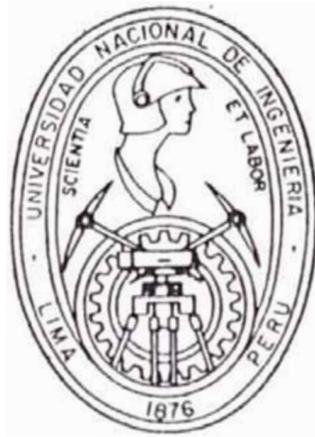


Universidad Nacional de Ingeniería

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



“ Estudio Definitivo de la Mini Central Hidroeléctrica de Huaytará - 160 KW ”

T E S I S

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECANICO

WALTER BRAULIO CARLOS SALAZAR

PROMOCION: 1980 - 1

LIMA • PERU • 1990

INDICE

	Pág.
PROLOGO	1
CAPITULO 1: Introducción	2
1.1 Antecedentes	
1.2 Objetivo del Estudio	3
1.3 Alcances	4
CAPITULO 2: Delimitación de la Microregión	6
2.1 Ubicación Geográfica	6
2.2 Delimitación Territorial	8
2.3 Accesos	10
2.4 Características Socio-Económicas	12
2.5 Situación del Servicio Eléctrico	14
CAPITULO 3: Identificación y Selección de Alternativas	16
3.1 Metodología	16
3.2 Información Utilizada	17
3.3 Breve Reseña de Características y Evaluación de Alternativas	18
3.3.1 Río Quito Arma.- Alternativa 1	19
3.3.2 Río Quito Arma.- Alternativa 2	20
3.3.3 Río Tambo.- Alternativa 3	22
3.3.4 Río Tambo.- Alternativa 4	23
3.3.5 Río Santiago.- Alternativa 5	24
3.3.6 Evaluación de Alternativas	25

	Pág.
3.4 Alternativa Seleccionada	30
CAPITULO 4: Estudios Básicos de Ingeniería	31
4.1 Generalidades	31
4.2 Topografía	31
4.2.1 Selección de Alternativas	31
4.2.2 Alternativa Seleccionada	33
4.3 Mercado Eléctrico	34
4.3.1 Generalidades	34
4.3.2 Clasificación de Localidades, Pro- nósticos Poblacional y Número de Viviendas	
4.3.3 Pronóstico del Número de Abonados Domésticos	37
4.3.4 Consumo Unitario Anual de Energía en el Sector Doméstico	38
4.3.5 Consumo Total Anual de Energía en el Sector Doméstico	40
4.3.6 Consumo Anual de Energía en el Sector Alumbrado Público	40
4.3.7 Consumo Anual de Energía en el Sector Comercial	41
4.3.8 Consumo Anual de Energía en el Sector de Pequeñas Industrias	42
4.3.9 Consumo Anual de Energía en el Sector de Cargas Especiales	43
4.3.10 Consumo Neto Total Anual de Energía	45

	Pág.
4.3.11 Consumo Bruto Total Anual de Energía	45
4.3.12 Pronósticos de la Máxima Demanda de Potencia	45
4.4 Hidrología	46
4.4.1 Introducción	46
4.4.2 Determinación del Caudal de Diseño	46
4.4.3 Avenida Máxima	48
4.4.4 Sedimentos	48
4.5 Geología	48
4.5.1 Geología Regional	48
4.5.2 Geología-Geotecnia de las Alternativas	51
4.5.3 Geología-Geotecnia de la Alternativa Seleccionada	52
4.5.4 Material de Construcción	54
4.5.5 Riesgo Sísmico	55
4.6 Hidráulica Fluvial	56
4.6.1 Aspectos Generales	56
4.6.2 Características del Río	57
CAPITULO 5: Ingeniería del Proyecto	58
5.1 Generalidades	58
5.2 Esquema del Proyecto	59
5.3 Obras Civiles	61
5.3.1 Bocatoma	61
5.3.2 Derrapiador	61

	Pág.
5.3.3 Desarenador	62
5.3.4 Canal de Conducción	63
5.3.5 Cámara de Carga	65
5.3.6 Tubería de Presión	67
5.3.7 Casa de Máquinas	68
5.3.8 Canal de Descarga	70
5.4 Equipo Hidroeléctrico	70
5.4.1 Turbina	70
5.4.2 Generador	71
5.4.3 Regulador de Tensión	72
5.5 Obras Eléctricas	73
5.5.1 Selección de Nivel de Tensión	73
5.5.2 Selección de la Ruta de las Líneas	74
5.5.3 Configuración Preliminar del P.C.H. Huaytará	76
5.5.4 Selección de Equipos y Materia les	76
CAPITULO 6: Costos del Proyecto	82
6.1 Costo Total del Proyecto	82
6.2 Bases del Cálculo de los Precios Unitarios	83
6.2.1 Fuente de Abastecimiento	83
6.2.2 Distancia de Transporte	84
6.2.3 Jornales	84
6.2.4 Alquiler de Equipo	84

	Pág.
6.3 Especificaciones Generales	85
6.4 Presupuesto Base	87
6.5 Fuentes de Financiamiento	92
CAPITULO 7: Evaluación Económica	93
7.1 Introducción	93
7.2 Evaluación Económica Empresarial	93
7.2.1 Consideraciones Generales	94
7.2.2 Resultados	94
7.3 Evaluación Económica Social	98
7.3.1 Consideraciones Generales	98
7.3.2 Costos Totales de Inversión	101
7.3.3 Costos de Operación y Manteni- miento	102
7.3.4 Beneficios del Proyecto	103
7.3.5 Resultados	107
7.4 Análisis de Sensibilidad	111
7.5 Conclusiones	112
CONCLUSIONES	114
BIBLIOGRAFIA	119
APENDICE	120
PLANOS	

PROLOGO

La pequeña Central Hidroeléctrica, sobre la cual vamos a realizar el presente estudio estará ubicada al Norte del distrito de Huayacundo Arma, en la micro-región de Huaytará aproximadamente en la cota de elevación 2,960 m.s.n.m. y utilizará las aguas del río Quito Arma. La potencia instalada será de 160 kW que cubrirá los requerimientos de Energía del Sistema I de la micro-región hasta el año 19 del proyecto (2009).

Este sistema I ha quedado conformado por las siguientes localidades: Huaytará, Huayacundo Arma, Quito Arma, Cusicancha y Quisuarpampa: habiéndose efectuado los estudios de Hidrología, Geología, Mercado Eléctrico, y Topografía, así como también se ha diseñado las estructuras que conforman esta Pequeña Central Hidroeléctrica y el esquema Eléctrico.

CAPITULO 1

INTRODUCCION

1.1 Antecedentes

La mayoría de las pequeñas poblaciones o ciudades de la Sierra del Perú aprovecharán este valioso recurso energético que es la caída de agua, aprovechando los desniveles de terreno tan pronunciados en la topografía de nuestra vertiente andina. En esto también se incluye el gran caudal de agua proveniente de las lluvias y de los deshielos de nuestras punas.

Esta transformación de Energía Mecánica en Energía Eléctrica es aprovechable para este gran consumo de electricidad de uso domiciliario e industrial. Con ello se abastecen como hemos dicho estas poblaciones para su desarrollo y las minas para la explotación de los minerales evitando el excesivo consumo de combustible (petróleo), tan escaso en nuestro país.

La explotación de este inmenso potencial está condicionado y frenado por el alto costo de estas obras y

los medios de transporte, pero a pesar del alto costo de inversión inicial, se reduce con los bajos costos de operación. O sea en el transcurso del tiempo esta fuerte inversión es pagada con las utilidades que devienen del uso de electricidad al construir estas mini-centrales hidroeléctricas.

1.2 Objetivo del Estudio

De conformidad con los términos de referencia y de acuerdo al Plan de Trabajo propuesto, se ha efectuado el presente Estudio de Factibilidad de la Pequeña Central Hidroeléctrica de Huaytará.

La finalidad del presente estudio es mostrar la factibilidad del uso de pequeñas centrales hidroeléctricas en zonas deprimidas donde se pueda aprovechar la geografía de nuestra serranía y que debido a su lejanía así como a las precarias vías de comunicación, el abastecimiento de combustibles es irregular y costoso; también la potencia requerida debido a la baja demanda y la distancia a las troncales del sistema interconectado resulta económicamente imposible adherirlas a este sistema.

Como uno de los objetivos de la Constitución del país es dar bienestar y mejorar la calidad de vida así como evitar el despoblamiento del campo, iniciando el desarrollo de muchas regiones deprimidas y olvidadas del

país, aprovechando las caídas de agua por los desniveles que presenta nuestra geografía, el avance tecnológico, la mano de obra y materiales del lugar, con la finalidad de reducir los costos de inversión.

1.3 Alcances

El análisis, materia del presente trabajo incluye los siguientes aspectos:

En el primer capítulo se presenta los antecedentes, el objetivo del estudio y sus alcances.

En el segundo capítulo se ha hecho una delimitación de la región que va a aprovechar esta energía eléctrica para su desarrollo económico y social y su situación actual para mostrar la necesidad de construir esta central.

En el tercer capítulo se presenta una formulación de alternativas para el aprovechamiento hidrológico y de escoger la mejor alternativa que cubriría la demanda del sistema.

El cuarto capítulo muestra todos los estudios básicos de Ingeniería que incluye desde el estudio inicial que es la Topografía, Mercado Eléctrico, Hidrología para determinar el caudal de diseño, la Geología rama muy importante que incide en la

determinación de los costos de las obras civiles y la Hidráulica Fluvial.

El quinto capítulo nos muestra en sí, ya la Ingeniería del Proyecto que involucra todas las características de las partes de una Central Hidroeléctrica que son en su mayoría: Obras Civiles, Equipos Hidroeléctricos y Obras Eléctricas.

El presente estudio concluye con los capítulos sexto y séptimo incluye los costos del proyecto que es un preámbulo para la Evaluación Económica, y es donde se determina la factibilidad de ejecución para la realización del presente proyecto.

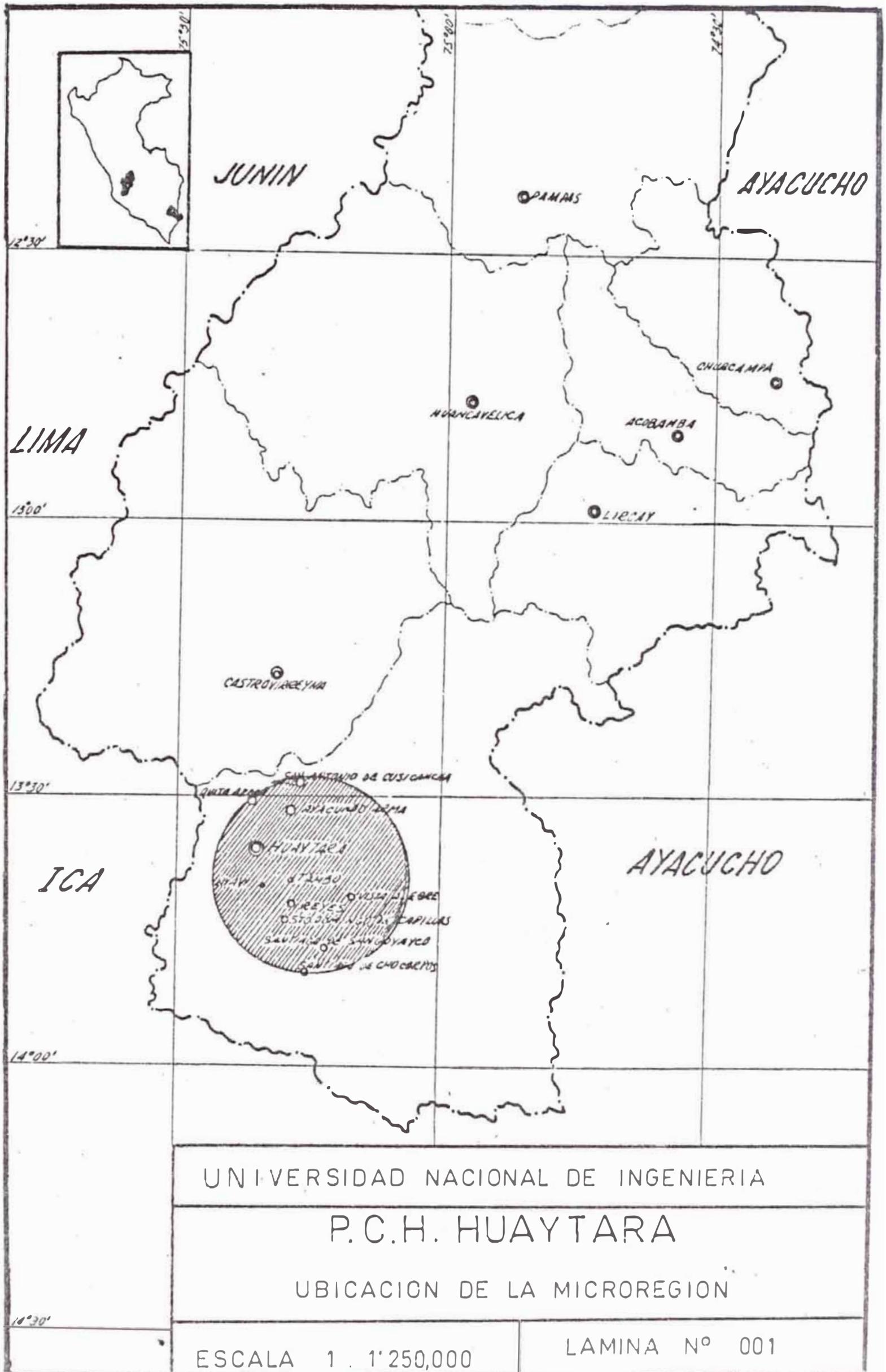
CAPITULO 2

DELIMITACION DE LA MICROREGION

2.1 Ubicación Geográfica

La microregión de Huaytará está ubicada en el extremo Sur del departamento de Huancavelica, en la provincia de Huaytará, y comprende todos los distritos y los caseríos más importantes de esta provincia, ubicados entre la cota 2,500 y 3,500 m.s.n.m. en la vertiente occidental de los Andes. Según se muestra en la lámina N° 001.

Los principales recursos hídricos de la microregión lo conforman los ríos: Quito Arma, Tambo y Santiago; el río Quito Arma es tributario del río Huaytará, éste a su vez es tributario del río Pisco; los ríos Tambo y Santiago confluyen para formar el río Ica.



La zona está comprendida entre las coordenadas geográficas N 8512 Km. a N 8468 Km. y E 456 Km a E 476 Km., según las hojas de la Carta Nacional (I.G.M.) a la escala 1:100,000.

El principal centro poblado es la localidad de Huaytará capital de la provincia del mismo nombre, ubicado a 2702 m.s.n.m.

2.2 Delimitación Territorial

Inicialmente, de acuerdo a la información proporcionada por Electroperú, la microregión estaría integrada por los distritos y anexos de la provincia de Huaytará que figura en la lámina N°002, en la que se han incluido poblaciones importantes como: Quisuarpampa, Reyes, Vista Alegre, Huañacancha, Chaulisma y San Miguel de Curis. Todas las poblaciones consideradas se encuentran en las áreas de influencia de los Valles de los ríos Quito Arma, Tambo y Santiago. No se ha incluido la localidad de Huancano por constituir un punto de carga relativamente pequeña, distante algo más de 35 Km. del punto de transformación más cercano; tampoco se han considerado las cargas debido las minas por encontrarse, todas ellas paralizadas, con excepción de la mina María Elena del grupo de Minas Cóndor, que en la actualidad cuenta con una potencia instalada del orden de 700 kW. que está fuera de los límites de las potencias que se obtendrían

con los escasos recursos hídricos disponibles detectados en los ríos de la microregión.

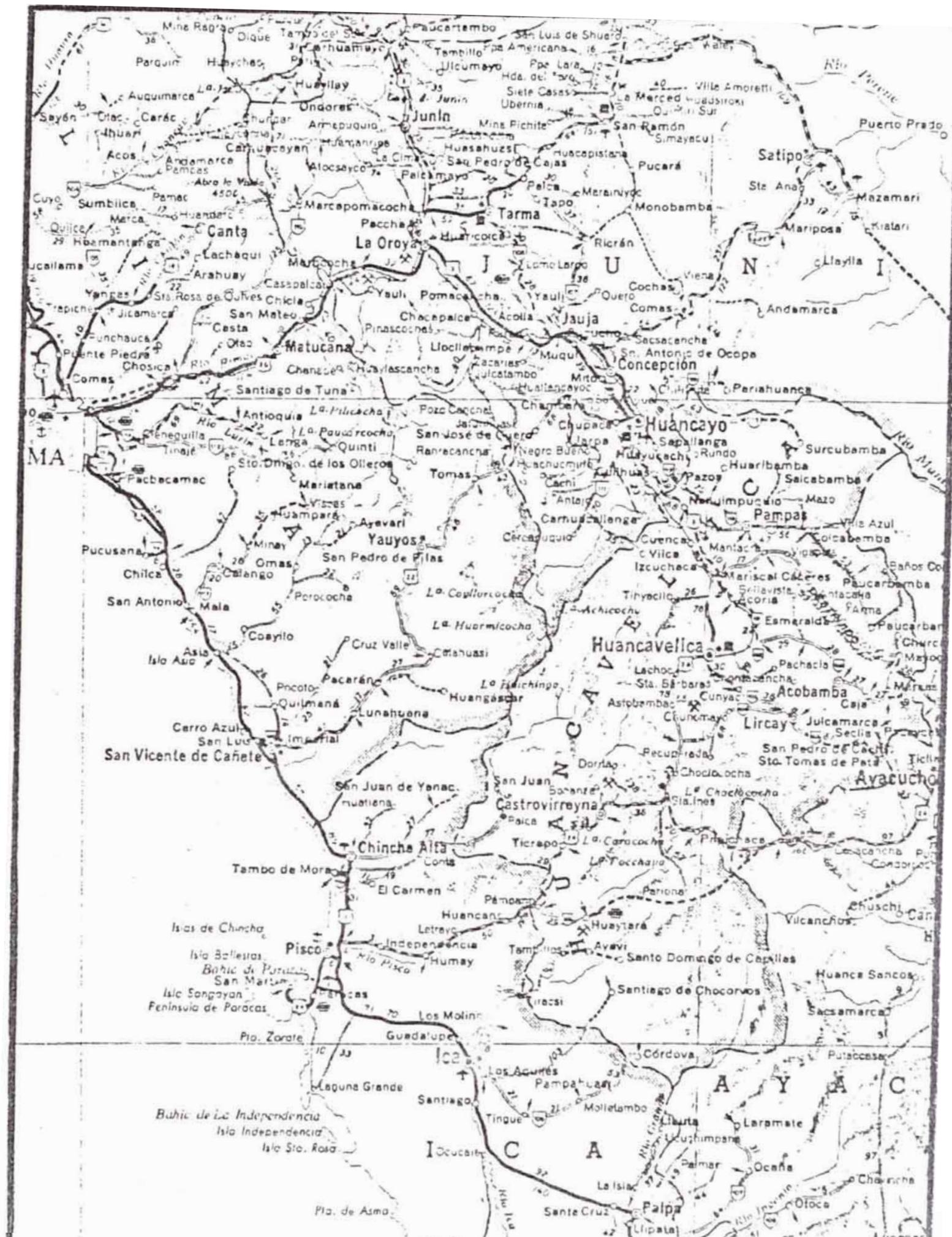
Teniendo en cuenta la configuración de los centros de carga, se ha considerado que la electrificación de la microregión se hará con dos sistemas independientes.

El Sistema I, conformado por Huaytará, que es la población con la mayor carga en toda la microregión, los distritos de Quito Arma, Huayacundo Arma, Cusicancha y el anexo de Quisuarpampa. El segundo sistema, conformado por el distrito de Santiago de Chocorvos que es la población de mayor carga en esta zona y los distritos de Santa Rosa del Tambo, San Antonio de Capillas, San Francisco de Sangayayco, Ayavi más los poblados de San Antonio de Reyes, Vista Alegre, Huañacancha, Chaulisma y San Miguel de Curis.

2.3 Accesos

El acceso a la microregión se hace mediante tres rutas independientes entre sí.

La primera ruta llega a Huaytará por la vía de los Libertadores en el Km. 110.5 desde la carretera Panamericana Sur (Desvío de Huamaní). La vía de Los Libertadores es una carretera de segunda clase y de reciente construcción. Del Km. 123.5 de dicha vía mediante una trocha de 15 Km. se llega a Huayacundo Arma de donde hay 2 Km. de trocha hasta el lugar



C

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

P.C.H. HUAYTARA
ACCESOS

MAPA VIAL DEL DPTO. DE ICA

ESCALA 1 : 2'200,000

LAMINA N° 003

denominado Vado que es la zona donde se ha seleccionado una alternativa. Esta trocha no es transitable en época de lluvias. La segunda ruta parte también de Ica y siguiendo la ruta de Los Molinos, llega hasta Santa Rosa de Tambo, mediante una trocha de 120 Km., en la cual hay restricciones en el tránsito de vehículos durante los meses de lluvias. La tercera ruta parte también de Ica y sigue la ruta de los Aquijes, llegando a Santiago de Chocorvos mediante una trocha de 98 Km. con las mismas características de la anterior.

Los medios de transporte más utilizados son vehículos motorizados cuya capacidad y tipo dependen de la vía de acceso según se muestra en la lámina N°003.

2.4 Características Socio-Económicas

La microregión ocupa parte de los valles de los ríos Quito Arma, Huaytará, Tambo y Santiago, sobre la cota 2,000 hasta las proximidades de los 4,000 m.s.n.m. Esta zona presenta homogeneidad en muchos aspectos; clima, topografía, niveles de vida, agricultura, distancias a los centros de abastecimiento principales y medios de transporte limitados.

Las características poblacionales son típicas de las áreas de sierra cuya subsistencia está directamente en función de las áreas de cultivo temporales, cuyo

incremento se ve limitado por la escasez de agua para el riego.

Las poblaciones en general se encuentran concentradas en pequeños núcleos y la dispersión de viviendas no es significativa.

En toda la microregión sólo Huaytará, que es la capital de la provincia, y se encuentra en el Km. 110.5 de la vía de Los Libertadores, es el centro poblado más importante, pero no puede decirse que constituya un polo de desarrollo porque su principal actividad es la agropecuaria dentro de sus limitadas áreas de cultivo. En segundo lugar, se encuentra el distrito de Santiago de Chocorvos, donde las condiciones naturales son menos favorables y por tanto limitantes para su desarrollo.

La actividad minera en la actualidad prácticamente paralizada, no constituye una fuente de desarrollo en el ámbito de la microregión. La actividad económica en la zona de la microregión se caracteriza por ser fundamentalmente agrícola de explotación a la que está dedicada la mayoría de la población económicamente activa (PEA) que cuenta con sus parcelas en las que laboran durante la temporada agrícola y luego emigran principalmente a la costa a laborar como eventuales en diferentes actividades.

Los productos que se cultivan son en su totalidad para auto-consumo: papa, maíz, habas, olluco, trigo, cebada y otros. En el aspecto pecuario la ganadería del vacuno, caprino y ovino ocupa el renglón de ingresos más importantes y se observa una tendencia a dedicar mayor extensión de tierras de cultivo a pastos para vacunos.

La comercialización de sus productos agropecuarios no es de volumen significativo debido los bajos niveles de productividad como consecuencia del escaso desarrollo técnico.

En el sector industrial y artesanal prácticamente no existen, en este último aspecto se reduce a tejidos y costura para usos del hogar.

En términos generales la microregión ocupa una zona deprimida, de agricultura pobre en terrenos accidentados que los ha obligado al uso de andenes; en las partes altas los terrenos son menos accidentados pero su utilización con fines de cultivo y para pastos es incierto pues dependen de las lluvias temporales.

2.5 Situación del Servicio Eléctrico

En la microregión las poblaciones de Huaytará y Santiago de Chocorvos tienen servicio eléctrico.

En la localidad de Huaytará hay un grupo térmico-operativo con 75 kW. de potencia instalada que presta servicio restringido de 4 horas diarias (18:00 a 22:00 horas). En la localidad de Santiago de Chocorvos existe una Central Hidroeléctrica inoperativa de 12 kW de potencia instalada; recientemente se ha instalado un grupo térmico de 20 kW de potencia la que actualmente se encuentra en operación diaria con servicio restringido (18:00 a 22:00 horas).

Las razones de la inoperatividad de la Central Hidroeléctrica son su antigüedad y la precariedad de sus obras de captación, conducción, etc., y la falta de agua. Además toda la capacidad de esta central (12 kW) no cubre ni el 50% de la demanda de sólo la localidad de Santiago de Chocorvos lo que hace no viable su reparación.

CAPITULO 3

IDENTIFICACION Y SELECCION DE ALTERNATIVAS

3.1 Metodología

En base a la memoria proporcionada por ELECTRO-PERU, se hizo acopio de información cartográfica, geológica e hidrológica, las que fueron objeto de un detenido análisis, en gabinete, por un grupo de profesionales encargados del Proyecto; en el cual el graduando estuvo incluido; además de un ingeniero electricista, un ingeniero hidrólogo y un geólogo, liderados todos por un ingeniero Jefe del Proyecto. Nuestro grupo hizo el reconocimiento de campo realizando las encuestas y efectuando mediciones de canales, identificando los posibles aprovechamientos en base de la información disponible y valores obtenidos para los caudales y caídas.

En los planos a escala 1:25,000 y por observación estereoscópica de las fotografías aéreas, se predeterminaron distintos lugares en los ríos Quito Arma, Tambo y Santiago con posibilidades de aprovechamiento. En las

carta a escala 1:100,000, se delimitaron las cuencas de los tres ríos.

Efectuando el reconocimiento de campo, en el río Quito Arma, se identificaron dos lugares de características apropiadas. En el río Tambo, del mismo modo, se identificaron dos lugares aparentes.

En el río Santiago no se identificó ningún aprovechamiento, debido a condiciones topográficas no apropiadas, por la poca pendiente del cauce en una distancia mayor de 30 km.

3.2 Información Utilizada

Estudios:

- Inventario nacional de lagunas y represamientos segunda aproximación 1980 Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN)

- Estudio de la microregión Huaytará - Unidad de Proyectos de Electrificación de Ica.

- Estudio definitivo de la Presa de Tambo, Presa de Ccaracocha, Canal Aductor Tambo y Colector Ccaracocha.

- Cálculos preliminares del Estudio Hidrológico.

- Cálculos preliminares del Estudio de Demanda.

Cartográfica:

- Carta Nacional escala: 1:100,000; hojas 22-K, 27-m; 28-i y 28-m.

- Mapa del Departamento de Huancavelica.

- Restitución Aerofotográfica a la escala 1:25,000 de Catastro Rural, láminas Pampanto, Tambo, Santo Domingo de Capillas, Santiago de Chocorvos y San Francisco de Sangallaico.

- Fotografías aéreas escala 1:17,000, del Proyecto 364-83-A y Proyecto 227-73-A.

Varios:

- Diagrama Vial del M.T.C.

- Censo Nacional del 12.07.81.

3.3 Breve Reseña de características y Evaluación de alternativas

Durante el Estudio de reconocimiento se identificaron las siguientes alternativas:

Nº	RIO	UBICACION	MARGEN
1	Quito Arma	Vado	Izq.
2	Quito Arma	Mayura	Der.
3	Tambo	Cochami- Checchegua	Der.
4	Tambo	Huanca-Huanca	Izq.

3.3.1 Río Quito Arma

Alternativa N°1

Aproximadamente en la cota 3085 m.s.n.m., en el lugar denominado Vado, se identificó un sitio apropiado para la captación (ver Apéndice N°11); ubicado aguas abajo de las tomas de la 1ra. y 2da. acequias de riego de Huayacundo Arma y la 1ra y 2da. tomas de las acequias de riego de Quito Arma.

El canal se desarrollaría por las laderas de la margen izquierda en terrenos de pendiente suave y tendría una longitud del orden del 1700 m.; aproximadamente un 25% pasaría por terrenos rocosos. La toma se ha ubicado en un tramo recto y de pendiente moderada; hacia aguas abajo la pendiente del río aumenta considerablemente.

Desde la zona elegida para la cámara de carga, hasta la última terraza en la margen izquierda del río, en el lugar denominado León Rumi, se obtendría una caída del orden de 133 m.

La actual trocha pasa a pocos metros de la zona elegida para la toma, en consecuencia el acceso a las obras de bocatoma, canal y cámara de carga no significaría mayores costos; sin embargo, para la casa de máquinas se tendría que contemplar un acceso de 0.5 Km. partir de la trocha que construirá CORDE HUANCAVELICA entre Huayacundo Arma y Quito Arma este año, según información de las autoridades del lugar.

EVALUACION	TOMA	DESARENADOR	CANAL	CAIDA	CASA DE MAQUINA
Geológica	B	B	B	B	B
Topográfica	B	B	B	B	B
Geodinámica Externa	B	B	B	B	B

3.3.2 Río Quito Arma

Alternativa Nº 2

La toma se identificó en el lugar denominado Mayura en la cota 2,535 m.s.n.m. coincidente con la toma de riego para una acequia que sirve a un

pequeño potrero, el canal se desarrollaría por las laderas de la margen derecha sobre terrenos de topografía abrupta y tendría una longitud del orden de 2.2 Km.

La caída sería del orden de 100-120 metros, hacia aguas arriba y aguas abajo, el lecho tiene poca pendiente lo cual no favorece para obtener mayor altura.

Esta alternativa tiene el inconveniente de estar ubicada en la margen derecha y de no tener acceso por carretera y dada su ubicación se requeriría aproximadamente 10 Km de carretera nueva para conectarse con la actual trocha que va hacia Huayacundo Arma y además de la construcción de un puente sobre el río Quito Arma. La ventaja sería que se acorta la línea de transmisión en aproximadamente 5 Km.

	EVALUACION TOMA	DESARENADOR	CANAL	CAIDA	CASA DE MAQUINA
Geológica	B	B	B	B	B
Topográfica	B	B	R	B	B
Geodinámica	R	R	B	B	B
Externa					

3.3.3 Río Tambo

Alternativa N°3

Se encuentra ubicada al NE de la localidad de Santa Rosa de Tambo; la casa de máquinas estaría a unos 300 m. de la salida de la localidad, sobre la carretera Santa Rosa de Tambo Santo Domingo de Capillas.

Para la toma se ha identificado al sitio de Chacchegua en la cota 3305 m.s.n.m. que daría una caída de 150 m., el otro sitio aparente se ubicó aguas abajo en la parte alta de Cochani en la cota 3225 m.s.n.m. que tiene una caída de 70 m. En ambos casos el canal se desarrollaría por las laderas de la margen derecha sobre terrenos rocosos en un 70% y tendría una longitud de 2.6 Km y 1.70 Km respectivamente.

EVALUACION	TOMA	DESARENADO	CANAL	CAIDA	CASA DE MAQUINA
Geológica	B	B	B	B	B
Topográfica	B	B	B	B	B
Geodinámica	B	B	B	B	B
Externa					

Esta alternativa tiene la ventaja de contar con acceso fácil; la trocha que viene de Ayavi pasaría

cerca de la cámara de carga y sería necesario construir un acceso de 0.4 Km, la casa de máquinas estaría prácticamente en la actual carretera de Tambo Capillas y no sería necesario ningún trabajo especial de acceso.

3.3.4 Río Tambo

Alternativa N° 4

Se encuentra ubicada en la zona de Bandera Paccha y se ha identificado la toma en el sitio denominado Huanca Huanca en la cota 2,925 m.s.n.m. aguas arriba de la toma de la acequia de riego de la parte baja de Reyes actualmente sin uso por el deslizamiento de terreno en las laderas de la margen derecha.

El canal se desarrollaría sobre las laderas de la margen izquierda, atravesando terrenos de topografía abrupta en un 40% y el resto sobre terrazas lluviales dedicadas cultivos en el sistema de andenes. En toda esta zona la potencia máxima de los terrenos lluviales es de 2.00 m.

La zona de la caída y la casa de máquinas son aparentes y buenas, topográfica y geológicamente. Se obtendría una caída de 200 m.

EVALUACION	TOMA	DESARENADOR	CANAL	CAIDA	CASA DE MAQUINA
Geológica	B	B	B	B	B
Topográfica	B	B	R-B	B	B
Geodinámica Externa	B	B	B	B	B

El inconveniente de esta alternativa es que no tiene acceso y sería necesario construir una carretera desde Vista Alegre hasta la Casa de Máquinas con una longitud aproximada de 8 Km. Actualmente, la carretera Tambo - Capillas se encuentra en construcción y las explanaciones se encuentran muy cerca del Anexo Vista Alegre.

3.3.5 Río Santiago

El recorrido a lo largo del cauce aguas arriba de la localidad de Santiago de Chocorvos, confirmó la no existencia de un lugar apropiado para un aprovechamiento hidroeléctrico.

El cauce del río es bastante amplio, tiene tramos de más de 100 m. de ancho y no hay tramos con pendientes apropiadas para obtener caídas con canales cortos.

La acequia de riego que se ha estado utilizando para la Central Hidroeléctrica, actualmente fuera de uso, tiene más de 1.5 Km para una caída de 35 m.

3.3.6 Evaluación de Alternativas

a) Régimen de Escorrentía y Potencial Disponible

La producción hídrica del río Quito Arma, de acuerdo al Estudio ejecutado es de 0.360 m³/s al 90% de persistencia; sin embargo, aguas arriba del lugar seleccionado para la bocatoma existen cuatro tomas rudimentarias para acequias de riego; en el lugar no hay autoridad de aguas, pero en la Región Agraria VIII de Ica fuimos informados que para cada acequia tiene previsto un régimen de 50 lt/s como máximo; de conformidad a esta información quedaría disponible para usos energéticos 0.260 m³/s. Para satisfacer la demanda del Esquema 1, conformado por Huaytará, que es la capital de la provincia, los distritos Quito Arma, Huayacundo Arma, Cusicancha y el anexo Quisuarpampa, cuyo requerimiento de potencia, a 20 años, es del orden de 160 kW. Se utilizará el caudal disponible arriba señalado.

Hacemos mención que en las nacientes del río Quito Arma, se encuentra la laguna Pocchalla que almacena alrededor de 5 x 10⁶ m³. anuales (según información del

Ministerio de Agricultura Región VII de Ica), que son descargadas normalmente dentro de un determinado mes cada año (Setiembre, Octubre, Noviembre). En las coordinaciones efectuadas, nos manifestaron que, mediante un Convenio entre los usuarios, el Ministerio de Agricultura, Energía y Minas es posible el uso de las aguas de dicha represa en los meses de estiaje (4 meses). Esta posibilidad constituirá un afianzamiento del recurso.

La producción hídrica del río Tambo (Cuenca Virgen) es aproximadamente el 50% de la producción del río Quito Arma y la totalidad es utilizada en la agricultura, como consecuencia no hay disponibilidad de agua en los meses de estiaje para usos energéticos. Sin embargo, las obras de represamiento del sistema de Choclococha aportan un promedio anual del orden de $110 \times 10^6 \text{ m}^3$ para fines de riego del Valle de Ica este aporte se produce normalmente a partir del mes de Setiembre hasta el inicio de la temporada de lluvias razón de $15 \text{ m}^3/\text{s}$, quedando sin este aporte los meses de Junio, Julio y Agosto. En la actualidad, CORDE ICA cuenta con los estudios definitivos de la presa del Tambo y la presa de Ccaracocha que almacenarán un volumen equivalente al 50% del promedio que almacene el Sistema de Choclococha; si se consigue el financiamiento, el proyecto estará en operación cinco años después.

Este proyecto permitirá un flujo permanente por el río Tambo durante todos los meses de estiaje. Bajo estas condiciones sería posible la construcción de una P.C.H. a mediano plazo para cubrir la demanda del esquema N°2 conformado por los distritos de Santa Rosa del Tambo, San Antonio de Capillas, San Francisco de Sangayayco, Ayavi y los anexos San Antonio de Reyes, Vista Alegre, Huañacancha y Chaulisma, cuyo requerimiento de potencia a 20 años es del orden 230 kW.

Similarmente al caso del río Quito Arma, durante las coordinaciones efectuadas en la Región Agraria VII de Ica, se trató sobre la posibilidad de contar con un Convenio, mediante el cual podría disponer de un volumen de $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ permanente durante los meses de estiaje, anteriores a Setiembre, de tal manera que se garantice el funcionamiento de una P.C.H. en el río Tambo, durante estos años a la puesta en operación de las presas de Ccaracocha y Tambo. Si ELECTROPERU consigue este Convenio, existiría la posibilidad de estudiar la instalación de un P.C.H. a corto plazo en el río Tambo.

Río Tambo

La valoración del régimen de escorrentía en este río se ha basado en el aforo efectuado aguas arriba de la toma rudimentaria de la acequia de riego que ha sido utilizada por la hidroeléctrica de Santiago de

Chocorvos el aforo dió 53 lt/s; volumen utilizado íntegramente para fines de riego.

Actualmente, la Central Hidroeléctrica no funciona por falta de agua y ha sido reemplazada por un grupo térmico.

b) Comparación de Alternativas y Evaluación

Debido a las características de los recursos hídricos detectados; no es posible satisfacer la demanda de la microregión con una Central Hidroeléctrica en el corto plazo, motivo por el cual, la comparación de alternativas se ha efectuado entre las alternativas planteadas en los ríos Quito Arma y Tambo.

CUADRO COMPARATIVO

ASPECTOS	RIO QUITO ARMA		RIO TAMEO	
	ALT. 1	ALT. 2	ALT. 3	ALT. 4
Geológico	B	B	B	B
Topográfico	B	R	B	R
Geodinámica	B	R	B	R
Potencia	Buena	Insuficiente	Buena	Buena
Líneas de Transmisión trifásica	Aceptable Menor longitud de línea		Aceptable Aceptable	
Accesos	Tiene Falta 0.5 Km de <u>trocha</u>	No tiene Faltaría 10 Km	Tiene Falta 0.5 Km a la C.H.	No tiene Faltaría 8 Km
Disponibilidad de materiales	Hay roca para preparar agregados	Idem, pero la roca es menos trabajable	Hay roca para preparar agregados	Idem
EVALUACION	Mejor	Inferior	Mejor	Regular

En el primer caso hay disponibilidad hídrica para el funcionamiento de una F.C.H. en el corto plazo y en el segundo caso, puede haber disponibilidad en el corto plazo o en el mediano plazo, dependiendo del éxito en la suscripción de un Convenio o de la construcción del Proyecto Ccaracocha - Tambo, respectivamente, aspectos a los que nos hemos referido en el ítem anterior.

3.4 Alternativa Seleccionada

La mejor alternativa en el río Quito Arma es la N°01 y en el río Tambo es la N°03. De ambas se ha seleccionado la alternativa N°01 que reúne las características apropiadas para cubrir la demanda del Sistema 1 en el corto plazo.

CAPITULO 4

ESTUDIOS BASICOS DE INGENIERIA

4.1 Generalidades

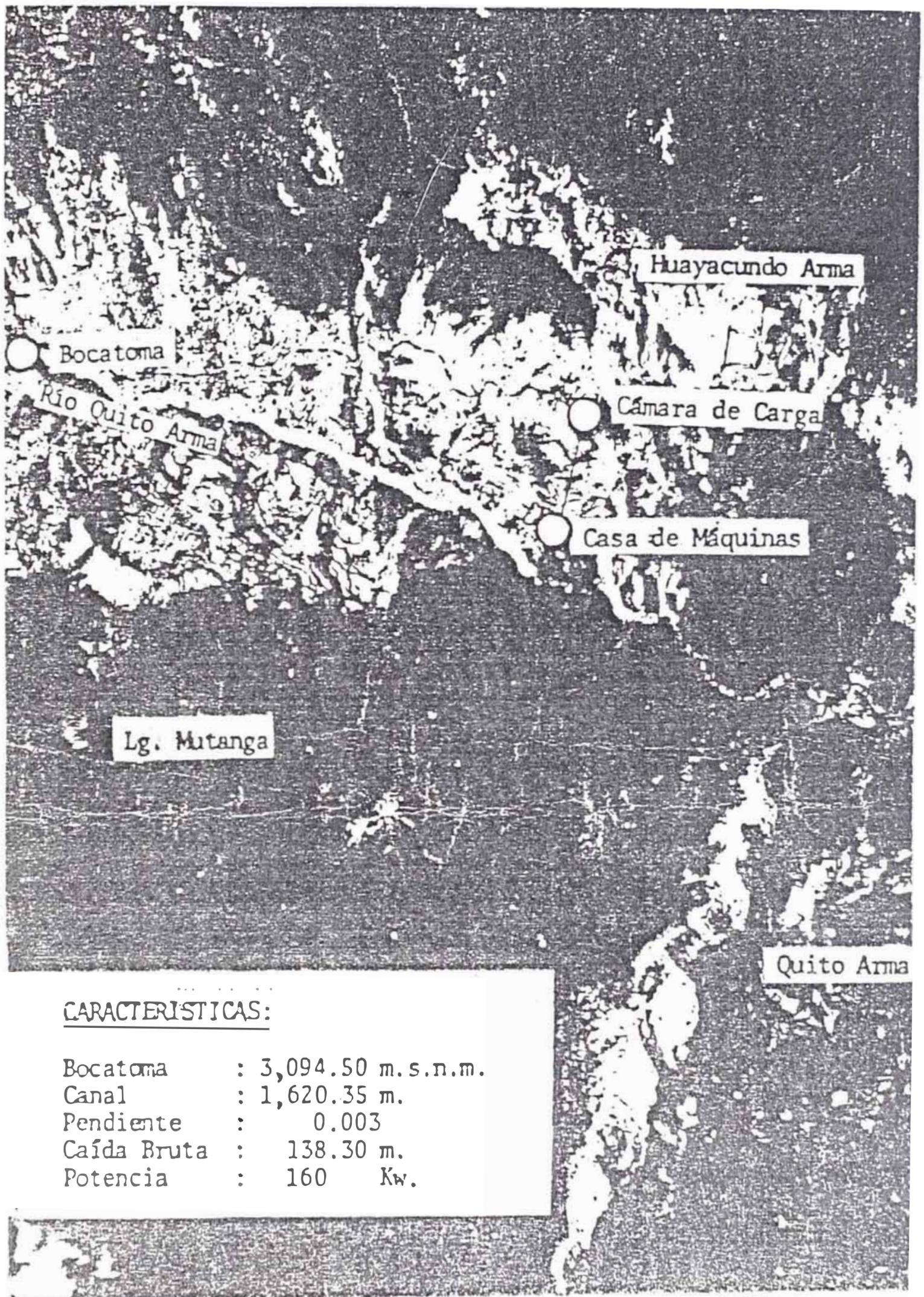
En el presente capítulo se presenta un breve resumen de las diferentes actividades ejecutadas en las áreas de Topografía, Mercado Eléctrico, Hidrología y Geología.

4.2 Topografía

4.2.1 Selección de Alternativas

Se hicieron trabajos topográficos elementales a base de taquimetría para determinar longitudes de canal y alturas de caída para cada una de las alternativas.

Esta información se utilizó en el Informe de Selección de Alternativas.



FOTOGRAFIA AEREA DE LA ZONA DE UBICACION DE LA
P.C.H. HUAYTARA

4.2.2 Alternativa Seleccionada

Los trabajos topográficos se orientaron a las áreas de emplazamiento de las obras civiles. Con este propósito, se ubicaron hitos de concreto en la bocatoma; cámara de carga y casa de máquinas, con sus respectivos puntos auxiliares para replanteo. Estos puntos fueron enlazados con una poligonal taquimétrica referida al sistema de la carta nacional, en la cual se escalaron coordenadas del hito "A" de la bocatoma. La cota del hito se estableció en base de los planos de Catastro Rural a escala 1:10,000.

Los levantamientos, se efectuaron en la zona de captación, cámara de carga y casa de máquinas a la escala 1:200; la caída se levantó a escala 1:500 para el canal se midió la línea de gradiente estacando y seccionando cada 50 m. y la poligonal se dibujó a escala 1:2,000.

Se han monumentado 3 puntos:

- Hito A en la zona de la bocatoma
- Hito D en la zona de cámara de carga
- Hito F en la zona de la casa de máquinas.

Los datos de posición de cada uno de ellos figura en el plano de ubicación de la F.C.H. Huaytará.

4.3 Mercado Eléctrico

4.3.1 Generalidades

El estudio de la demanda se ha realizado para los dos sistemas denominado N°1 y N°2, sin embargo sólo se considera el sistema N°1. como susceptible de ser electrificado, dado que los recursos hídricos determinados cubren el 100% de la demanda requerida.

El sistema N°2 no es susceptible de ser electrificado desde una fuente de energía hidroeléctrica, por la falta de recursos hídricos en la zona.

El presente estudio considera la proyección de la demanda de potencia y de energía eléctrica de los sistemas N°1 y N°2 a un horizonte de 20 años.

Para el desarrollo del presente estudio de demanda se ha empleado la metodología AID recomendado para pequeñas hidroeléctricas.

Se ha efectuado también ligeras modificaciones lo indicado por esta metodología en las localidades, en las que de acuerdo a la condición socio-económica observada, las ecuaciones dadas por la metodología AID no se ajustaban a la realidad.

Para asumir la tasa de crecimiento poblacional se han usado como fuentes de información los censos de los años 1961, 1972 y 1981 y también los dos

datos recopilados en el campo en el mes de Diciembre a 1986 a través de una encuesta socio-económica y de demanda de energía.

El año de inicio de operación del sistema a diseñarse se ha considerado el año 1990.

4.3.2 Clasificación de Localidades, Pronosticos Poblacional y Número de Viviendas

Para el estudio de la demanda eléctrica se han clasificado las localidades según el número de habitantes y su desarrollo socio-económico.

Los tipos de localidades que considera la metodología son las siguientes:

Localidad	Nº de Habitantes
A	Más de 3,000 habitantes
B	De 1,000 - 3,000 Habitantes
C	Menos de 1,000 Habitantes

El pronóstico de la población se ha obtenido al proyectar en forma exponencial, durante todo el período del análisis los datos de población obtenidos en la visita a las localidades.

Para la determinación de las tasas de crecimiento Poblacional, se tomó como base fundamental, la tendencia real de crecimiento de la población, observada en cada uno de las localidades visitadas. Así mismo el ritmo de crecimiento para esta zona continuará a tasas menores que el uno por ciento de acuerdo al cuadro N°35 del I.N.E.

Se ha determinado previamente la tasa intercensal 1961-1972; 1972-1981; así como la tasa 1981-1986. Las tasas de crecimiento anuales utilizados para la proyección se han asumido bajo las siguientes consideraciones:

1.- Para las localidades que han experimentado decrecimientos poblacionales entre los años 1961 - 1972 - 1981 - 1986, se han asumido una tasa del + 1%.

2.- Para las localidades que han experimentado crecimientos poblacionales entre los años 1961 - 1972 - 1981 - 1986, se han asumido tasas de 1.5% y 1.0%.

No se ha considerado la tasa de crecimiento determinada para los años 1981- 1986, porque el compartimiento de crecimiento poblacional evaluado con esta tasa, no se ajusta a la realidad observada.

El número de habitantes de las diferentes localidades se ha obtenido a partir del producto del

número de viviendas por el número promedio de habitantes por vivienda.

$$\text{N}^\circ \text{hab.} \quad (\text{N}^\circ \text{hab./Viv.}) \times (\text{N}^\circ \text{Viv.})$$

El número promedio de habitantes por vivienda así como el número de viviendas se han obtenidos en base a los resultados de las encuestas realizadas en las localidades.

4.3.3 Pronóstico del Número de Abonados Domésticos

El número de abonados domésticos de cada localidad y para cada año en la proyección de la demanda, se ha obtenido multiplicando el número de viviendas por el correspondiente coeficiente de electrificación sugerida por la metodología adoptada.

$$\text{N}^\circ \text{ Abon.} \quad (\text{N}^\circ \text{ Viv}) \times \text{C.E.}$$

Los coeficiente de electrificación que sugiere la metodología varían linealmente durante los años de la proyección y toman los siguientes valores:

Localidades Tipo B

Año	C.E.
1	0.45
20	0.85

Localidad Tipo C

Año	C.E.
1	0.30
20	0.70

4.3.4 Consumo Unitario Anual de Energía en el Sector Doméstico

De acuerdo a la metodología adoptada, el consumo de energía en este sector se determinará mediante las ecuaciones exponenciales siguientes:

Localidad Tipo B

$$Y = 75.3152 x^{0.3627}$$

Localidad Tipo C

$$Y = 74.9688 x^{0.4164}$$

$$Y = 74.9688 x^{0.3785}$$

Las constantes de las ecuaciones para consumo unitario doméstico de las localidades tipo "C", fueron determinadas de la siguiente manera:

1.- La metodología AID, da la siguiente ecuación para este tipo de localidades:

$$Y = 74.9688 x^{0.3293}$$

Esta ecuación se ajustará, considerando lo siguiente:

a.- En base a las condiciones socio-económicas observadas en las localidades del sistema N°.1 y tomando como base un año en que el número de abonados sea igual a 20 se efectuaron los siguientes incrementos a los consumos unitarios:

1.- Para las localidades del sistema, N°1 treinta por ciento (30%) obteniéndose la siguiente ecuación:

$$Y = 74.9688 x^{0.4164}$$

ii.- Para las localidades del sistema N°2 quince por ciento (15%), obteniéndose la siguiente ecuación:

$$Y = 74,9688 x^{0.3785}$$

4.3.5 Consumo Total Anual de Energía en el Sector Doméstico

Se determina en base al producto del consumo unitario por el número de abonados

Localidades Tipo B

$$Y_t = x 75.3152. x^{0.3627}$$

Localidades Tipo C

$$Y_t = x 74.9688. x^{0.4164}$$

$$Y_t = x 74.9688. x^{0.3785}$$

4.3.6 Consumo Anual de Energía en el Sector Alumbrado Público

Este consumo se ha calculado en base al número inicial de unidades de iluminación referida para cada localidad, considerando lo siguiente:

- Unidades de iluminación con lámparas de vapor de mercurio de 80 W y 5% de pérdidas en su equipo.

- Separación promedio entre unidades de iluminación de 30 m.

- Doce (12) horas de funcionamiento diario, durante todo el año.

El consumo unitario se determina en base a la relación del consumo inicial antes calculado, entre el número de viviendas del año respectivo.

La proyección del consumo de alumbrado público se determina por el producto del número de viviendas de cada año por el consumo unitario.

CONSUMO (A.P.)_i = Consumo Unit. x (Nº Viv.)_i

4.3.7 Consumo Anual de Energía en el Sector Comercial

De acuerdo a la metodología y a lo observado en la zona del proyecto se han adoptado los siguientes valores considerados, como los más representativos para la zona en estudio.

Localidad

Tipo	Cons. (Abon.) Domést.	Cons. (Unit.) Comerc.
B	6	1.10
C	7	1.05

4.3.8 Consumo Anual de Energía en el Sector de Pequeñas Industrias

Este consumo se ha determinado según la información recopilada de las diferentes localidades encuestadas.

Básicamente el consumo está relacionado con la agricultura en la posibilidad de instalaciones de pequeños aserraderos y talleres de carpintería, se considera también la posibilidad de instalación de pequeños talleres de metal-mecánica.

Se estima que el consumo del sector industrial es el 10% del consumo del sector doméstico más el consumo comercial, en base a información recopiladas de localidades similares.

Cons. Ind. - 0.10 (Cons. Dom. + Cons. Comer.)

4.3.9 Consumo Anual de Energía en el Sector de Cargas especiales

Este consumo se ha determinado en base al número de locales públicos existentes en cada una de las localidades, corresponde a los centros educativos postas médicas, puestos policiales, iglesias, locales comunes y otros locales públicos.

El consumo de energía en el sector de cargas especiales fue asumido como 25% y 15% del consumo doméstico, en base a los datos recopilados en las localidades visitadas.

Localidad	Consumo Carga Esp/ Consumo Doméstico x 100%
B	25%
C	25% y 15%

Consumo Típicos de Energía Anuales para Cargas
Especiales

Localidades Grandes (ej: Huaytará - Sistema 1)

	MAXIMA DEMANDA	UTILIZACION ANUAL	
CONSUMO			
Local	(KW)	(HORAS)	(KW-h)
- Municipio	1.0	2160	2160
- Colegio	0.5	1350	675
- Posta médica	0.5	1080	540
- Juzgado	0.5	1080	540
- Iglesia	1.0	810	810
- Fuesto G.C.	0.5	1460	730
- Hospedaje	0.5	1825	913
- Entel	1.0	1080	1080
- Mercado	2.0	810	1620
- Correos	1.5	1080	1620
		TOTAL	10688

(aprox. 25% cons. Dom.)

4.3.10 Consumo Neto Total Anual de Energía

Es el resultado de sumar aritméticamente los consumos de energía eléctrica anteriormente determinados.

4.3.11 Consumo Bruto Total Anual de Energía

Resulta de adicionar al consumo neto total las correspondientes pérdidas de energía.

Se ha considerado que las pérdidas a nivel de distribución son para todo el período de análisis igual al 12% del consumo neto total.

4.3.12 Pronóstico de la Máxima Demanda de Potencia

Se ha calculado a partir del consumo bruto de energía y el número de horas utilización anual, para el cual se han estimado los siguientes valores que se asumen variarán linealmente durante el período de análisis.

Localidad	Horas utilización Anual	
	Año 1	Año 20
Tipo		
B	2430	3000
C	2125	2600

4.4 Hidrología

4.4.1 Introducción

El río Quito Arma, cuyos recursos Hídricos serán aprovechados para la Minicentral Hidroeléctrica Huaytará, forma el río Huaytará al unirse con el río Sanguiyimoc. A su vez, los ríos Huaytará y Chiris confluyen para formar el río Pisco.

El área de la cuenca del río Quito Arma hasta el sitio previsto para el aprovechamiento, ubicado en la cota 3,100 m.s.n.m. es de 449 Km². Entre este punto y la cota 3,700 m.s.n.m. la cuenca está conformada por montañas sub-húmedas, teniendo un relieve muy accidentado; los suelos son superficiales y la vegetación es escasa desde los 3,900 m.s.n.m. hasta los 4,800 m.s.n.m. el relieve del terreno es menos accidentado, teniendo un clima frío correspondiente Puna. La vegetación está conformada por gramíneas forrajeras como el ichu. En la zona baja, la agricultura es estacional y de subsistencia. Y en la zona alta sólo existe el pastoreo con forraje natural.

4.4.2 Determinación del Caudal del Diseño

La precipitación anual media sobre la cuenca es de 685 mm. de acuerdo al plano de isoyetas, la cual se concentra en los meses de Diciembre a Marzo. Este hecho combinado con el relieve accidentado de la cuenca

y su escasa cobertura vegetal, favorece la escorrentía y el transporte de sedimentos.

El régimen de descargas sigue el patrón de precipitación, es decir, estas se concentran en los meses de Diciembre a Marzo existiendo el resto del año una descarga mínima alimentada por filtraciones de pequeñas lagunas y zonas planas ubicadas sobre los 4,500 m.s.n.m. Según la serie de descargas generadas sintéticamente para el río Quito Arma, la medida anual es de 5.52 m³/s, teniendo una media mensual máxima de 41.04 m³/s, y una media mensual mínima de 0.18 m³/s.

Esta variabilidad de caudales concuerda con lo que se observa aguas abajo, en la estación hidrométrica Letrayoc sobre el río Pisco.

Debe señalarse que estos valores de caudales se refieren a las descargas naturales del río Quito Arma, tal como ocurren sin regulación artificial alguna. Existe sin embargo el reservorio de Poccha - la de 12 millones de m³ de capacidad y 24 km² de cuenca del río Quito Arma y que es utilizado por los agricultores del valle de Pisco, durante el estiaje. Este reservorio actualmente trabaja al 50% de su capacidad y es descargado anualmente en periódicos que fluctúan entre 15 y 30 días en los meses de Octubre a Noviembre.

Según los cálculos realizados, el caudal medio diario para el 90% de duración es de $0.360 \text{ m}^3/\text{s}$.

4.4.3 Avenida Máxima

Las avenidas de diseño fueron calculadas según el método del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (US - SCS). Los caudales máximos hallados según este método para 25 y 50 años de período de retorno son 80 y $95 \text{ m}^3/\text{s}$. respectivamente.

En vista de la poca diferencia entre ambos valores, se recomienda usar $95 \text{ m}^3/\text{s}$. como caudal de diseño para la obra de toma.

4.4.4 Sedimentos

El arrastre de sedimentos en el río Quito Arma ocurre prácticamente sólo en los meses de avenidas (Diciembre-Marzo), durante las avenidas deberá tomarse medidas de precaución en la operación de la toma para minimizar el ingreso de sólidos al canal de conducción.

4.5 Geología

4.5.1 Geología Regional

El área estudiada se ubica entre las latitudes del $13^{\circ}30'S$ y $13^{\circ}50'S$ y entre las longitudes de $75^{\circ}10'W$ y $75^{\circ}25'W$, pertenecen al Departamento de Huancavelica, Provincia de Huaytará.

Fisiográficamente está en la vertiente del Pacífico de la Cordillera Occidental, entre las altitudes de 2,800 a 3,500 m.s.n.m.

Con la conformación geológica del área estudiada tenemos:

a) Rocas Sedimentarias

El grupo Yura compuesta por cuarcitas y lutita, del jurásico superior; la secuencia volcánica-sedimentaria María Elena del cretáceo inferior, y la secuencia calcárea de Colcapampa del cretáceo inferior.

b) Rocas Volcánicas

Son derrames piroclásticos, porfiríticos, de composición andesítica, traquítica y en menor frecuencia riolítica. Se le correlaciona con el volcánico Sacsaquero del terciario inferior.

c) Rocas Intrusivas

Es un complejo de instrucciones que varía de grano diorita a tonalita, son manifestaciones de las primeras pulsaciones del batolito andino ocurridas en el cretáceo superior.

d) Depósitos Cuaternarios

Consisten en material inconsolidado del tipo pluvial, coluvial y aluvial, están distribuidos a manera de rellenos y coberturas superficiales.

La serie sedimentaria que aflora perfectamente en la quebrada del río Quito Arma instruido y la cuenca levantada por las primeras manifestaciones del batolito andino en cretáceo superior después de producido el movimiento de la fase peruana de la Gran Orogenia de los Andes. Después en el terciario inferior ocurre actividad volcánica dando lugar a los extensos derrames traquiandesíticos del Sacsaquero, que yace en discordancia angular sobre las rocas sedimentarias fuertemente plegadas y falladas en el cretáceo tardío.

Los Andes en esta región, sufren procesos de desnudación que actúan dinámicamente, tenemos el desgaste mecánico como el desgaste químico que destruyen el macizo recurso; la erosión de las aguas corrientes, que separan y transportan los materiales y los movimientos masivos de las zonas inestables.

Estos fenómenos principalmente el último se manifiestan perfectamente en la margen derecha del río Quito Arma desde Colcapampa hasta Huayacundo, Arma, afectando a la alternativa N°2; también en el río Tambo a la altura del poblado del mismo nombre existen áreas

potencialmente peligrosas aunque en menor volumen que la primera a deslizarse afectando eventualmente la toma proyectada de la Alternativa N°4.

4.5.2 Geología-Geotecnia de las Alternativas

Se establecen cuatro alternativas; dos de ellas en la cuenca de Huaytará; dos en la cuenca del río Tambo y ninguna en la cuenca de Santiago de Chocorvos.

La alternativa N°1 cuya toma se ubica aproximadamente a 2.3 Km aguas arriba de Huayacundo Arma, se ubicará en el flanco izquierdo del río Quito Arma. El área de la toma está constituido por material de cobertura aluvio-coluvial en la margen izquierda, por rocas volcánicas muy fracturadas y completamente meteorizadas en la margen derecha, y por material aluvio-fluvial en el cauce del río. La obra de toma deberá empotrarse en roca para lo cual se excarvará de 2 a 3 m. y prolongaremos a la izquierda 3 ó 4 m.

El canal no presenta problemas mayores, atravesará los primeros 1,185 m. depósitos coluviales para entrar a cortar rocas estratificadas de cuarcitas.

La caída se ubica sobre material de cobertura aluvio-coluvial, tiene pendiente promedio de 20°, valor que garantiza estabilidad de estos materiales. En la Cámara de Carga como en la Casa de Máquinas se estima el espesor de la cobertura en 3 a 4 m.

En general las características geológicas son apropiadas.

La alternativa N°2 tiene características geológicas apropiadas, pero el factor geodinámico externo que se presenta aguas arriba constituye un riesgo para la obra de toma.

La Alternativa N°3 se ubica en el río Tambo aguas arriba de Santa Rosa de Tambo.

Técnicamente las condiciones en la toma, el canal, la caída y casa de máquinas, son buenas, el factor limitante es hidrológico.

Esto mismo ocurre con la Alternativa N°4 con la adición de la dificultad y costo que demandaría el acceso, pues se ubica a unos 2,100 m.

4.5.3 Geología-Geotecnia de la Alternativa Seleccionada

Como consecuencia de la evaluación efectuada se ha seleccionado la Alternativa N°1.

Alternativa N°1

La toma se ubica aproximadamente a 2.3 Km de Huayacundo Arma, aguas arriba del río Quito Arma, siguiendo la trocha carrozable que va hacia Cuscicancha.

En el área donde se ubicará el barraje para la captación de las aguas del río, tenemos: la margen izquierda constituida por terrazas, aluviales, eluviales y coluviales, en conjunto tiene espesor de 5 a 6 m.; la margen derecha aflora roca volcánica de composición traquiriolítica de color gris con tonalidades algo rosada, está muy fracturada, de muy meteorizada a completamente meteorizada.

La zona del cauce constituida por depósitos aluvio-fluvial son gravas, bolos y bloques redondos, en una matriz arenosa, se estima su espesor en 2 m.

El trazo del canal tiene una longitud aproximada de 1,664.30 m., atravesará en general los tramos. El primer tramo de 0 + 000 a 1 + 185, está constituido por material de cobertura, sin bloques y bolos angulosos de origen coluvial, tiene una escasa matriz areno granosa. El talud del terreno varía de 34° a 37°, excepto en algunas zonas donde este valor se incrementa como en el caso de 0 + 170 a 0 + 220 m., o en la Quebrada Cachimayo.

El segundo tramo de 0 + 185 a 1 + 664.30, el cual en general cortará rocas sedimentarias que son cuarcitas, areniscas y en menor porcentaje lutitas, en conjunto se presenta como una roca dura para meteorizada y de fracturada a poco fracturada. En tramos cortos

tendremos una cobertura coluvio-eluvial que muy ocasionalmente superarán los 2 m. de espesor.

La cámara de Carga, la Tubería y la Casa de Máquinas se encuentran sobre material de cobertura, son depósitos aluvio-coluviales, gravas limosas con bastante arena, tiene algo de bolos y bloques de formas subangulosas a angulosas, compuestas por rocas sedimentarias y rocas volcánicas que tienen diámetro máximo de hasta 8 m. En conjunto es un material de densidad media, con espesor que varía de 2 a 5 m. el talud del terreno como promedio es de 20°.

Estos valores indican estabilidad en estos materiales.

La Cámara de Carga, como la Casa de Máquinas deberá cimentarse sobre rocas, para ello se tiene que excavar unos 3 m., la plataforma de estas estructuras.

4.5.4 Material de Construcción

Materiales de Construcción en yacimientos naturales próximos a las obras, no se encuentran en volúmenes explotables económicamente.

En la Alternativa N°1 los agregados gruesos se podrían obtener mecánicamente tratando las rocas andesíticas aflorantes en la margen izquierda cerca a la toma (Cantera 1) y son rocas poco fracturadas, su peso

específico de masa seco es de 2.62 gr/cm^3 , el desgaste en la máquina es 28%.

Para el agregado fino se podría utilizar unos depósitos eólicos ubicados a 11,5 km. de Huaytará (Fréstamo 2), son 89.50% de arenas, 30% de grava fina y 7.4% de finos; estos resultados indican que el uso de ellos en estructuras rígidas es factible.

En el caso de revestir el canal tipo mampostería se podría explotar las cuarcitas estratificadas aflorante en los 400 m. finales del canal; son rocas duras, poco alteradas y poco fracturadas.

En la Alternativa N°2, cerca en la caída afloran rocas granodioríticas de buenas características para obtener agregados.

En la Alternativa N°3 y 4 existen extensos afloramientos de rocas volcánicas traquiandesíticas de características de la Alternativa. N° 1.

4.5.5 Riesgo Sísmico

La actividad sísmica de la región está relacionado directamente con la Deriva Continental. Huaytará registra sismos que la han destruido parcialmente en fechas 12 de Junio de 1951 y 15 de Enero de 1960, son movimientos locales posiblemente superficiales.

De la regionalización sismotectónica preliminar del Perú, la zona se ubica en la región 4, donde se podría producir intensidades de VIII MM, cuya probabilidad, si el período de vida de la obra es de 50 años es de 20%; y si el período de vida es de 25 años la probabilidad será de 10%. De ello, podemos señalar como sismo de diseño un evento de grado VIII MM, con aceleración de 280 cm/s^2 y períodos predominantes de 0.15 s.

4.6 Hidráulica Fluvial

4.6.1 Aspectos Generales

El río Quito Arma atraviesa el sistema orográfico de lado occidental de la cordillera de los Andes y tiene un comportamiento del río joven con régimen torrencial.

El río discurre formando un valle estrecho con anchos que varían entre 10 m. y 25 m., y con pendientes también variables entre 1% y 60%.

El área de emplazamiento de las obras para la Central Hidroeléctrica está ubicado en un tramo recto de más de 100 m., que es parte de un tramo de 1,200 m. con pendiente promedio de 3%, la pendiente del río en la captación es de 1.4% y hacia 100 m. aguas abajo la pendiente es del orden del 60% hasta el lugar denominada

Mesina en las proximidades del canal de descarga de las aguas turbinadas.

4.6.2 Características del Río

Dadas las características topográficas de la zona elegida para la ubicación de las obras de captación, las aguas tendrán un flujo no uniforme con tirantes cuya variación será mínima; la capacidad de arrastre, consecuentemente será pequeña, ya que los sólidos transportados con los caudales máximos tendrá mayor influencia aguas arriba del tramo de 3% de pendiente, es decir a 1100 m. aguas arriba.

Hemos observado en el terreno que en el área de captación las dimensiones máximas de los materiales depositados son menores de 0.30 m. pero existen algunas de dimensiones hasta 0.60 m. cuya presencia es errática.

Se puede concluir en el sentido de que la capacidad de transporte de sólidos del río Quito Arma, en el tramo señalado no es alta, lo que se deberá tener en cuenta para el diseño de las obras.

CAPITULO 5

INGENIERIA DEL PROYECTO

5.1 Generalidades

La F.C.H. Huaytará estará ubicada al N de Huayacundo Arma en el lugar denominado Vado que corresponde a la Alternativa N°1, que se seleccionó.

El estudio hidrológico indica que el 90% de persistencia a nivel diario el caudal disponible es 0.36 m³/s; sin embargo debido a la ubicación de la bocatoma, que se encuentran aguas abajo de 4 tomas para acequias de riego, que en total representan 0.20 m³/s según datos de la Región Agraria VII de Ica y confirmado con aforos que hemos efectuado, el caudal disponible para el diseño de la Central Hidroeléctrica será de 0.16 m³/s.

El estudio del mercado eléctrico indica que la máxima demanda de potencia a 20 años de puesto en operación el sistema, será del orden de 159 kW.

Para la determinación de la potencia se ha empleado la siguiente fórmula:

$$P = 7.5 \times Q \times H$$

Donde:

P Potencia en kW

7.5 - Coeficiente, incluye eficiencia conjunta de turbina y generador.

Q - Caudal en m³/s.

H - Altura neta en m.

5.2 Esquema del Proyecto

El proyecto contempla tres rubros principales.

a) Obras Civiles.

b) Equipamientos Hidroeléctricos.

c) Obras Eléctricas.

Las obras civiles comprenden todas las partidas genéricas desde el sistema de captación hasta la casa de máquinas y son las siguientes:

a) Bocatoma

b) Derrapiador

c) Desarenador

- d) Canal de conducción
- e) Cámara de Carga - Desarenador y Aliviadero
- f) Tubería de Presión
- g) Casa de Máquinas y Canal de Descarga

Estan incluidas las partidas de campamento y accesos.

El equipamiento hidroeléctrico comprende las siguientes partidas genéricas:

- a) Turbina
- b) Regulador de Tensión
- c) Válvula
- d) Junta de Montaje
- e) Volante
- f) Generador o Alternador
- g) Tableros de Control
- h) Tableros de Servicios Auxiliares.

Las obras eléctricas comprenden todas las partidas desde el transformador de salida hasta las acometidas domiciliarias y se agrupan en la siguiente forma:

- a) Línea Primaria

b) Red Primaria

c) Red Secundaria

5.3 Obras Civiles

5.3.1 Bocatoma

Selección

Las condiciones geomorfológicas así como el caudal requerido y la hidrología del río Quito Arma, permiten la adopción de un conjunto clásico para la Bocatoma; esto es un barraje transversal para retener las aguas, el que estará cimentado en el nivel 3,092 m.s.n.m. y luego derivar la cantidad suficiente por una compuerta superficial de 0.50 x 0.50 m. hacia el derrapiador, además se dispondrá de una compuerta de regulación de 1.50 x 1.50 m. para el caso de caudales mayores al requerido y también para el caso de avenidas máximas durante las cuales pasará el 10% del caudal de ellas. Producirá una alta de tirante de agua sobre la cresta del vertedero de $h = 1.50$ m. Un aliviadero de 6.00 m. de longitud y 0.20 m. de alto en el costado derecho del derrapiador evacuará las aguas excepcionales de las máximas avenidas.

5.3.2 Derrapiador

La compuerta de 1.50 x 1.50 m. además de regular el nivel de espejo, permitirá el arrastre de

sólidos mayores (cantos rodados, cascajos, etc.). Los sólidos restantes ingresarán por la compuerta de captación (0.50 x 0.50 m.) juntamente con el agua derivada para llegar hasta el derrapiador en donde se liberará de los sólidos intermedios por sedimentación y evacuación eventual por una compuerta de 0.45 x 0.45 m.

5.3.3 Desarenador

El agua con sedimentos finos (arenas) pasará por rebose a la taza del desarenador que tienen un ancho de 1.50 m. y una longitud de 10 m. en la que también por sedimentación se eliminará partículas de hasta 0.3 mm. de diámetro, mediante una compuerta de 0.45 x 0.45 m.

Por tratarse de un caudal muy pequeño ($Q = 0.2 \text{ m}^3/\text{s}$) la compuerta de derivación se halla en el plano del barraje y no en condición de salida lateral, como es de su uso común.

Características

El espejo de agua del embalse se mantendrá a nivel de la cresta del vertedero, en esta condición la compuerta de derivación permite la entrada del caudal necesario funcionando como vertedero de triple contracción.

$$Q = 1.84 \times (0.5)^{5/2} = 0.325 \text{ m}^3/\text{s}$$

El umbral de esta compuerta se encuentra 1.00 m. de desnivel con respecto al fondo del río; de este modo se evitará el ingreso de sólidos mayores, permite un desnivel suficiente para evacuar los sólidos sedimentados en el derripador y desarenador, funciona normalmente como vertedero con un tirante de 0.36 m.

La compuerta de regulación puede evacuar hasta $Q = 3.8 \text{ m}^3/\text{s}$, cuando el espejo se halla a nivel de cresta de vertedero.

La máxima avenida de acuerdo las recomendaciones del estudio hidrológico para un período de retorno de 50 años ha sido calculada en $Q=95 \text{ m}^3/\text{s}$.

5.3.4 Canal de Conducción

De acuerdo las características topográficas del terreno que ocupará el canal de conducción, que es 100% a media ladera con algunos tramos de taludes abruptos, se ha diseñado en sección trapezoidal con lados de talud H: 1 y V: 10, para obtener un ancho de plataforma no mayor de 3.00 m. que permita albergar el canal con formas laterales no mayores de 1.00 m. para usos como camino de vigilancia y área de protección del talud interior. De acuerdo a la información geológica se prevé que la plataforma se conformará de 75% en materiales sueltos y 25% en roca fija, con algunos pequeños tramos de 100% en roca fija.

El 40% del canal cruza terrenos cultivables dedicados a pastos.

El canal será abierto y revestido con mampostería de piedra y mortero de cemento-arena por su menor costo y la disponibilidad de rocas de características apropiadas para este tipo de obra.

El primer tramo de 5.00 m. del canal conducirá 0.25 m³/s hasta el vertedero lateral donde descargaría 0.05 m³/s a la acequia de riego cuya toma quedará afectada con las obras de captación, el tramo siguiente del canal tendrá capacidad para conducir 0.20 m³/s hasta el desarenador de la cámara de carga, de tal manera que se garantice el ingreso de 0.16 m³/s a la tubería de presión (se preve 40 lt/s de pérdidas por evaporación, purga, etc).

La pendiente del canal es de 0.003 en toda su longitud y el tirante será de 0.37 m. excepto en el primer tramo de 5.00 m. donde será de 0.43 m. La pendiente asumida no permitirá la sedimentación de partículas menores de 0.3 mm. de diámetro.

Las características de la sección transversal del canal serán las siguientes:

Capacidad	: Q - 0.2 m ³ /s
Pendiente	: S - 0.003

Rugosidad	:	h	-	0.022
Base	:	b	-	0.65 m.
Tirante	:	y	-	0.37 m.
Velocidad	:	V	-	0.79 m/s
Area	:	A	=	0.252 m ²
Perímetro mojado	:	P	-	1.38 m.
Radio Hidráulico	:	R	-	0.18 m.
Borde Libre	:	b1	-	0.18 m.
Taludes laterales	:	t	-	10:1 (V:H)
Revestimiento	:	Manpostería	de	0.15 m.

5.3.5 Cámara de Carga

Estará ubicada al final del canal de conducción en terrenos media ladera de suave inclinación y de acuerdo a la información geológica las estructuras quedarán cimentadas en rocas, ya que el material suelto es una cubierta de poco espesor. Cumplirá con dos funciones fundamentales:

- Servir como amortiguador de oscilaciones originadas por la generación como por transmisión; una

demanda mayor, como sería un llenado rápido de la tubería de presión, no está incluida en su capacidad.

- Descantar partículas sólidas recogidas en el trayecto hasta un diámetro de 0.2 mm. mediante un desarenador de fondo plano con 3% de pendiente y estará provisto de una compuerta de 0.50 x 0.50 m. para la limpieza de los sedimentos e incluso para la eventualidad de evitar el ingreso de agua a la cámara de carga; contará también con un aliviadero que se iniciará con un vertedero de 4.00 m. por el que descargarán los excedentes al canal de descarga. El desarenador tendrá 10.00 m. de longitud por 1.50 m. de ancho con una profundidad máxima en el extremo final de 1.22 m. La cámara de carga, propiamente estará ubicada al extremo derecho al desarenador y tendrá 2.20 m. de largo por 1.50 m. de ancho el agua ingresará por un vertedero sumergido, cuya coronación plana tiene suficiente ancho para ubicar las ranuras para una ataguía y una rejilla de 0.78 x 1.50 m.

A continuación estará ubicada la poza de ingreso a la tubería de presión, que parcialmente deberá estar cubierta. La cota del nivel de agua normal en la cámara de carga será de 3,089.30 m.s.n.m.

Todas estas estructuras serán de concreto armado.

5.3.6 Tubería de Presión

Quedaré ubicada sobre una ladera de inclinación moderada con muy pocos cambios de pendiente.

El eje trazado tiene un perfil con inclinaciones de 25°, 17° y 30° y en planta hay un quiebre a 24 m. antes de la casa de máquinas. De acuerdo a la información geológica, la roca constituida por areniscas, cuarcitas y lutitas se encuentra a lo largo del eje a una profundidad media de 2.50 m. lo que indica que todos los anclajes podrán cimentarse en roca.

Se utilizará una sola tubería de 14" de diámetro interior, que terminará en un pantalón para dos unidades de generación.

La longitud total de la tubería será de 352.79 m., distribuidos en 10 tramos; cada tramo se conformará a base de piezas de tubos de 5 m. de longitud que serán soldadas; en el extremo superior de cada tramo, se colocará una junta de dilatación embridada.

Cada tramo está fijado en anclajes y tendrá apoyos cada 5 m.

Para seleccionar el diámetro de la tubería se ha efectuado un análisis económico que considera el

costo de la tubería y el costo de la energía, que se perdería por fricción, también se ha considerado para los cálculos una presión adicional por golpe de ariete de 40% y planchas soldadas de acero estructural SIDER PG-E24.

Este análisis arroja para un caudal de diseño de $Q = 0.16 \text{ m}^3/\text{s}$ y una altura neta de 133.30 m., un diámetro óptimo de 0.355 m. con dos espesores; un primer tramo de 203.54 m., con 4.76 mm. de espesor y un segundo tramo de 149.26 m. con 6.35 mm. de espesor. A partir de la bifurcación la tubería tendrá 0.254 m. de diámetro y 6.35 mm. de espesor.

Los anclajes y apoyos serán de concreto 175Kg/cm² con esfuerzo de acero. Los anclajes se cimentarán en roca y los apoyos en material eluvial de buena capacidad portante.

5.3.7 Casa de Máquinas

Estará ubicada en la zona sensiblemente más suave del perfil longitudinal a unos 25 m. debajo de la acequia matriz de Huayacundo Arma y en la parte alta del lugar denominado Mesina. El suelo tiene una cobertura eluvial aproximada de 3.00 m. sobre el lecho de roca formada por areniscas y cuarcitas de buenas características geotécnicas, por lo que se prevé que la cimentación de la casa de máquinas será buena. No

existe la posibilidad de efectos de erosión por las avenidas ordinarias ni por la creciente máxima debido a que el fondo del río se encuentra a más de 60 m., por debajo.

Las explanaciones de la plataforma estará en la cota 2,949.75 m.s.n.m. y tendrá un área de 30 x 15 m. para albergar los vehículos de transporte que llegarán por el camino de acceso de 300 m. desde la trocha que construirán entre Huayacundo Arma y Quito Arma. La casa de máquinas tendrá un área de 14 x 7 m., sin incluir veredas perimetrales de 1.00 m. de ancho, en dicha área además de las destinadas al equipo hidroeléctrico, tableros y transformadores, que llega a 73.5 m², el resto está ocupado por una oficina, un dormitorio y baño para el operador. El techo será base de tijerales con una altura libre de 3.20 m.

Las aguas turbinadas se colectarán en un canal de descarga de 35 m. de longitud hasta una depresión del terreno que llega al río en forma de quebrada.

El camino de acceso a la casa de máquinas será por el Sur y tendrá una sección transversal de 4.00 m. que incluye 0.50 m. de cuneta; la superficie de rodadura será afirmada con material granular de 0.15 m. de espesor.

5.3.8 Canal de Descarga

El canal de descarga tendrá una sección rectangular de 0.50 x 0.75 m. y 2% de pendiente en un tramo lateral al desarenador y 0.80 x 0.75m. con 4% de pendiente en un tramo previo al canal que conducirá las demasías al canal de descarga de las aguas turbinadas.

El canal de descarga será construido hasta la casa de máquinas por no existir una quebrada natural y por otro lado, se debe restituir al menos 50 lt/s a la acequia matriz de la parte baja de Huayacundo Arma que ha quedado 26.75 m. por encima del canal de descarga.

El canal de descarga será contruido en mampostería de piedra de 0.15 m. de espesor.

5.4 Equipo Hidroeléctrico

5.4.1 Turbina

El estudio de mercado dá como máxima demanda de potencia proyectada a 20 años 159 kW. Para seleccionar el equipo adecuado se ha considerado como potencia de diseño 160 kW que se obtendrá con dos grupos turbo generadores de tipo Felton con eje horizontal. La curva de máxima demanda, indica que la segunda unidad entrará en operación para cubrir las puntas después del cuarto año de funcionamiento de la

central, sin embargo se ha considerado la conveniencia de un equipamiento total desde el inicio.

La elección de la turbina se muestra en el Apéndice N°6, siendo las características principales de ésta Turbina:

- a) Altura Neta de Salto : 133.30 m.
- b) Caudal por Turbina : 80.00 lt/s
- c) Caudal Total : 160.00 lt/s
- d) Potencia por grupo : 80.00 kW
- e) Potencia total de la Central : 160.00 kW
- f) Tipo de Turbina : Pelton del tipo eje horizontal.
- g) N° de Inyectores por turbina : 1
- h) Velocidad de giro : 720 RPM
- i) Tensión de Alternador : 230 V

En el equipo se ha considerado los tableros de control y los de servicios auxiliares.

5.4.2 Generador

La selección del generador se muestra en el Apéndice N°7.

Características

Marca	: ALGESA
Modelo	: B4440
Potencia	: 90 kVA
RFM	: 720
Factor de Servicio	: 1
Fases	: 3
Tensión Nominal	: 230 V
Frecuencia	: 60 Hz
Clase de Aislamiento	: F
Corriente Nominal	: 51 Amp
Factor Potencia	: 0.8
m.s.n.m	: 1000

5.4.3 Regulador de Tensión

El regulador de tensión es parte integrante del generador y su selección se hace conjuntamente con el generador (Ver Apéndice N°7).

Características

Marca	: ASEA
-------	--------

Tipo	: GEN - SHUNT
Modelo	: LD - 8
Potencia	: 0.55 kW
Voltaje	: 110 V
Corriente	: 5.31 Amp
R.P.M.	: 1800
Acoplamiento	: DIRECTO

5.5 Obras Eléctricas

El Pequeño Sistema Eléctrico asociado a la Pequeña Central Hidroeléctrica Huaytará estará conformado por lo siguiente:

- La Sub-estación elevadora.
- Las líneas y redes de distribución primaria.
- Las Subestaciones de distribución.
- Las Redes de Distribución Secundaria y
- Las Conexiones Domiciliarias.

En el presente estudio se ha determinado y/o seleccionado en forma preliminar las características técnicas principales de los componentes de este Sistema Eléctrico, lo que a continuación se describe.

5.5.1 Selección del Nivel de Tensión

a) Sistema de Distribución Primaria

Se ha considerado el sistema de 13.2/7.62 kV. con 4 conductores, neutro multiterrado, que brinda la flexibilidad de utilizar ramales monofásicos con retorno por tierra (MRT) y por la reducción del aislamiento en altitud; lo cual significa un bajo costo de líneas, redes y subestaciones; la selección se muestra en el Apéndice N°8.

b) Sistema de Distribución Secundaria

Se ha considerado el sistema 440/220 V., conductores, ya que habrá que alimentar principalmente a cargas monofásicas en 220 V., y aisladamente a motores monofásicas en 440 V.

5.5.2 Selección de la Ruta de las Líneas

Para la selección preliminar de las rutas de las líneas se ha tomado en cuenta lo siguiente:

Que su recorrido pase lo más cercano posible a los poblados y a las carreteras existente y que la ruta no cruce zonas de inundaciones, huaycos, o fallas geológicas. Asimismo la ruta deberá tener el mínimo de desniveles posible, según se muestra en la lámina N° 004.

5.5.3 Configuración Preliminar del P.C.H. Huaytara

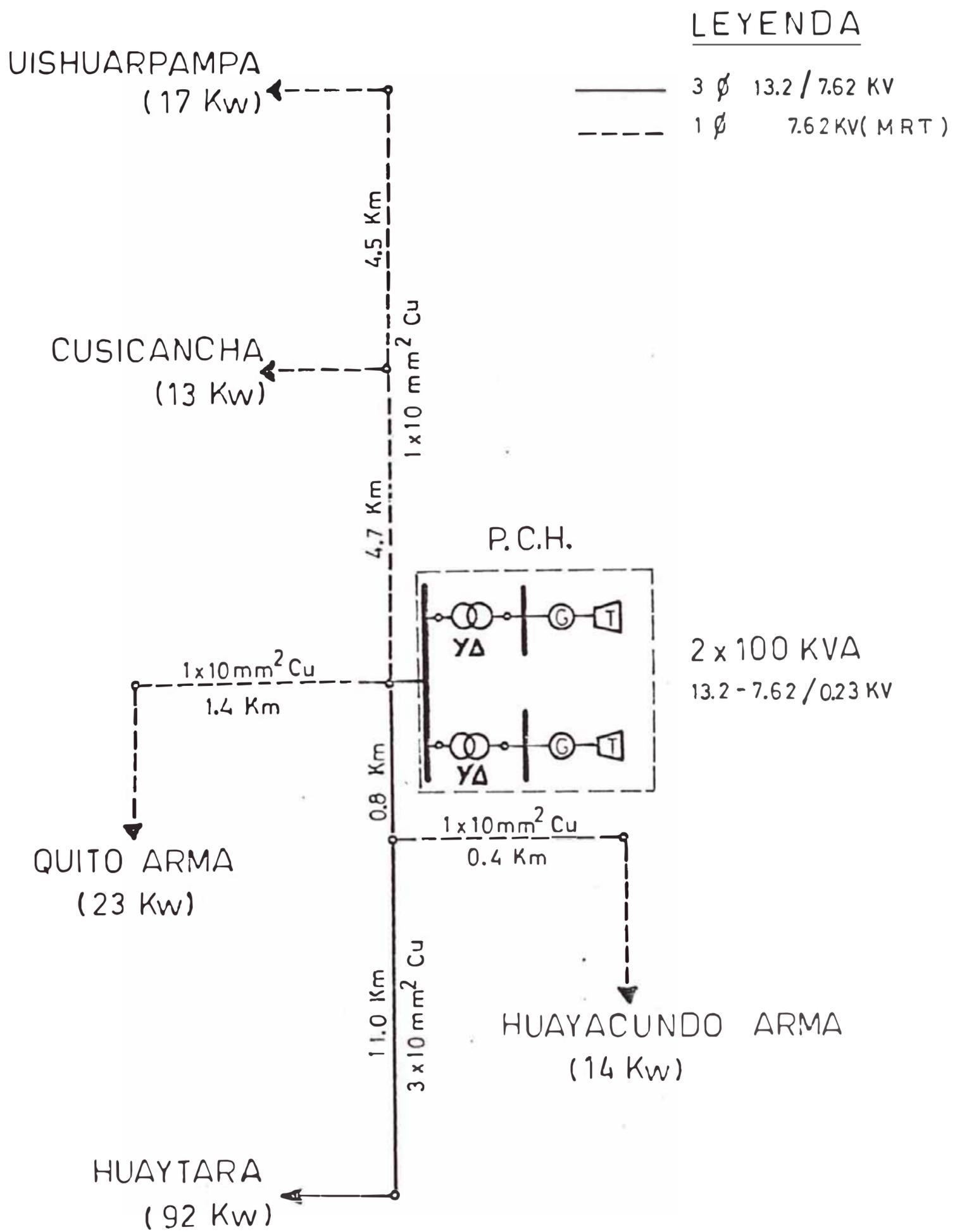
En base a las rutas seleccionadas, a las distancias de cada localidad al centro de carga y a la magnitud de las mismas, se ha determinado la configuración preliminar de la P.C.H. Huaytará, el cual se muestra esquemáticamente en la lámina N°005.

5.5.4 Selección de Equipos y Materiales

a) Transformadores Elevadores

Los transformadores elevadores, tendrán las siguientes características técnicas principales; su cálculo y selección se muestran en el Apéndice N°9:

- Potencia Nominal : 100 KVA
- N° de fases : 3
- Frecuencia : 60 Hz
- Altitud : Hasta 4000 m.s.n.m
- Relación de tensión en vacío : 13.2 - 7.62/0.460
- 0.230 kV.
- Tomas Alta Tensión : Conmutador de
tomas +/- 2x2.5%



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

P.C.H. HUAYTARA

. DIAGRAMA UNIFILAR

SIN ESCALA

LAMINA N° 005

- Baja Tensión : Borneras accesibles para cambio de las bobinas en serie y paralelo.
- Montaje : Interior
- Tensión de corto circuito : 4%
- Nivel de Aislamiento básico : 95 kV.

b) Transformadores de distribución

Estos tendrán las siguientes características técnicas principales; su cálculo y selección se muestran en el Apéndice N°10:

- Potencia Nominal : 15.25 y 37.5 KVA
- N° de fases : 1
- Frecuencia : 60 Hz
- Altitud : Hasta 4000 m.s.n.m
- Relación en Tensión en vacío : 7.62/0.460-0.230KV
- Tomas Alta Tensión : Conmutador de tomas
+/- 2 x 2.5%

- Bajas Tensión : Borneras accesibles para cambio de las bobinas en serie y paralelo.
- Montaje : Interior
- Tensión de Cortocircuito. : 4%
- Nivel Aislamiento : 95 kV

c) Aisladores

Tendrán las siguientes características técnicas principales:

- Tipo : Campana
- Clase : ANSI 52-3 y 52-4
- Material : Porcelana
- Conexión : Ball & Socket y Devis
- Diámetro : 10"
- Distancia de fuga : 11 1/2"
- Tensión de descarga
 - . En Seco : 80 kV
 - . En Lluvia : 50 kV

- Tipo : Fin
- Clase : ANSI 55-5
- Material : Porcelana
- Diámetro : 7"
- Distancia de fuga : 12"

d) Conductores

- Aplicación : Línea y red
Primaria
- Material : Cobre electrolítico
99.9% de pureza
- Temple : Duro
- Sección : 10 mm²
- Nº de hilos : 7
- Peso : 90 kg/km
- Carga a la tracción : 4032 kN

e) Fostes

Se utilizarán de madera con las siguientes características técnicas principales:

- Tipo : Madera nacional
tratada

- Grupo : D
- Longitud de:
 - i) Líneas primarias : 10 y 11 m.
 - ii) Líneas secundarias : 8 m.
- Clase : 6 y 7
- Cargas de rotura:
 - clase 6 : 680 kg
 - clase 7 : 550 kg
- Normas : ITINTEC

CAPITULO 6

COSTOS DEL PROYECTO

6.1 Costo total del Proyecto

El presupuesto ha sido confeccionado con precios unitarios al 31.05.88 y el costo total asciende a la suma de I/. 67'918,481.41.

Este costo comprende las partidas Hidroeléctrico y Obras Eléctricas del Sistema de Transmisión y Distribución los cuales fueron analizados en base al metrado de los planos del Sistema N°1 y del plano 01-001 con los cuales se tabuló el presupuesto mostrado en el punto 6.4 y cuyo resumen es el siguiente:

I) COSTOS DIRECTOS

A. Obras Civiles	: I/. 30'226,901.42
B. Equipo Hidroeléctrico	12'986,330.00
C. Obras Eléctricas	<u>13'385,493.00</u>
TOTAL COSTOS DIRECTOS	56'598,722.41

II) COSTOS INDIRECTOS

A. Gastos Generales (10%) : I/. 5'659,872.24

B. Utilidad (10%) I/. 5'659.872.24

III) COSTO TOTAL I/. 67'918,466.89

Los costos de obras civiles incluye los costos de campamento del contratista, caminos de acceso, bocatoma, derrapiador, desarenador, canal de conducción, cámara de carga, tubería de presión, casa de máquinas y canal de descarga.

Los costos del equipamiento hidroeléctrico incluye los costos de 2 turbinas, 2 alternadores, 2 volantes, 2 reguladores de velocidad, 2 válvulas, tableros de control y tableros de servicios auxiliares.

Los costos de las obras eléctricas consideran desde la subestación alimentadora en la casa de máquinas hasta las acometidas domiciliarias, abarcando la línea primaria y la red secundaria.

6.2 Bases de Cálculo de los Precios Unitarios

6.2.1 Fuente de Abastecimiento

Se ha considerado como fuente de abastecimiento de materiales y equipo a la ciudad de Lima, solo los postes de madera serán adquiridos en la zona.

6.2.2 Distancia De Transporte

1. Distancia de transporte: Lima - Obra en Km.

m.s.n.m.	de	a	Trocha	Afirmado	Asfaltado
2,500	Lima -	Desvio	-	-	228
		Desvío-Fampano	-	79	-
2,500	Fampano-DV.	Obra	-	45	-
	D.V.	Obra-Obra	17	-	-
			17	124	228

2. Distancia de Transporte : Agregados

a) Arena : 17 Km en trocha

b) Piedra: procesada en obra; se estima 1 km de distancia promedio.

6.2.3 Jornales

Vigentes al mes de Mayo de 1988 para el Departamento de Huancavelica.

6.2.4 Alquiler de Equipo

Del MTC, vigentes al mes de Mayo de 1988.

6.3 Especificaciones Generales

En las obras civiles se ha considerado que el movimiento de tierras para el sistema de captación en el lecho del río se hará con equipo pesado en un 80%, el resto será a mano.

La plataforma para el canal será construída con equipo pesado al 100%, mientras que la caja del canal se excavará manualmente utilizando una compresora pequeña. Las explanaciones para la cámara de carga, así como para la casa de máquinas y el camino de acceso se hará 100% con equipo pesado.

Las excavaciones para los anclajes y apoyos de tubería de presión se harán manualmente utilizando una compresora pequeña.

Los precios del equipo hidroeléctrico han sido determinados en base de cotizaciones de proveedores locales, quienes han suministrado costos discriminados, incluyendo transporte y montaje.

Los costos de las obras eléctricas, se han dividido en cuatro grupos: subestación alimentadora, línea primaria, red primaria y red secundaria.

Los costos de la subestación alimentadora incluyen: transformadores, seccionadores y fusibles, cables de conexión en baja y alta tensión y puesta a tierra.

Los costos de las líneas primarias incluyen: postes, crucetas, aisladores, conductores, ferretería de línea y el sistema de puesta a tierra.

Los costos de las redes primarias incluyen: transformadores de distribución, seccionadores, fusibles, pararrayos, ferretería de soportes, caja metálica, interruptor termomagnético, cortador y célula foto eléctrica.

Los costos de las redes secundarias incluyen: postes, conductores, aisladores, ferreterías, luminarias, lámpara, pastorales, sistema de puesta a tierra y conexiones domiciliarias.

En cada grupo de costos se han considerado las partidas genéricas de materiales y/o equipos, montaje, transporte, gastos generales y utilidad.

6.4. PRESUPUESTO BASE						
A).- Obras Civiles						

	DESCRIPCION	UNID	METRADO	PRECIO UNIT	COSTO	TOTAL
1.00	Campaneros					
1.01	Campanero e Instalación	GLB			520,000.00	520,000.00
2.00	Camino de Acceso					
2.01	Corte masivo en roca fija	m ³	732	3,732.00	2,731,824.00	
2.02	Corte masivo en material suelto	m ³	1,038	900.00	988,200.00	
2.03	Afirmado e = 0.15	m ²	1,050	60.74	63,777.00	3,783,801.00
3.00	Bocatoma					
3.01	Corte masivo en roca fija	m ³				
3.02	Corte masivo en material suelto	m ³	67	900.00	60,300.00	
3.03	Excavac. manual en roca fija	m ³	100	650.00	65,000.00	
3.04	Excavac. manual en material suelto	m ³	65	158.64	10,311.60	
3.05	Relleno propio	m ³	64	193.20	12,364.80	
3.06	Eliminación de excedentes	m ³	80	112.27	8,981.60	
3.07	Concreto f'c=175 kg/cm ² Encof-acero	m ³	111	3,931.82	436,432.02	
3.08	Mampostería piedra-mortero	m ³	47	1,901.40	89,365.80	
3.09	Barandas	m	11	2,110.81	23,218.91	
3.10	Rejilla metálica planas	kg	13	200.00	2,600.00	
3.11	Compuerta deslis. 40" x 40"	EA	1	67,050.00	67,050.00	
3.12	Compuerta deslis. 20" x 20"	EA	1	34,510.00	34,510.00	
3.13	Compuerta deslis. 18" x 18"	EA	1	14,220.00	14,220.00	824,354.73
4.00	Desarenador					
4.01	Excav. Manual roca fija	m ³	31	650.00	20,150.00	
4.02	Excav. Manual mat. suelto	m ³	21	158.64	3,331.44	
4.03	Relleno mater. propio	m ³	20	193.20	3,864.00	
4.04	Concreto f'c=175 kg/cm ² Encof acer	m ³	8	3,931.82	31,454.56	
4.05	Mampostería piedra-mortero					
4.06	Compuerta deslis. 18 x 18 pulq.	EA	1	14,220.00	14,220.00	73,020.00
5.00	Canal					
5.01	Corte masivo roca fija	m ³	1,930	3,732.00	7,202,760.00	
5.02	Corte masivo roca suelta	m ³	125	2,735.30	341,912.50	
5.03	Corte masivo material suelto	m ³	9,777	900.00	8,799,300.00	
5.04	Excav. manual roca fija	m ³	189	650.00	122,850.00	
5.05	Excav. manual roca suelta	m ³	12	229.39	2,752.68	
5.06	Excav. manual material suelto	m ³	956	158.64	151,659.84	
5.07	Concreto f'c= kg/cm ² Encof y acero	m ³	10	3,936.82	39,368.20	
5.08	Mampostería piedra y mortero	m ³	500	1,901.40	950,700.00	17,611,303.22
6.00	Cámara de carga					
6.01	Corte masivo en roca fija	m ³	57	3,732.00	212,724.00	
6.02	Corte Masivo en material suelto	m ³	57	900.00	51,300.00	
6.03	Excav. manual roca fija	m ³	134	650.00	87,100.00	
6.04	Excav. manual material suelto	m ³	8	158.64	1,269.12	
6.05	Rellenos con material propio	m ³	15	193.20	2,898.00	
6.06	Concreto f'c=175 kg/cm ² Encof y acero	m ³	11	3,931.82	43,250.02	
6.07	Mampostería de piedra y mortero	m ³	76	1,901.40	144,506.40	
6.08	Compuerta deslis. 18" x 18"	Un	1	14,220.00	14,220.00	
6.09	Rejilla metálica de plastians	kg	62	250.00	15,500.00	
6.10	Barandas h = 1.10	m	3.60	2,110.81	7,598.92	580,366.46

	DESCRIPCION	UNID	METRADO	PRECIO UNIT	COSTO	TOTAL
1.3	Transporte El costo del transporte se estima en un 3% del precio de los materiales.	:GLB			32,100.00	32,100.00
2.0	Líneas Primarias					
2.1.0	Líneas Trifásicas Materiales					
2.1.1	Poste de madera nacional tratada clase 5, 11 mts.	EA	120	1,400.00	168,000.00	
2.1.2	Cruceta de madera de 2.4 mts x 3 1/2" x 4 1/2" y accesorios	:J60	145	200.00	29,000.00	
2.1.3	Aisladores de porcelana tipo PIN, clase ANSI 56-1 tensión 23 KV y accesorios de fijación.	:J60	285	1,885.00	537,225.00	
2.1.3.	A Ferrería p/armado de Aisladores	:J60	96	620.00	59,520.00	
2.1.4	Cadenas de 2 aisladores tipo ball, clase ANSI 52-3 y accesorios de fijación.	:J60	160	3,990.00	638,400.00	
2.1.4.	A Ferrería p/armado de aisladores suspendidos	:J60	24	3,820.00	91,680.00	
2.1.5	Conductor de Cu desnudo, temple duro, tableado, 7 hilos, calibre 10 mm ² .	:mm	36000	43.00	1,548,000.00	
2.1.6	Seccionador tripolar de operación, sin carga, tensión 23 KV.	EA	1	56,430.00	56,430.00	
2.1.7	Pararrayos, tipo auto válvula para im-temperie, 23 KV, tensión de servicio.	EA	3	10,160.00	30,480.00	
2.1.8	Retenida de anclaje simple.	:J60	30	6,490.00	194,700.00	
2.1.9	Puesta a tierra	:J60	2	6,770.00	13,540.00	3,366,975.00
2.2.0	Líneas Trifásicas: Montaje I					
2.2.1	Replanteo de la línea y limpieza de vía, incluye ubicación y señalización de retenidas.	KM	5	4,070.00	20,350.00	
2.2.2	Montaje de postes, excavación izado, compactación colocación de aisladores cruceta y accesorios.	EA	120	2,040.00	244,800.00	
2.2.3	Tendido de conductor de cobre de 10 mm ² , incluye puesta en flecha y fijación a aisladores, colocación de manguitos.	KM	36	10,160.00	365,760.00	
2.2.4	Instalación de dispositivos de protección, fusibles y pararrayos.	:J60	1	3,810.00	3,810.00	
2.2.5	Instalación de Retenidos	EA	30	1,020.00	30,600.00	
2.2.6	Instalación de puesta a tierra	EA	2	460.00	920.00	666,240.00
2.3	Transporte El costo del transporte se estima en un 3% del precio de los materiales.	:GLB			101,000.00	101,000.00
2.4	Montaje II					
2.4.1	Replanteo de la línea y limpieza de vía, incluye ubicación y señalización de retenidas.	KM	5	4,070.00	20,350.00	
2.4.2	Montaje de postes, excavación, izado compactación, colocación de aisladores y accesorios	:EA	110	2,040.00	224,400.00	
2.4.3	Tendido de conductores de cobre de 10 mm ² , incluye puesta en flecha y fijación a aisladores, colocación de manguitos.	:KM	12	10,160.00	121,920.00	

	DESCRIPCION	UNID	METRADO	PRECIO UNIT	COSTO	TOTAL
2.4.4	Instalación de dispositivos de protección.	:J60	5	3,810.00	19,050.00	
2.4.5	Instalación de retenidas simples.	:EA	20	1,020.00	20,400.00	
2.4.6	Instalación de puesta a tierra	:EA	2	460.00	920.00	386,640.00
2.5	Transporte	:GLB			40,000.00	40,000.00
3.0	Red de Distribución Primaria	:	:	:	:	
3.1.0	Materiales	:	:	:	:	
3.1.1	Subestaciones: consta de transformadores, fusibles, pararrayos, cajametalica, interruptores termomagnéticos, cortada de energía, célula fotoeléctrica, etc.	:EA	5	338,590.00	1,692,950.00	
3.2	Montaje	:GLB			145,600.00	
3.3	Transporte (3%)	:GLB			50,800.00	1,889,350.00
4.0	Red de Distribución Secundaria	:	:	:	:	
4.1	Materiales	:	:	:	:	
4.1.1	Postes de madera de 8 mt., clase 6, incluido cruceta y soportes.	:EA	112	1,200.00	134,400.00	
4.1.2	Idem., Item 4.1.1 clase 7	:EA	48	1,100.00	52,800.00	
4.1.3	Conductor de cobre tipo WP de 16 mm ² de sección nominal	:m	6720	132.00	887,040.00	
4.1.4	Idem, Item 4.1.3 de 10 mm ²	:m	8400	102.00	856,800.00	
4.1.5	Conductor de cobre, tipo WP, temple blando de 6 mm ²	:m	1680	24.00	40,320.00	
4.1.6	Conductor de cobre tipo TW temple blando, de 2 x 14 AWG para alumbrado público.	:m	450	29.00	13,050.00	
4.1.7	Aislador de porcelana tipo carrete color marrón de 2 1/4" x 2 1/4", clase ANSI 53-1.	:EA	480	41.00	19,680.00	
4.1.8	Portalineas de tubería galvanizada de 5 vías	:EA	112	350.00	39,200.00	
4.1.9	Idem. Item 4.1.8 de 3 vías	:EA	48	191.00	9,168.00	
4.1.10	Tirafondo de fierro galvanizado de 1/2" x 3" de longitud	:EA	300	39.00	11,700.00	
4.1.11	Perno pasante de fierro galvanizado de 1/2" x 10" de longitud con arandela cuadrada curva, etc.	:EA	300	89.00	26,700.00	
4.1.12	Conector para conductor de cobre WP de 16 mm ² de sección.	:EA	30	130.00	3,900.00	
4.1.13	Idem, Item 4.12 para conductor de 10 mm ²	:EA	20	130.00	2,600.00	
4.1.14	Separador PVC-SAP de 5 vías	:EA	15	163.00	2,445.00	
4.1.15	Luminaria Unitec-MIRTH-64 de JOSFEL con base E-27 y receptor de 80 vatios y condensador incorporado.	:EA	160	6,100.00	976,000.00	
4.1.16	Lámpara de vapor de mercurio de 80 vatios	:EA	160	640.00	102,400.00	
4.1.17	Abrazadera de fierro galvanizado tipo partido de platina ABV-27 Uniflix de Josfel.	:EA	160	120.00	19,200.00	
4.1.18	Tirafondo de fierro de 1/2" x 2 1/2" de longitud.	:EA	160	39.00	6,240.00	

DESCRIPCION	UNID	METRADO	PRECIO UNIT	COSTO	TOTAL
4.1.19 Pastoral de fierro parabólico, modelo Uniflix PV-27/1.5	:EA	160	61.00	9,760.00	
4.1.20 Portafusible alreo de porcelana color blanco de 5 Amp. tipo pesado y fusible de 2 Amp.	:EA	160	61.00	9,760.00	
4.1.21 Retenida simple compuesta de 10 m de Acero Galvanizado, aisladores de tracción, varilla de anclaje, bloque de concreto, alambre galvanizado y ferreteria.	:J60	30	3,050.00	91,500.00	
4.1.22 Puesta a tierra simple compuesta de: - 12 mm de conductor de cobre, 7 hilos, 16 mm ² de sección, temple. Grifos en "V" Corrector de bronce, tipo perno partido para conductor de 16 mm ² de sección	:J60	25	3,660.00	91,500.00	
4.1.23 Acometida domiciliaria simple compuesta de: - 1 caja metálica de 200 x 400 x 200 mm portafusible y fusible tipo "C" Armella tirafón, 15 mt de cable SET de 2 x 10 AWG tubo PVC SAP de 3/4", 1 m. templadores ajustables de bronce	:J60	170	3,050.00	518,500.00	3,924,670.00
4.2 Montaje				347,000.00	347,000.00
4.3 Transporte (3%)				118,000.00	118,000.00
				SUB TOTAL DE OBRAS ELECTRICAS	:1/.13,385,493.00
				Total Costo Directo	:1/.56,598.722.41
				Gastos Generales y Utilidad (20%)	:1/.11,319,744.48
				COSTO TOTAL	:1/.67,918,466.89

6.5 Fuentes de Financiamiento

Estos costos totales de inversión son aportes de capital de ELECTROPERU, según fondos generados por el D.L. 163 aplicable al desarrollo regional.

CAPITULO 7

EVALUACION ECONOMICA

7.1 Introducción

El presente capítulo tiene por finalidad presentar los resultados de la evaluación económica; tanto nivel social como a nivel empresarial de la Central Hidroeléctrica de Huaytará.

La metodología adoptada para la evaluación económica, es la generalmente adoptada por Electro-Perú para estos proyectos.

7.2 Evaluación Económica Empresarial

La evaluación económica empresarial, evalúa precios de mercado los saldos netos generados por el Proyecto y quedan en la empresa.

Estos saldos netos son obtenidos por la diferencia de los ingresos por la venta de energía menos los egresos por los costos de inversión y de operación y mantenimiento.

7.2.1 Consideraciones Generales

Para este nivel de evaluación se asume iguales considerandos que en la evaluación económica social a excepción de los precios utilizados, que son los indicados en la información base como precios de mercado.

7.2.2 Resultados

Los resultados de la evaluación económica Empresarial son presentados por sus indicadores económicos siguientes:

a.- Valor de los Beneficios (VAB)

VAB (En US \$)	TASA Descuento (%)
124,929	10
79,686	15
66,046	20

b.- Valor Actual de los Costos (VAC)

VAC (En US \$)	TASA Descuento (%)
917,018	10
798,993	15
710,807	20

c.- Valor Actual Neto (VAN)

VAN (En US \$)	TASA Descuento (%)
(792,089)	10
(719,307)	15
(644,761)	20

d.- Relación: Beneficio/Costo (B/C)

RELACION Beneficio/Costo	TASA Descuento (%)
0.136	10
0.099	15
0.093	20

e.- Tasa Interna de Retorno Económico (TIR)

TIR - - 11.43%

f.- Costo equivalente Anual

TASA	INVERSION	COSTO DE	CEA	
Dcto.	ANUALIZADA	OPERACION	US \$	NNEL
10	98,685	20,016	0.72	Máximo
(año 1)				
			0.26	Mínimo (año
20)				
15	134,225	20,016	0.93	Máximo
(año 1)				
			0.34	Mínimo (año
20)				
20	172,532	20,016	1.17	Máximo
(año 1)				
			0.43	Mínimo (año
20)				

Según lo obtenido por estos indicadores económicos el proyecto no es factible en la evaluación Empresarial.

Los resultados de esta evaluación se presentan en los cuadros N° IX y X.

7.3 Evaluación Económica Social

La evaluación económica social, se ha realizado cuantificando a precios sociales los costos de inversión, los costos de operación y mantenimiento, así como los beneficios esperados del proyecto en la etapa operativa.

7.3.1 Consideraciones Generales

En la evaluación económica social se ha tomado los siguientes considerandos:

La fecha base para los estimados de los costos de inversión y de operación es Mayo 1988.

El tipo de cambio utilizado es el oficial MUC venta y equivalente a 75.00 Intis/1 \$.

El período de operación para la evaluación del proyecto son 20 años y correspondientes a los años 1990 al 2009.

De acuerdo a lo indicado para la evaluación, se cuantifican los precios sociales, tomando como base los precios de mercado y reajustados según factores sociales y utilizados en los programas de desarrollo por Electroperú.

Estos factores utilizados en la presente evaluación son los siguientes:

Elemento	Factor Social de Reajuste
- Mano de obra calificada	0.9
- Mano de obra no calificada	0.4
Material y Equipo Importado (25% el estado)	0.75
- Material y Equipo Nacional	0.85
- Materiales Locales	1.0
- Transportes Locales	1.0

Estos factores como se han mencionado se han considerado en coordinación con ELECTROPERU.

Se considera en el último año de operación en los flujos de tiempo proyectados un valor residual por los equipos y materiales recuperables, según los años utilizados, respecto a la vida útil de los mismos y calculado sobre el precio de adquisición. Este concepto no ha sido aplicado para las obras civiles.

La tarifa utilizada para la venta es de 0.06 \$/KWH. (Agosto 88)

La tarifa real se basará en los costos por año y en la energía vendible.

$$\text{Costo real por kWh} = \frac{\text{Costo por año}}{\text{energía vendible}}$$

Siendo los costos por año:

- a) Interés para préstamos (Promedio 8% del costo de construcción).
- b) Amortización (duración de vida útil para Central Hidráulica Pequeña: 20 años siendo la amortización: 3%).
- c) Costo para reparaciones (Cuadro III - Apéndice) (\$ 12,657).
- d) Costo para Seguros (Cuadro III Apéndice) (\$ 2,580).
- e) Sueldos y salarios (Cuadro III Apéndice) (\$ 20,016).
- f) Otros gastos (costos misceláneos). Se estima un 0.6% del costo de construcción.

$$\begin{aligned} \text{Costo Anual: } & 0.08 \times \$ 905,579 + 0.03 \times \$905,579 \\ & + \$ 12,657 + \$ 2,580 + \$ 20,016 + 0.006 \times \$ \\ & 905,579 = \$140,300.2 \end{aligned}$$

Siendo la energía vendible = 160 kW

$$\text{Costo real por kW} = \frac{\$ 140,300.2}{3,000 \times 160} = \$ 0.29/\text{kW}$$

para 3,000 horas/año de utilización.

7.3.2 Costos Totales de Inversión

La Inversión total del Proyecto de la Central Hidroeléctrica de Huaytará con una potencia instalada de 159 kW asciende a US\$ 905,579 a precios de mercado y de US\$ 721,932 a precios sociales.

La inversión está conformada por obras civiles, para Campamentos, Caminos, Bocatoma, Cámara de Carga, Tuberías, Desarenador, Canal, Casa de Máquinas, además de Obras Eléctricas y Equipamiento Hidroeléctrico.

Los niveles de inversión para estos tres componentes son los siguientes a precios sociales y de mercado.

<u>Concepto</u>	Importe en US \$	
	<u>F. Mercado</u>	<u>F. Social</u>
1.- Obras Civiles	483,630	379,986
2.- Obras Eléctricas	207,781	171,839
3.- Equipamiento Hidroeléctrico	<u>214,168</u>	<u>169,915</u>
TOTAL US \$	905,579	721,740

Además de estos conceptos, la inversión ha sido desagregada por los siguientes elementos de costos

que se asocien a un factor de reajuste de precios sociales: Mano de Obra, Materiales y Equipos Importados, Materiales y Equipos Nacionales, Transporte Local, desgaste de equipos (ver cuadros N°1 y 11).

Según los estimados de inversión, el costo equivalente por kW instalado de la C.H. Huaytará es de 5,695 US \$/kW a precios de mercado y de 4,540 US \$/kW a precios sociales.

7.3.3 Costos de operación y mantenimiento

Los costos de operación y mantenimiento para la Central Hidroeléctrica de Huaytará, fueron calculados según Cuadro III (Ver Apéndice) y son los siguientes:

<u>Concepto</u>	<u>Importe en US \$</u>	
	<u>F. Mercado</u>	<u>F. Social</u>
1. Costo de Reparación	12,657	10,759
2. Costo para Seguros	2,580	2,193
3. Sueldos y Salarios		
Personal Calificado	4,588	4,129
Personal No Calificado	<u>191</u>	<u>76</u>
TOTAL US \$	20,016	17,157

7.3.4 Beneficios del Proyecto

Los Beneficios a obtener en la operatividad del proyecto están definidos por tres conceptos básicos que son los ingresos por ventas, los excedentes del consumidor y por los recursos a ser desplazados por la sustitución de la energía. Estos conceptos son definidos y estimados de la forma siguiente:

a. Ingresos por Venta de Energía

La energía a ser vendida, se ha proyectado en base al consumo por vivienda de la localidad del proyecto y a los factores técnicos respectivos.

El consumo promedio proyectado por vivienda se ha cuantificado en base, al consumo promedio actual más el consumo estimado por el nuevo servicio del sistema.

Respecto a los factores, técnicos tenemos: la potencia instalada, factores de carga y diagramas de carga diaria (Ver cuadros IV, V y VI).

Debido a que los requerimientos de energía son cuantificados en base al número de viviendas ser electrificados por el sistema, la demanda máxima es igual al consumo o energía a ser vendida.

El ingreso por ventas se ha cuantificado con una tarifa de 0.06 \$/kWh y una constante para los años evaluados. (La tarifa real sería de \$ 0.29/kWh).

El consumo proyectado, así como los ingresos por ventas se muestran en el cuadro N°VII, Flujo de Beneficios y Costos.

b. Excedente del Consumidor

Los beneficios por concepto del Excedente del consumidor son definidos básicamente por ahorro generado por el menor precio que paga el consumidor por la energía suministrada por el sistema, en relación a los precios de los combustibles utilizados (kerosene, pilas, velas, otros).

Este beneficio tiene dos componentes que son el ahorro por la energía sustituida y el ahorro por la mayor energía que ha de disponer el consumidor.

El beneficio se ha cuantificado por el ahorro anual de la forma siguiente:

Beneficio	Ahorro	Ahorro
Excedente	- Energía	+ Mayor
Consumidor	Sustituida	Consumida
año i	año i	año i

Este cálculo se ha realizado por cada año de operación y en la cual tenemos:

Ahorro

$$\text{Energía} = (\text{PC}_1 - \text{PF}_1) \text{ES}_1$$

Sustituida₁

Ahorro

$$\text{Mayor} = (\text{PC}_1 - \text{PF}_1) \frac{(\text{EP}_1 - \text{ES}_1)}{2}$$

Energía consumida

donde:

PC_1 = Precio promedio por KWH de los combustibles que actualmente se utilizan (kerosene, pilas, velas, otros).

PF_1 = Precio (tarifa) por KWH del Proyecto.

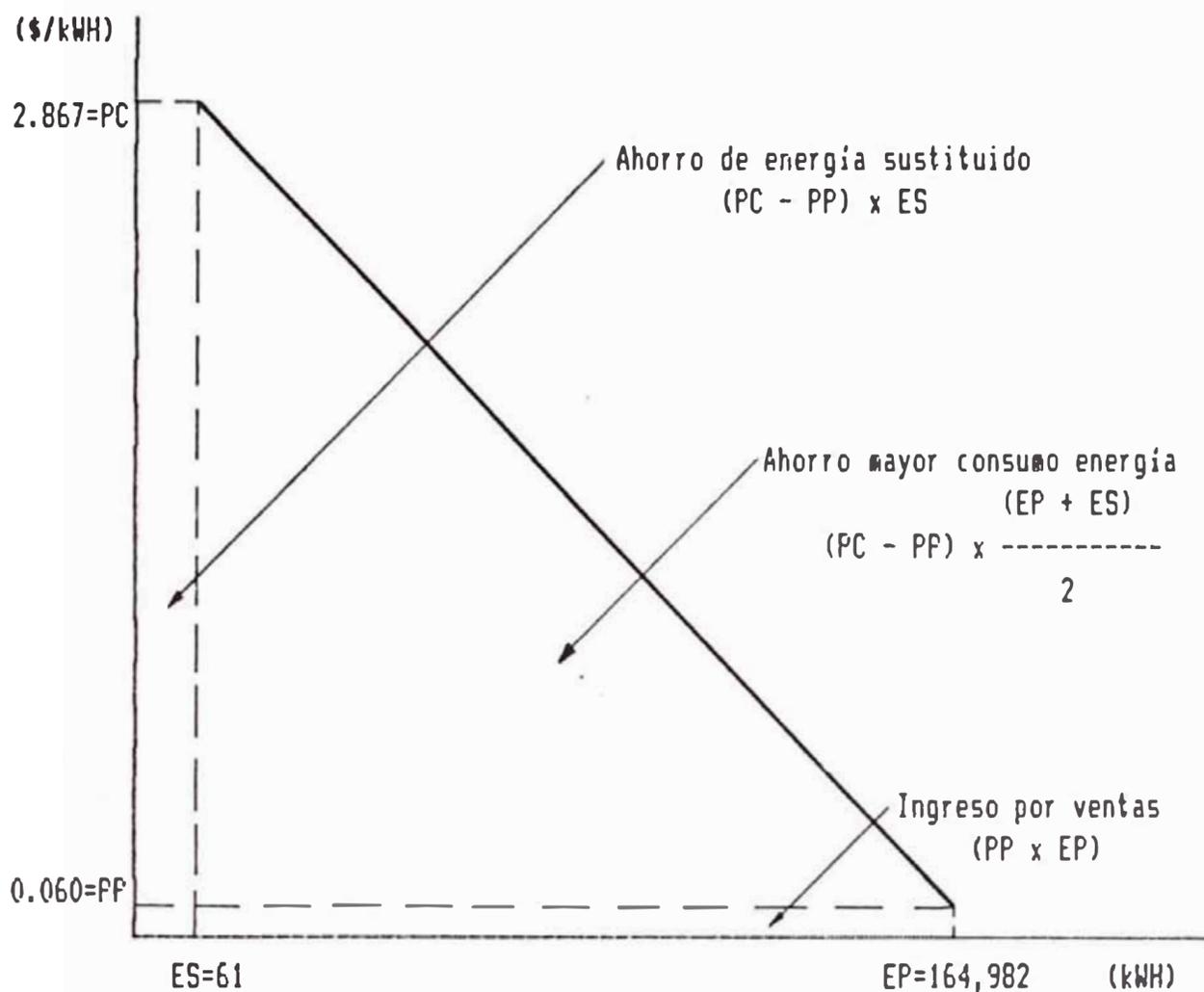
ES_1 = Cantidad de energía que se consume y que va a ser sustituida por el sistema.

EP_1 = Cantidad de mayor energía que se consumirá con el proyecto.

1 - Año de operación (1 a 20)

Graficamente podemos representar los beneficios

(a) y (b) de la forma siguiente:



La cantidad de mayor energía ser sustituida (ES_1), así como su equivalente anual en dólares (PC_1) ha sido calculado según encuestas de la localidad del sistema al ser electrificado por el Proyecto.

Estas encuestas se basan en los consumos promedios de los combustibles, así como sus precios respectivos.

Los resultados se muestran en los cuadros IV y V.

La cantidad de energía a ser demandada y consumida en el sistema según lo anotado anteriormente, se muestra en el cuadro N°VI.

Los resultados cuantificados de los beneficios por el concepto del excedente del consumidor, se muestran en el cuadro N°VII.

c. Recursos a ser desplazados por la sustitución de la energía

Este concepto corresponde a los recursos monetarios que serán desplazados al ponerse en ejecución el proyecto.

Estos recursos se consideran tanto en los beneficios como en los costos a precio de mercado.

Para el caso de los beneficios se ha considerado un incremento real, es básicamente por la composición porcentual en los costos de los derivados del petróleo que tienen mayor incremento de precios.

Los resultados de los beneficios por este concepto, son mostrados en el cuadro N°VII.

7.3.5 Resultados

Los resultados de la evaluación económica social son presentados por sus indicadores económicos siguientes:

a. Valor actual de los beneficios (VAB)

Corresponde al valor actual, del total de los beneficios anuales del proyecto, según las tasas de descuento indicadas.

VAB	TASA
(En US \$)	Descuento (%)
3'768,222	10%
2'590,786	15%
1'908,123	20%

b. Valor Actual de los Costos (VAC)

Corresponde al valor actual de los costos de inversión y de operación y mantenimiento anuales del proyecto, según las tasas de descuento indicadas.

VAC	TASA
(En US \$)	Descuento (%)
1'317,125	10
1'140,076	15
1'034,104	20

c. Valor Actual Neto (VAN)

Corresponde al valor actualizado de los beneficios menos los costos para cada una de las tasas de descuento.

VAN (En US \$)	TASA Descuento (%)
2'451,097	10
1'450,710	15
874,019	20

d. Relación Beneficio Costo (B/C)

Es la rentabilidad por cada unidad monetaria utilizada en el proyecto, sea en la inversión o en la operación.

Esta relación es equivalente al cociente del VAB respecto al VAC.

RELACION B/C	TASA Descuento (%)
2.86	10
2.27	15
1.84	20

e. Tasa Interna de Retorno Económico (TIR)

Corresponde a la tasa equivalente en la cual el
VAB = VAC TIR = 39.72%

f. Costo Equivalente Anual (CEA)

Este indicador, relaciona los costos totales de operación y de inversión respecto a las producciones anuales de energía (Ver cuadro N°VIII).

Para el cálculo de este indicador es necesario anualizar la inversión por cada una de las tasas de descuento respectivas.

Los resultados máximos y mínimos de este índice se muestran a continuación:

TASA DCTO.	INVERSION ANUALIZADA	COSTO DE OPERACION	CEA US \$	NNEL
10	79,058	17,157	0.58	Máxima (año 1)
			0.21	Mínima (año 20)
15	107,530	17,157	0.76	Máxima (año 1)
			0.28	Mínima (año 20)
20	138,218	17,157	0.94	Máxima (año 1)
			0.35	Mínima (año 20)

Según lo obtenido por estos indicadores, el proyecto muestra resultados positivos para su factibilidad, económica social.

Los resultados de esta evaluación se muestran en los cuadros N°VII y VIII.

7.4 Análisis de Sensibilidad

Adicionalmente a lo indicado en la evaluación económica social y empresarial del proyecto, se ha realizado variaciones en los estimados bases de los costos de inversión y de operación, así como de las tarifas aplicables a los usuarios en la venta de la energía, con el objeto de cuantificar la bondad del proyecto respecto a posibles variaciones de estos conceptos. En base a estas variaciones se han evaluado los siguientes casos:

Respecto a la Evaluación Social:

Caso 1 : Incremento de la inversión y valor residual en 15%

Caso 2 : Incremento de los Costos de operación en 20%

Caso 3 : Decremento de la Tarifa a 0.05 \$/kWh

Caso 4 : Incremento de la Tarifa a 0.75 \$/kWh

No se ha realizado sensibilidad en los parámetros de la Evaluación Empresarial, por tener resultados negativos y no factibles de mejorar sobre márgenes adecuados de los estimados.

Los resultados del análisis de sensibilidad según los casos evaluados por su tasa de rentabilidad económica son los siguientes:

Caso	TIR (%)
1	35.20 %
2	38.70 %
3	39.40 %
4	40.01 %

Según estos índices el proyecto a nivel social muestra aún resultados positivos sobre posibles incrementos a los costos. Sobre estos márgenes el proyecto es más sensible sobre incrementos en los costos de inversión y es poco sensible a variaciones de las tarifas de venta.

Los resultados del análisis de sensibilidad se muestran en los cuadros XI, XII, XIII, XIV respectivamente.

7.5 Conclusiones

I) El costo total de la inversión es de US \$ 905, 579 a precios de mercado y de US \$ 721,740 a precios sociales.

II) El costo por kW instalado es de US \$ 5,695/kW a precios de mercado y de US \$ 4,540/kW a precios sociales.

- III) Los costos de operación y mantenimiento son de US \$ 20,016 y de US \$ 17,157 por año respectivamente a precios de Mercado y de Sociales.
- IV) Los resultados de la evaluación económica social muestra una alta rentabilidad del 39.72%, lo que indica su factibilidad.
- V) En la evaluación económica social la recuperación por unidad monetaria son de 2.86 y 2.27 a las tasas de 10% y 15% respectivamente.
- VI) El valor presente neto de la evaluación social, en sus flujos proyectados son US \$ 2'451,097 al 10% y de US \$ 1'450,710 de 15%.
- VII) Debido a la alta tasa de rentabilidad de la evaluación social, el proyecto muestra resultados positivos sobre incrementos en los costos de operación y de conversión sobre márgenes de 20% y 15%.
- VIII) El proyecto es poco sensible a variaciones de la tarifa de venta de energía por ser el beneficio de los ingresos por ventas bastante menores que al beneficio por el excedente del consumidor con la evaluación social.

CONCLUSIONES

- 1.- La implementación del proyecto traería como consecuencia, el desarrollo socio-económico de las localidades que forman parte del presente estudio, haciendo posible la creación de centros artesanales y pequeñas industrias.
- 2.- La evaluación del mercado eléctrico se ha desarrollado con datos estadísticos recogidos en las localidades y fuentes de información nacionales, lo que da una buena confiabilidad en la evaluación de la máxima demanda.
3. La microregión delimitada está conformada por Huaytará, Huayacundo Arma, Quito Arma, Cusicancha y el anexo de Quisuarpampa. Con la electrificación de estos pueblos, la importancia socio-económica se acrecienta debido a que la migración de la población joven disminuirá ya que la electrificación traerá la creación de nuevas fuentes de trabajo.
- 4.- La electrificación de estas localidades que conforman el Sistema I de la microregión de Huaytará es factible porque la demanda de energía varía entre 164,982 kWh el año 1 (1990) y 448,470 kWh

para el año 20 (2009); la potencia requerida para este mismo período es de 71 kW el primer año y 159 kW el año 20.

- 5.- La Central Hidroeléctrica proyectada tiene una potencia instalada de 160 kW y utiliza 0.16 m³/s del recurso hídrico del río Quito Arma, que satisface las necesidades del proyecto.

El recurso hídrico total del citado río, al 90% de persistencia a nivel diario es 0.36 m³/s del cual 0.20 m³/s es utilizado en 4 acequias de riego. Desde el punto de visita hidrológico es factible.

- 6.- Las características geológicas, geomorfológicas y geotécnicas de la zona prevista para el emplazamiento de las obras del proyecto son adecuadas y suficientes, así mismo los suelos son de base rocosa con una cobertura del material aluvial de potencia variable entre 1.50 y 2.50 m. Con esto la cimentación de las obras será buena y consecuentemente estas serán factibles.

- 7.- El tipo y las características de las obras diseñadas se ajustan a las condiciones y particularidades del río y a la morfología y a los requerimientos hidráulicos en cada caso. La bocatoma elegida considera un barraje tipo "CREAGER", un derripiador y un desarenador; el sistema de conducción tiene una longitud de 1,620.95 m con

capacidad para conducir $0.2 \text{ m}^3/\text{s}$; la cámara de carga cuenta con un desarenador y aliviadero para las demasías; la tubería de presión es de 14" de diámetro y tiene 352.79 m de longitud fijada en anclajes, con apoyos de 5 m, la casa de máquinas se ha diseñado para albergar dos unidades y el transformador bajo techo en función del caudal y altura, se ha considerado que el equipamiento será en una sola etapa ya que el diagrama de carga indica que al cuarto año de funcionamiento se requerirá de la segunda unidad para las puntas.

La línea de transmisión del sistema será de 13.2-7.62 kV de tensión; y trifásico entre la central y Huaytará; y las líneas de retorno total por tierra para las desviaciones a las demás localidades, con una tensión de 7.62 kV.

- 8.- El costo total del proyecto a precios de mercado asciende a la suma de I/.67'918,481.41 a Mayo de 1988 y comprende las obras civiles, equipamiento hidroeléctrico y el sistema de transmisión y distribución. El costo de kW instalado es de I/.427,125.

Los resultados de la evaluación económica nacional del proyecto muestran valores mayores que la unidad para los índices de B/C para las 3 tasas de descuentos evaluados; la tasa interna de retorno

(TIR) es de 39.75%. Desde punto de vista empresarial muestra rentabilidades y valores actuales netos negativos; los indicadores B/C son menores que la unidad y el TIR es negativo, indicando que el proyecto no es rentable desde este punto de vista.

En compensación a lo mencionado anteriormente este proyecto tendrá efectos económicos positivos en la región por los efectos inducidos que generará por la instalación de nuevas actividades económicas y mejoramiento del nivel de vida de la población.

Así mismo, no habrá terrenos que expropiar ni derechos de terceros.

- 9.- Es conveniente la ejecución de este proyecto definitivo de la pequeña central hidroeléctrica Huaytará, por ser este un recurso existente en la zona, por encontrarse estos pueblos muy alejados de los centros de abastecimiento de combustible, lo que origina discontinuidad en el servicio prestado por una Central Térmica.

La experiencia nacional demuestra la dificultad de mantenimiento y operación de los grupos térmicos en localidades pequeñas.

- 10.- Se recomienda también instalar una estación de aforo en la zona de la bocatoma con el objeto de

predecir con mayor precisión el recurso hídrico disponible.

- 11.- De acuerdo a todo lo expuesto se recomienda empezar las obras lo más antes posible por la importancia que ello representa para la provincia de Huaytará.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Asociación de consultores OIST-INTECSA. Estudio definitivo de las Fresas de Tambo y Ccarococha. Informe de Hidrología - CORDE ICA, Lima, 1982.
- 2.- BINNIE-PARTENERS ING. CONSULTORES. Estudio definitivo de la Derivación a Lima de las aguas de la Cuenca Alta del Río Mantaro. Volumen 8-Apéndice I Hidrología Ministerio de Vivienda y Construcción, Lima, 1980.
- 3.- LINSLEY, KOHLER AND PAULHUS HIDROLOGY FOR ENGINEERS Mc. GRAW HILL - NEW YORK, USA. 1975.
- 4.- Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales ONERN, Inventario de la Cuenca del Río Pisco, Lima, 1971.
- 5.- SOIL CONSERVATION SERVICE A GUIDE TO HIDROLOGIC ANALYSIS USING SCS METHODS. PRENTICE HALL. NEW JERSEY, USA, 1982.
- 6.- Secretaría de Recursos Hidráulicos. Manual de Diseño de Obras Civiles. Volúmen A.2.11. Hidráulica fluvial. Comisión Federal de Electricidad, México 1978.
- 7.- Servicio Nacional de Hidrología y Metereología SENAMHI. Estudio Hidrológico de la Cuenca del Río Pisco, Lima, 1982.
- 8.- Guía para la elaboración de Proyectos de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas destinadas a la electrificación rural del Perú. Ing. TSUGUO NOZAKI, Lima, 1985.