENLUCIDOS				99,18
04.04.01	TARRAJEO EN INTERIORES ACABADO CON CEMENTO-ARENA	m2	9,00	11,02	99,18
05	TUBERÍA DE PRESIÓN PVC SAP D=6"				11.466,17
05.01	OBRAS PRELIMINARES				142,56
05.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO DE ZANJAS	m	114,97	0,94	108,07
05.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	114,97	0,30	34,49
05.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1.567,65
05.02.01	EXCAVACION DE ZANJA PARA TUBERIA	m3	27,60	13,31	367,36



PROYECTO DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE PUCARÁ, CAJAMARCA, PERÚ

05.02.02	REFINE, NIVELACION Y FONDOS TUBERIA HASTA 6" INCLUYE CAMA DE APOYO	m	114,97	0,57	65,53
05.02.03	CAMA DE APOYO PARA TUBERÍA	m	114,97	2,81	323,07
05.02.04	RELLENO COMP.ZANJA TERR.NORMAL CON MATERIAL PROPIO	m	114,97	7,06	811,69
<b>05.03</b>	<b>TUBERÍA DE PRESIÓN</b>				<b>9.755,96</b>
05.03.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC C7.5 D=6"	m	63,95	91,38	5.843,75
05.03.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC C5 D=6"	m	51,02	76,68	3.912,21
<b>06</b>	<b>ANCLAJES</b>				<b>785,39</b>
<b>06.01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>10,58</b>
06.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	5,37	1,67	8,97
06.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	5,37	0,30	1,61
<b>06.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>58,51</b>
06.02.01	EXCAVACION DE ZANJAS	m3	3,64	13,31	48,45
06.02.02	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE	m3	4,55	2,21	10,06
<b>06.03</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>716,30</b>
06.03.01	CONCRETO CICLOPEO f <sub>c</sub> =140 kg/cm <sup>2</sup> + 25 % PM.	m3	3,64	183,59	668,27
06.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	6,08	7,90	48,03
<b>07</b>	<b>CASA DE MÁQUINAS</b>				<b>22.874,83</b>
<b>07.01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>84,08</b>
07.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	42,68	1,67	71,28
07.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	42,68	0,30	12,80
<b>07.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>180,32</b>
07.02.01	EXCAVACION DE ZANJAS	m3	9,28	13,31	123,52
07.02.02	NIVELACION INTERIOR APISONADO MANUAL	m2	42,68	0,73	31,16
07.02.03	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE	m3	11,60	2,21	25,64
<b>07.03</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>4.351,29</b>
07.03.01	SOLADOS CONCRETO f <sub>c</sub> =100 kg/cm <sup>2</sup> h=2"	m2	1,33	185,93	247,29
07.03.02	CONCRETO 1:10 +30% P.G. PARA CIMIENTOS CORRIDOS	m3	6,63	147,67	979,05
07.03.03	CONCRETO 1:8+25% PM PARA SOBRECIMENTOS	m3	2,65	186,69	494,73
07.03.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	10,61	247,90	2.630,22
<b>07.04</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				<b>6.614,08</b>
<b>07.04.01</b>	<b>COLUMNAS</b>				<b>3.518,69</b>
07.04.01.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup>	m3	0,69	265,49	183,19
07.04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	13,20	247,90	3.272,28
07.04.01.03	ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60, 3/8"	kg	29,57	1,77	52,34

07.04.01.04	ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60, 1/4"	kg	12,80	0,85	10,88
<b>07.04.02</b>	<b>VIGAS</b>				<b>3.095,39</b>
07.04.02.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup>	m3	1,28	265,49	339,83
07.04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	10,24	247,90	2.538,50
07.04.02.03	ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60, 3/8"	kg	97,66	1,77	172,86
07.04.02.04	ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60, 1/4"	kg	52,00	0,85	44,20
<b>07.05</b>	<b>ESTRUCTURA DE MADERA Y COBERTURA</b>				<b>4.363,60</b>
07.05.01	VIGA DE MADERA D=6" INC/EMPALME A CASETA	m	23,25	24,48	569,16
07.05.02	TIRAS DE MADERA D=4"	u	14,00	164,11	2.297,54
07.05.03	CORREAS DE MADERA 2"X1"X4m	u	60,00	10,90	654,00
07.05.04	CUBIERTA CON CALAMINA GALVANIZADA	m2	42,70	19,74	842,90
<b>07.06</b>	<b>MUROS</b>				<b>1.738,56</b>
07.06.01	MURO DE LADRILLO KK 6X12X24	m2	37,68	46,14	1.738,56
<b>07.07</b>	<b>PUERTAS Y VENTANAS</b>				<b>1.382,88</b>
07.07.01	PUERTA DE MADERA CEDRO 1.20X2.2	u	1,00	483,22	483,22
07.07.02	PUERTA CONTRAPLACADA 0.9X2.2	u	1,00	383,22	383,22
07.07.03	VENTANA DE MADERA 1.50X0.60	u	1,00	233,22	233,22
07.07.04	VENTANA DE MADERA 1.50X1.20	u	1,00	283,22	283,22
<b>07.08</b>	<b>PISOS Y VEREDAS</b>				<b>1.332,75</b>
07.08.01	FALSO PISO DE 4" DE CONCRETO 1:10	m2	20,25	20,08	406,62
07.08.02	PISO DE CONCRETO E=2" f <sub>c</sub> 140 kg/cm <sup>2</sup> X 4 cm PULIDO 1:2 X 1 cm	m2	20,25	19,55	395,89
07.08.03	VEREDA RIGIDA DE CONCRETO f <sub>c</sub> =140 kg/cm <sup>2</sup> E=10 cm PASTA 1:2	m2	11,44	44,03	503,70
07.08.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	3,36	7,90	26,54
<b>07.09</b>	<b>CANALETA PARA AGUAS DE LLUVIA</b>				<b>276,36</b>
07.09.01	CANALETA DE CONCRETO f <sub>c</sub> =140 kg/cm <sup>2</sup> E=10 cm PASTA 1:2	m2	5,76	44,03	253,61
07.09.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	2,88	7,90	22,75
<b>07.10</b>	<b>REVOQUES Y ENLUCIDOS</b>				<b>1.099,47</b>
07.10.01	TARRAJEO EN INTERIORES ACABADO CON CEMENTO-ARENA	m2	65,25	11,02	719,06
07.10.02	PINTURA EN INTERIORES AL TEMPLE 2 MANOS	m2	65,25	5,83	380,41
<b>07.11</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				<b>776,85</b>
07.11.01	SALIDA PARA CENTROS DE LUZ CON INTERRUPTORES SIMPLES	pto	3,00	258,95	776,85
<b>07.12</b>	<b>BASES DE TURBINA Y GENERADOR</b>				<b>674,59</b>



07.12.01	EXCAVACION DE ZANJAS	m3	1,84	13,31	24,49
07.12.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	5,25	7,90	41,48
07.12.03	CONCRETO f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup>	m3	2,12	265,49	562,84
07.12.04	ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60, 1/2"	kg	11,22	4,08	45,78
<b>08</b>	<b>CANAL DE DESCARGA</b>				<b>2.619,56</b>
<b>08.01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>25,52</b>
08.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	12,95	1,67	21,63
08.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	12,95	0,30	3,89
<b>08.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>156,07</b>
08.02.01	EXCAVACION DE ZANJAS	m3	9,71	13,31	129,24
08.02.02	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE	m3	12,14	2,21	26,83
<b>08.03</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>1.333,03</b>
08.03.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =140 Kg/cm <sup>2</sup>	m3	4,73	246,75	1.167,13
08.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	21,00	7,90	165,90
<b>08.04</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				<b>819,52</b>
08.04.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup>	m3	1,59	265,49	422,13
08.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	6,30	7,90	49,77
08.04.03	ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60, 1/2"	kg	85,20	4,08	347,62
<b>08.05</b>	<b>REVOQUES Y ENLUCIDOS</b>				<b>285,42</b>
08.05.01	TARRAJEO EN INTERIORES ACABADO CON CEMENTO-ARENA	m2	25,90	11,02	285,42
<b>09</b>	<b>FLETE TERRESTRE</b>				<b>10.000,00</b>
09.01	FLETE TERRESTRE CAJAMARCA - PUCARA	glb	1,00	10.000,00	10.000,00
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>129.187,17</b>
<b>GASTOS GENERALES</b>					<b>12.918,72</b>
<b>UTILIDAD</b>					<b>12.918,72</b>
<b>SUB TOTAL 1</b>					<b>155.024,60</b>
<b>IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS (IGV)</b>					<b>27.904,43</b>
<b>SUB TOTAL 2</b>					<b>182.929,03</b>
<b>B: INTANGIBLES</b>					
1,00	Capacitación y Modelo de Gestion	1,5%			2.743,94
2,00	Mitigación de Impacto Ambiental	1,5%			2.743,94
3,00	Expediente Técnico	2,5%			4.573,23

**TOTAL PRESUPUESTO 192.990,13**

**SON: Ciento noventa y dos mil novecientos noventa con 13/100 nuevos soles.**



**El valor de la moneda de Perú, el Nuevo Sol Peruano, con respecto al Euro varía bastante a lo largo del tiempo.**

**Este valor lo podemos encontrar en diversas páginas de internet.**

**Actualmente a fecha de 14 de Junio de 2011 el valor del Sol Peruano con el Euro es:**

**1 EURO → 3.994 SOLES PERUANOS**

**Con lo que la obra de la microcentral de Pucará tendrá un coste en euros de:**

**192.990,13 / 3,994 = 48.320,012 euros**