

UNIVERSIDAD LOYOLA DE BOLIVIA

**INGENIERIA DE MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES**



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

**“APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE RECURSOS
HÍDRICOS PARA EL SUMINISTRO ENERGÉTICO
DE UNA REPETIDORA DE SEÑAL
DE UN SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES”**
*Caso: Radio Enlace Coroico – Estación Biológica Sandillani,
ex Tunquini (PN y ANMI Cotapata)*

POSTULANTE: ALEJANDRO HAYES CLAVIJO

TUTOR DE TRABAJO: ING. JAIME REVOLLO OLMOS

LA PAZ- BOLIVIA

2006

Agradecimientos:

- Al Dr. Luis Arteaga por su permanente apoyo en todas las fases del desarrollo de este trabajo.
- Al Ing. Jaime Revollo por su amistad y sus consejos.
- A la CPTS por haber creído en mí y por brindar la posibilidad a tantos otros como yo para poder lograr más, gracias.
- A mi querida madre por todo lo que soy y seré...

C O N T E N I D O

Capítulo 1: MARCO GENERAL	p. 1
1.1 Introducción	p. 1
1.2 Antecedentes	p. 2
1.3 Objetivos	p. 4
1.3.1 Objetivo general.....	p. 4
1.3.2 Objetivos específicos.....	p. 4
1.4 Justificación del proyecto	p. 5
1.5 Destinatarios del proyecto	p. 8
1.6 Marco legal	p. 9
Capítulo 2: DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	p. 13
2.1 Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata	p. 13
2.1.1 Zonificación.....	p. 13
2.1.2 Geografía e Hidrografía.....	p. 15
2.1.3 Flora y Fauna.....	p. 16
2.2 Municipio de Coroico	p. 19
2.3 Estación Biológica Sandillani (ex – Tunquini)	p. 21
2.3.1 Resumen histórico.....	p. 21
2.3.2 Actividades.....	p. 22
2.3.3 Infraestructura en Tunquini.....	p. 27
2.4 Ecoalbergue Sandillani	p. 27
2.5 Otras Comunidades Involucradas	p. 28
2.5.1 Chairo.....	p. 28
2.5.2 Huarinilla.....	p. 29
2.5.3 Pacallo.....	p. 29
CAPÍTULO 3: LA OBRA HIDRÁULICA Y CIVIL	p. 30
3.1 Generalidades	p. 30
3.1.1 Antecedentes.....	p. 30
3.1.2 Descripción teórica.....	p. 30
3.1.2.1 Canal de aducción.....	p. 30
3.1.2.2 Red de filtros.....	p. 31
3.1.2.3 Cámara de carga.....	p. 31
3.1.2.4 Vertedero de excedentes.....	p. 31
3.1.2.5 Tubería de presión.....	p. 31
3.1.2.6 Casa de maquinas.....	p. 32
3.1.2.7 Canal de evacuación.....	p. 32
3.1.2.8 Línea de transmisión.....	p. 32
3.1.3 Clasificación.....	p. 33
3.1.3.1 Aprovechamientos de agua fluyente.....	p. 33
3.1.3.2 Centrales a pie de presa con regulación propia.....	p. 34
3.1.3.3 Centrales en canal de riego o en tuberías de abastecimiento....	p. 35

3.2 Diseño de obra	p. 35
3.2.1 Ubicación.....	p. 35
3.2.2 Elección del tipo de microcentral.....	p. 37
3.2.3 Dimensión de la estación de abastecimiento.....	p. 37
3.2.2.1 <i>Potencia requerida</i>	p. 39
3.2.2.2 <i>Caudal disponible</i>	p. 39
3.2.2.3 <i>La altura de la caída</i>	p. 42
3.2.2.4 <i>Velocidad media del agua dentro la tubería</i>	p. 43
3.2.2.5 <i>Pérdidas de carga en la tubería</i>	p. 44
3.2.2.6 <i>Sistema planteado</i>	p. 47
3.2.2.7 <i>Distancia de la casa de máquinas a la repetidora</i>	p. 49
3.2.4 Esquema de instalación.....	p. 49
3.3 Mantenimiento	p. 50

<u>Capítulo 4: EL SISTEMA ELECTROMECAÁNICO</u>	p. 51
4.1 Generalidades	p. 51
4.2 Descripción técnica	p. 51
4.2.1 La Turbina.....	p. 51
4.2.1.1 <i>Picoturbinas Pelton</i>	p. 52
4.2.1.2 <i>Consideraciones técnicas de diseño</i>	p. 53
4.2.1.3 <i>Principales Componentes</i>	p. 54
4.2.1.4 <i>Ensamblaje y Montaje</i>	p. 56
4.2.2 Los Generadores.....	p. 56
4.2.3 Regulador de Velocidad.....	p. 57
4.3 Mantenimiento	p. 58

<u>Capítulo 5: EL SISTEMA DE RADIO ENLACE</u>	p. 60
5.1 Generalidades	p. 60
5.1.1 Estaciones de radiomicroondas.....	p. 62
5.1.2 Características de trayectoria.....	p. 62
5.1.3 Curvas de enlace.....	p. 63
5.2 Componentes de un radio enlace	p. 65
5.2.1 El transmisor.....	p. 65
5.2.2 El receptor.....	p. 66
5.2.3 Ancho de banda del enlace.....	p. 67
5.3 Diseño del radio enlace	p. 68
5.3.1 Descripción técnica general.....	p. 68
5.3.2 Coordenadas Geográficas.....	p. 69
5.3.3 Identificación de la parte del espectro electromagnético.....	p. 69
5.3.4 Descripción de emisiones (según nomenclatura del UIT/R).....	p. 70
5.3.5 Elevación de los sitios de transmisión fijos.....	p. 70
5.3.6 Altura sobre el terreno de las antenas transmisoras.....	p. 71
5.3.7 Tipo de antena transmisora.....	p. 72
5.3.8 Tipo de polarización electromagnética de transmisión.....	p. 72
5.3.9 Potencia radiada isotrópica equivalente (PIRE) en transmisión.....	p. 72

5.3.13 Cálculos de potencias recibidas.....	p. 73
5.4 Mantenimiento.....	p. 75

Capítulo 6 : IMPACTO AMBIENTAL y MITIGACIÓN.....	p. 77
6.1 Líneamiento Base (Estudio Ambiental).....	p. 78
6.2 Estudio de Impacto Ambiental de la Obra Hidráulica y Civil.....	p. 79
6.2.1 Suelo.....	p. 79
6.2.2 Agua.....	p. 80
6.2.3 Aire.....	p. 80
6.2.4 Fauna y Flora.....	p. 80
6.2.5 Medidas de Mitigación y Monitoreo.....	p. 81
6.2.5.1 Suelo.....	p. 82
6.2.5.2 Agua.....	p. 82
6.2.5.3 Aire.....	p. 82
6.2.5.4 Fauna y Flora.....	p. 83
6.3 Estudio de Impacto Ambiental de la Obra Electromecánica.....	p. 83
6.3.1 Suelo.....	p. 84
6.3.2 Agua.....	p. 84
6.3.3 Aire.....	p. 84
6.3.4 Fauna y Flora.....	p. 84
6.3.5 Medidas de Mitigación y Monitoreo.....	p. 85
6.3.5.1 Suelo.....	p. 85
6.3.5.2 Agua.....	p. 85
6.3.5.3 Aire.....	p. 86
6.3.5.4 Fauna y Flora.....	p.86
6.4 Estudio de Impacto Ambiental del Radio Enlace.....	p. 87
6.4.1 Suelo.....	p. 87
6.4.2 Agua.....	p. 88
6.4.3 Aire.....	p. 88
6.4.4 Fauna y Flora.....	p. 88
6.4.5 Medidas de Mitigación y Monitoreo.....	p. 88
6.4.5.1 Suelo.....	p. 89
6.4.5.2 Agua.....	p. 89
6.4.5.3 Aire.....	p. 89
6.4.5.4 Fauna y Flora.....	p. 90
6.5 Estudio de Impacto en la Población Humana y trabajadores.....	p. 90
6.6 Impacto paisajístico.....	p. 91
6.7 Ficha Ambiental.....	p. 91

Capítulo 7: COSTOS y FINANCIAMIENTO.....	p. 93
7.1 Presupuesto.....	p. 93
7.1.1 Costos de obra civil.....	p. 93
7.1.2 Costos del equipo electromecánico.....	p. 93
7.1.3 Costos de la red eléctrica.....	p. 94
7.1.4 Costos del equipo de telecomunicaciones.....	p. 94

7.1.5 Costos totales..... p. 95

7.2 Financiamiento..... p. 95

Capítulo 8: CONCLUSIONES FINALES..... p. 96

BIBLIOGRAFÍA: p. 98



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del PN y ANMI Cotapata.....	p. 14
Figura 2. Ecoalbergue Sandillani.....	p. 28
Figura 3. Esquema general de una microcentral hidráulica.....	p. 33
Figura 4. Croquis de ubicación de la obra.....	p. 36
Figura 5. Método del llenado de un depósito conocido.....	p. 40
Figura 6. Modelo esquemático del sistema planteado.....	p. 48
Figura 7. Perfil topográfico del sitio de la obra hidráulica.....	p. 48
Figura 8. Trayectorias de propagación.....	p. 62
Figura 9. Obstáculo en la línea de vista Coroico – Sandillani.....	p. 63
Figura 10. Trayectoria del enlace propuesto.....	p.63
Figura 11. Ancho de banda del enlace.....	p. 67
Figura 12. Esquema de la Red planeada.....	p. 69
Figura 13. Antena en Coroico.....	p. 70
Figura 14. Antena en Chojlla Pata Loma.....	p. 71
Figura 15. Antena en Sandillani.....	p. 71

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos de caudales de los dos ríos tributarios y orígenes del río Huarinilla, en m ³ para el periodo 1979 – 1999.....	p. 16
Tabla 2. Riqueza de especies del PN y ANMI Cotapata.....	p. 17
Tabla 3. Especies vegetales del PN y ANMI Cotapata según su uso.....	p. 18
Tabla 4.- Información general de la Población de Coroico.....	p. 20
Tabla 5. Potencia requerida por el sistema.....	p. 39
Tabla 6. Estudio hidrológico del lugar en época de estiaje.....	p. 41
Tabla 7. Periodo de estiaje histórico en la zona de estudio.....	p. 41
Tabla 8. Comparación de un radio enlace versus sistemas tradicionales de línea metálica (convencional).....	p. 61
Tabla 9. Curvas de nivel del trayecto del enlace propuesto.....	p. 64
Tabla 10. Coordenadas geográfica.....	p. 69

ANEXOS:

ANEXO I. Mapas de ubicación.

ANEXO II. Fauna y flora de la zona de estudio.

ANEXO III. Traslado de la Estación biológica Tunquini.

ANEXO IV. Precipitación pluvial de la zona de estudio

ANEXO V. Perfil topográfico de la zona del radio enlace.

ANEXO VI. Planos de la obra civil.

ANEXO VII. Red eléctrica.

ANEXO VIII. Especificaciones técnicas (c 250 ITDG)

AÑEXO IX. Especificaciones técnicas (Cisco Aironet 350).

ANEXO X. Ficha Ambiental

ANEXO XI. Computos métricos de la obra civil.

ANEXO XII. Presupuesto general del proyecto por actividad.

ANEXO XIII. Análisis de precios unitarios.

Capítulo 1: MARCO GENERAL

1.1 Introducción

La falta de servicios de telecomunicación es un problema que limita el desarrollo de nuestro País en todo aspecto, desde la comunicación social hasta la respuesta eficaz a los desastres humanos y naturales. La actividad científica no es ajena a esta realidad, caso concreto, la Estación Biológica Sandillani (Ex Tunquini), del Instituto de Ecología de la U.M.S.A., centro de investigación estratégico de Los Yungas bolivianos que no cuenta con un servicio adecuado de telecomunicaciones acorde a su nivel de trabajo.

El agua por su gran disponibilidad en la zona y su ciclo natural se convierte en un potencial recurso energético inagotable. Qué produce energía limpia, al no emitir gases (efecto invernadero), no provoca lluvia ácida y no produce emisiones tóxicas, y mediante el aprovechamiento racional y sostenible de este recurso natural se puede llegar a convertir en el elemento que logre impulsar un desarrollo social, económico, académico, ambiental, etc., mediante la implementación de sistemas tecnológicos alternativos que aporten al beneficio del lugar de una manera sostenible y limpia.

La zona comprendida entre la población de Coroico y la Estación Biológica Sandillani (EBS) con su potencial hídrico, que sumado al desnivel topográfico característico de Los Yungas establece un marco adecuado para la implementación de microcentrales hidroeléctricas, las cuales pueden servir de fuente de abastecimiento eléctrico para los requerimientos energéticos de una repetidora de señal, parte de un radio enlace entre los dos puntos mencionados, mediante el cual, se podría dotar a este centro de estudios e investigación una herramienta de telecomunicaciones moderna (Telefonía, Fax, Internet, Canales de Datos, etc.) que sea acorde a la importancia del

estudio biológico del entorno natural que se realiza en el lugar y a las actividades de difusión y/o intercambio de experiencias científicas, las cuales serán facilitadas por este medio electrónico digital de comunicación a distancia.

1.2 Antecedentes y contexto general

En la actualidad la red de telecomunicaciones instalada en territorio boliviano abarca básicamente los núcleos de mayor tráfico urbano y extraordinariamente a ciertas poblaciones rurales con rutas concurridas con un valor comercial considerable para poder llegar a invertir en la instalación de un sistema de telecomunicación. Esto hace que se postergue de gran manera la integración nacional y el desarrollo de poblaciones bolivianas físicamente aisladas.

El caso particular de la **Estación Biológica Sandillani (Ex Tunquini)**, ubicada dentro del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata (PN y ANMI Cotapata) centro principal de investigación científica y académica para una importante cantidad de proyectos de conservación y estudio de la flora y fauna de la zona, cuenta en la actualidad con apenas el servicio de radiocomunicación de cobertura local, el cual solamente satisface las necesidades más básicas de la administración de la Estación. Esto obliga al personal e investigadores residentes a trasladarse hasta la población del Chairo (a 3 horas de caminata desde Sandillani) y de ahí un viaje hasta Coroico (a 1,5 horas de distancia) para poder recibir y enviar información sobre sus requerimientos y actividades cotidianas, algo que no solamente representa un inconveniente en materia de tiempo y comodidad sino también en lo económico ya que sin un vehículo privado los medios de transporte público desde Chairo a Coroico son muy limitados y el costo es considerado

uno de los más elevados a nivel rural en Bolivia¹ si se logra acceder a un contrato particular con algún transportista de la zona.

En estos momentos la EBS para comunicarse con el exterior usa un radio enlace que por motivos técnicos tiene un límite en cuanto a la capacidad y calidad de transmisión de información que proporciona, esto hace que sea incapaz de ser portadora de señal de una serie de servicios:

- Telefonía móvil
- Fax
- Internet
- Canales de datos

Lamentablemente los tipos de onda que sí pueden ser portadores de estos servicios requieren de una señal específica (punto a punto) para su enlace. La instalación (vía medio físico, cable) de una red de telecomunicaciones hasta la EBS requiere de una serie de estaciones repetidoras de señal, alrededor de una cada 5 km, lo cual implica una carga eléctrica adicional al sistema de electrificación actual del lugar y un costo elevado de instalación y material, además la inserción de un sistema de cableado en un Área Protegida (el caso Chairo-Sandillani) representa una alteración considerable en el medio natural de la zona y una contradicción al concepto de conservación dentro de un Parque Nacional ya que sería totalmente irresponsable el alterar la actual panorámica del Camino del Inca Choro, lugar donde se encuentra la EBS con un tradicional sistema de cableado cada cincuenta metros por un tramo de alrededor de unos 8 km desde Chairo, lo que representa alrededor de 160 postes².

¹ (Murphy, A., 2003)

² (Millikan, B.H., 1993)

La alternativa planteada es que los equipos de la repetidora de señal de un radio enlace (que reemplazaría al sistema convencional de cableado) sea abastecido en su totalidad por la energía generada por una microhidrocentral, además de los otros requerimientos de una estación de repetición (accesorios del sistema, luz, otros).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Utilizar los recursos hídricos de manera sostenible como fuente de energía para su aprovechamiento en un sistema de repetidoras de señal de radio enlace entre la población de Coroico y la Estación Biológica Sandillani (Ex - Tunquini).

1.3.2 Objetivos Específicos

- Brindar a la EBS un servicio de telecomunicaciones adecuado y fiable para sus operaciones de investigación científica y académica, administrativas y/o de contacto en general.
- Desarrollar un ejemplo de modelo de aprovechamiento sostenible y práctico de recursos hídricos de la zona, aprovechando las pendientes típicas de los Yungas paceños.
- Identificar el punto de impacto ambiental mínimo para la ubicación de la repetidoras de señal, donde se tenga el recurso agua disponible en sus proximidades y al mismo tiempo sirva de enlace entre Coroico y la EBS.
- Proporcionar al estudiante, investigador, tesista, etc., que trabaja en la EBS una herramienta de acceso directo a la red global de información

mediante el Internet, la telefonía, fax y canales de datos para el desarrollo del conocimiento científico.

- Independizar el suministro energético del proyecto de telecomunicaciones mediante el desarrollo de un sistema electromecánico para el aprovechamiento del potencial hídrico de la zona.
- Elevar el nivel de acceso a la información de los pobladores de la zona propiciando el uso de medios de información modernos.
- Promover la cultura de ahorro energético y cuidado ambiental.

1.4 Justificación del proyecto

Si se analiza el hecho que un Centro de Investigación Biológica no tenga acceso a un servicio de telecomunicaciones moderno, hace fácil de comprender la dificultad que representa llevar a cabo programas de investigación en Sandillani sin una adecuada conexión a las fuentes de datos y/o a otros agentes de estudio y de contacto, condiciones de infraestructura que imposibilitan desarrollar estudios al nivel de otros Complejos Biológicos de Estudios Naturales a nivel Internacional.

El llegar a transformar esta realidad a una con perspectivas nuevas que impulsen el desarrollo y mejoramiento de los servicios de la EBS fortaleciendo y estimulando a todo tipo de trabajo que se planee realizar en la zona paralelamente a introducir un servicio tecnológico de vanguardia trae consigo una gran cantidad de beneficios (sociales, económicos, académicos, etc) no solamente para las personas involucradas con la EBS, sino también para los habitantes del lugar.

Las posibilidades para satisfacer este requerimiento de un servicio de telecomunicaciones son muchas, y van desde la simple extensión de la red

de servicio rural hasta el uso de un equipo satelital de comunicaciones³, ambas con elevados costos de instalación y mantenimiento. Para la alimentación de un repetidora de señal también se puede instalar diferentes tipos de tecnología, como motogeneradores convencionales, hasta alternativas basadas en el uso de la biomasa (como gasógenos o biodigestores), energía eólica (molinos de viento, aerogeneradores) o energía solar (paneles fotovoltaicos y sistemas basados en el calentamiento de agua), etc. Estas posibilidades van siendo descartadas una a una por diversos motivos, principalmente económicos y/o dificultad que representa trasladar los insumos (combustible, biomasa) hasta el lugar donde se ubique la repetidora de señal (en este caso a 3 horas del Chairó y a 2 de Sandillani). Los otros sistemas alternativos; **eólico**, no garantiza un servicio constante y las corrientes de vientos en Yungas (inferiores a 10 km/h como promedio anual)⁴, no son suficientes para este tipo de tecnología, la **solar**, tampoco garantiza un servicio constante, equipos demasiado frágiles. Nubosidad en la zona es constante (categorizado como bosque nublado⁵) lo que reduce de gran manera el rendimiento de los paneles solares⁶.

Considerando que las áreas protegidas de Bolivia se encuentran en una situación muy vulnerable al cambio y a la intervención humana, donde el marco legal existente plantea normas y estatutos para la conservación, el manejo y el cuidado de dichos santuarios naturales, algo que en la realidad por distintos motivos (difícil acceso físico a las áreas protegidas, falta de equipamiento, reducido personal, problemas sociales, corrupción, etc.) llega a ser muy complicada hacer cumplir dichos reglamentos; se integra de manera necesaria el poder establecer sistemas alternativos de desarrollo que involucren la conservación y de protección al medio ambiente natural de

³ (Tomasi, W. ,1996)

⁴ (SENAMHI., 2003)

⁵ (Aguirre, L.F., 1995)

⁶ (Riveros, J.M., 1999)

estas zonas protegidas del país. La implementación de un sistema alternativo de energía eléctrica para la alimentación de un Sistema de Telecomunicaciones, sería un hito de trascendental importancia hacia la formación de conciencia del público en general sobre el punto al que se ha llegado en términos de protección al Medio Ambiente (desarrollo de proyectos en base al impacto ambiental identificado) donde el diseño no solamente se enfoca al aprovechamiento sostenible del recurso hídrico de la zona sino que también involucra una vía de enlace (radiofrecuencias) que busque perturbarían en lo mínimo las condiciones naturales de la zona.

La Población de Chairo en la actualidad se encuentra 5 horas en carretera de la Ciudad de La Paz, pero una vez abierto el nuevo trayecto Cotapata-Santa Bárbara este se hará en 2,5 horas y si a esto se suma la incorporación de una fuente de información global, se establecerá una pujante nueva etapa de crecimiento y oportunidades para la EBS y el PN y ANMI COTAPATA. El fortalecer nuestro sistema de áreas protegidas involucra una estrategia integral, lograr establecer en la Estación el mencionado servicio de información sería un aporte muy beneficioso para lograr las metas generales del Parque así como las del Programa Nacional de Conservación e Investigación de Bolivia.

Considerando la nueva visión global de desarrollo sostenible que ha surgido en los últimos tiempos se tiene la tarea de aprovechar los recursos⁷ de la manera más eficiente y ventajosa para la sociedad. Dicho en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, Johannesburgo, 2002: *“...es necesario incorporar al modelo de desarrollo existente las tecnologías sostenibles de manera creativa y responsable en respuesta a este desafío de nuestra humanidad”*.

⁷ El volumen de agua de 180 000 millones de m³/año de la Cuenca del Amazonas en comparación a los 22 000 millones de m³/año de la Cuenca de la Plata o a los 1 650 millones de m³/año de la del Altiplano. (Montes, 1997)

1.5 Destinatarios del proyecto

Este proyecto va enfocado a fortalecer los trabajos de investigación y desarrollo científico sobre el conocimiento de los bosques nublados en Bolivia, su ecología y estado de conservación. Así mismo estimular el trabajo académico de todos aquellos estudiantes, tesis, trabajos de maestría e inclusive doctorado. La Estación Biológica ya fue escenario de 14 tesis de licenciatura, 5 de maestría y dos de doctorado, cubriendo temas de botánica y zoología básica, ecología aplicada, interacciones planta animal y modelos biogeoclimáticos⁸. Finalmente el acceso a un sistema de telecomunicaciones brinda una red de seguridad básica para poder actuar de manera más efectiva contra una eventual emergencia o simplemente para proveer de un servicio de comunicación a los investigadores de Sandillani y al mismo tiempo poder facilitar a los comunarios de estos beneficios. Sin olvidar la herramienta útil que representaría para el trabajo de los Guarda Parques del Parque Nacional.

En resumen los destinatarios del proyecto son:

- Directos: Personal de la Estación, investigadores y estudiantes.

- Indirectos: Comunarios de Chairo/Sandillani y alrededores, Guarda Parques del PN y ANMI Cotapata, Turistas Nacionales e Internacionales (Camino del Inca, Choro, etc.).

⁸ (Entrevista: Dr. Luis Arteaga, Coordinador Científico de la Estación Biológica. 2005)

1.6 Marco legal

El Estado boliviano, especialmente desde la década de los 90, ha mostrado un importante interés por la conservación de la naturaleza y la protección de sus recursos. El Parque Nacional y Área Natural de Manejo integrado fue declarado por el Decreto Supremo N° 23547 del 9 de julio de 1993. Esta área protegida, que aglutina bajo su nombre dos figuras de protección aún sin delimitar, tiene como objetivo general proteger y conservar los procesos ecológicos y el patrimonio natural garantizando las opciones futuras de desarrollo de la población, sin olvidar el mantenimiento del patrimonio sociocultural y prestando gran atención a las **fuentes de agua y las cuencas hidrográficas** así como a los diferentes pisos de aprovechamiento, clima, vegetación y fauna que se dan en los 4.500 m de desnivel del área protegida⁹. Como objetivo secundario del Parque está el de minimizar los efectos de la construcción de la nueva carretera Cotapata-Santa Barbara.

De este modo, en el texto de declaración del PN y ANMI Cotapata se recoge, en primer lugar la necesidad de regulación del **aprovechamiento de los recursos naturales** y la mejora de la calidad de vida de la población, siguiendo con objetivos explícitos de protección de los ecosistemas prístinos, las especies raras y amenazadas, el patrimonio arqueológico y cultural, las formaciones geomorfológicas, los paisajes singulares y las cuencas hidrográficas. Además se hace alusión a la generación de oportunidades para el recreo en la naturaleza, la educación ambiental, la investigación científica y el monitoreo de los procesos ecológicos.

Bajo esta declaración de Área Protegida, según se pone de manifiesto en la Ley de Medio Ambiente, la Ley INRA, la Ley Forestal y los diferentes reglamentos sectoriales específicos, así como en el Decreto de creación del

⁹ (República de Bolivia, 1993)

Parque, se prohíbe expresamente, la construcción de nuevas infraestructuras sin autorización, lo que implica **trabajar un proyecto de carácter sostenible**, acorde a las disposiciones del Parque para que este sea viable en su aprobación para su ejecución.

Referente a la ciencia y la tecnología, de acuerdo a lo prescrito en el Art. °85 de la Ley del Medio Ambiente, corresponde al Estado y a las instituciones técnicas especializadas:

- Promover y fomentar la investigación y el desarrollo científico y tecnológico en materia ambiental.
- Apoyar el rescate, uso y mejoramiento de las tecnologías tradicionales adecuadas.
- Controlar la introducción o generación de tecnologías que atenten contra el medio ambiente.
- Fomentar la formación de recursos humanos y la actividad científica en la niñez y la juventud.
- Administrar y controlar la transferencia de tecnología de beneficio para el país.

El marco legal de un proyecto de las características planteadas esta definido y amparado por la Ley del Medio Ambiente, al referirse al desarrollo sostenible en el Art. °2 que dicta “ *...se entiende por desarrollo sostenible el proceso mediante el cual se satisfacen las necesidades de la actual generación, sin poner en riesgo la satisfacción de necesidades de generaciones futuras....*”, al generar un servicio de telecomunicaciones,

como una necesidad para el desarrollo en todo aspecto de la zona en cuestión y el aprovechamiento de forma racional y sostenible de los recursos naturales de la zona y por lo tanto generar un beneficio hacia la comunidad local. Como parte de una política ambiental nacional, donde la optimización y racionalización del uso de aguas y otros recursos naturales renovables debe garantizar su disponibilidad a largo plazo, donde se debe considerar siempre el factor de riesgo e impacto ambiental.

Donde el aprovechamiento de los recursos naturales el mismo que esta normada bajo esta misma Ley donde “*se garantiza el derecho de uso de los particulares sobre los recursos naturales renovables...*”¹⁰, de acuerdo a las potencialidades regionales y aspectos sociales, económicos y culturales, los cuales en la específica zona de estudio, al ser una de las mas turísticas del país por su gran atractivo¹¹, serian de gran provecho para sus pobladores al mismo tiempo que beneficiaria al caso particular de la Estación Biológica Sandillani, todo esto sin alterar de forma considerable el medio ambiente de la zona siendo esta ya protegida por la diversidad tanto de flora y fauna.

Los recursos naturales, como el agua en este caso, son de dominio originario del Estado, siendo que su utilización tiene relación e impacto en todos los sectores vinculados al desarrollo, por lo que el Estado y la sociedad en general tienen la tarea fundamental de su conservación y protección. El Estado promoverá la planificación, el uso y aprovechamiento integral de las aguas, para beneficio de la comunidad nacional con el propósito de asegurar su disponibilidad permanente, y en lo que se refiere a los recursos energéticos se pone en manifiesto la promoción de la investigación, aplicación y uso de energía alternativas no contaminantes, al ser este proyecto destinado para el aprovechamiento sostenible de este recurso y al

¹⁰ (Ley del Medio Ambiente, 1992)

¹¹ (Villaume, G., 1997)

mismo tiempo brindar un servicio el cual contribuiría al desarrollo tanto social como cultural de la zona, por lo que este proyecto se encuentra dentro del marco establecido en la Ley y sus Reglamentos¹².

Referente a la Ley de Electricidad, en su **declaratoria de Área Protegida**, se pone en aplicación lo dispuesto en la Ley N° 1333 (Ley del Medio Ambiente), donde manifiesta que el Titular de una Licencia de Generación tiene derecho a solicitar la declaratoria de área protegida a la zona geográfica de la cuenca aguas arriba de las obras hidráulicas para el uso y aprovechamiento de los recursos hídricos inherentes a la respectiva Licencia. El Titular tendrá la obligación de administrar y preservar a su costo el área protegida. Asimismo, el Titular podrá solicitar el derecho de uso, a título gratuito, de los bienes de dominio público y la imposición de Servidumbres sobre bienes de propiedad privada de entidades públicas o de entidades autónomas en el área protegida¹³.

¹² (Ley del Medio Ambiente, 1992)

¹³ (Ley de Electricidad, 1994)

Capítulo 2: DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.1 Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata

En 1993 se creó bajo una doble categoría el Parque Nacional y Área de Manejo Integral Cotapata (PN y ANMI Cotapata), en función a la necesidad de minimizar el impacto directo e indirecto que ocasionó la construcción de la carretera Cotapata - Santa Bárbara¹⁴ en el Departamento de La Paz. Según estadísticas del SERNAP, el flujo de visitantes en el año 2000 ha sido de 5.500 personas, siendo el 59 % nacionales y el restante extranjeros. El crecimiento ha sido de 11,21 % en los últimos 5 años. (*Censo Nacional de Población y Vivienda y del Energoproject de Electropaz*) la proyección demográfica dentro del Parque es de 1.500 habitantes, aproximadamente 800 para el Valle de Huarinilla (Sandillani, Huaricane, Huarinilla, Chairo y Pacallo) y 700 para el Valle de Chucura y el Choro.

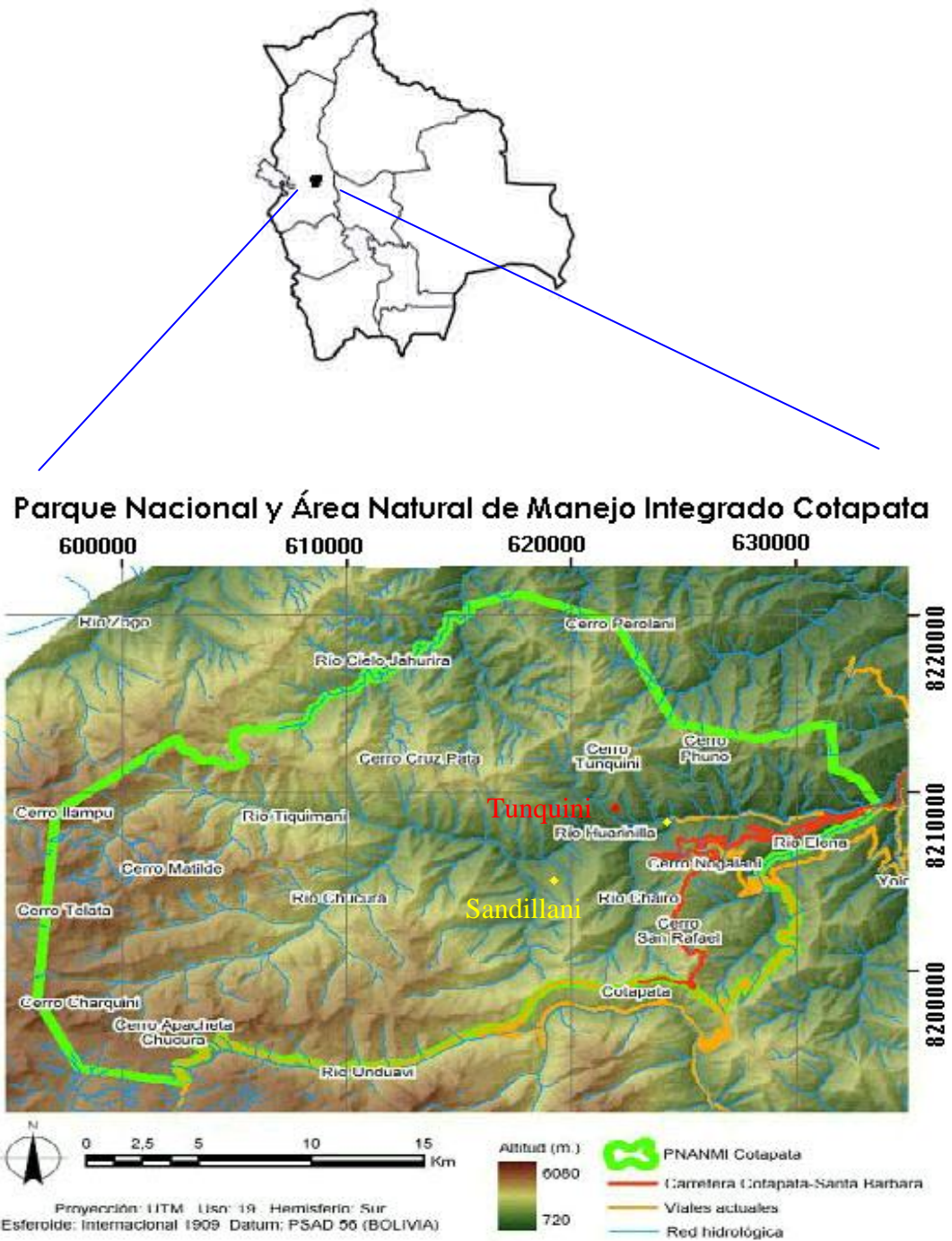
2.1.1 Zonificación

El PN y ANMI Cotapata está ubicado en un valle entre la Cordillera Oriental y Nor Yungas, con una topografía abrupta, entre los 1.100 y 5.700 m.s.n.m., con una superficie oficial aproximada de 61.000 Ha¹⁵. Entre los 15° 57' 32,3" y los 16° 24' 10,7" de latitud Sur y los 67° 32' 9,6" y 68° 10' 4,8" de longitud

¹⁴ La carretera **Cotapata - Santa Bárbara**, una vez concluida totalmente, se constituirá en un camino articulador entre los departamentos de La Paz y Beni, además de otras regiones del país, ya que este tramo vial es parte de la Red Fundamental de Carreteras N° 3 del país y también de la carretera Víctor Paz Estenssoro. La región yungueña, en su conjunto, será favorecida con la presencia de miles de turistas nacionales y extranjeros, quienes en el curso de su estadía incentivarán la economía de las poblaciones yungueñas, especialmente las que se encuentran en el sector norte de esa zona tropical (Aguirre, 2005)

¹⁵ En relación con la superficie del Parque hay que decir que aunque sobre el plano supone 63.504 ha, si se realiza el cálculo real del área, teniendo en cuenta las pendientes para una cuadrícula de 50 metros de lado, el resultado es de 77.380 ha. Este incremento de 13.876 ha, un 22 % sobre el área en plano, pone de manifiesto que se trata de un territorio mucho más grande de lo que pudiera parecer, muy accidentado, con altas pendientes y de difícil acceso (Sevilla, 2004).

Figura 1. Mapa de ubicación del PN y ANMI Cotapata



Oeste. Comprende distintos pisos ecológicos que abarcan desde las nieves eternas, los pastizales, roquedales, bofedales, los páramos de tholares, montes y poromas, con una enorme riqueza en flora y fauna, con ríos, lagos y lagunas. Donde destacan el bosque nublado y el bosque húmedo montano de Yungas.

2.1.2 Geografía e Hidrografía

El elemento fundamental en la organización territorial del PN-ANMI Cotapata es, sin duda, el relieve. El carácter montañoso del área es el responsable de la modificación de los caracteres climáticos originales, y es el que marca la existencia de una serie de bandas de vegetación o bandas bioclimáticas, sobre las que se instalan de forma diferencial los ecosistemas naturales y los aprovechamientos humanos¹⁶.

La caída hacia el este de la Cordillera Real está marcada por la existencia de un brusco salto topográfico. Bajo las alineaciones NW-SE de las principales cimas se presenta una organización topográfica marcada por una incisiva red hidrográfica de características más o menos dendríticas y unos interfluvios sobresalientes. Los cuerpos de agua del PN y ANMI Cotapata pertenecen en su totalidad a la Gran Cuenca del Amazonas (180.000 millones de m³/año), de la Cuenca del Río Beni donde la parte Oriental del Parque fluye hacia la Sub Cuenca del Río Huarinilla¹⁷. Las principales líneas del relieve, de dirección inicial SW-NW, se muestran más dependientes de las directrices tectónicas andinas hacia oriente, llegando un momento en el que comienzan a involucrarse en las grandes líneas de fractura o en la disposición de las unidades litológicas de dirección paralela al conjunto andino. De este modo, del eje elevado de la Cordillera Real surgen alineaciones montañosas que

¹⁶ (Sevilla, M., 2003)

¹⁷ (Montes, O., 1997)

van descendiendo hacia oriente de forma ramificada y que, para el caso del Área Protegida se organiza en dos serranías que surgen de la alineación S-N que constituyen el Cerro Charquini (5.392 m) e Illampu (5.519 m), en el extremo occidental del Parque¹⁸, y que encierran en su interior el valle del río Huarinilla en la mitad oriental y el río Chucura y Tiquimani en la mitad occidental.

El río de mayor importancia en el Parque es el **río Huarinilla**, que recorre el Parque con dirección Oeste – Este¹⁹ (Ver ANEXO I. Mapas de ubicación). Sus dos tributarios y orígenes son el río Tiquimani que cambia su nombre al recibir las aguas del río Chucura a su paso por la población de Choro, luego recibe las aguas de los ríos Chairo, Coscapa y Elena. Otro río importante es el **Cielo Jauría**, que pertenece a la subcuenca del río Zongo y sirve de límite natural en el norte del Parque en su zona central. Todos estos ríos son de curso permanente, cuentan con agua durante todo el año.

Tabla 1. Datos de caudales de los dos ríos tributarios y orígenes del río Huarinilla en m³/s para el periodo 1979 – 1999 (Resumen)

Río	Mínimo	Máximo	Medio
Tiquimani	1,16	5,10	3,48
Chucura	1,24	10,00	6,41

Fuente: ELECTROPAZ – ENERGOPROJECT, 1998 (Ver ANEXO IV.)

2.1.3 Flora y Fauna

El bosque andino es uno de los más pobremente estudiados y al mismo tiempo uno de los más amenazados de todos los ecosistemas forestales²⁰. La riqueza de flora y fauna existente en Cotapata es elevada, dado que la mezcla de tal variedad de pisos de vegetación supone la existencia de varias situaciones transicionales o ecotónicas que promueven la aparición de gran

¹⁸ (Ribera, M.O., 1995)

¹⁹ (Quiroga, I., 1996)

²⁰ (Gentry, A., 1992)

número de taxones capaces de explotar de forma óptima diferentes nichos. A su vez, existen numerosos microambientes dentro de cada rango altitudinal, por lo que se suma otra fuente de biodiversidad (Ver ANEXO II. Flora y fauna de la zona de estudio).

Tabla 2. Riqueza de especies del PN y ANMI Cotapata²¹

Sector del Parque	Animales Conocidos	Mamíferos	Aves	Anfibios	Reptiles	Peces
Valle Chucura y Choro	71	16	48	1	3	3
Valle de Huarinilla	54	24	20	1	5	4

Fuente: Diagnóstico Participativo. Asociación boliviana para la conservación, 1999.

Existen numerosas especies y subespecies endémicas de fauna, además de varias amenazadas como por ejemplo:

- **Tunquis o Gallito de las Rocas** (*Rupicola peruviana*), vive entre peñascos y cerca a los ríos. Los machos son de color rojo vivo y las hembras son café opaco. Es el ave emblema del Parque y del Municipio de Coroico.
- **Momotus** (*Momotus momota*), ave azul plateada. Su chillido es similar a un canto que descontrola a quien lo escucha. No vuelan solos, siempre están hembra y macho juntos por los aires. Se alimenta de pequeños insectos. Su cola termina en dos plumas largas y separadas de su cuerpo.
- **Jucumari, Oso Andino o Tomasito** (*Tremarctos ornatus*), llamado también oso de anteojos por las manchas amarillentas que rodean sus

²¹ Según estudios realizados por los norteamericanos Remsen y Taylor (1985) existen más de 400 especies de aves en el Parque. (TROPICO, 1999)

ojos. El úrsido más grande de Sud America. Es el emblema oficial del PN y ANMI Cotapata.

Hay que señalar, que en la zona de estudio se encuentran numerosas especies de ofidios, algunos peligrosos, como la serpiente coral o la de cascabel, y otros que no son agresivas, como diversas culebras de río. Por último hay que mencionar también algunas especies de mamíferos como los chanchos de monte (*Tayassu pecari* y *Tayassu tajacu*) que, en ocasiones, entran en grupo en los cultivos y arruinan la producción de los campesinos, por lo que estos los persiguen y cazan a menudo²².

Tabla 3. Especies vegetales del PN y ANMI Cotapata, según su uso.

Sector de Parque	Uso	N° de especies
Valle Chucura y Choro	Alimenticio	29
	Medicinal	22
	Ornamental	13
	Combustible y otros usos (leña)	12
	Construcción y elaboración de utensilios	11
	Alimentación	8
	Medicinal	7
	Forrajeras	3
	Domésticos	2
	Condimenticias	2
Valle de Huarinilla	Medicinal	74
	Alimentación	60
	Doméstico	35
	Construcción y elaboración de utensilios	32
	Combustible y otros usos (leña)	15
	Condimento	6
	Forraje	5
	Ornamental	4
	Tintóreas	1
	Ictiotóxico (veneno para peces)	1

Fuente: Diagnóstico Participativo. Asociación boliviana para la conservación. 1999

Actualmente la mayor parte de las formaciones vegetales de la zona de estudio son una sucesión de los diferentes estadios de recuperación más o menos transformadas por la actividad antrópica y las condiciones naturales

²² (SERNAP, 2002)

topográficas. Existen alrededor de 102 plantas superiores catalogadas en Chucura y Choro y 208 en Huarinilla. Donde destacan especies vegetales de enorme importancia citadas incluso en el Decreto Supremo de la creación del Parque (D.S. 23547, del 09/07/93) como el pino de monte (*Podocarpus spp.*), el nogal (*Juglans neotropica*), la huaicha (*Weinmania spp.*), el aliso (*Alnus acuminata*), el cedro (*Cedrela spp.*) y la k'eñua (*Polylepis spp.*).

2.2 Municipio de Coroico

Es el lugar de Los Yungas más visitado turísticamente. El 2004 Coroico ha sido declarado como “Zona Prioritaria de Desarrollo Turístico” en el marco de la Ley del Turismo N°2074, constituyéndose de esta forma en el **Primer Municipio Turístico de Bolivia** con esta categoría. Los Yungas de Coroico son valles tropicales y húmedos con montes elevados cubiertos de tupida vegetación y ríos impetuosos que corren entre ellos. El pueblo de Coroico se ubica en una pequeña meseta del cerro Uchumachi flanqueado por los ríos Coroico, Santa Bárbara y Bagantes. Desde el cerro Uchumachi se tiene una amplia vista de toda la región. Es posible también realizar deportes acuáticos en los ríos cercanos, en el río Coroico y Huarinilla se practica el *kayaking*, un deporte no tradicional y es posible navegar en botes inflables. Otras actividades incluyen el recorrido en *trkking* o *mountainbike*, la observación de vida silvestre, del paisaje, ecoturismo, caminatas y/o *trekking*²³. La población cuenta con infraestructura hotelera de diferentes categorías, restaurantes, discotecas y karaokes. La temporada recomendable es de Junio a Septiembre.

Esta región se encuentra a casi tres horas de La Paz a 95 km de distancia. Se considera una zona de transición ya que aparece tras el descenso de la Cumbre, más específicamente en las estribaciones de la Cordillera Real y da

²³ (Villaume, G., 1997)

inicio a las tierras bajas o la Amazona Boliviana, con la consiguiente transición en la Flora y la Fauna, un ascenso de la temperatura en la medida en que baja, sumergiéndose en la característica humedad de las tierras tropicales. En 1995 el *Inter-American Development Bank* otorgó al camino La Paz – Yungas el título de "*the world's most dangerous road*" (la carretera más peligrosa del mundo) a pesar de lo cuál el municipio de Coroico incrementa cada año su número de visitantes²⁴. La vegetación es variada y abundante, grandes plantaciones de café, coca y cítricos. Además de una amplia variedad de aves; loros, palomas, perdices, uchis, etc. El paisaje es una mezcla de verdes laderas, precipicios, ríos, cascadas y una avasallante vegetación.

Tabla 4.- Información general del Municipio de Coroico

CATEGORÍA TURÍSTICA: Patrimonio urbano arquitectónico y artístico, museos y manifestaciones culturales. Tipo legado arqueológico & capital de Provincia.
UBICACIÓN: Provincia Nor Yungas, Departamento de La Paz, BOLIVIA
ALTURA PROMEDIO: 1.720m.s.n.m.
POBLACIÓN: 13.686 habitantes (INE – 2006)
DISTANCIA A LA PAZ: 95 km en dirección noreste.
TIEMPO DE VIAJE: 3 horas
TIPO DE VIA: Asfalto y tierra
TIPO DE TRANSPORTE: Bus, minibús, camión, transporte turístico (Turbus-Totaí, yungueña, Trans-Palmeras. (de la zona de Villa Fátima LP)
SERVICIOS BÁSICOS: Cuenta con todos los servicios básicos: agua potable, alcantarillado sanitario y electrificación permanente (220 v).
COMUNICACIONES: Existen servicios de correo, telefonía nacional e internacional, fax, Internet y radio, además de entidades financieras.
TEMPERATURA: Media anual de 18,3 grados centígrados (registrándose máximas superiores a los 25 grados en verano).
HUMEDAD: Ambiental promedio es de 72 %
PRECIPITACIÓN PLUVIAL: Media anual es de 1.230 mm
VIENTOS: Promedio anual suaves (10 km/h)
COMPOSICIÓN ÉTNICA: Aymara (62 %) siguiendo en orden la etnia Afro-boliviana
IDIOMA: Castellano y Aymara

Fuente:

- *Ficha de Información Municipal. Ministerio Sin Cartera de Participación Popular. 2003.*
- *Prefectura del Dpto. de La Paz - Unidad Informática. 2003*

²⁴ (SERNAP, 2002)

La actividad agraria (agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca) es la principal actividad de la población rural en el Municipio de Coroico, donde se encuentra totalmente inserta el área de estudio. La actividad agraria representa el 68 % de la población ocupada mayor de 7 años, seguida, muy de lejos, por la población dedicada a la construcción, 14 %, el comercio y los transportes, 5 % y otros servicios, 6 % (INE, 2002)²⁵. Si se considera que el apartado de construcción se encuentra mayoritariamente constituido por los obreros del Proyecto de construcción de la carretera Cotapata-Santa Bárbara se pone de manifiesto la entera dedicación de la población rural a las actividades agrarias.

2.3 Estación Biológica Sandillani (ex – Tunquini)

2.3.1 Resumen Histórico

La Estación Biológica del Instituto de Ecología de la U.M.S.A. fue creada a partir de un proyecto del Instituto de Ecología de la UMSA, financiado por la Fundación MacArthur de los EE.UU. en 1997. El año 1998 se estableció un acuerdo con la Comunidad de Chairo, mediante el cual la Estación Biológica se asentó en un terreno próximo al río Santa Catalina, al borde del antiguo camino (actualmente en desuso) que unía la población de Chairo con la mina de wólfram El Sueño²⁶. En agosto del 2005 debido a conflictos con algunos de los pobladores de Tunquini por la distribución de ingresos y fuentes de trabajo la Estación se vio obligada a trasladarse a Sandillani en el cerro opuesto a Tunquini, a dos horas de caminata desde la población de Chairo lugar donde se finaliza la construcción del **Ecoalbergue Sandillani**, infraestructura que será también utilizada por la Estación Biológica (*Ver ANEXO III. Traslado de la Estación Biológica Tunquini*).

²⁵ (Censo de Población y Vivienda 2002, INE 2002)

²⁶ (Entrevista: Dr. Luis Arteaga. Coordinador Científico de la Estación Biológica. 2005)

2.3.2 Actividades

Las actividades de esta Estación Biológica pueden dividirse en:

a) Formación de recursos humanos. Desde su inicio, se ha organizado y realizado 10 cursos de alto nivel, que han contado con la colaboración gratuita de investigadores de talla mundial. Los cursos que se dieron son:

- Interacciones Planta – Animal (21 días).
Dos versiones
- Diseño de Estudios en Biología de la Conservación (28 días).
Tres versiones.
- Ecología de Bosques Montanos Nublados (14 días).
Dos versiones.
- Manejo de Fauna (15 días).
- Ecología y Conservación de Anfibios (10 días).
- Uso de transectas lineales para estimar densidad de fauna y uso del programa *Distance* (3 días).

Adicionalmente, la Estación Biológica ha sido escenario de varios cursos organizados por otras unidades del Instituto de Ecología: Ecología de Briófitas (*Herbario Nacional de Bolivia*), Cambios Hipsométricos de clima y vegetación (*Instituto de Ecología-Universidad de Gottingen*) y por otras instituciones: Ecología y Conservación de Murciélagos (*Programa de Conservación de los Murciélagos de Bolivia-Centro de Estudios en Biología Teórica y Aplicada*), Investigación y Difusión en Áreas Protegidas (*Museo Nacional de Historia Natural - American Museum of Natural History*) y dos cursos cortos para guardaparques del PN y ANMI Cotapata (*BIOTA*).

Todos los cursos ofrecidos por la Estación Biológica han sido convocados a nivel nacional. Sin embargo, casi en todas las oportunidades se tiene postulantes del exterior del país. En general se aceptan 20 asistentes, que son en su mayoría estudiantes de último año, tesisistas y profesionales jóvenes en las áreas de Biología, Forestal y Agronomía.

Todos los años visitan a la Estación Biológica grupos de estudiantes para hacer prácticas de campo en los alrededores de Tunquini. Además, se han financiado por la Estación Biológica o ha sido escenario de catorce tesis de licenciatura, cinco de maestría y dos de doctorado, cubriendo temas de botánica y zoología básica, ecología aplicada, interacciones planta animal y modelos biogeoclimáticos.

b) Investigación y Cooperación con comunidades locales. La Estación Biológica ha diseñado sus programas de investigación para que cumplan un rol en el desarrollo de las comunidades locales:

- **Manejo de Fauna.** Cuyo objetivo principal es mitigar el conflicto entre la conservación de la vida silvestre y las actividades de los campesinos que habitan el PN y ANMI Cotapata. Al presente se ha evaluado el daño económico que causan los mamíferos terrestres grandes a los cultivos de subsistencia y se han puesto a prueba dos formas de disminuir ese daño. Adicionalmente, se ha evaluado el potencial comercial de dos grupos de animales: mariposas y peces (para acuario). Los estudios iniciales con mariposas derivaron en un programa de manejo comercial sostenible de mariposas, el cual se dejará (luego de 2-3 años de trabajo) en manos de las comunidades, con un Plan de Negocios y un Plan de Manejo técnico de las mariposas.

- **Manejo Forestal.** Que busca dar una base científica al aprovechamiento tradicional de recursos maderables en la zona. Este programa generó conocimiento sobre las bases ecológicas de la regeneración de cuatro de las especies que la gente usa y produjo un Plan de Manejo, que está actualmente en proceso de implementación, con apoyo del PN y ANMI Cotapata.

- **Agroecología.** Se realizar una evaluación del estado de los suelos de la zona, bajo distinto tipo de uso. Con esta información y la experiencia del agricultor local, se diseñan prácticas agroecológicas que mejoren la productividad y promuevan el buen uso del suelo.

- **Planificación del Desarrollo.** Durante año y medio la Estación Biológica trabajó con las comunidades de la parte baja del PN y ANMI Cotapata en la elaboración de un Plan de Desarrollo Rural Sostenible. Este proceso culminó en diciembre de 2004 y cuenta con una línea base socio-económica de 52 indicadores de calidad de vida, además de un plan que guía las actividades y estrategias que la gente local ha definido como prioritarias y más factibles para alcanzar objetivos de mejora en su calidad de vida. Lo interesante de este plan es que la conservación de la vida silvestre es uno de los ejes que la población ha tomado como estrategia de desarrollo.

- **Monitoreo Biológico.** Se han diseñado programas de monitoreo para cinco especies de la fauna local, que permitirán conocer el estado de conservación de esas especies a lo largo del tiempo. Actualmente se está diseñando, conjuntamente a otras unidades del Instituto de Ecología (*Herbario Nacional de Bolivia, Limnología, Centro de Postgrado en Ecología y Conservación, Centro de Análisis Espacial, Laboratorio de Calidad Ambiental*) y el Museo Nacional de Historia Natural, un programa de monitoreo de calidad ambiental (presiones antrópicas, uso del suelo, calidad del agua y aire) para dar seguimiento a los cambios en varios parámetros ambientales a lo largo del tiempo, como una alarma sobre posibles tendencias que impliquen que la conservación del área está siendo amenazada o, por el contrario, que la conservación es un hecho paralelo a la mejora en la calidad de vida del habitante local.

Otras actividades de la Estación Biológica:

- **Participación en la elaboración del Plan de manejo del PN y ANMI Cotapata** y la elaboración de listas de especies de fauna, que muestran que el PN y ANMI Cotapata alberga una diversidad de aves (>450 especies) y mariposas (>700 especies). La Estación ha sido el eje de comunicación entre el Instituto de Ecología y la administración del PN y ANMI Cotapata y ha servido como miembro en su Comité de Gestión desde el año 1998.

- **Asesoramiento en la elaboración del Proyecto para Manejo Comercial de Epífitas**, por parte del Laboratorio de Biotecnología de la Carrera de Biología de la UMSA (ya financiado y por comenzar en abril 2005). Este proyecto tiene estrecha relación con el programa de manejo comercial de mariposas, pues cosas como estudios de mercado, infraestructura e involucramiento de las comunidades locales, son compartidos.

- **Asesoramiento en la elaboración del Proyecto de Ecoturismo en el Camino Inca de Coscapa**, que el PNUD y Conservación Internacional financiaron en 2004 a la comunidad de Chairo. Además, la EBT está colaborando con listas de especies de interés turístico y otras actividades.

- **Investigación básica en carnívoros de la zona.** Incluye el registro de una nueva especie de felino para Bolivia (*Leopardus tigrinus*, localmente conocido como “tilcayo”)

- **Investigación básica en la ecología del ave emblema del PN Cotapata y Municipio de Coroico, el tunquis.**

- **Investigación básica en peces nativos.**

- **Investigación básica en murciélagos de la zona.**

Proyectos por implementarse:

- Desarrollo de la investigación para explorar el potencial de aprovechamiento de los escarabajos comercialmente interesantes de la zona.
- Estudio de largo plazo sobre sucesión vegetal y demografía de especies vegetales, para ser aplicados en programas de restauración en la zona.
- Diagnóstico de la fauna de abejas en la zona y determinar aquellas especies de las cuales su miel pueda ser comercializada.
- Evaluación la fauna presente en los cafetales en los Bosques Húmedos Montanos en la parte baja del Parque Nacional Cotapata.

Proyectos de otras instituciones:

- **Ecología de mamíferos grandes.** Centro de Estudios en Biología Teórica y Aplicada (*BIOTA*). 1998-2004.
- **Cambios hipsométricos.** Relaciones clima, suelo, vegetación. Universidad de Gottingen y Herbario Nacional de Bolivia. Fin primera fase. 2000-2004.
- **Potencial farmacológico de especies vegetales.** IRD (Francia)-Herbario Nacional de Bolivia. Fin primera fase 2002-2004.
- **Ecología de comunidades de murciélagos.** Centro de Estudios en Biología Teórica y Aplicada (*PCMB-BIOTA*). 2003-2006.

2.3.3 Infraestructura en Tunquini

La infraestructura principal en Tunquini se terminó el año 1999 e incluye:

- Una construcción principal que cuenta con comedor-sala de conferencias, cocina y despensa en el primer piso, y dos cuartos con 10 camas cada uno en el segundo piso.
- Un cuarto de baño, con duchas e inodoros no contaminantes.

Posteriormente se habilitó una tercera edificación que sirve de casa de residencia, con dos cuartos, la cual ocupa el Coordinador Científico de la Estación, el administrador y los profesores que dictan cursos especiales para organizados por la EB y cuenta con una pequeña biblioteca especializada en bosques montanos y una computadora. También se cuenta con dos dormitorios para personal de servicio y una sala de máquinas para la microcentral hidroeléctrica que genera electricidad para la EB.

2.4 Ecoalbergue Sandillani

Nueva infraestructura (2005) construida con el apoyo de la Comunidad del Chairo, 25 socios, y el apoyo del Programa de Cooperación para el Desarrollo de la Unión Europea. Inaugurada en noviembre del año pasado. Consta de cuatro edificaciones trabajadas con materiales de la zona (madera, piedras y barro mayormente), dos de las cuales están destinadas a hospedar a los visitantes de Sandillani , las

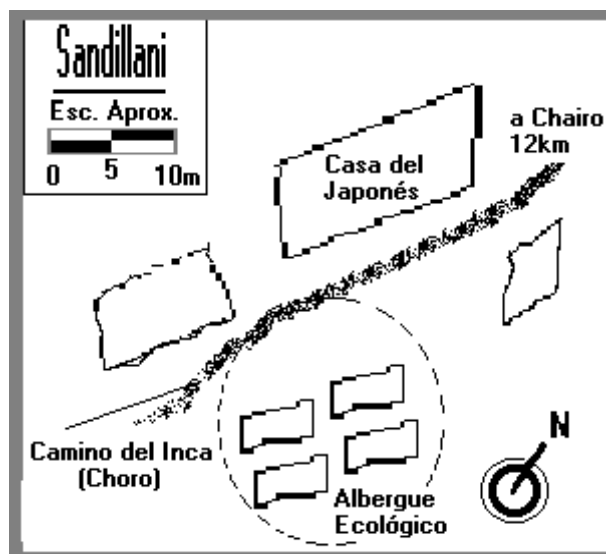


Figura 2. Ecoalbergue Sandillani

cuales están divididas en dos dormitorios con una capacidad de alojamiento para unas 12 personas. Un cuarto de baño y las otras dos construcciones, una para salón múltiple y el otro para cocina/comedor. Las dimensiones son casi las mismas (5 x 5 m). Tiene servicio de agua que es trasladada de una vertiente a unos 800 m de Sandillani y almacenada en un contenedor de 1.000 L donde es purificada por medios químicos (lavandina) y un sistema de alcantarillado completo. Además tiene servicio de electricidad la cual es generada por una microcentral hidroeléctrica ubicada a 1 Km del lugar, la que tiene una potencia instalada de 550 W²⁷, suficiente para los requerimientos del Ecoalbergue (se usan focos de bajo consumo, 36 W).

2.5 Otras Comunidades Involucradas

2.5.1 Chairó

La actual población de Chairó, ubicada en la margen Sur del valle del Río Huarinilla fue un punto central de confluencia de los caminos del Choro y el camino de Huancané que venían de las tierras altas (La Paz y el Altiplano). Desde esta población se puede viajar por el valle de Huarinilla hacia Socosani, Pacallo, Yolosa y Coroico. El cultivo de coca, café, cítricos y papaya juega un papel preponderante en la zona, grandes extensiones de cultivo (alrededor de unas 8.000 ha) se encuentran en las márgenes del camino, cubiertos por densa vegetación. En la zona residen 25 familias con una población aproximada de 120 habitantes²⁸.

²⁷ (Entrevista: Lic. Mariana Morales. Coordinadora del Proyecto Ecoalbergue Sandillani. 2005)

²⁸ (Sevilla, M., 2002)

2.5.2 Huarinilla

La comunidad que lleva el mismo nombre del río más importante de la región se encuentra en un área contigua a la comunidad de Pacallo y de los terrenos del Hotel Río Selva Resort. Está asentada sobre el margen norte del Río Huarinilla a una altura aproximada de 1.250 m.s.n.m. Entre sus características más notables, cuenta con una cancha de fútbol bastante grande y una estructura específicamente diseñada para la reuniones comunales. Huarinilla no cuenta con locales de expendio de productos. Residen en el sector unas 22 unidades familiares (alrededor de 80 habitantes)²⁹.

2.5.3 Pacallo

Pacallo se encuentra a una altura aproximada de 1.650 m.s.n.m. Su población alcanza a unos 89 habitantes en 15 unidades familiares. El abastecimiento de agua se ubica en las nacientes de una quebrada que desemboca en el Río Huarinilla. Tras la limpieza de vegetación que se realizó para la construcción de la carretera Cotapata – Santa Barbara, en su tramo hacia el Río Coroico se puede apreciar la importante cobertura de terrazas de cultivo construidas en las faldas de los cerros Nogalani y San José. Todas la laderas con inclinaciones de entre 40 y 70 grados³⁰.

²⁹ (Diagnóstico Participativo, 1999)

³⁰ (Diagnóstico Participativo, 1999)

Capítulo 3: EL SISTEMA HIDRAULICO Y CIVIL

3.1 Generalidades

3.1.1 Antecedentes

Ya desde la antigüedad, se reconoció que el agua que fluye desde un nivel superior a otro inferior posee una determinada energía cinética susceptible de ser convertida en trabajo, como demuestran los miles de molinos que a lo largo de la historia fueron construyéndose a orillas de los ríos. El recurso del agua supera con creces a cualquier otro tipo de recurso en el mundo. Más recientemente, hace más de un siglo, se aprovecha la energía hidráulica para generar electricidad, y de hecho fue una de las primeras formas que se emplearon para producirla. El aprovechamiento de la energía potencial del agua para producir energía eléctrica utilizable, constituye en esencia la energía hidroeléctrica. Es por tanto, un recurso renovable y autóctono. El conjunto de instalaciones e infraestructura para aprovechar este potencial se denomina central hidroeléctrica.

3.1.2 Descripción teórica

3.1.2.1 Canal de aducción

Es la primera intervención al cauce de la fuente de agua. Puede incluir obras de embalse (presas, cortinas) del cauce principal para la captación fija del agua (toma de río). Frecuentemente se instalan presas sumergidas (soleras, barrajes) para elevar el nivel del agua al ingreso de la toma. La conducción puede tomar la forma de canal o túnel que porta el agua desde la toma hasta la cámara de carga, o más lejos cuando se utilizan canales de regadío.

3.1.2.2 Red de filtros

Es básicamente un sistema de prevención, el cual tiene la función de evitar que materia sólida ingrese a los componentes de la obra. *Desarenador* (separador de sólidos, sedimentador); sirve para que la arena y pequeñas piedras se queden detenidas y no lleguen hasta la turbina. Requiere una estructura civil para facilitar este asentamiento de las partículas sólidas suspendidas en agua al reducir la velocidad de flujo. Puede instalarse en la toma o en la cámara de carga. *Rejillas* (mallas plásticas o metálicas); Dispositivos para evitar el paso de sólidos, flotantes, o arrastrados por encima de determinada dimensión.

3.1.2.3 Cámara de carga

Es la estructura que recibe el agua del canal antes de su ingreso a la tubería de presión. La cámara de carga consiste de un tanque de carga y/o reservorio. Generalmente está hecha de hormigón armado.

3.1.2.4 Vertedero de excedentes

Es un sistema de rebalse que recoge el excedente y lo redirecciona por canales o ductos hacia el curso principal o a embalses de almacenamiento. Consiste en un diseño de emergencia, que permite que toda el agua que no será usada por la central sea evacuada de vuelta a su curso normal.

3.1.2.5 Tubería de presión

También llamada ducto de presión, es una tubería que transporta el agua desde la cámara de carga hasta la turbina y que permite aprovechar la

energía potencial del salto minimizando las pérdidas de energía. Puede ser de acero, hormigón o PVC.

3.1.2.6 Casa de maquinas

Construcción donde se ubica las turbinas, el generador eléctrico, los equipos de regulación, además, de los implementos de mantenimiento de la Central. Es necesario que esta brinde la cobertura y seguridad necesaria para que los equipos e instrumentos de la central sean protegidos contra las inclemencias del tiempo, daños por animales y/o humanos.

3.1.2.7 Canal de evacuación

El agua tras su paso por las turbinas tiene que ser devuelta a su curso natural o direccionada para su siguiente uso (agricultura, abastecimiento humano, etc.) por lo que un tubo o ducto tiene que ser el encargado de dirigir el agua fuera de la Central. Este generalmente es abierto.

3.1.2.8 Línea de transmisión

En pequeñas centrales hidroeléctricas se emplean bajas y medias tensiones para la transmisión desde la planta hasta el punto de consumo. Se ubica un poste o soporte cada 50 m aproximadamente desde la hidrocentral hasta el lugar de consumo de la energía.



Figura 3. Esquema general de una microcentral hidráulica

3.1.3 Clasificación

3.1.3.1 Aprovechamientos de agua fluyente

Son los que no detiene el flujo del río, pero en cambio desvían parte del flujo a través de un cauce y una cañería conduciéndolo hasta la turbina. Los micro-aprovechamientos casi siempre son de este tipo³¹. La desventaja de estos esquemas es que no se puede aprovechar el agua excedente de las estaciones húmedas, en las estaciones secas del año. La ventaja es que el esquema puede construirse localmente a un costo relativamente bajo. Los aprovechamientos del tipo de agua fluyente son también preferibles desde el

³¹ (Ortiz, R., 2002)

punto de vista de daño del medio ambiente ya que el caudal de los ríos estacionales, aguas abajo de la instalación, no son afectados y además no hay necesidad de inundar los terrenos que se encuentran aguas arriba de la instalación. Estos aprovechamientos no disponen de un embalse regulador importante.

3.1.3.2 Centrales a pie de presa con regulación propia

Son los aprovechamientos hidroeléctricos que tienen la opción de almacenar las aportaciones de un río mediante un embalse. En estas centrales se regulan los caudales de salida para utilizarlos cuando se precisen. Además la existencia de un embalse regulador permite independizar, dentro de ciertos límites, la producción de electricidad del caudal natural del río que lo alimenta. Con un embalse se puede programar la generación para hacer frente a la demanda, o para generar en horas punta en las que la unidad de energía se revaloriza. Un pequeño aprovechamiento hidroeléctrico es raramente compatible con un gran embalse, dado el elevado coste de la presa y sus instalaciones anexas. No obstante, si existen embalses construidos para otros usos - regulación de caudal, protección contra avenidas, riegos, alimentación, de agua potable, etc. - se puede generar electricidad con los caudales excedentes, o con los desembalses para riegos y abducción de agua, e incluso con el caudal ecológico que está obligado a mantener el embalse. La ventaja de este esquema es que la lluvia puede acumularse durante la estación húmeda del año y entonces generar potencia durante los periodos más secos del año. Estos diques tienen la desventaja de ser más complejos y caros. Se pueden encontrar problemas severos, como por ejemplo, que los depósitos se colmaten después de algunos años. Cuando esto pasa se encuentra a menudo que es demasiado caro remover el sedimento del reservorio. El aprovechamiento, entonces, termina entregando menos energía de la esperada.

3.1.3.3 Centrales en canal de riego o tubería de abastecimiento de agua

Estas son las que aprovechan una pendiente en un canal de irrigación, ya sea ensanchando el canal, para poder instalar en el la toma de agua, la central y el canal de fuga, o construir una toma lateral, que alimente una tubería forzada instalada a lo largo del canal. La primera alternativa es más económica, sobre todo si el salto es pequeño, pero exige planear simultáneamente el canal y la central. La segunda permite aprovechar la rápida con el canal en funcionamiento.³²

3.2 Diseño de obra

3.2.1 Ubicación

Tras el estudio de topográfico y de campo se establece que el potencial hídrico de la vertiente ubicada a 1,25 km de Sandillani (dirección SEE) es suficiente para satisfacer el requerimiento eléctrico de la repetidora de señal, por su caudal y por la caída existente. El lugar donde debe tomarse agua para el proyecto, tiene un flujo que estará disponible durante la cuatro estaciones del año (incluyendo la época de estiaje). La generación de energía utilizando esta agua no representa un inconveniente para nadie ya que en la actualidad no existe un uso de esta agua por parte de la comunidad. El acceso se lo hace por medio de una senda ya existente 3 km antes de llegar a Sandillani o desde el mismo Ecoalberge. El cual llega hasta la vertiente y se desvía hacia **Chojlla Pata Loma**, donde existen algunos cultivos de coca y es antigua ruta de cazadores furtivos.

³² (García D./Lizárraga F., 2002).

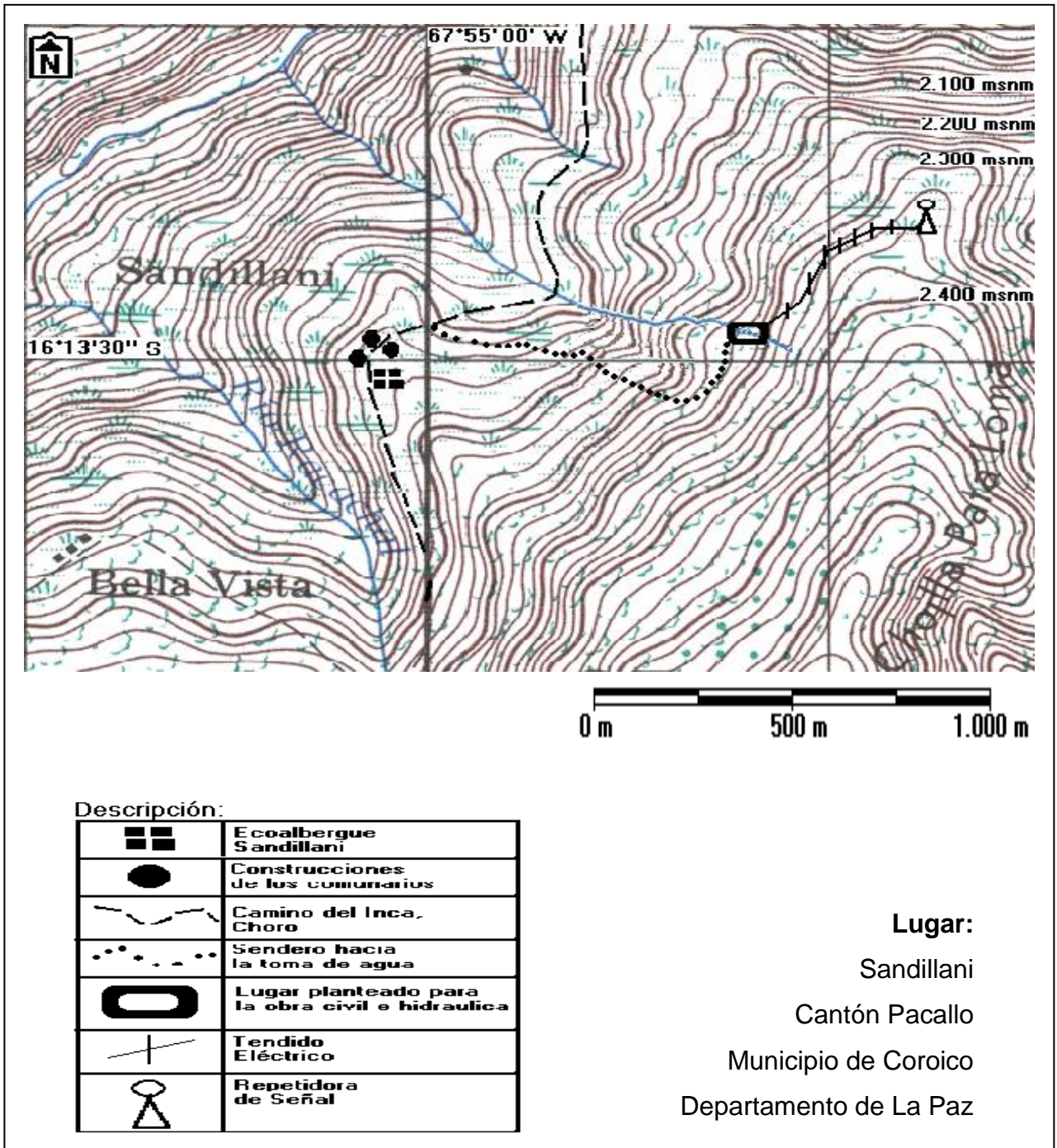


Figura 4. Croquis de ubicación de la obra

3.2.2 Elección del tipo de microcentral

El proyecto manejará un aprovechamiento de **agua fluyente**, debido a sus características ideales para la zona de estudio, donde no se requiere una inundación o la generación de una caída artificial. Además debido al bajo caudal requerido, las obras y los costos se minimizan de manera muy significativa³³ debido a que no será necesario la construcción de obras complementarias para retener el caudal en las estaciones secas o generar altura para el funcionamiento de la turbina.

3.2.3 Dimensión de la estación de abastecimiento

La energía liberada por un cuerpo que cae es su peso multiplicado por la distancia vertical recorrida. La fuerza que ejerce el agua es el producto de su masa (m) y la aceleración de la gravedad (g). La distancia vertical es el salto (h_{disp}).

$$\text{Energía liberada} = m * g * h_{disp} \text{ (Joules)} \quad \dots(\text{Ec. 3.1})^{34}$$

La masa de agua es su densidad (ρ) por su volumen (V), de modo que:

$$\text{Potencia disponible (P}_{disp}) = \rho * Q * g * h_{disp} \text{ (Joules/seg ó watts)}$$

Donde $V = Q * t$

Se considera que el agua tiene una densidad de 1.000 kg/m^3 y la aceleración de la gravedad es $9,8 \text{ m/s}^2$. La potencia producida por la turbina será mucho menor que la potencia disponible debido a las pérdidas por fricción en la

³³ Se recomienda que los pequeños aprovechamientos en pendientes pronunciadas sea en lo posible del tipo aprovechando el agua fluyente en su cauce natural, ya que se considera que estos producen una mínima alteración al Medio Ambiente y los impactos de la obra civil son menores. (ITDG, 2002)

³⁴ (Manual de Mini y Micro Centrales Hidráulica. ALISEI, 2004)

tubería y en la turbina. La potencia de salida del generador es menor nuevamente debido a la ineficiencia del sistema de transmisión y generador; más aún, las pérdidas en el transporte de la energía harán al final que se reciba alrededor de la mitad de la potencia disponible del sistema. La eficiencia total del sistema (n_o) en realidad varía entre 0,4 y 0,6³⁵. La potencia recibida por el consumidor, o potencia neta, P_{neta} , es:

$$P_{neta} = n_o * \rho * Q * g * h_{disp} \quad \text{Watts}$$

$$P_{neta} = n_o * 1000 * Q * 9,8 * h_{disp} \quad \text{Watts}$$

$$P_{neta} = n_o * Q * 9,8 * h_{disp} \quad \text{KW}$$

La potencia neta se estima a menudo en una forma rápida asumiendo que n_o es 0,5, de modo que redondeando:

$$P_{neta} \text{ (estimada)} = 5 * Q * h_{disp} \quad \text{(KW)}$$

... (Ec. 3.2)³⁶

Donde Q (m^3/s) y h_{disp} (m).

Entonces la potencia disponible, dependerá de las variaciones en el caudal y de los rendimientos de los equipos instalados. El rendimiento de los equipos dependerá de la tecnología empleada en los distintos procesos de transformación, Pero básicamente el dimensionamiento de la estación estará en base a tres factores: el caudal disponible, la altura de la caída y a la potencia requerida.

³⁵ (ITDG, 2002)

³⁶ (Manual de Mini y Micro Centrales Hidráulica. ALISEI, 2004)

3.2.2.1 Potencia requerida

Este factor esta determinado totalmente en base a los requerimientos de los equipos electrónicos de telecomunicaciones, según sus especificaciones técnicas. Tendríamos:

Tabla 5. Potencia requerida por el sistema

KIT ENLACE 1 Coroico/Chojlla Pata Loma	Pmáx de transmisión	100 mW
	Consumo de operación	3600 mW
	Potencia Requerida	3700 mW
KIT ENLACE 2 Chojlla Pata Loma/Sandillani	Pmáx de transmisión	100 mW
	Consumo de operación	3600 mW
	Potencia Requerida	3700 mW
POTENCIA TOTAL REQUERIDA		7400 mW

Por lo tanto la potencia requerida es de 0,0075 KW.

(Ver ANEXO IX: Especificaciones técnicas del equipo Cisco Aironet 350)

3.2.2.2 Caudal disponible

En obras de gran envergadura, la estimación exacta del caudal puede ser crucial, y por lo tanto, se justifica un estudio o una recopilación de los aforos de los caudales durante muchos años. En cambio, en el caso de pequeños recursos hidráulicos (inferiores a los 100 kW), la estimación de la altura y el caudal normalmente se realiza con una tolerancia muy amplia³⁷.

³⁷ (Inversin, A., 1986)

Para determinar el caudal del arroyo se usó el *Método del llenado de un depósito conocido*³⁸. Se trata de desviar el caudal del cauce y estimar el tiempo que tarda en llenarse. Conociendo la capacidad del bidón y el tiempo empleado, se puede conocer el caudal de forma aproximada.

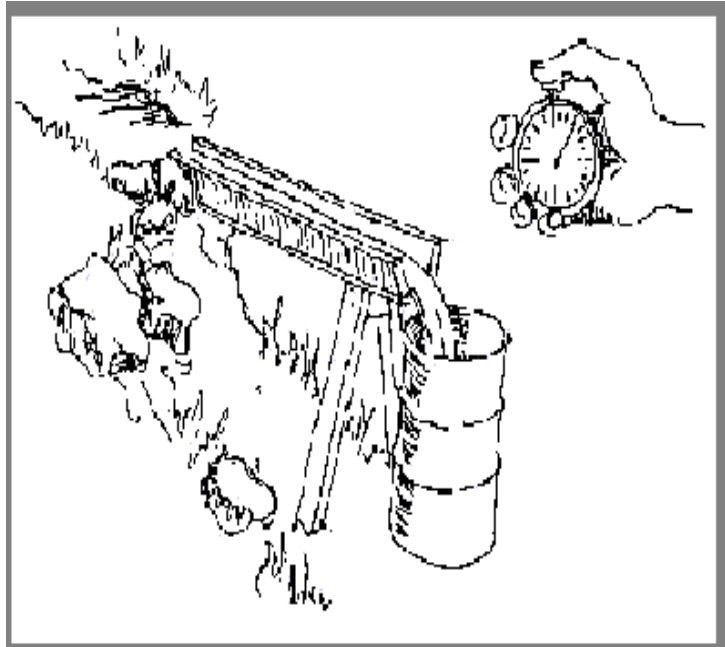


Figura 5: Método del llenado de un depósito conocido.

Lógicamente este método es útil en pequeños cauces que puedan desviar su caudal de una forma sencilla.

Para el tipo de aprovechamiento que se propone en este proyecto, nos basamos exclusivamente en el caudal de la época seca o de estiaje, con este dato podemos calcular el diseño de la hidrocentral adecuado y con los excedentes de las épocas lluviosas y húmedas simplemente se derivaría por una canalización el agua excedente y dejar correr aguas abajo³⁹.

³⁸ (García D./Lizárraga F., 2002)

³⁹ (Durali, M., 1993)

Tabla 6. Medición de caudales del lugar en época de estiaje.

Fecha de medición	Medición de caudal Q(l/s)						Promedio Q (l/s)
	10 – 11 am		3 – 4 pm		8 – 9 pm		
29 / 07 / 05	2,562	<i>Prom.</i>	2.510	<i>Prom.</i>	2,564	<i>Prom.</i>	2,541
	2,550	2,554	2,505	2,509	2,561	2,561	
	2,550		2,512		2,560		
15 / 08 / 05	2,475	<i>Prom.</i>	2,315	<i>Prom.</i>	-	<i>Prom.</i>	2,3965
	2,457	2,460	2,339	2,333	-	-	
	2,448		2,347		-		
30 / 08 / 05	2,375	<i>Prom.</i>	2,376	<i>Prom.</i>	2,423	<i>Prom.</i>	2,3896
	2,389	2,388	2,356	2,369	2,415	2,412	
	2,401		2,376		2,400		
17 / 08 / 05	2,423	<i>Prom.</i>	2,399	<i>Prom.</i>	2,430	<i>Prom.</i>	2,4310
	2,470	2,452	2,410	2,403	2,445	2,438	
	2,465		2,402		2,439		

Nota.- Valores sin considerar la pérdida de agua en el momento de la medición, debido a que no se logró desviar la totalidad del caudal de la vertiente.

El caudal de trabajo mínimo aproximado es 2,5 L/seg.

Según mediciones realizadas en las estaciones meteorológicas del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología⁴⁰ se presenta un ligero atraso característico muy marcado durante los últimos 5 años. Es decir:

Tabla 7. Periodo de estiaje histórico en la zona de estudio

Época de estiaje	Año
Julio	2001
Julio	2001
Julio – Agosto	2002
Julio – Agosto	2003
Julio – Agosto - Septiembre	2004

⁴⁰ (SENAMHI, 2005)

Algo que se pone en evidente, ya que analizando los estudios de medición de caudal de los Ríos Chucura y Tiquimani (96 – 98) por el SENAMHI y los estudios de ELECTROPAZ (79 – 97)⁴¹ de la misma cuenca, se aprecia que el periodo de estiaje para ambos proyectos está entre los meses de Junio y Julio (*Ver ANEXO IV. Precipitación Pluvial de la zona de estudio*).

3.2.2.3 La altura de la caída

Se entiende por altura (h) a la diferencia de altura que existe, entre el nivel de la superficie del espejo de agua y el nivel del piso de la sala de máquina. Cuanto mayor es esta altura, mayor será el potencial energético para un mismo caudal, y, en consecuencia, menor será el tamaño requerido de la microturbina y mayor el número de revoluciones de su eje, para producir la misma cantidad de energía.

En este específico caso, gracias a las características topográficas de la zona, la altura es un factor con el que se puede variar en función de las necesidades de potencia requerida y del caudal disponible.

Entonces reemplazando en (Ec. 3.2), podemos calcular la altura necesaria para el funcionamiento del generador:

$$\mathbf{P_{neta (estimada)} = 5 * Q (m^3/s) * h_{disp} (m) \quad (KW)}$$

Donde despejando la altura (**h_{disp}**), tenemos,

$$\mathbf{h_{disp} (m) = P_{neta (estimada)} / 5 x Q (m^3/s)}$$

⁴¹ (“Estudio de Factibilidad de Generación Eléctrica” ENERGOPROJEKT, 1998)

Pero la P_{neta} (estimada) esta establecida en base a los requerimientos de potencia de los equipos de la repetidora de señal. Donde se considera que una eficiencia típica de 0,5 (tomando en cuenta las pérdidas de la obra civil, tubería, generador, transformador, línea de transmisión, etc). Entonces podemos calcular la potencia estimada en base a la potencia requerida y la pérdida global del sistema:

$$\begin{aligned} P_{neta}(\text{estimada}) &= P \text{ Total requerida} + \text{Pérdida del sistema} \\ P_{neta}(\text{estimada}) &= P \text{ Total requerida} + 0,5 P \text{ Total requerida} \\ P_{neta}(\text{estimada}) &= 7400 \text{ mW} + 0,5 (7400)\text{mW} \\ \mathbf{P_{neta}(\text{estimada})} &= \mathbf{11100 \text{ mW}} \end{aligned}$$

Ahora con este dato podemos calcular la altura necesaria para que el sistema genere dicha potencia estimada, reemplazando tenemos:

$$\begin{aligned} h_{disp} \text{ (m)} &= P_{neta} \text{ (estimada) (KW)} / 5 \times Q \text{ (m}^3\text{/s)} \\ h_{disp} \text{ (m)} &= 0,0111 / 5 \times 0,0025 \\ \mathbf{h_{disp} \text{ (m)}} &= \mathbf{0,888 \text{ m}} \end{aligned}$$

Por lo tanto, la altura de la caída requerida será de **1 metro**.

3.2.2.4 Velocidad media del agua dentro la tubería

La velocidad será⁴²:

$$\mathbf{V = Q / A}$$

Donde:

$$Q = \text{Caudal} = 0,0025 \text{ m}^3\text{/s}$$

⁴² (White, 1979)

$$A = \pi / 4 * D^2$$

$$D = \text{Diámetro de la tubería} = 2'' = 0,05 \text{ m}$$

Sustituyendo tendremos:

$$v = Q / (\pi / 4) * D^2$$

$$v = 0,0025 / (\pi / 4) * 0,05^2$$

$$v = 1,27 \text{ m/s}$$

3.2.2.5 Pérdidas de carga en la tubería

a) Pérdidas por fricción

Se calcula con la ecuación de *Darcy - Weisbach*⁴³:

$$h_f = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

hf = Pérdida por fricción (m)

L = Longitud de la tubería = 1 m

D = Diámetro de la tubería = 2'' = 0,05 m

v = Velocidad del flujo = 1,27 m/s

g = aceleración de la gravedad = 9,8 m/s²

λ = coeficiente de fricción de Darcy⁴⁴ = 0,02248.

Aplicando la fórmula, se obtiene la pérdida por fricción:

$$H_f = 0,037 \text{ m}$$

⁴³ (White F., 1979)

⁴⁴ (Gerhart, P./Gross, R./Hochstein, J., 1995)

Luego para confirmar el dato verificamos la pérdida mediante la fórmula de Veronesse – Datei⁴⁵ (para tuberías de PVC):

$$J (\%) = (0,092 * D \text{ exp } 4,80) / Q \text{ exp } 1,80$$

Donde :

J = Pérdida unitaria en la tubería

Reemplazando tenemos:

$$J (\%) = 3,35$$

Luego, si la tubería tiene una longitud de 1 m, la pérdida será de 0,035 m.

b) Pérdidas de carga por rejilla

$$h_R = \epsilon_R * v^2 / 2g$$

Donde:

$$\epsilon_R = \beta * \text{sen } \alpha * (d / a) \text{ exp } 4/3$$

Según la geometría de barras: $\beta = 2,42$

Inclinación de la rejilla $\alpha = 90^\circ$

Diámetro de las barras $d = 0,476 \text{ mm}$

Espaciamiento entre barras $a = 25 \text{ mm}$

Velocidad $v = 1,27 \text{ m/s}$

⁴⁵ (Gerhart, P./Gross. R./ Hochstein J.,1995)

Resulta:

$$\varepsilon_R = 0,012$$

$$h_R = 0,001 \text{ m}$$

c) Pérdida de carga en la entrada de la tubería.

Se calcula con la relación:

$$h_E = \varepsilon_E * (v^2 / 2g)$$

Donde:

$$v = 1,27 \text{ m/s}$$

$$\varepsilon_E = 0,3 \text{ (coeficiente de pérdida)}$$

Entonces:

$$h_E = 0,024 \text{ m}$$

d) Pérdidas de carga en válvula.

$$h_v = \varepsilon_v * (v^2 / 2g)$$

Donde:

$$v = 1,27 \text{ m/s}$$

$$\varepsilon_v = 0,5 \text{ (coeficiente de pérdida)}$$

Reemplazamos:

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

Finalmente, la sumatoria de pérdida es:

$$\Sigma h_T = h_k + h_E + h_R + h_v$$

$$\Sigma h_T = 0,037 \text{ m} + 0,001 \text{ m} + 0,024 \text{ m} + 0,041 \text{ m}$$

$$\Sigma h_T = 0,103 \text{ m}$$

3.2.2.6 Sistema Planteado

El diseño de la picohidrocentral se puede hacer basándonos en experiencias del Programa de energía ITDG⁴⁶, quienes han diseñado sistemas de bajo costo que se adecuan a la realidad de la Estación Biológica Sandillani.

El transporte de equipos y material de manera “artesanal”, es obligado en este caso, ya que el transporte motorizado llega solamente hasta la población del Chairó, y desde este lugar el acceso es únicamente por un sendero (Camino del Inca “Choro”) de 12 km hasta Sandillani aproximadamente 2,5 horas.

Una única instalación, ya que se genera la necesaria cantidad de energía total ya que no hay crecimiento del requerimiento, ni acoples de equipos adicionales. Es decir con una instalación basta. No hay gastos de construcción de vías de acceso, campamentos, y otras obras ya que el tamaño del proyecto no lo amerita.

⁴⁶ (Sánchez, T. / Rodríguez, L., 1998)

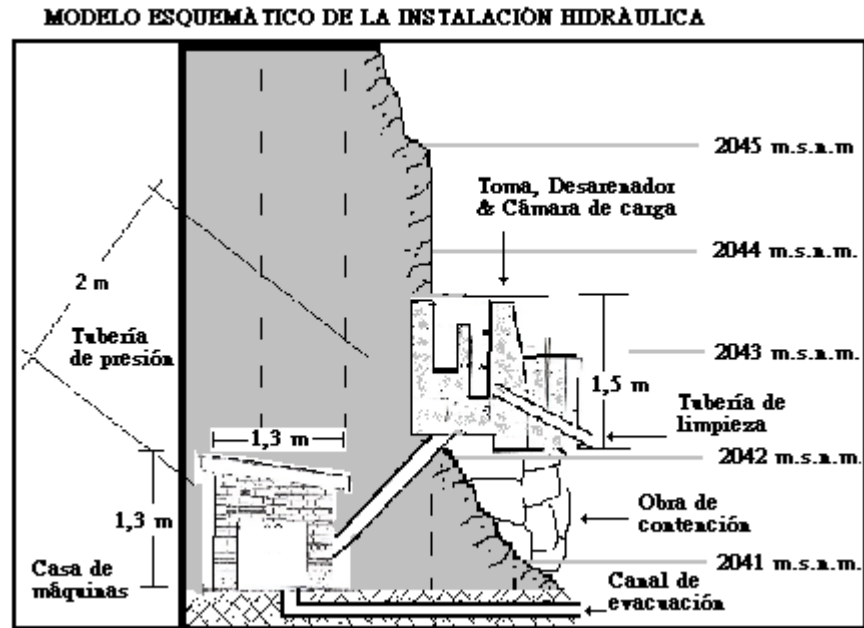


Figura 6.- Modelo esquemático del sistema planteado

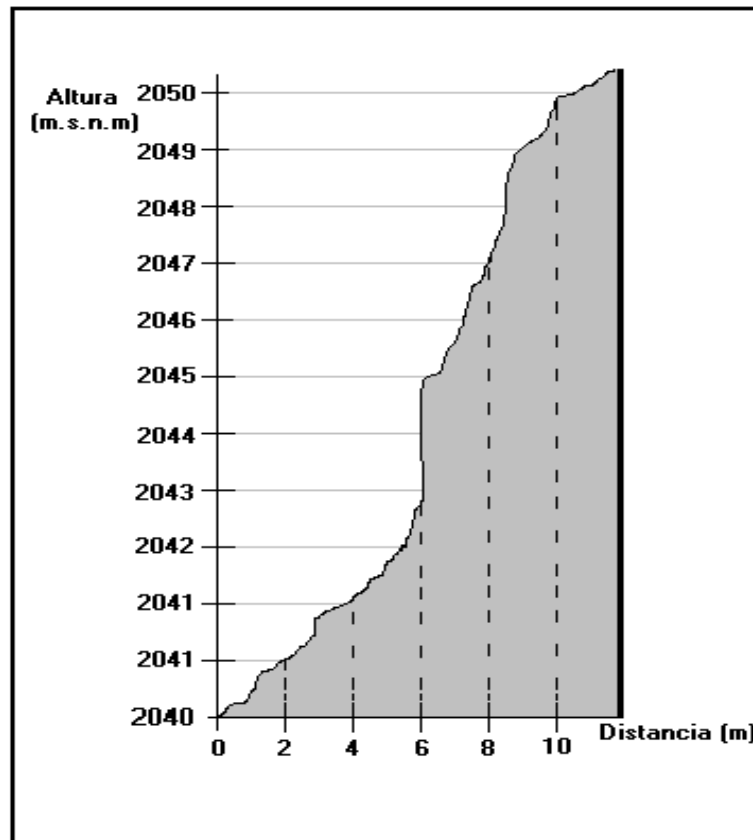


Figura 7.- Perfil topográfico del sitio de la obra hidráulica

Usando **PVC para la tubería de presión**, el montaje es más sencillo y por su bajo peso facilita y reduce los costos de transporte. Además posee alta resistencia química. Tiene un bajo índice de rugosidad y porosidad. No se utiliza equipos de soldadura, sino pegamento para uniones rígidas y anillos de jebe con lubricante para el caso de unión flexible. Cuenta con accesorios que facilitan la reparación. No son necesario apoyos de concreto y los anclajes son menos costosos. La vida útil es de 30 años.

3.4.2.7 Distancia entre la casa de máquinas y la repetidora

Desde la casa de máquinas hasta el lugar de ubicación de la repetidora se tiene 450 m.

(Ver ANEXO VII. Red Eléctrica)

3.2.4 Esquema de instalación

Un esquema de aprovechamiento de agua fluyente, ya que con este modelo de implantación se evita la creación de grandes infraestructuras hidráulicas, como es el caso de la construcción de una presa. *(Ver ANEXO VI. Planos de la obra civil).*

Se construirá la **obra de toma** (la cuál servirá como cámara desarenadora y de carga simultáneamente) con un **canal de excedentes** que derive el caudal restante o sobrante a la vertiente en caso de crecida. Desde esta cámara de hormigón, se traslada el agua por medio de una tubería PVC (tubería de presión) la cual será simplemente extendida sobre el suelo y siguiendo su pendiente, con un mínimo movimiento de tierras, que se

conectará con la turbina dentro la casa de máquinas para luego ser evacuada por un canal abierto de vuelta a la vertiente y a su cauce natural.

3.5 Mantenimiento

La mano de obra semi- calificada o calificada para el mantenimiento de la obra se puede obtener rápidamente capacitando en obra a personal del lugar⁴⁷. Donde se deberán considerar las siguientes recomendaciones:

- En la entrada de agua hacia la turbina se debe colocar una reja fina (o una red galvanizada cuando se trata de pequeños caudales), para impedir la entrada de basura, hojas, etc. que pudieran atascar el tubo. Se debe limpiar periódicamente la reja con un rastrillo adecuado a la anchura de las ranuras de la misma.
- Realizar un chequeo regular a la obra de toma para verificar el correcto funcionamiento y que el sistema en su conjunto se halle en buen estado.
- Tener en el Ecoalbergue un paquete de emergencia, donde se cuente a la mano con material para reforzar la obra (cemento, arena, alambre, etc.) y también muy importante herramientas (picos y palas) para poder contrarrestar una crecida significativa de la vertiente mediante obras de desviación del caudal.
- Respetar el tiempo de vida de la obra.

⁴⁷ (ITDG, 2002)

Capítulo 4: EL SISTEMA ELECTROMECAÁNICO

4.1 Generalidades

Las microcentrales hidroeléctricas son centrales de bajas potencias, menores a 100 kW. Al igual que la energía eólica y solar, éste recurso se considera como un recurso energético limpio y renovable, cuyo adecuado aprovechamiento no produce un impacto ambiental, más que el de la obra civil (el cual con un correcto diseño puede ser minimizado de gran manera), el mismo que es utilizado como un importante recurso energético en casi todos los países del mundo. Sus beneficios son: no contamina, produce descentralización del abastecimiento eléctrico, constituye una opción viable para sectores aislados que no tienen acceso a la red eléctrica, tiene una mantención mínima y su rendimiento es mejor a las demás tecnologías de generación alternativa.

4.2 Descripción técnica

Como se dijo antes, el fundamento de una central hidroeléctrica, no es más que aprovechar la energía cinética del agua en movimiento, para transformarla en electricidad por medio de un **turbina** que alimente a un **generador**. Todo esto regulado por un sistema adicional que brinda un servicio constante y uniforme.

4.2.1 La turbina

Las turbinas hidráulicas tienen como misión transformar la energía potencial y cinética del agua en energía mecánica de rotación. Existen a grandes rasgos dos tipos de turbinas: de reacción y de acción.

De reacción o sobrepresión, en estas turbinas el agua circula a presión en el distribuidor y en el rodete y, por lo tanto, la energía potencial del salto se transforma, una parte, en energía cinética, y la otra, en energía de presión.

De acción o impulsión, el agua sale del distribuidor a la presión atmosférica, y llega al rodete con la misma presión; en estas turbinas, toda la energía potencial del salto se transmite al rodete en forma de energía cinética. Son de gran eficiencia en grandes saltos con pequeños caudales.

4.2.1.1 Picoturbinas Pelton

La denominación de picocentrales hidroeléctricas y consecuentemente de picoturbinas, apenas tiene más de una década. Sin embargo, aún no se ha incluido oficialmente en las normas internacionales respectivas⁴⁸. Las picoturbinas son diseñadas para aprovechar los recursos hídricos existentes en quebradas muy pequeñas, en manantiales u otras fuentes donde existen algunos litros de agua y alguna caída que pueda transformarse en energía mecánica o eléctrica, según sea la demanda particular. En la actualidad, las picoturbinas se diseñan como pequeños bloques compactos, donde en una sola unidad se incluyen todos sus componentes. Sus características principales son su pequeño tamaño, su versatilidad y facilidad para el transporte e instalación.

Las picoturbinas tipo Pelton, constan de un disco circular que tiene montados en su periferia unas paletas en forma de doble cuchara, hechas de acero inoxidable, acero al carbón ó bronce, y de un inyector fijo que dirige y regula el chorro de agua que inciden sobre las cucharas, provocando el movimiento de giro de la turbina por el impacto de choque.

⁴⁸ (Sánchez, T./ Rodríguez, L. 1998)

4.2.1.2 Consideraciones técnicas de diseño

El diseño de estas máquinas las presenta como unidades compactas, que incluyen los componentes de generación en un solo bloque (turbina y generador). Las especificaciones técnicas para la fabricación de las picoturbinas consideran materiales de buena calidad y resistencia, a fin de asegurar la duración de la máquina en su conjunto y de cada componente por separado. Así mismo, se ha buscado un diseño simple y de bajo costo, pero a su vez eficiente y confiable.

Los componentes son fabricados por separado y con procesos aplicados acorde a las necesidades, entre ellos: corte, maquinado y soldadura; excepto las cucharas de las ruedas Pelton que se fabrican mediante fundición. Para las cucharas se cuenta con juegos de modelos que permiten su reproducción con facilidad, al igual que para las carcasas que son hechas a base de planchas de acero y/o fibra de vidrio y resina, para lo cual se cuenta con moldes adecuados.

Para los procesos de fabricación de generación se cuenta con planos de ensamblaje general, planos de detalle de cada una de las piezas y manuales guías para el uso de los planos, así como guías para la instalación de las máquinas, operación y mantenimiento. Para completar la unidad de generación, se utilizan generadores de inducción (motores como generadores) con sus respectivos controladores; para las unidades inferiores (0,1 kW a 0,3 kW) lo más práctico es utilizar generadores de imanes permanentes⁴⁹.

⁴⁹ (Monroy, J.L./ Montaña, E., 1997)

4.2.1.3 Principales Componentes

- Rodete
- Tubo distribuidor
- Sistema de transmisión
- Eje
- Inyectores
- Sellos sin contacto
- Carcasa

Rodete, Está compuesto por un cubo fabricado en acero comercial (AISI 1020), las cucharas pueden ser fabricadas en diferentes materiales, siendo el bronce el más utilizado. Estas se sujetan al cubo central a través de uniones empernadas*, siendo el 16 el número de cucharas para el rodete de 100 y de 150 mm, y 18 para el de 175 mm. Las cucharas están diseñadas para un acoplamiento firme y preciso al cubo, permitiendo de este modo, que una vez ensambladas trabajen confiablemente como una sola pieza.

Tubo distribuidor, es el elemento de transición entre la tubería de presión y los inyectores. Consta de un tubo principal y los ramales necesarios según el número de inyectores. Se fabrica en secciones de tubo de acero SCHEDULE 40, los cuales se encuentran fácilmente en el mercado y aseguran altas presiones de trabajo. Cada ramal cuenta con una válvula de control del tipo compuerta, que permite manipular el ingreso del caudal.

Sistema de transmisión, generalmente, es difícil conseguir que la velocidad de giro del rodete sea la misma que la del generador o del equipo a accionar, por ello se utiliza un sistema de transmisión a través de fajas y poleas. Si el

* Se recomienda utilizar las uniones empernadas debido a la drástica reducción de costos de fabricación que representan, donde el moldeo se puede realizar en arena. Las cucharas pueden realizarse en pequeñas fundiciones con facilidades básicas. Su puede producir desde unidades y decenas, hasta centenas de cucharas. El uso de los métodos indicados y la tecnología de los generadores de inducción permiten costos muy bajos, los que hace altamente competitivos no sólo con otras tecnologías como las unidades diesel, sino con máquinas similares. (ITDG, 2002)

rodete va montado directamente en el generador se reducen directamente los costos al no tener que utilizar sistemas de transmisión.

Eje, los diseños de estos modelos son fabricados con el eje en posición horizontal, por las facilidades de fabricación y por la mayor disposición que presenta para el accionamiento mecánico de algunos equipos como piladoras de café, molinos de granos y otros. Sin embargo, cuando lleva tres inyectores se recomienda el montaje de la turbina con el eje vertical. El material utilizado para la fabricación del eje es de acero bonificado VCN150 o similar, con un diámetro mínimo de 25 mm. De acuerdo a la potencia y a las condiciones de trabajo se debe revisar y/o calcular el diámetro adecuado.

Inyectores, por simplicidad de fabricación y mantenimiento, estos modelos utilizan inyectores abiertos, los cuales se fijan a la carcasa mediante pernos pasantes. Los inyectores son elementos cónicos ensamblados al final de los ramales del tubo distribuidor, fabricados por fundición con un diseño y acabado que permiten el mínimo de pérdidas. La mayoría de instalaciones sólo utilizan el regulador electrónico para mantener el voltaje requerido constante, y por tanto no requieren de válvulas de aguja para la regularización del caudal, lo que ayuda a mantener los estándares y los bajos costos de mantenimiento, especialmente cuando se cuenta con suficientes recursos hídricos. Para condiciones de escasez de agua, es posible la instalación de válvulas de aguja, como ha ocurrido en muy pocos casos en el mundo⁵⁰. Sin embargo, también en estos casos, la válvula de aguja es operada manualmente y permite ajustar el caudal a ciertas necesidades de carga durante las diferentes horas de día y a los requerimientos de generación, mientras que la regulación fina de voltaje se hace utilizando el regulador electrónico de carga.

⁵⁰ (Durali M., 1993)

Sellos sin contacto, consiste en el uso de pequeñas placas giratorias montadas en el eje de la turbina (junto a la pared interior de la carcasa) que evita la salida o fuga de agua hacia el exterior, La principal ventaja de este tipo de sellos es que no tienen desgaste y, por tanto, no necesitan cambios durante toda la vida útil de la máquina, son elementos sencillos de fabricar, de bajo costo y fácil instalación.

Carcasa, generalmente la carcasa es fabricada en base a planchas de acero, cortadas y soldadas a tope, donde es muy importante el cuidadoso esmerilado, pulido y pintado de la superficie interna y externa, con la finalidad de protegerlo de la corrosión y otros efectos adversos del ambiente. Para potencias de hasta 2kW se ha desarrollado un tipo de carcasa en fibra de vidrio (como alternativa al acero), con la finalidad de disminuir costos de fabricación, así como facilitar su transporte y montaje.

4.2.1.4 Ensamblaje y Montaje

La turbina se ensambla en un sólido chasis construido con perfiles estructurales que permiten el ensamblaje con el generador en un solo bloque, haciendo un equipo “portátil”. Esto permite realizar un premontaje en el taller, de tal forma que el montaje puede ser realizado directamente, reduciendo los costos de instalación⁵¹ (*Ver Anexo VIII. Especificaciones técnicas del ITDG Mini Modelo Auxiliar c250 modificado*) .

4.2.2 Los Generadores

Un conocido principio establece que la energía ni se crea ni se destruye, sólo se transforma. La energía cinética que poseen los sistemas materiales en movimiento puede aumentar o disminuir consumiendo o alimentando la

⁵¹ (Durali, M., 1993)

energía de otros sistemas (químicos, hidráulicos, térmicos, electromagnéticos, etc). Los dispositivos que convierten la energía mecánica en otro tipo de energía se llaman generadores.

Lo recomendado es para pequeñas potencias utilizar generadores de imanes permanentes, lo cuales presentan un excelente rendimiento y eficiencia para este tipo de proyectos⁵².

4.2.3 Regulador de Velocidad

Antes de la década del 70 las únicas forma de regular era mediante el uso de reguladores oleohidráulicos, máquinas complejas por la cantidad de piezas y, además, con exigentes requerimientos de mantenimiento; o en su defecto manualmente. Desde comienzos de los 70s, se utiliza cada vez más los reguladores electrónicos, cuyo costo en pequeñas potencias es largamente menor que un oleohidráulico. En la actualidad, se está usando poco los oleohidráulicos y, más bien, los electrónicos de carga han pasado a ocupar su lugar, especialmente en potencias menores de los 500 kW. Usando estas nuevas tecnologías electrónicas, se dan muy buenos resultados⁵³, no solamente en lo referente a costos iniciales sino también en costos de mantenimiento, además de ello, estos reguladores son de fácil mantenimiento, los repuestos son pequeños y de bajo costo y finalmente si hay necesidad de transportarlos a la ciudad para efectos de reparación (en el eventual caso que esto sea necesario), el montaje y desmontaje de estos reguladores es muy sencillo (Ver Anexo VIII. *Especificaciones técnicas del ITDG MiniModelo Auxiliar c250 modificado*).

⁵² (Calisaya, A., 1998)

⁵³ (Inversin, A., 1986)

4.3 Mantenimiento

Se debe tener en cuenta la adquisición de repuestos, que se deben conservar en buen estado para futuras reparaciones. De no ser así, en cuanto falle un elemento recambiable, el sistema estará paralizado durante días o semanas. Un monitoreo de la picocentral es recomendado periódicamente.

El entrenamiento y la capacitación requeridos para operar y mantener en funcionamiento la picocentral hidráulica, es de gran importancia. Esta capacitación debe ser impartida por especialistas; desde la etapa de construcción, la puesta en marcha del proyecto y el seguimiento podrá prolongarse hasta la etapa de monitoreo y evaluación, durante la cual pueden hacerse evidentes nuevos requerimientos en materia de capacitación. La capacitación de personal local a cargo del proyecto, es uno de los temas de mayor importancia, donde se manifiesta la difusión de tecnologías como un proceso social parte integral del proyecto. Es necesario abarcar conocimientos básicos, relativos a la hidráulica, la electricidad, la mecánica, etc. No se pretende que los usuarios profundicen sobre todos los temas en cuestión, pero es fundamental que entiendan las operaciones elementales que hacen al funcionamiento de una central hidroeléctrica y puedan detectar y solucionar los problemas más comunes que suelen presentarse en este tipo de proyectos. Se recomienda abarcar los siguientes temas en la capacitación⁵⁴:

- a. Condiciones climáticas de la región y variaciones hídricas del arroyo.
- b. Mediciones de caudales del arroyo.
- c. Operación y mantenimiento de la microturbina, tableros de comando de potencia, instrumentos de lectura, válvulas y compuertas,

⁵⁴ (ALISEI / PRODENER, 2001)

señalando los problemas y fallas más frecuentes y especificando cuáles pueden ser resueltos localmente y cuáles no.

- d. Normas relativas a la seguridad en la operación de los componentes eléctricos y de los fusibles de protección.
- e. Normas y elementos de seguridad que deben observarse al realizar las tareas de mantenimiento.
- f. Instrucciones precisas para operar en situaciones de emergencia, ocasionadas por la escasez de agua en los períodos de seca o por fallas en el sistema.

Todo esto complementado con un manual del usuario, que incluya las instrucciones necesarias para orientar y sistematizar el trabajo del operador y las normas referidas al uso de la energía de la picocentral para el conjunto de los usuarios⁵⁵. Este manual, entre otras cosas, debería contener información acerca de cómo medir los caudales de los arroyos, la secuencia de operaciones a seguir y las normas de seguridad a observar en el mantenimiento de las líneas de baja.

No se debe sobrestimar la confiabilidad del funcionamiento de los equipos y elementos instalados. El tiempo de vida de los **generadores es de 1 año** y de la **turbina de 3 años**. Por lo que se deberá trabajar en la reposición de estos durante el periodo de actividad global del proyecto con mano de obra calificada en estos equipos y sus características de instalación. Por lo que se recomienda tener estos componentes ya listos a ser instalados mediante la compra del set completo para toda la vida del proyecto.

⁵⁵ (Monroy, J.L./ Montaña, E., 1997)

Capítulo 5: EL SISTEMA DE RADIO ENLACE

5.1 Generalidades

Cuando se piensa en comunicación de datos generalmente se piensa en comunicación a través de cable, debido a que la mayoría de nosotros tratamos con este tipo de tecnología día a día. Haciendo a un lado las redes de conexión física también tenemos la llamada **comunicación inalámbrica** muy comúnmente también a nuestro alrededor. La comunicación de datos de manera inalámbrica es una forma de transmitir información a larga distancia por medio de microondas y enlaces de satélites. Los canales inalámbricos son utilizados para la comunicación digital cuando no es económicamente conveniente la conexión de dos puntos vía cable; además son ampliamente utilizados para interconectar redes locales (LANS) con sus homologas redes de área amplia (WANS) sobre distancias moderadas y obstáculos como autopistas, lagos, montañas, edificios y ríos⁵⁶. Los enlaces vía satélite permiten no solo rebasar obstáculos físicos sino que son capaces de comunicar continentes enteros, estaciones aisladas, barcos, etc. rebasando distancias sumamente grandes.

Los sistemas de satélites y de microondas utilizan frecuencias que están en el rango de los MHz y GHz, usualmente utilizan diferentes frecuencias para evitar interferencias pero comparten algunas bandas de frecuencias. Los sistemas de radiomicroondas son generalmente utilizados para las comunicaciones de largas distancias para la red de teléfonos públicos, agencias militares y gubernamentales, y redes especializadas para comunicaciones privadas. Las capacidades de los sistemas de microondas varían, desde menos de 12 canales de banda de voz a más de 22,000. Los primeros sistemas por microondas transportaban circuitos de banda de voz

⁵⁶ (Tomasi, W., 1996)

multicanalizadas por división de frecuencias y utilizaban técnicas convencionales de modulación de frecuencias no coherente. Los sistemas de microondas desarrollados más recientemente llevan circuitos de banda de voz con multicanalización por división de tiempo modulados con códigos de pulsos y utilizan técnicas de modulación digital más modernas.

Tabla 4.- Comparación de un radio enlace versus sistemas tradicionales de línea metálica (convencional)

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Volumen de inversión generalmente mas reducido.	Explotación restringida a tramos con visibilidad directa para los enlaces.
Instalación más rápida y sencilla.	Necesidad de acceso adecuado a las estaciones repetidoras en las que hay que disponer de energía y acondicionamiento para los equipos y servicios de conservación.
Conservación generalmente más económica y de actuación rápida.	La segregación, aunque es posible y se realiza, no es tan flexible como en los sistemas por cable.
Puede superarse las irregularidades del terreno.	Las condiciones atmosféricas pueden ocasionar desvanecimientos intensos y desviaciones del haz, lo que implica utilizar sistemas de diversidad y equipo auxiliar requerida, supone un importante problema en diseño.
La regulación solo debe aplicarse al equipo, puesto que las características del medio de transmisión son esencialmente constantes en el ancho de banda de trabajo.	
Puede aumentarse la separación entre repetidores, incrementando la altura de las torres.	

Fuente: Sullivan, G.H. / Millerson D. (1993)

5.1.1 Estaciones de radiomicroondas

Básicamente, hay dos tipos de estaciones de microondas; terminales y repetidoras. Las estaciones *terminales* son puntos, dentro del sistema, donde las señales de banda base se originan o terminan. Las estaciones *repetidoras* son puntos, dentro del sistema, donde las señales de banda base se pueden volver a configurar o donde las portadoras de radio frecuencia simplemente se "repiten" o se amplifican.

5.1.2 Características de trayectoria

Las trayectorias de propagación de un sistema de microondas básicamente son cuatro: Trayectoria de espacio libre, onda reflejada a tierra, onda de cielo y la onda de superficie. Donde la *trayectoria de espacio libre* es la trayectoria de línea de vista directamente entre las antenas transmisora y receptora (a esto también se le llama onda directa). La *onda reflejada a tierra* es la porción de la señal transmisora que se refleja de la superficie de la Tierra y es capturada por la antena receptora. La *onda de superficie* consiste de campos eléctricos y magnéticos asociados con las corrientes inducidas por la superficie de la Tierra. La *onda de cielo* es la porción de la señal transmisora que se regresa (reflejada) a la superficie de la Tierra por las capas ionizadas de la atmósfera.

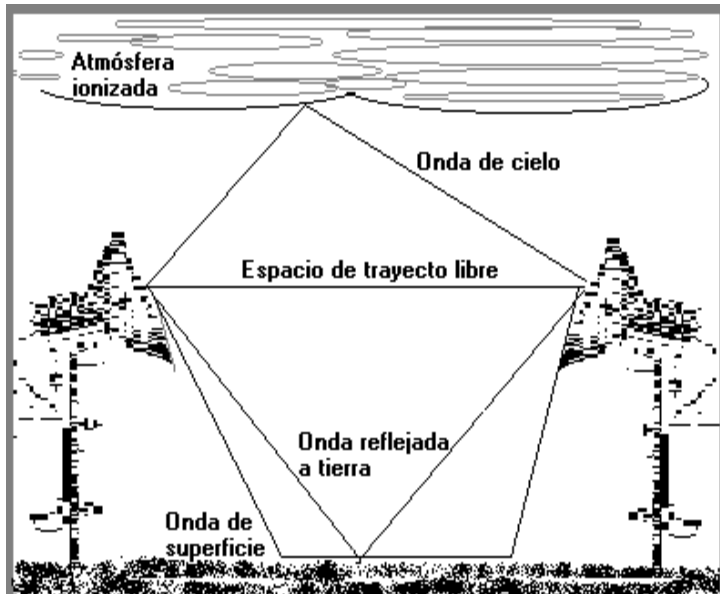


Figura 8: Trayectorias de propagación.

5.1.3 Curvas de enlace

El sistemas de microondas utiliza transmisión de **línea de vista**. Tiene que haber una ruta de señal directa, punto a punto, entre las antenas de transmisión y recepción para que se pueda efectuar la comunicación entre dichas antenas.. En consecuencia, si esa ruta de señal experimenta una degradación severa, ocurrirá una intercepción de servicio.

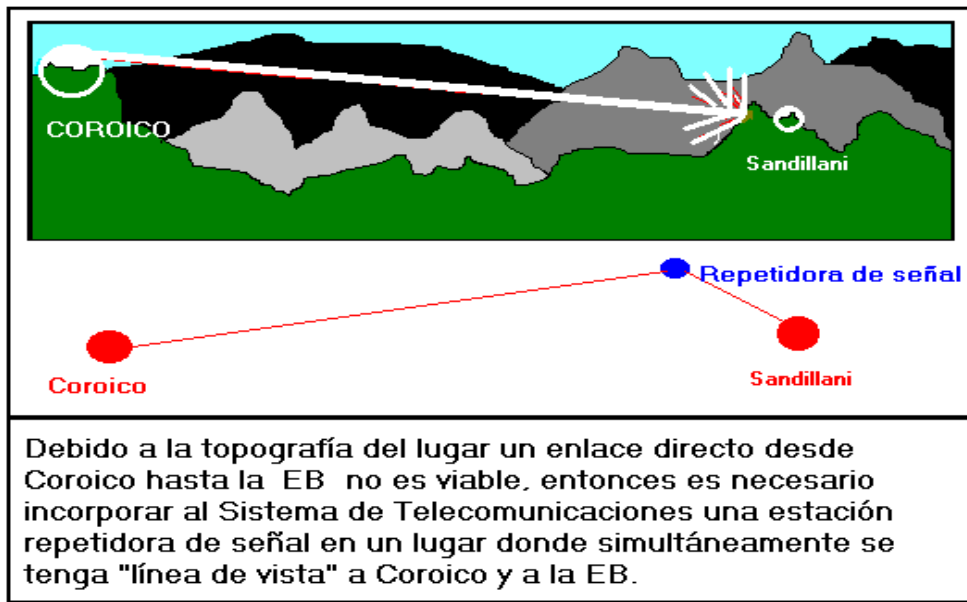


Figura 9.- Obstáculo en la línea de vista Coroico-Sandillani

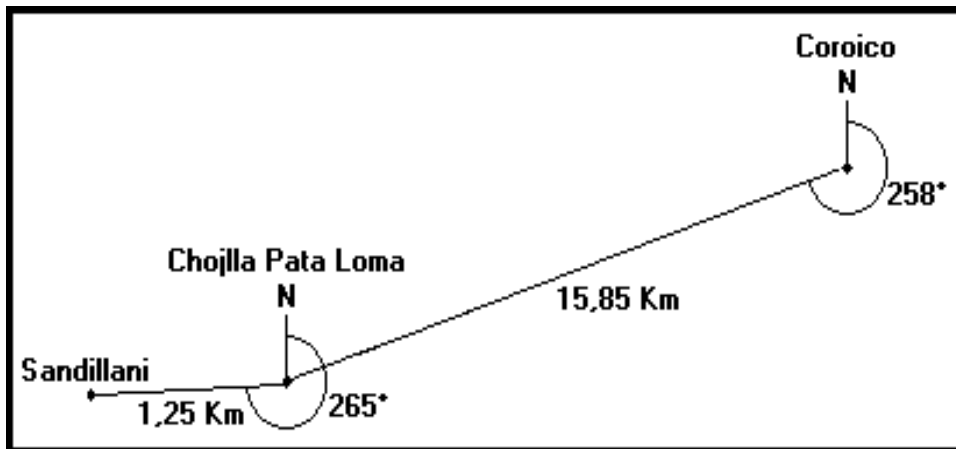


Figura 10. Trayectoria del enlace propuesto

Tabla 9. Curvas de nivel del trayecto del enlace propuesto.

Ubicación	Altura (m.s.n.m)	Distancia (km)
Coroico	1860	0
	1700	0,5
	1500	1
	1310	1,5
	1150	2
Río Coroico	1050	2,25
	1150	2,50
	1220	3
Río Helena	1050	3,5
	1260	4
	1220	4,5
	1190	5
	1270	5,5
	1380	6
	1360	6,5
	1340	7
Pacallo	1220	7,5
	1420	8
	1630	8,5
	1730	9
	1650	9.5
	1730	10
	1860	10.5
	1960	11
	2050	11.5
Cerro Nogalani	2120	12
	1800	12.5
	1840	13
	1920	13.5
	1740	14
Río Chairó	1490	14.45
	1560	14.5
	1940	15
	2220	15.5
Chojlla Pata Loma	2350	15.85
	2180	16
	2080	16.5
Sandillani	2050	17,10

(Ver ANEXO V. Perfil Topográfico de la zona del radio enlace)

5.2 Componentes de un radio enlace

Básicamente consisten de:

- Estaciones Transmisoras
- " Repetidores de señal
- " Receptoras

5.2.1 El transmisor

El transmisor es el responsable de modular una señal digital a la frecuencia utilizada para transmitir. En el sistema de transmisión de microondas, básicamente podemos reconocer las etapas que caracterizan el común de los equipos de transmisión de microondas, donde tendremos⁵⁷:

- *Una red de preénfasis* precede al desviador de frecuencia modulada (FM). Esta red de preénfasis proporciona un impulso artificial a la amplitud de las frecuencias de banda base más alta.
- *Un desviador de FM*, que proporciona la modulación de la portadora de la frecuencia intermedia que eventualmente se convierte en la portadora principal de microondas.
- *Mezclador de AM, oscilador de microondas y el filtro pasa-bandas*; donde la frecuencia intermedia y sus bandas laterales asociadas se convierten en ascendentes en la región de microondas.

Actualmente existen sistemas de microondas que operan con frecuencias de portadora, hasta aproximadamente 18GHz. Las frecuencias de microondas que se utilizan actualmente en forma más común son las bandas de 2, 4, 6,

⁵⁷ (Tomasi, W. 1996)

12, y 14 GHz. La red combinada de canal proporciona una forma de conectar más de un transmisor de microondas a una sola línea de transmisión alimentando a la antena.

5.2.2 El receptor

El receptor es el encargado de capturar la señal transmitida y llevarla de nuevo a señal digital. Dentro de un sistema de recepción de microondas se tiene ciertas etapas que generalizan a este tipo de receptores, podemos establecer de dichas etapas ciertas características en su funcionamiento y función:

- *La red de separación de canal;* proporciona el aislamiento y filtración necesarios para separar canales individuales de microondas y dirigirlos a sus respectivos receptores.

- *El filtro pasa-bandas, el mezclador de AM, y el oscilador de microondas;* convierten descendentemente las ondas de radio frecuencia de microondas a frecuencias intermedias que pasan al demodulador de FM.

- *El demodulador de FM;* es un detector de frecuencia modulada convencional no coherente (por ejemplo, un discriminador o un demodulador de circuito de fase cerrada o PLL).

- *Una red de énfasis;* en la salida del detector de FM, que restaura la señal de banda base a su amplitud original contra las características de las frecuencias.

5.2.3 Ancho de banda del enlace

La limitancia más significativa en el funcionamiento de un sistema de comunicaciones es el *ancho de banda*. El **ancho de banda** de un sistema de comunicaciones es la banda de paso mínima (rango de frecuencias) requerida para propagar la información de la fuente a través del sistema. El ancho de banda de un sistema de comunicaciones debe ser lo suficientemente grande (ancha) para pasar todas las frecuencias significativas de la información. Donde tendremos dependiendo del ancho de banda establecido: La capacidad de información que tendrá un sistema de comunicaciones (siendo esta, una medida de cuánta información de la fuente puede transportarse por el sistema en un periodo dado de tiempo).

La banda base es la señal compuesta que modula la portadora y puede incluir uno o más de los siguientes elementos:

- Canales de banda de voz con multicanalización por división de frecuencia.
- Canales de banda de voz con multicanalización por división de tiempo.
- Datos de banda ancha.

Entonces tendremos nuestro ancho de banda conformado por:

- Canales de voz $f = 4\text{KHz}$
- Canales de fax $f = 4\text{KHz}$
- Internet de $f = 4\text{KHz}$

Sumando sería un valor de 12 KHz, lo que multiplicado por 2 (banda lateral superior e inferior) nos daría un valor de 24 KHz de ancho de banda.

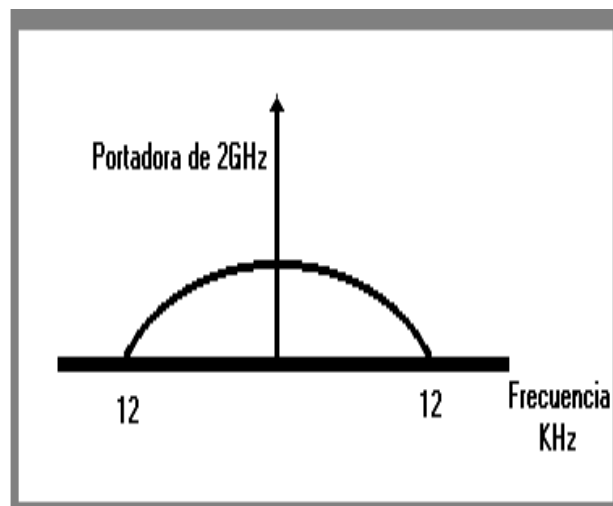


Figura 11.- Ancho de banda del enlace

5.3 Diseño del radio enlace

El relieve topográfico de la zona en estudio es de características montañosas e irregulares, donde la presencia de diversos obstáculos dificultan una transmisión directa, lo que nos obliga a acudir al uso de una repetidora de señal.

- a) **Tramo: Coroico – Estación Repetidora “Chojlla Pata Loma”;** Este es el tramo de mayor distancia 15,85 km. Para el enlace entre estos dos puntos se tiene una línea de vista directa.

- b) **Tramo: Estación Repetidora “Chojlla Pata Loma” - Sandillani;** Desde la Estación Repetidora, se tiene una distancia de 1,25 km hasta Sandillani. De igual manera se tiene una línea de vista directa. Este sería el tramo para la instalación del servicio a Sandillani, la cual se halla completamente rodeada por elevaciones que imposibilitan un acceso directo del enlace. La instalación de los equipos receptores y la central de procesamiento de datos.

5.3.1 Descripción técnica general

Es un enlace bidireccional punto a punto, de tipo **red privada** para operar señales de; datos y voz que será instalado entre la población de Coroico y la Estación Biológica Sandillani.

El transmisor trabajará en la banda de **2.4 - 2.4897 GHz**, donde las frecuencias de operación propuestas son; 2.437 y 2.439 GHz. (Ver ANEXO IX. *Especificaciones técnicas Cisco Aironet 350 Client Adapters*).

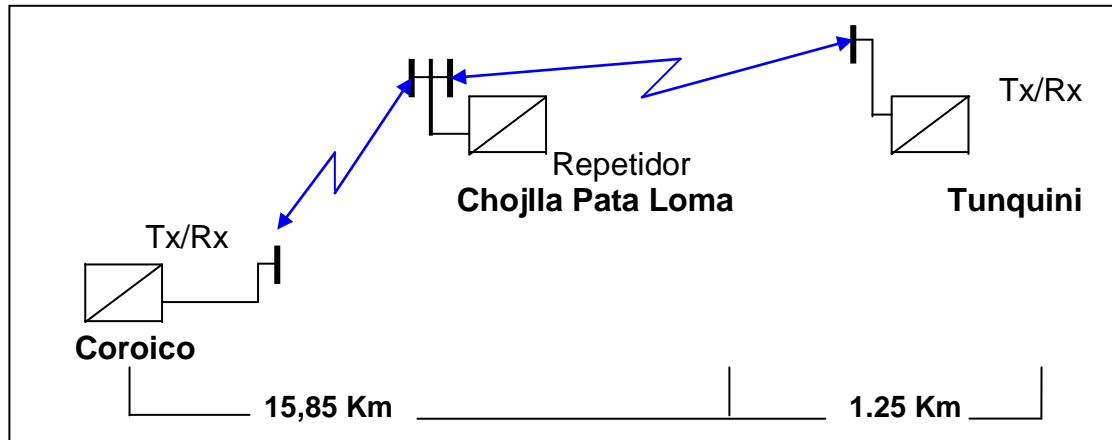


Figura 12. Esquema de la Red planteada

5.3.2 Coordenadas geográficas

Las coordenadas geográficas de los puntos del enlace, se determinaron utilizando la Carta Nacional publicada por el INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR (Hojas 6045 III – II Serie H731) cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 10. Coordenadas geográficas

ESTACIÓN	LONGITUD W	LATITUD S
Transmisor/Receptor (Corioco, Calvario)	67° 43' 19,25''	16° 11' 38,59''
Repetidor (Chojlla Pata Loma)	67° 52' 02,01''	16° 13' 10,45''
Transmisor/Receptor (Ecoalbergue, Sandillani)	67° 52' 46,28''	16° 13' 18,54''

5.3.3 Identificación de la parte del espectro electromagnético

De acuerdo a las normas internacionales, adoptadas por la SITTEL, se utilizará un canal bidireccional para la transmisión de datos en modulación DBSK, DQPSK Y CCK a una velocidad variable de. 1,2,5.5 y 11 Mbps, tal como corresponde a las especificaciones del equipo propuesto.

5.3.4 Descripción de emisiones (según nomenclatura del UIT/R)

La emisión de señales del enlace se identifica por: Modulación Digital: DBSK, DQPSK Y CCK (de acuerdo a velocidad en Mbps) V Espectro discreto secuencia directa (DSS) en la banda de 2.4 – 2.483 GHz. Bajo las siguientes características de funcionamiento:

Nº de canales de radiofrecuencia: Un canal (full-duplex)
Potencia nominal: 100 mW (20 dBm)
Banda de funcionamiento: 2.4 – 2.4897 GHz
Potencia de salida: 100mW máximo.(Regulable:20,30,50mW)
Tipo de acceso inalámbrico: Espectro discreto secuencia directa (DSS).

(Ver ANEXO IX. Especificaciones técnica (Cisco Aironet 350 Client Adapters)

5.3.5 Elevación de los sitios de transmisión fijos

Estación “Corioco, Calvario”: Altura = 1.850 m.s.n.m.
Repetidora “Chojlla Pata Loma”: Altura = 2.350 m.s.n.m.
Estación “Sandillani”: Altura = 2.050 m.s.n.m.

5.3.6 Altura sobre el terreno de las antenas transmisoras

De acuerdo al siguiente esquema.

a) Transmisor/ Receptor Coroico:

Antena ubicada en la misma antena matriz de la red de microondas de ENTEL (proveedor del servicio) a 4 metros sobre el nivel del suelo.

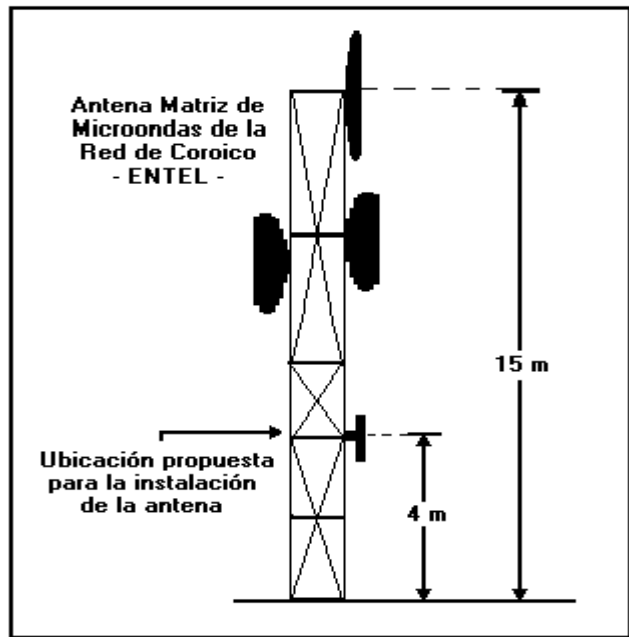


Figura 13. Antena en Coroico

b) Repetidor Chojlla Pata Loma:

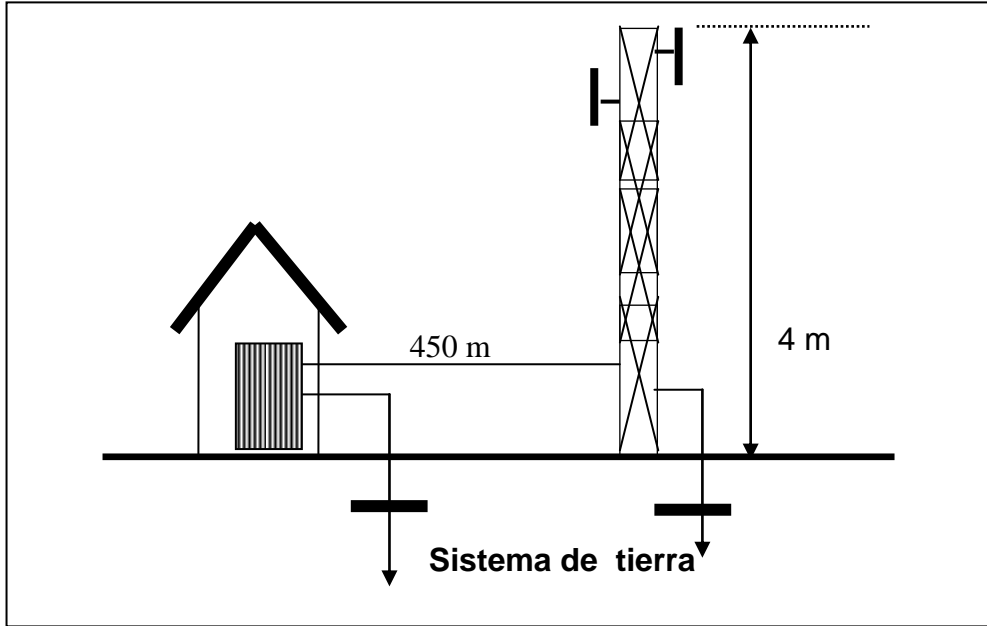


Figura 14. Antena en Chojlla Pata Loma

c) Transmisor/Receptor Sandillani:

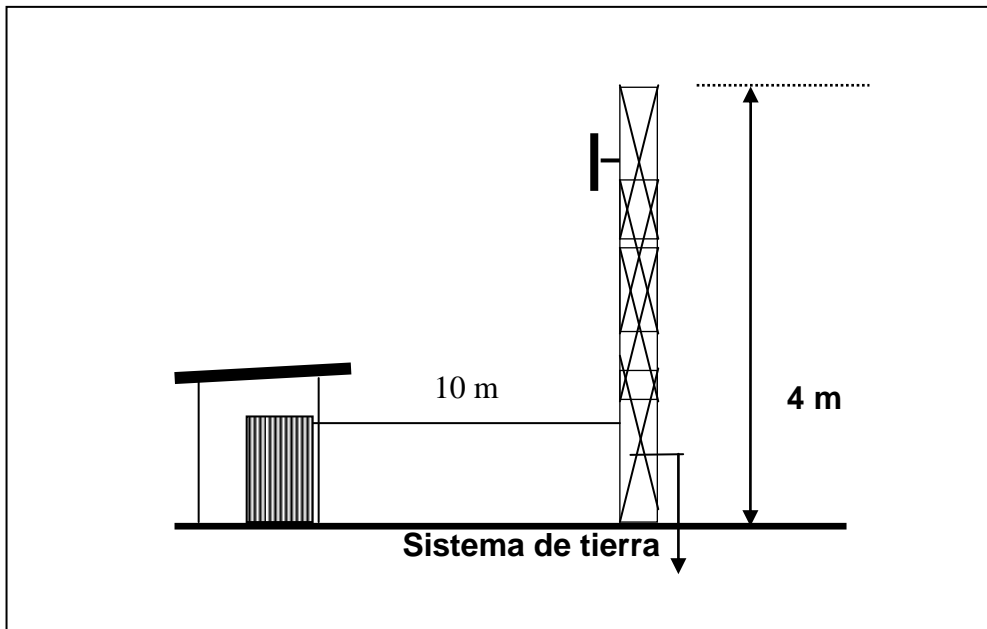


Figura 15. Antena en Sandillani

5.3.7 Tipo de antena transmisora

Como antena transmisor/receptor se utiliza antena de microondas tipo reflector **Wide Grip Parábola**. Se adjunta las características técnicas dadas por el fabricante (*VER ANEXO IX: Especificaciones técnicas Antena Repetidora*).

5.3.8 Tipo de polarización electromagnética de las estaciones de transmisión

El equipo puede manejar tipo de polarización: Vertical u horizontal. El tipo más usado en la zona es el de vertical.

5.3.9 Potencia radiada isotrópica equivalente (PIRE) en transmisión

Es la potencia en el aire suministrada por el sistema irradiante, en la dirección de máxima ganancia, expresado como:

$$\text{PIRE (dBm)} = \text{Ps (dBm)} - \text{PL (dB)} + \text{Gan (dBi)}$$

(Ec. 5.1)

Según los parámetros técnicos de los equipos:

Ps = Potencia de salida del transmisor (20 dBm).

PL = Perdidas de la línea de transmisión + otras pérdidas

Gan = Ganancia de la antena (24 dBm).

Para otras pérdidas, se consideró que para la frecuencia de trabajo tenga una atenuación de 1.1 dB principalmente para pérdidas de conectores. El tipo de cable utilizado para las conexiones es RG-6, el cual tiene una pérdida de – 4,16 dBm cada 100 m.

Donde:

Potencia de salida del transmisor (Ps)	=	20 dBm (100 mW Pot. Max)
Ganancia de antena (Gan)	=	24 dbm
Perdidas de los conectores (PL)	=	- 1.1 dBm
Perdidas línea de Tx:		
Terminal Coroico (12 metros) (PL)	=	- 0,50 dBm
Repetidora Chojlla Pata Loma (450 m) (PL)	=	- 18,75 dBm
Terminal Sandillani (10m) (PL)	=	- 0,41 dBm

Reemplazando en la fórmula, obtenemos las siguientes potencias de transmisión:

Potencia radiada (PIRE)_{Coroico} = 42,40 dBm ó 17378,008 mW

Potencia radiada (PIRE)_{Chojlla Pata Loma} = 24,15 dBm ó 260,016 mW

Potencia radiada (PIRE)_{Sandillani} = 42,49 dBm ó 17741,895 mW

5.3.10 Cálculos de potencias recibidas

Calculamos la potencia recibida mediante la siguiente ecuación:

$$\text{PRX} = \text{PIRE} + G_{\text{ant}} - P_{\text{conectores}} - P_{\text{líneaTx}} - A_o \quad (\text{Ec. 5.2})$$

Enlace 1 (Entre Coroico y Chojlla Pata Loma):

Datos:

PIRE = 42,40 dBm (transmitida desde Coroico).

PIRE = 24,15 dBm (transmitida desde Chojlla Pata Loma).

G_{ant} = Ganancia de la antena = 24 dBi

P_{conectores} = Pérdida de los conectores = 1.1 dB

P_{líneaTx} =

 Pérdida (línea de transmisión en Coroico) = 0.5 dB (12 m)

 Pérdida (línea de transmisión en Chojlla Pata Loma) = 18,75 dB (250 m)

A_o = Atenuación por espacio libre (dB)

Siendo A_o :

$$A_o \text{ (dB)} = 32,5 + 20 \log (d) + 20 \log (f)$$

Donde:

$$f = \text{Frecuencia de operación (Mhz)} = 2.437 \text{ GHz} = 2437 \text{ (Mhz)}$$

$$d = \text{Distancia (Km)} = 15,85 \text{ (Km)}$$

Entonces:

$$A_o = 124,23 \text{ (dB)}$$

Luego reemplazando datos en 5.2:

$$\text{PRX (Corocío)} = 24.15 \text{ dBm} + 24 \text{ dBi} - 1.1 \text{ dB} - 0.5 \text{ dB} - 124.23 \text{ dB}$$

$$\text{PRX (Corocío)} = - 77.68 \text{ dBm}$$

$$\text{PRX (Chojlla Pata Loma)} = 42,40 \text{ dBm} + 24 \text{ dBi} - 1.1 \text{ dB} - 18.75 \text{ dB} - 124,23 \text{ dB}$$

$$\text{PRX (Chojlla Pata Loma)} = - 77,68 \text{ dBm}$$

Enlace 2 (Entre Chojlla Pata Loma y Sandillani):

Datos:

$$\text{PIRE} = 24.15 \text{ dBm (transmitida desde Chojlla Pata Loma)}$$

$$\text{PIRE} = 42.49 \text{ dBm (transmitida desde Sandillani)}$$

$$\text{Gant} = 24 \text{ dBi}$$

$$\text{Pconectores} = 1.1 \text{ dB}$$

$$\text{PlíneaTx (Chojlla Pata Loma)} = 18.75 \text{ dB (450 m)}$$

$$\text{PlíneaTx (Sandillani)} = 0,41 \text{ dB (10 m)}$$

A_o = Atenuación del espacio libre (dB)

Siendo A_o :

$$A_o \text{ (dB)} = 32,5 + 20 \log (d) + 20 \log (f)$$

Donde:

$$f = \text{Frecuencia de operación (Mhz)} = 2.437 \text{ GHz} = 2437 \text{ (Mhz)}$$

$$d = \text{Distancia (Km)} = 1,25 \text{ (Km)}$$

Entonces:

$$A_o = 67,33 \text{ (dB)}$$

Luego Reemplazamos en 5.2:

$$\text{PRX (Chojlla Pata Loma)} = 42.49 \text{ dBm} + 24 \text{ dbi} - 1.1 \text{ dB} - 18.75 \text{ dB} - 67,33 \text{ dB}$$

$$\text{PRX (Chojlla Pata Loma)} = - 20,69 \text{ dBm}$$

$$\text{PRX (Sandillani)} = 24.15 \text{ dBm} + 24 \text{ dbi} - 1.1 \text{ dB} - 0,41 \text{ dB} - 67,33 \text{ dB}$$

$$\text{PRX (Sandillani)} = - 20,69 \text{ dBm}$$

Resumiendo:

$$P \text{ (dBm)} = 10 \log P(\text{mW}) / 1 \text{ (mW)}$$

Recepción del Enlace 1.

$$\text{PRX (Corococio)} = - 77.68 \text{ dBm}$$

$$\text{PRX (Chojlla Pata Loma)} = - 77,68 \text{ dBm}$$

$$\text{Donde: } - 77,68 \text{ dB} = 17,06 \text{ pW}$$

Recepción del Enlace 2.

$$\text{PRX (Sandillani)} = - 20,69 \text{ dBm}$$

$$\text{PRX (Chojlla Pata Loma)} = - 20,69 \text{ dBm}$$

$$\text{Donde: } - 20,69 \text{ dB} = 8,53 \text{ } \mu\text{W}$$

5.4 Mantenimiento

El tipo de equipos electrónicos planteado para el uso del proyecto mandan una señal de aviso en casos de mal funcionamiento por lo que no es necesario un monitoreo periódico de la repetidora. El tiempo promedio de vida de estos equipos es de 5 a 7 años.

Además se recomienda:

- Chequeo regular a la estación repetidora, verificar las correctas condiciones en las que opera el equipo y el estado de la antena y su direccionamiento.

- Señalización de precaución cerca de las antenas de microondas.
- Considerar los efectos de lluvias y vientos, para efectos del direccionamiento del antena, para asegurar la constate mira hacia las estaciones correspondientes.
- El sistema a tierra (en la repetidora y en Sandillani) deberá ser implementado utilizando materiales óptimos. El mantenimiento de estos y su constante revisión es de gran importancia. La mayor parte del año tormentas eléctricas acosan la zona, por lo que un sistema de protección a posibles rayos es totalmente necesario.

Capítulo 6 : IMPACTO AMBIENTAL y MITIGACIÓN

La problemática ambiental y socioeconómica de la zona dibuja un escenario futuro muy lejano a la del desarrollo sostenible del que se hace eco en el decreto de declaración del PN y ANMI Cotapata y las diferentes políticas sectoriales debido al conflicto que nace entre las acciones de conservación y la necesidad de innovación y progreso del sector rural. Por tanto, para su planificación de desarrollo regional y su gestión, se deben llevar a cabo acciones inicialmente orientadas a la prevención y a la mitigación de los riesgos detectados por cada actividad en cada proyecto, y proseguir con líneas de desarrollo basadas en alternativas realistas y coherentes con un medio físico y socioeconómico de características muy frágiles y donde se aprovechen las oportunidades y fortalezas existentes.

El objetivo fundamental de llevar a cabo un Plan de Impacto Ambiental y Mitigación para este proyecto es el de mejorar la calidad de vida de la población del Parque mediante un programa orientado a educar y demostrar la compatibilidad de desarrollo y sostenibilidad mediante la incorporación de un servicio de telecomunicaciones que esté al alcance de la comunidad y los beneficios económicos de su renta favorezca económicamente a los socios de las instalaciones de Sandillani, pues sólo con una población saludable, con un poder adquisitivo medio, una educación y formación sin déficits, activa y dinámica en lo social y en lo cultural, se pueden superar los retos de la conservación y el desarrollo sostenible en un territorio de elevada fragilidad y fuertes dinámicas⁵⁸.

Hay que destacar también que el impacto ambiental de una obra no sólo se evalúa durante la vida útil de la misma y durante la fase de construcción, sino también en la fase de desmantelamiento de la misma, la cual se estima

⁵⁸ (Villaume, G. 1997)

dentro de los 10 años posteriores a la instalación considerando principalmente el tiempo de vida determinada por los equipos electrónicos de la repetidora de señal.

6.1 Líneamiento Base (Estudio Ambiental)

La influencia constante de la minería en las cabeceras de los ríos Chairo y Cotapata ha impactado en la zona con actividades como explosiones, ruido, contaminación con mercurio, apertura desordenada de caminos y sendas, caza furtiva, acumulación de basura y alteración del paisaje natural, daños a la estructura del camino, impacto sobre poblaciones y especies de fauna silvestre amenazadas o en peligro (oso andino, puma, taruca, venado, aves), pérdida de cobertura de bosque natural, erosión y destrucción de hábitats, son algunas de las profundas alteraciones al medio natural de la zona. Ahora, más recientemente por el inadecuado diseño y ejecución de obras de la nueva carretera Cotapata-Santa Barbara, las cuencas del río Chairo, Huarinilla, Azucarani y grandes sectores de las laderas surorientales del Parque, han sido totalmente intervenidas y sus condiciones normales cambiadas al extremo, llegando a un nivel de gran magnitud en contaminación, erosión de suelos, derrumbes y deforestación⁵⁹.

Con anterioridad a la creación del Parque (1993), numerosas cooperativas mineras se encontraban fomentando un tipo de turismo descontrolado, una de esas cooperativas de explotación aurífera aglutinaba anualmente gran cantidad de visitantes a lo largo del Camino del Inca Choro, estimulando la caza deportiva o safari, con la colaboración de operadores de turismo en Huarinilla, Coroico y La Paz⁶⁰.

⁵⁹ (Quiroga, I., 1996)

⁶⁰ (P.C.A. Consultores S.A. & Centro de Estudios Ecológicos y de Desarrollo integral (CEDÍ), 1990)

6.2 Estudio de Impacto Ambiental de la Obra Hidráulica y Civil

Los efectos ambientales provienen de la operación de la construcción de las obras civiles (embalses, canales, tendido de red) y la modificación asociada de condiciones del flujo de agua preexistente, serán proporcionales a la obra en sí. Para la microcentral se tiene un caudal de operación de 2,5 lt/s, el cual solamente será de consideración durante la época seca ya que durante la mayor parte del año se estaría utilizando solamente el 17% del caudal total de arroyo⁶¹. La intervención de mayor consideración será durante la construcción de la obra, ya que una vez concluidos los trabajos de instalación, estos elementos permanecerán estáticos y sin modificaciones de consideración. También en el transporte de material y remoción de capas vegetales se deberá atender un especial cuidado.

6.2.1 Suelo

Posible erosión y deslizamiento de terreno tras los **movimientos de tierra** para la construcción de la cámara de carga y fijación de los postes eléctrico, además de la compactación de suelo para la estabilidad de las obras civiles y la incorporación de hormigón para los cimientos.

La instalación de **líneas de transmisión** para poder llevar la energía eléctrica a su destino (la repetidora), requiere del limpiado de un pasillo estrecho muy largo del bosque. Tal construcción puede afectar rutas de migración y erosión. En la restitución del agua a su curso normal el suelo podrá sufrir un impacto erosivo de consideración.

⁶¹ (Según datos proporcionados por el SENAMHI el recurso hídrico de la zona. SENAMHI 2005)

6.2.2 Agua

Puede acumularse el lógamo debido a sólidos suspendidos que se caen del agua al embalse de planta. Si bastante lógamo se acumula, el consumo de agua a las turbinas quedará bloqueado. Más allá de ello el agua simplemente es desviada de su curso natural, pero sin sufrir ningún tipo de alteración en su composición o características físicas.

6.2.3 Aire

En una obra pequeña y en especial en un aprovechamiento de agua fluyente, no se producen emisiones contaminantes, ya que no se da el espacio ni el tiempo requerido para que las bacterias degradantes cumplan su propósito. El ruido es tolerable, al no utilizarse maquinaria ni instrumentos generadores de altas impedancias de sonido, además esto solamente será durante la construcción de la obra.

6.2.4 Fauna y Flora

Según los pobladores de Sandillani y Chairo, la vertiente que dotará de agua a la hidrocentral no posee ningún tipo de pescado, crustáceo u organismo mayor. Se sabe que las presas hidroeléctricas pueden bloquean rutas de migración para el pescado que tiene que nadar en el alto para desovar, sin embargo este no es el caso de este pequeño cuerpo de agua. Durante la construcción de la toma de agua, de la cámara de carga, del instalado del tubo de presión el constante trajín de los obreros alterará las condiciones de hábitat de la zona, tales como disturbios por ruido, accidentes por colisión, etc.

6.2.5 Medidas de Mitigación y Monitoreo

Cada componente de las obras civiles debe cumplir eficientemente su propia función con respecto al agua y el medio ambiente. Con respecto al medio ambiente, básicamente es reducir al mínimo el impacto negativo que se pueda originar al alterar el paisaje natural desde el inicio de la construcción y asegurar al máximo la estabilidad de cada componente para el tiempo de servicio diseñado.

Aunque lo que se produce es una energía limpia, con el fin de causar el mínimo impacto al construir la central se debe tener en cuenta el estado del lugar dónde se va a ubicar la picocentral, cómo se va a realizar la obra civil, es decir, los accesos, las zanjas para canalizar las aguas. Todos estos pasos sí que podrían provocar impactos en el medio ambiente.

El **impacto paisajístico** es de considerar. La mayoría de los componentes pueden ocultarse a la vista, si se utiliza adecuadamente la topografía y la vegetación. El uso de pinturas no reflectantes, con colores que se diluyen en el paisaje; la construcción de azudes a base de rocas que simulen la apariencia de un rápido; el diseño de una casa de máquinas que se asemeje más a una cabaña de pescadores que a un edificio industrial, pueden hacer que el proyecto termine por ser aceptado con agrado a la vista del observador.

6.2.5.1 Suelo

Evitar la erosión de los suelos y el deslizamiento de tierras mediante el apropiado uso de materiales y previniendo la degradación por excesivo peso sobre un área débil en resistencia o por la descarga de agua sobre un espacio no apto para recibir el cuerpo de agua. Evitar el asentamiento de las diferentes estructuras mediante una construcción sólida en lugares apropiados de cimentación.

Se recomienda que las obras se realicen en épocas de escasa pluviosidad, y que los trabajos de revegetación del terreno se lleven a cabo inmediatamente después de terminada la construcción. En todo caso estos impactos tienen siempre un carácter transitorio.

6.2.5.2 Agua

Uso legal y racional del agua de acuerdo a normas vigentes de Ley. Evitar una inadecuada ubicación que pueda ocasionar inundaciones o alteraciones en la obra, especialmente en época de lluvias. Quitar el lógamo periódicamente de la cámara de toma. Prevención contra escurrimientos y formación de charcos tras la toma.

6.2.5.3 Aire

Principalmente el ruido que pueda generarse por los obreros deberá ser atendido de manera muy sutil, para no hostigar a los trabajadores al mismo tiempo de mantener las condiciones naturales del lugar sin alteraciones considerables.

6.2.5.4 Fauna y Flora

Preservar la fauna y flora del lugar, respetando su hábitat, sin intervenir sus nichos ecológicos y manteniendo intactas sus fuentes de alimentación. Capacitar al personal de trabajo a cuidar y mantener las condiciones del lugar. En el arroyo, no existe fauna piscícola.

La vegetación de las orillas, dado su papel protector frente a la erosión de los márgenes del cauce, hay que recuperar e incluso reforzar. Esta cobertura orgánica es susceptible a ser dañada durante la construcción de las estructuras hidráulicas inherentes al proyecto. Hay que subrayar la conveniencia de revegetar con especies autóctonas por su mejor adaptación a las condiciones locales, lo que obliga a plantearse el abastecimiento de las mismas desde los inicios del proyecto.

6.3 Estudio de Impacto Ambiental de la Obra Electromecánica

El impacto medioambiental es positivo⁶², ya que precisamente se utilizará una fuente de energía renovable para la producción de energía eléctrica a escala puntual. Las minicentrales hidráulicas son instalaciones sencillas, respetuosas con el entorno y útiles para aplicaciones cercanas a la instalación y que no precisen valores importantes de energía. Su futuro es alentador, con inversiones moderadas y podemos asegurar que su crecimiento será continuo, aunque solo llegará a significar un porcentaje bajo en el conjunto general de la generación energética. Algo que no se debe olvidar es la finalización del uso de la central. Cuando ya no se necesite, el

⁶² En 2000, el Instituto para la diversificación y Ahorro de Energía (IDEA), el Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), la Asociación de Productores de Energías Renovables (APPA) y órganos de cinco gobiernos autónomos de España – Aragón, Cataluña, Galicia, Navarra y País Vasco–, concluían en un estudio que la mini hidráulica era la energía más respetuosa con el medio ambiente, y señalaba que 1 Kilovatio/hora (Kwh) minihidráulico es 300 veces más limpio que 1 Kwh de lignito. (Energía y Desarrollo, 2001)

río debe seguir como antes de que estuviera levantada la minicentral. El agua como "combustible" no se consume, solo es explotada y no empeora su calidad.

6.3.1 Suelo

En la construcción de la casa de maquinas por el peso de la turbina y el generador se puede ocasionar un hundimiento del suelo.

6.3.2 Agua

El agua solamente atraviesa la turbina, ni se le incorpora ningún tipo de sustancia, al ser su paso tan rápido esta no llega a ser alterada en sus características físicas o químicas.

6.3.3 Aire

Los ruidos procedentes fundamentalmente de las turbinas que según especificaciones técnicas estará entre los 40 y 50 dB (el nivel actual es de 56 dB). El equipo trabaja a temperatura ambiente, por lo que no son necesarios sistemas de refrigeración o calderas que consumen energía que en muchos casos contaminan.

6.3.4 Fauna y Flora

El ruido puede llegar a perturbar a la fauna del lugar y la radiación electromagnética del generador y las líneas de transmisión pueden tener cierto efecto en los organismos. La vibración de la turbina generará una onda permanente en el terreno.

6.3.5 Medidas de Mitigación y Monitoreo

A pesar de ya existir una fuente (la caída de agua) de constante ruido y modificación natural del sitio de instalación de la picocentral eléctrica se deberá considerar todos los detalles para evitar que tras la instalación de los equipos electromecánicos se intensifiquen los niveles sonoros y la degradación en general.

6.3.5.1 Suelo

Construir la casa sobre cimientos resistentes evitando de esta manera cualquier tipo de movimiento de tierras (evitando al mismo tiempo una sobre carga en el terreno). Además colocar una plataforma que distribuya el peso de los equipos de manera que se aliviane la presión de estos sobre el terreno.

6.3.5.2 Agua

La ausencia de registros climáticos y de estudios sobre la climatología que presenta el PN-ANMI Cotapata limita la caracterización de este componente ambiental y, por tanto, no puede ser enteramente definida, estando las aproximaciones que se hacen ligadas a registros de estaciones meteorológicas existentes en ambientes similares en otros lugares del país⁶³. Sin embargo al considerar que una hidrocentral no incorpora ni sustrae elementos al cuerpo de agua podemos establecer que el impacto y una futura mitigación a la obra llegan a ser despreciables.

⁶³ (Ribera, M. 1995)

6.3.5.3 Aire

La contaminación atmosférica en fuentes fijas, como establece el Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica de la Ley del Medio Ambiente, establece que se debe realizar un monitoreo de las emisiones de la fuente y contar con un sistema de control de las mismas. Además de un inventario anual de las emisiones. Debido a que la microcentral no emite ningún tipo de emisión (gases), de ninguna manera se exceden los límites permisibles de la Ley, y tampoco será necesario llevar a cabo un sistema de control.

Es posible reducir el nivel de ruido en el interior de la casa de máquinas hasta situarlo en el orden inferior a los 30 dB (como referencia indicamos que el límite permisible en guarderías, hospitales, asilos y otros es de 55 dB) y limitarlo en el exterior a límites tan bajos que resulte prácticamente imperceptible mediante barreras sonoras, una caja adicional, que además servirá de protección al equipo podría resolver la situación.

6.3.5.4 Fauna y Flora

Poner una barrera física para evitar el contacto directo de los animales con el generador y la turbina. Un revestimiento adicional, una carcasa doble puede minorizar de gran manera el ruido de la turbina. De igual manera la vibración del equipo sobre el terreno puede ser amortiguada con la misma base de equilibrio de peso la cual anularía la transmisión de las ondas hacia los organismos presentes en el sector.

6.4 Estudio de Impacto Ambiental del Radio Enlace

Los campos electromagnéticos producidos por este tipo de equipos son pequeños, aunque en la cercanía de las antenas emisoras pueden alcanzarse niveles de densidad de potencia y campo eléctrico perjudiciales para la salud.

Cuando nos referimos a contaminación electromagnética o electro polución, hablamos de la contaminación producida por los campos eléctricos y electromagnéticos, como consecuencia de la multiplicidad de aparatos eléctricos y electrónicos. Son radiaciones invisibles al ojo humano pero perfectamente detectables por aparatos de medida específicos.

De entre los presumibles efectos adversos sospechados por este tipo de contaminación podemos destacar los siguientes: cefaleas, insomnio, alteraciones del comportamiento, depresión, ansiedad, cáncer, enfermedad de Alzheimer, alergias, etc.

6.4.1 Suelo

La repetidora de señal va sobre una pequeña torre, la cual debe ser firmemente asegurada al terreno. Por lo que se debe construir una plataforma de hormigón en este lugar, por lo tanto una excavación será necesaria además del mezclado del cemento y el transporte de material hasta el lugar de ubicación de la antena repetidora.

6.4.2 Agua

Transporte de pequeñas cantidades de agua (aproximadamente 10 litros) desde el lugar de la toma hasta el sitio de ubicación de la antena para la mezcla.

6.4.3 Aire

Las radiaciones electromagnéticas que atraviesan la atmósfera alteran las condiciones normales del lugar.

6.4.4 Fauna y Flora

Son muchas las investigaciones de laboratorio que han encontrado relaciones positivas entre microondas y desórdenes de todo tipo. Estas investigaciones ya ha puesto de manifiesto cómo influyen las microondas sobre los tejidos de los seres vivos (aves principalmente por el espacio donde estas ondas se transmitirán) además del riesgo que los animales se postren sobre la antena de transmisión, esto implicaría que recibirían fuertes descargas electromagnéticas.

En el área de trabajo existen numerosas especies de murciélagos las cuales podrán ser afectadas por las ondas electromagnéticas indirectamente.

6.4.5 Medidas de Mitigación y Monitoreo

El hecho que las antenas sean situadas en lugares elevados permite de cierta forma aislar las ondas electromagnéticas del terreno del enlace, por lo que la descarga se fijará en este espacio aereo de conexión. Los estudios

publicados son confusos, por ejemplo: por la Conferencia Internacional de Salzburgo sobre Emplazamiento de Infraestructuras de Telefonía Móvil, Ciencias Aplicadas y Salud Pública⁶⁴, recomendó valores límites de densidad de potencia de 0,1 microvatios por centímetro cuadrado para estaciones base GSM (donde la recomendación de la Unión Europea era de 450 microvatios por centímetro cuadrado). Otro parámetro será el fijado por la Oficina Suiza de Medio Ambiente ha fijado provisionalmente el límite de exposición humana en 4 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$.

6.4.5.1 Suelo

La plataforma debe estar construida sobre una base sólida para evitar movimientos de tierra. La capa de hormigón deberá ser cubierta por materia orgánica para mitigar su impacto en el paisaje.

6.4.5.2 Agua

El impacto producido es mínimo, de igual manera será conveniente depositar los desechos sobre la cimentación misma para no dispersar los residuos de la mezcla.

6.4.5.3 Aire

No existen fuentes o datos concretos sobre los efectos de las pequeñas radiaciones en los organismos vivos, ya que los existentes son contradictorios. Sin embargo un monitoreo con equipos de medición de radiación será necesario una vez instalado el equipo en diferentes puntos intermedios del trayecto de las ondas.

⁶⁴ (MSC, 2001)

6.4.5.4 Fauna y Flora

Mallas protectoras para evitar el contacto directo de agentes extraños (animales, plantas, etc.) con la antena. Además, para brindar, mayor seguridad a los equipos electrónicos.

Referente a los murciélagos, el rango de frecuencia de sus emisiones varía entre 10 – 160 KHz, la frecuencia del equipo repetidor está en el rango de los MHz, por lo que no se alteraría de forma directa sus patrones de orientación ni de comunicación de estos animales. De todas maneras se recomienda dentro del monitoreo un vez instalada la obra, realizar estudios de población y de frecuencia de aparición en el trayecto principal del radio enlace. De manera de obtener datos reales sobre el tipo de efecto de la emisiones de las antenas.

6.5 Estudio de Impacto en la Población Humana y trabajadores

Es necesario mencionar que el impacto sobre la población al acceder a servicios de telefonía e Internet puede ser para algunos comunarios un gran cambio y para otros insignificante. El acceso a información y a comunicarse con el exterior puede ser sin duda algo muy positivo para la población. Durante la ejecución del proyecto:

- Accidentes durante la implementación y mantenimiento de la obra.
- Creación de empleo
- Posibles efectos por los campos electromagnéticos

Referente al riesgo de las ondas electromagnéticas, un sistema de **señalización e información** en los tres puntos de transmisión será necesario para evitar situaciones negativas por parte de personas que transiten dichas estaciones.

6.6 Impacto Paisajístico

Otro problema derivado de la implantación de las infraestructuras tiene que ver con el impacto paisajístico en el medio urbano por las tres partes del proyecto. Algo que se podrá minorizar mediante el uso de material de la zona para la construcción y un “camuflado” con vegetación del lugar, es decir, será necesario una vez instalado todo el sistema, adaptar una cobertura vegetal objetiva en cada componente del proyecto (obra de toma, casa de máquinas, tendido eléctrico, torre de la antena, etc.)

6.7 Ficha Ambiental

Este es el documento técnico que marca el inicio del proceso de evaluación de impacto ambiental, constituyéndose en el instrumento para la determinación de la categoría de Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA). Tiene categoría de declaración jurada, e incluye información sobre el proyecto, obra o actividad, la identificación de impactos clave y la identificación de la posible solución para los impactos negativos. En la EEIA, se identifican y evalúan los potenciales impactos positivos y negativos que pueda causar la implementación, operación, futuro inducido, mantenimiento y abandono del proyecto, obra o actividad, con el fin de establecer las correspondientes medidas para evitar, mitigar o controlar aquellos que sean negativos e incentivar los positivos. Aprovechando que en Bolivia ya se han adoptado políticas formales que animan este tipo de

proyectos⁶⁵, los cuales permiten desarrollar un proyecto de estas características sin mayor recelo de las autoridades. (Ver ANEXO 5. Ficha Ambiental).

(Ver ANEXO X. Ficha Ambiental)

⁶⁵ (Ley del Medio Ambiente, 1992)

Capítulo 7: COSTOS y FINANCIAMIENTO

7.1 Presupuesto

7.1.1 Costos de obra civil

Detalle:

<i>Obra de toma</i>	=	132.11
<i>Tubería de presión</i>	=	88.18
<i>Casa de máquinas</i>	=	152.90
Costo total de la obra civil	=	373.19 (US \$)

(Ver ANEXO XI. Cómputos métricos de obra civil, ANEXO XII Presupuesto y ANEXO XIII. Análisis de precios unitarios)

7.1.2 Costos del equipo electromecánico

Para la implementación de este proyecto, se entabló contacto con la Intermediate Technology Development Group (ITDG), que como parte integral de su estrategia del Programa de Soluciones Prácticas Contra la Pobreza ofrece la transmisión de tecnologías alternativas para el área rural. Sus equipos puede representar la alternativa más viable⁶⁶ ya que se han especializado en este tipo de proyectos y además ofrecen equipos fabricados a diseño, los cuales gracias al apoyo financiero de la Comunidad Europea, ponen en el mercado los siguientes precios solidarios:

Descripción:	3 Pico Turbinas Pelton (Auxiliar/doméstico c 250 modificado ITDG)
	9 Generadores de imanes permanentes (Línea ESA, marca VATUS)
Costo Total:	1,064.00 \$US

⁶⁶ *Quienes tienen más de 30 años de experiencia a nivel mundial en el diseño e instalación de pequeñas hidrocentrales eléctricas a nivel rural (ITDG 1998).*

Forma de pago.- 50 % a la instalación y 50 % en tres meses de pago sin interés (opcional).

Crédito.- A través de una garantía personal

El Programa cubre:

- El diseño de las obras.
- La supervisión para la construcción.
- Dotación de tubos y cables.
- Cursos de capacitación en operación y mantenimiento.

7.1.3 Costos de la red eléctrica

Global (Material & Instalación) = 213.00 (US \$)

7.1.4 Costos del equipo de telecomunicaciones

Considerando las características del enlace planteado, tenemos la opción comercialmente disponible en La Paz de la importadora YAESU⁶⁷, de productos y servicios para radio y tv difusión, quienes ponen a disposición el siguiente paquete tecnológico:

Descripción del equipo: - 2 Kit Transmisor *Cisco Aironet*
- 4 Antenas Direccionales *Pacific Wireless*
- Torre Fabricada de 4 m.

Costo Total : 1,820.02 \$US

Incluye instalación y capacitación. El pago es al contado.

Para el servicio (señal) del enlace, se tendría básicamente dos alternativas: ENTEL y COTEL como proveedores del servicio de telecomunicaciones. Basándose en sus tarifas actuales de Bs./minuto en telefonía e Internet.

⁶⁷ YAESU. Edif.. Camara y Comercio. El Prado. Mezanine. Oficina M-4.

7.1.5 Costos Totales

El costo total presupuestado para este proyecto es:

Costo de la obra civil =	373.20 US \$
Costo de la red eléctrica =	213.80 US \$
Costo del equipo electromecánico =	1,064.00 US \$
Costo del equipo de telecomunicaciones =	1,820.02 US \$
Costo Total =	3,471.02 US \$

7.2 Financiamiento

La Estación Biológica cuenta con el firme apoyo financiero de la *Fundación MacArthur* de EE.UU. quienes han facilitado desde la infraestructura de la Estación incluyendo los gastos de los cursos y seminarios dictados en sus ambientes. Otros posibles fuentes de financiamiento son:

- *Conservation International*, institución que está decididamente involucrada con las actividades en el Parque Nacional Cotapata y con los estudios de la Estación Biológica.

- *Ecoabergue Sandillani*, quienes tienen el respaldo del PNUD y ya han manifestado su interés en la posibilidad de acceder al servicio de telecomunicaciones planteado por este proyecto.

Capítulo 8: CONCLUSIONES FINALES

La disponibilidad de los recursos energéticos es uno de los factores más importantes en el desarrollo de las naciones. A su vez, el desarrollo tecnológico determina la utilización de ciertos tipos de energía y, por lo tanto, la disponibilidad de ese recurso.

Una vez ubicado el lugar ideal para la instalación de la microcentral hidroeléctrica y el de la repetidora de señal, se puede establecer las condiciones necesarias para brindar a la Estación Biológica Tunquini el servicio de telecomunicaciones planteado en beneficio de los trabajos de investigación que se realicen en el área. Mediante la independencia del suministro energético gracias al recurso hídrico se pone en evidencia el modelo de aprovechamiento práctico de las características de la zona de estudio. Con lo que se otorga una herramienta moderna para elevar en nivel de investigación de la Estación Biológica, además, ofrecer a la comunidad la posibilidad de acceder a estos mismos servicios, y al mismo tiempo brindar una fuente de trabajo y de capacitación a estas personas.

Finalmente, el nivel de desarrollo tecnológico establece nuevas estrategias para facilitar el acceso a la electrificación rural y mediante estas actividades reducir las barreras que representa la falta de acceso a la electricidad para los sectores menos favorecidos. Donde se evidencia que el beneficio económico es más probable en áreas donde hay acciones hacia el desarrollo económico ya existentes y la dimensión energética puede ser incorporada en actividades de desarrollo como agua, salud, educación, agricultura, etc.

Se debe fomentar el uso de energías renovables como opciones energéticas para las zonas rurales aisladas, y poner particular énfasis en la promoción de la hidroenergía a pequeña escala (micro y mini) como una opción apropiada para facilitar el acceso de un amplio sector de la población rural a la

electricidad. Dicho trabajo debe incluir actividades relacionadas con la tecnología y el manejo sostenible de pequeños sistemas aislados de generación de energía, entre las más importantes:

- Desarrollo de tecnologías apropiadas y de bajo costo y su transferencia a talleres locales para crear la capacidad tecnológica nacional.
- Modelos de crédito apropiados a nuestra realidad, modelos de manejo sostenible y creación de capacidades locales.
- Establecer los beneficios sociales y calidad de vida, antes que generación de ingresos y beneficios económicos en los procesos de electrificación rural.

...

BIBLIOGRAFÍA:

1. Aguirre, L.F.; et al. (1995): “**Plan Preliminar de Manejo del PN-ANMI Cotapata**”. Ed. en Morales, C. B. : Caminos de Cotapata., Instituto de Ecología. La Paz (Bolivia). Pg. 113-152.
2. ALISEI / PRODENER. (2001) “**Manual del Usuario de una microcentral hidroeléctrica**” Proyecto Ecotecnológico. Ed. Andino. La Paz (Bolivia)
3. Calizaya, A. (1998) “**Guía para la identificación de proyectos hidroeléctricos a través de acciones participativas de los beneficiarios**”. Programa hidroenergético del instituto de Hidráulica e Hidrología U.M.S.A. La Paz (Bolivia)
4. Durali, M. (1993): “**Design of small water turbines for farms and small communities**”. TAP Report 76-1. Technology Adaptation Program. Ed. Massachusetts Institute of Technology. Boston (EE.UU). Pgs. 30-78.
5. García D./Lizárraga F. (2002). “**Microcentral con red aislada**”. ISF Aragón. Ed. Franciscana S.A.. Zaragoza (España)
6. Gentry, A. (1992): “**Diversity and floristic composition of Andean Forests of Peru and adjacent countries: implications for their conservation**”. Ed. Young E & N Valencia. Brooksville (EE.UU). Pg 23.
7. Gerhart, P./Gross. R./ Hochstein J.: (1995). ” **Fundamentos de Mecánica de Fluidos**” 2da. Edición. Ed. Addison-Wesley Iberoamericana. Madrid (España). Pg 439 – 495.
8. INE (2002): **Censo de Población y Vivienda 2001**. [en línea], Instituto Nacional de Estadística de Bolivia. La Paz (Bolivia).
9. Inversin, A. (1986): “**Micro-Hydropower sourcebook: A practical guide to design and implementation in developing countries**”. Ed. NRECA International Foundation. Washington, D.C. pgs. 56 – 157.
10. Millikan, B.H. (1993): “**Tropical deforestation, land degradation and society. Lessons from Rôndonia, Brazil**”. Ed. Latin American Perspectives. Bogotá (Colombia).. Pg. 45-72.

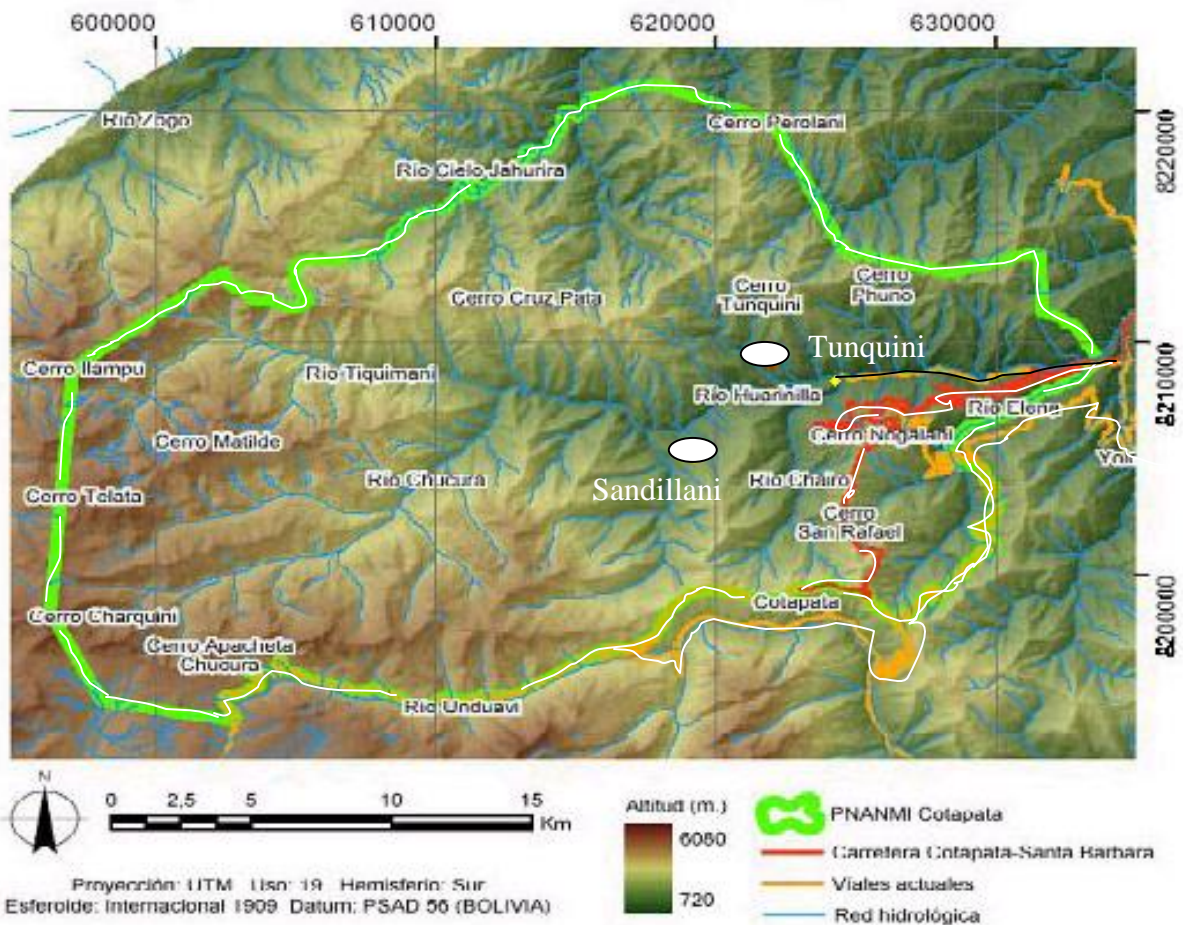
11. Ministerio de Sanidad y Consumo (MSC): (2001) [en línea] “**Campos Electromagnéticos y Salud Pública**”. Informe técnico elaborado por el comité de expertos. Subdirección General de Sanidad Ambiental y Salud laboral/ Dirección General de Salud Pública. Ministerio de Sanidad y Consumo, Madrid (España)
12. Montes de Oca, I. (1997): “**Geografía y Recursos Naturales de Bolivia**”. Edición del autor. La Paz (Bolivia). Pg 614
13. Monroy, J.L./ Montaña, E. (1997): “**Programa Hidroenergético**”. Instituto de Hidráulica e Hidrología - UMSA. Segundo Seminario Internacional de Energías Renovables. Santa Cruz (Bolivia). Pg. 317.
14. Murphy, Alan. (2003): “**Bolivia Handbook**”. Ed. Footprint Handbooks. Bath (Inglaterra) Pg. 121.
15. P.C.A. Consultores S.A. & Centro de Estudios Ecológicos y de Desarrollo Integral (CEDÍ) (1990): “**Estudio de Impacto Ambiental de la Carretera Cotapata-Santa Bárbara**”. Informe Final. La Paz (Bolivia)
16. Quiroga, I. (1996): “**Contaminación Ambiental por mercurio de los ríos Chairó y Huarinilla en el PN y ANMI Cotapata**”. U.M.S.A. Postgrado en Ecología y Conservación. Tesis de Maestría. La Paz (Bolivia)
17. Remsen, J.V., Taylor, M.A. (1989): “**An annotated checklist of the bird of Bolivia**”. Ed. Buteo Books, Vermilion (EE.UU), pg.79
18. Riveros, J.M. (1999): “**Energía Alternativa y sus usos**”. Ed. Lossorio S.A.. México D.F. Pg 38.
19. REPÚBLICA DE BOLIVIA (1993): **Decreto Supremo nº 23547**, de 9 de julio de 1993, de Declaración del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata. Gaceta Oficial de la Bolivia, nº 1796, pg.3
20. REPÚBLICA DE BOLIVIA (1994): **Nº1604 Ley de Electricidad** del 21 de diciembre de 1994.
21. REPÚBLICA DE BOLIVIA (1992): **Nº1333 Ley del Medio Ambiente** del 27 de abril de 1992.

22. Ribera, M.O. (1995): “**Aspectos ecológicos, del uso de la tierra y conservación en el PN-ANMI Cotapata**” Ed. en Morales, C. B.: Caminos de Cotapata. Instituto de Ecología. La Paz (Bolivia). Pgs. 1-84.
 23. Sánchez, T./ Rodríguez, L. (1998): “**Experiencias en Ingeniería de Bajo Costo para Microcentrales Hidroeléctricas en el Perú**”. Programa de Energía ITDG-Perú. Artículo publicado para Semana Cultural de la Facultad de Mecánica de Fluidos de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Diciembre 2000
 24. Sullivan, G.H./Millerson D. (1993): “**Enlaces Digitales**”. Ed. Berndtson & Berndtson. Mexico, D.F.
 25. SERNAP (2002): “**Áreas protegidas de Bolivia: conservando la biodiversidad. Memoria 1998-2002**”. Serv. Nac. de Áreas Protegidas, Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación. La Paz (Bolivia) 78 pp.
 26. SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA (SENAMHI) (2003). **Historial Metereológico anual**. Archivo. La Paz (Bolivia)
 27. SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA (SENAMHI) (2003). **Proyecciones Metereológicas 2004**. (no publicado)
 28. Tomasi, W. (1996): “**Sistemas de comunicaciones electrónicas**”. Ed. Prentice Hall Hispanoamericana S.A. México, D.F. pgs. 271-375
 29. Van Damme, P. (2002): “**Disponibilidad, Uso y Calidad de los Recursos Hídricos en Bolivia**”. Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, Johannesburgo, 10 de Noviembre de 2002.
 30. Villaume, G. (1997): “**Oferta Ecoturística de Bolivia: Ecoturismo Arqueológico**”. Memorias del 1er Congreso Nacional de Ecoturismo. Ed. Talleres Gráficos Sagitario S.A.. La Paz (Bolivia)
 31. White, F. (1979): “**Mecánica de fluidos**”. Ed McGrall-Hill. Bogotá (Colombia). Pg 331 – 399.
-

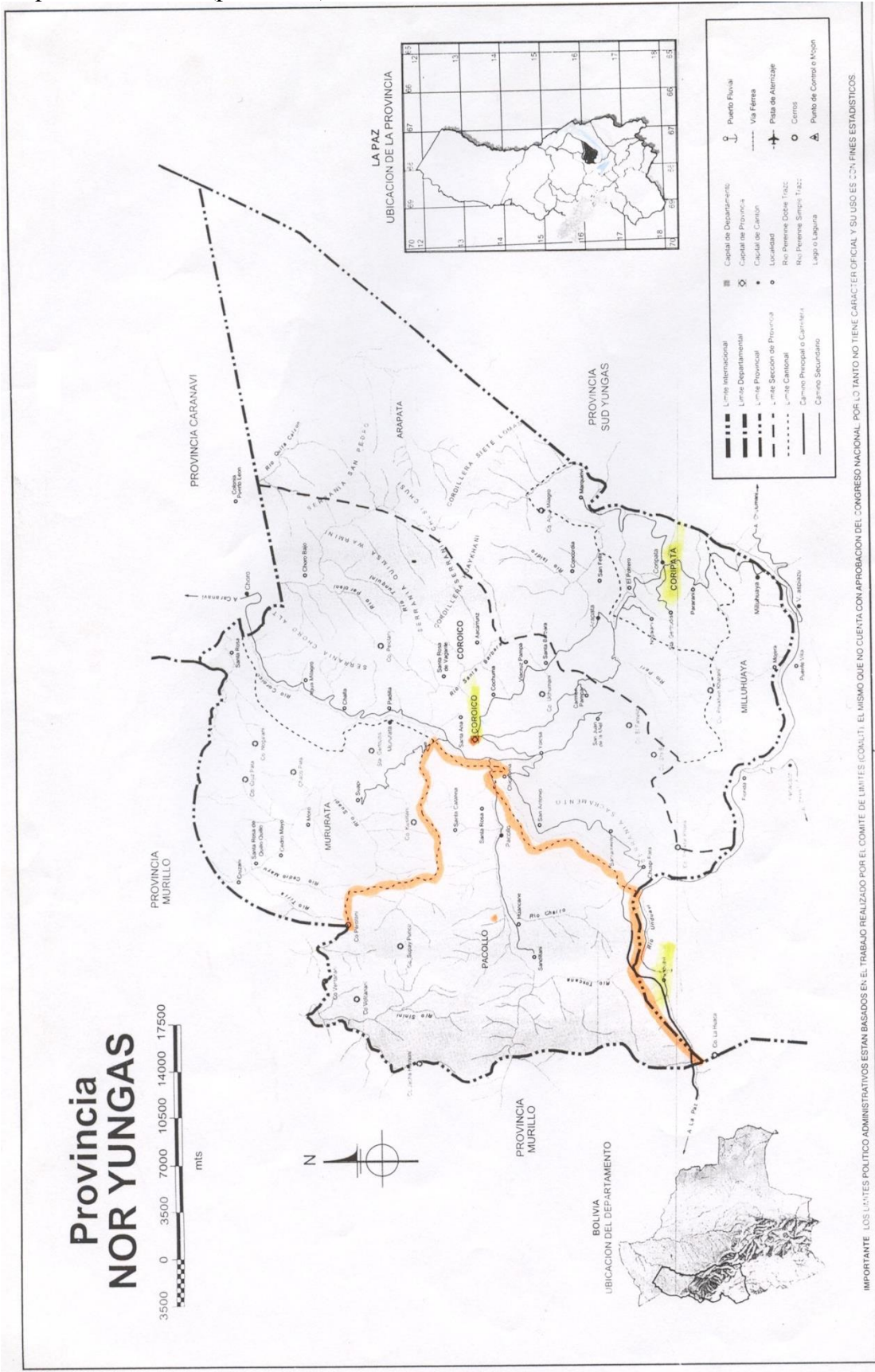
ANEXO I
 PN y ANMI Cotapata



Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata



Mapa de ubicación (provincial)



ANEXOS

ANEXO I. Mapas de ubicación.

ANEXO II. Fauna y flora de la zona de estudio.

ANEXO III. Traslado de la Estación biológica Tunquini.

ANEXO IV. Precipitación pluvial de la zona de estudio

ANEXO V. Perfil topográfico de la zona del radio enlace.

ANEXO VI. Planos de la obra civil.

ANEXO VII. Red eléctrica.

ANEXO VIII. Especificaciones técnicas (c 250 ITDG)

AÑEXO IX. Especificaciones técnicas (Cisco Aironet 350).

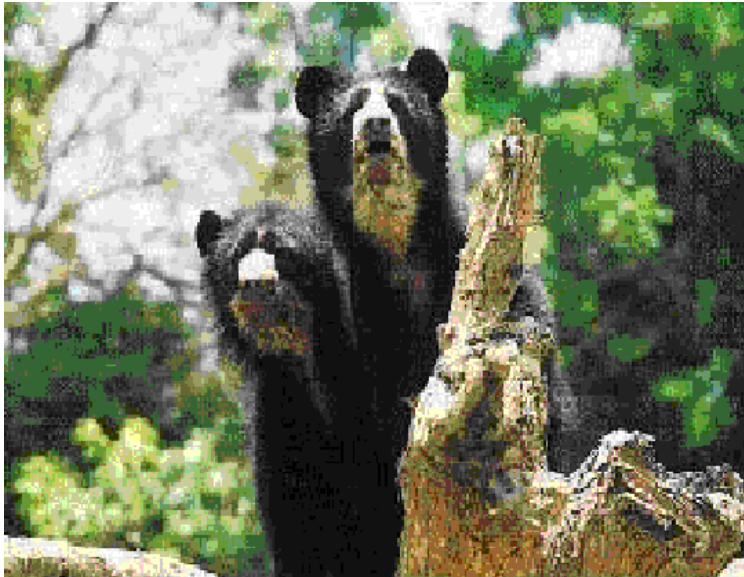
ANEXO X. Ficha Ambiental

ANEXO XI. Computos métricos de la obra civil.

ANEXO XII. Presupuesto general del proyecto por actividad.

ANEXO XIII. Análisis de precios unitarios.

FAUNA REPRESENTATIVA DE LA ZONA DE ESTUDIO



Jucumari o tomasito (*Tremactos ornatus*)



Murciélago (*Anuora geogri*)



Momotus (*Momotus momota*)



Tunquis (*Rupícola peruviana*)

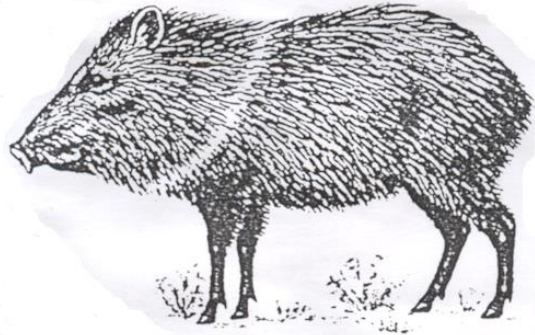


Loro verde (*Ara chloroptera*)

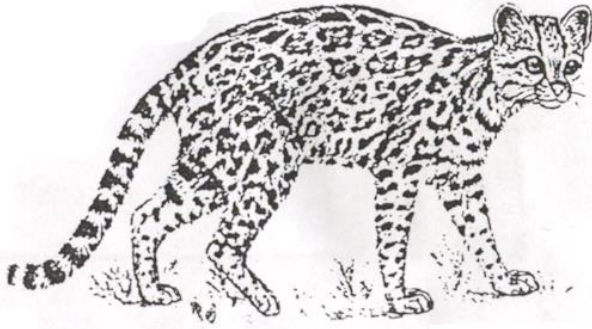
FAUNA REPRESENTATIVA DE LA ZONA DE ESTUDIO



K'usillo (*Cebus apella*)



Chanco de monte (*Tayassi pecari*)



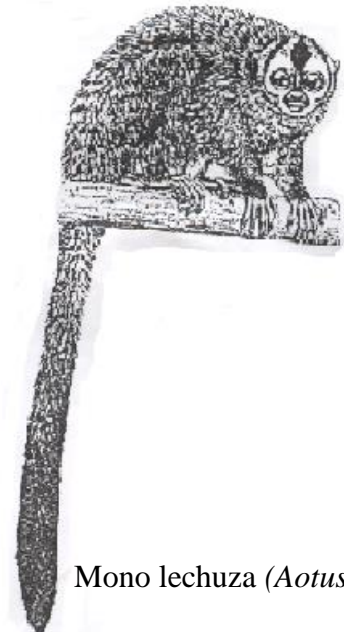
Tilcayo (*tigrinus leopardus*)



Chayi (*Didelphys marsupialis*)



Mono negro (*Ateles paniscus*)



Mono lechuza (*Aotus azarae*)

FLORA LA ZONA DE ESTUDIO



Foto 1. Bromelia. Planta que pertenece a la familia Bromeliaceae, es un tipo de plantas vascular que muy típica de los yungas subtropicales andinos.



Foto 2. Vegetación característica del sector alto de los yungas (cobertura de líquenes, musgos y hongos).

PAISAJES DE LA ZONA DE ESTUDIO



Foto 3. Panorámica de la Estación Biológica Sandillani.



Foto 4. Cobertura vegetal del sitio de trabajo (sector toma de agua).

ANEXO III.

TRASLADO DE LA ESTACIÓN BIOLÓGICA TUNQUINI



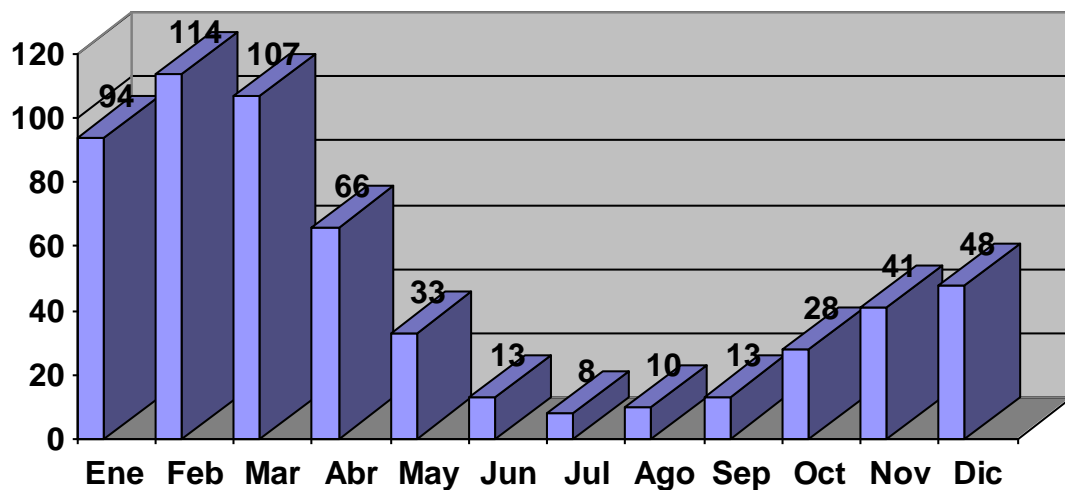
TUNQUINI



ECOALBERGUE SANDILLANI

Anexo IV.

Proyecciones Meteorológicas 2004 (Sector Nor Yungas, La Paz)

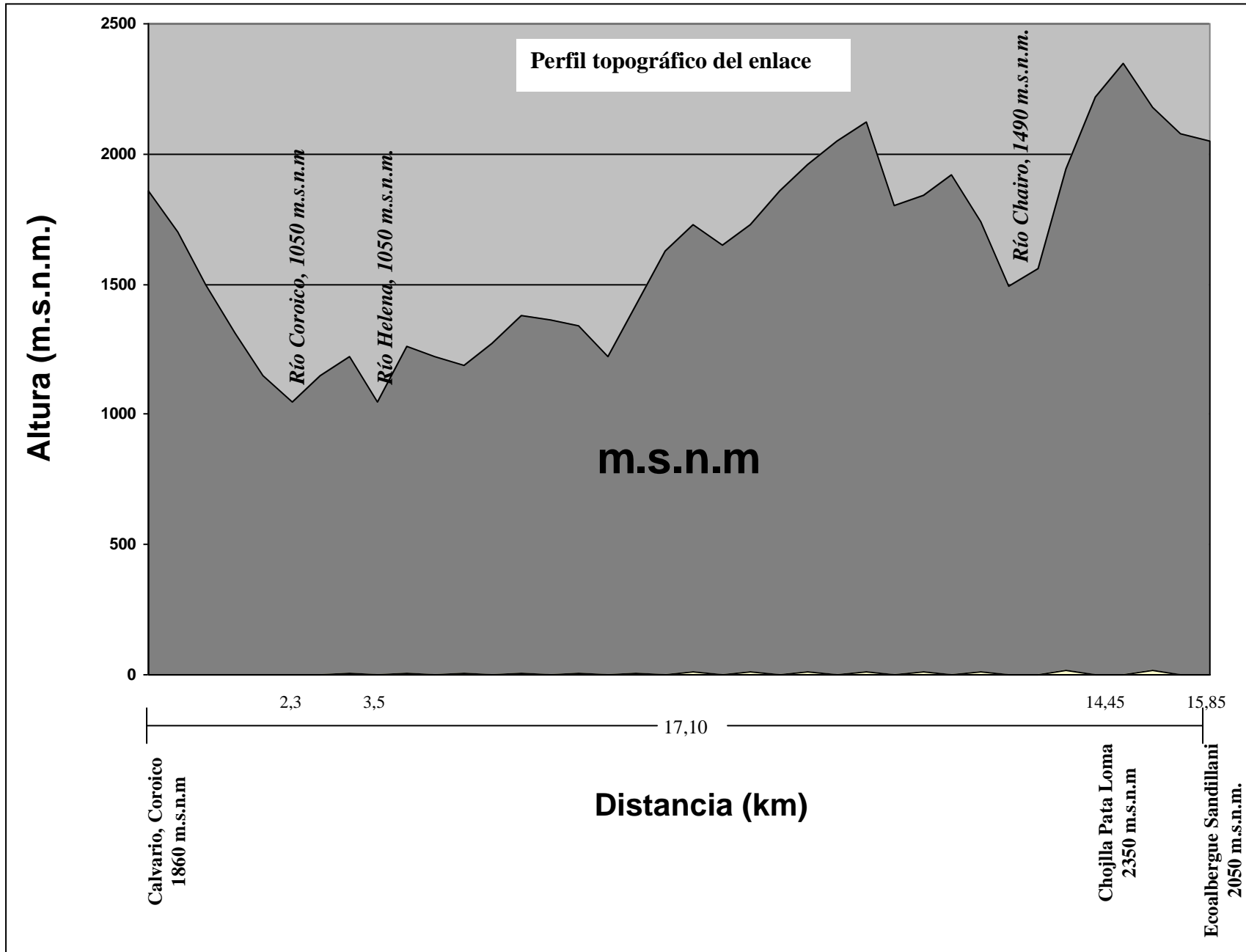


* Precipitación en mm

Fuente: SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA

Anexo V.

PERFIL TOPOGRÁFICO DE LA ZONA DEL ENLACE PROPUESTO

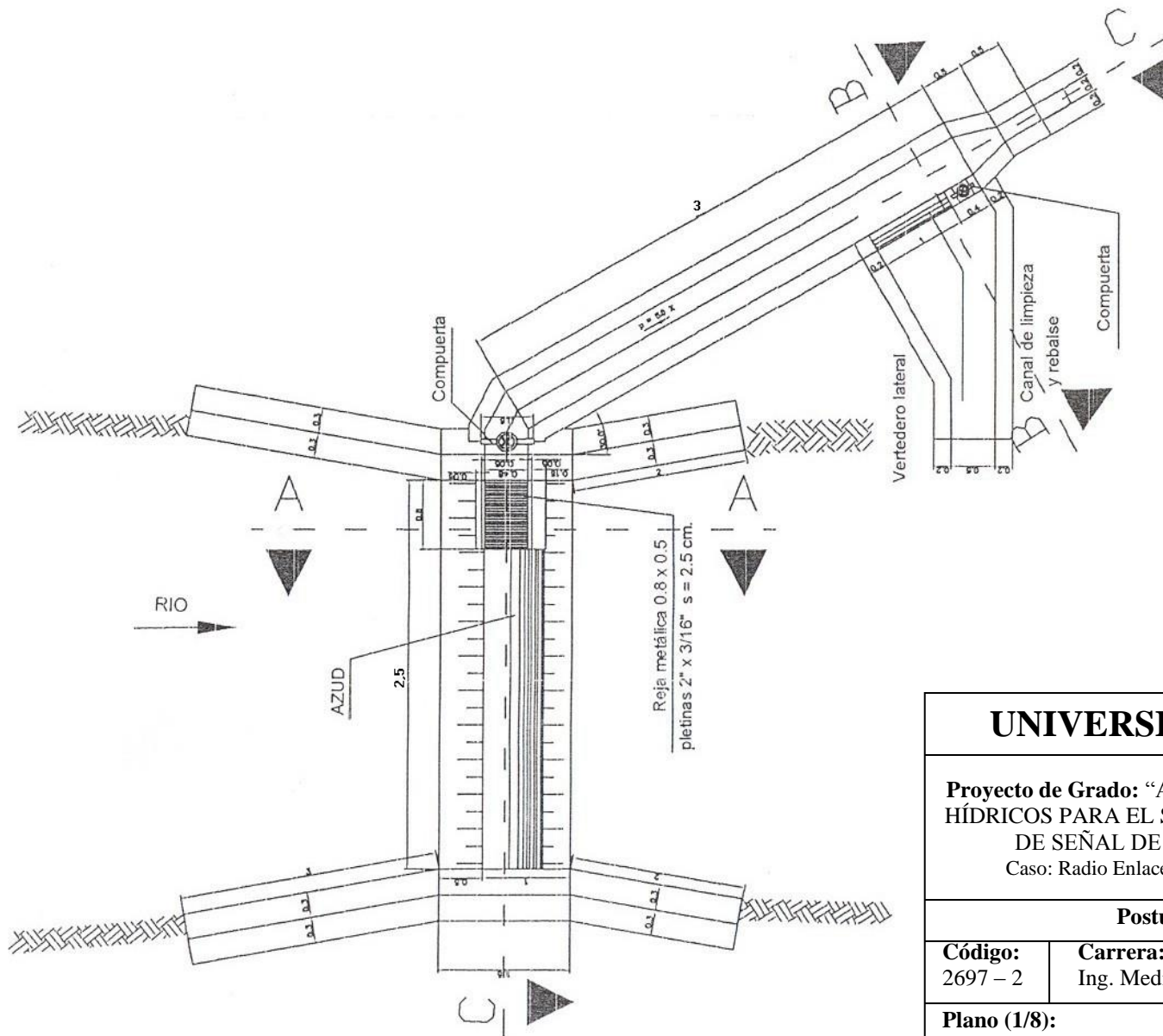


ANEXO VI.

PLANOS DE LA OBRA CIVIL

ANEXO VI.

- (1/5) CAMARA DE CARGA (PLANTA)**
- (2/5) CAMARA DE CARGA (SECCIONES A'A' & B'B')**
- (3/5) CASA DE MÁQUINAS (PLANTA Y CIMIENTOS)**
- (4/5) CASA DE MÁQUINAS (SECCIONES A'A' & B'B')**
- (5/5) CASA DE MÁQUINAS (ELEVACIÓN)**



UNIVERSIDAD LOYOLA DE BOLIVIA

Proyecto de Grado: "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE RECURSOS HÍDRICOS PARA EL SUMINISTRO ENERGÉTICO DE UNA REPETIDORA DE SEÑAL DE UN SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES"
 Caso: Radio Enlace Coroico – Estación Biológica Sandillani (Ex Tunquini)

Postulante: Univ. Alejandro Hayes Clavijo

Código:
2697 - 2

Carrera:
Ing. Medio Ambiente y RR.NN.

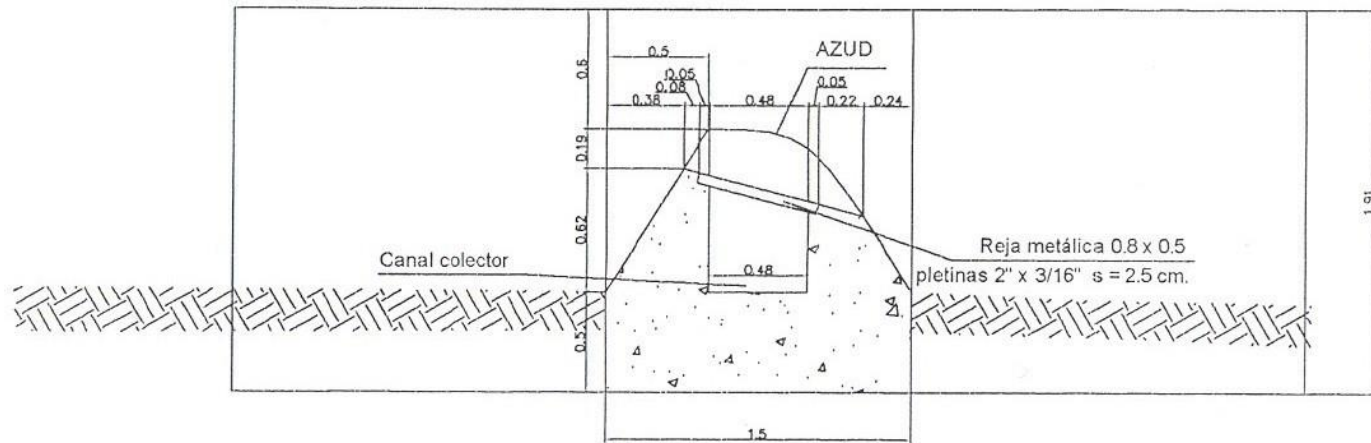
Fecha:
07 / 11 / 2005

Plano (1/8):
OBRA DE TOMA (Planta)

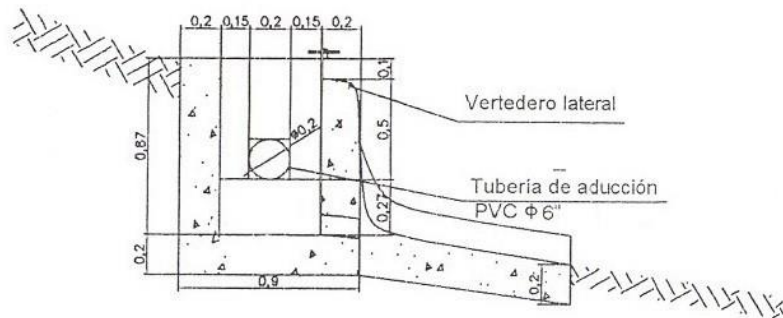
Escala:
1 : 50

Ubicación: *Chojlla Pata Loma*
Comunidad Sandillani
Municipinio de Coroico - Nor Yungas

Tutor:
Ing. Jaime Revollo Olmos



SECCION A' - A'



SECCION B'-B'

UNIVERSIDAD LOYOLA DE BOLIVIA

Proyecto de Grado: "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE RECURSOS HÍDRICOS PARA EL SUMINISTRO ENERGÉTICO DE UNA REPETIDORA DE SEÑAL DE UN SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES"
Caso: Radio Enlace Coroico – Estación Biológica Sandillani (Ex Tunquini)

Postulante: Univ. Alejandro Hayes Clavijo

Código:
2697 – 2

Carrera:
Ing. Medio Ambiente y RR.NN.

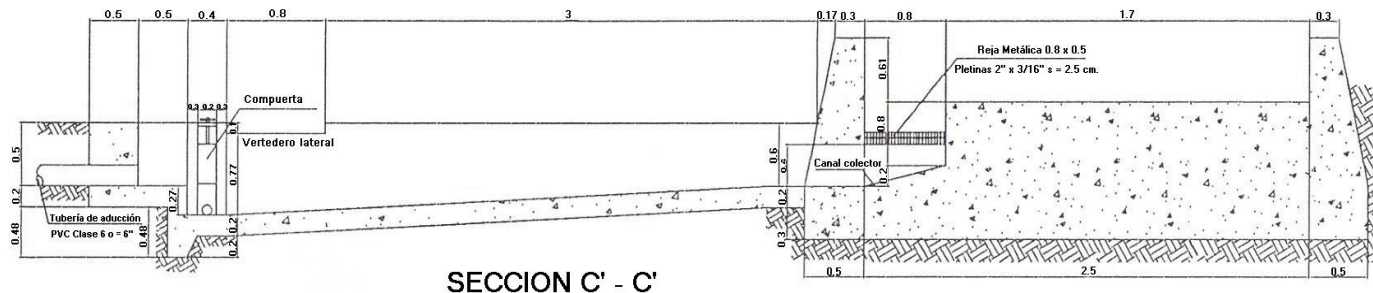
Fecha:
07 / 11 / 2005

Plano (2/8):
OBRA DE TOMA (Secciones A' - A' & B' - B')

Escala:
1 : 25

Ubicación: *Chojlla Pata Loma*
Comunidad Sandillani
Municipio de Coroico - Nor Yungas

Tutor:
Ing. Jaime Revollo Olmos



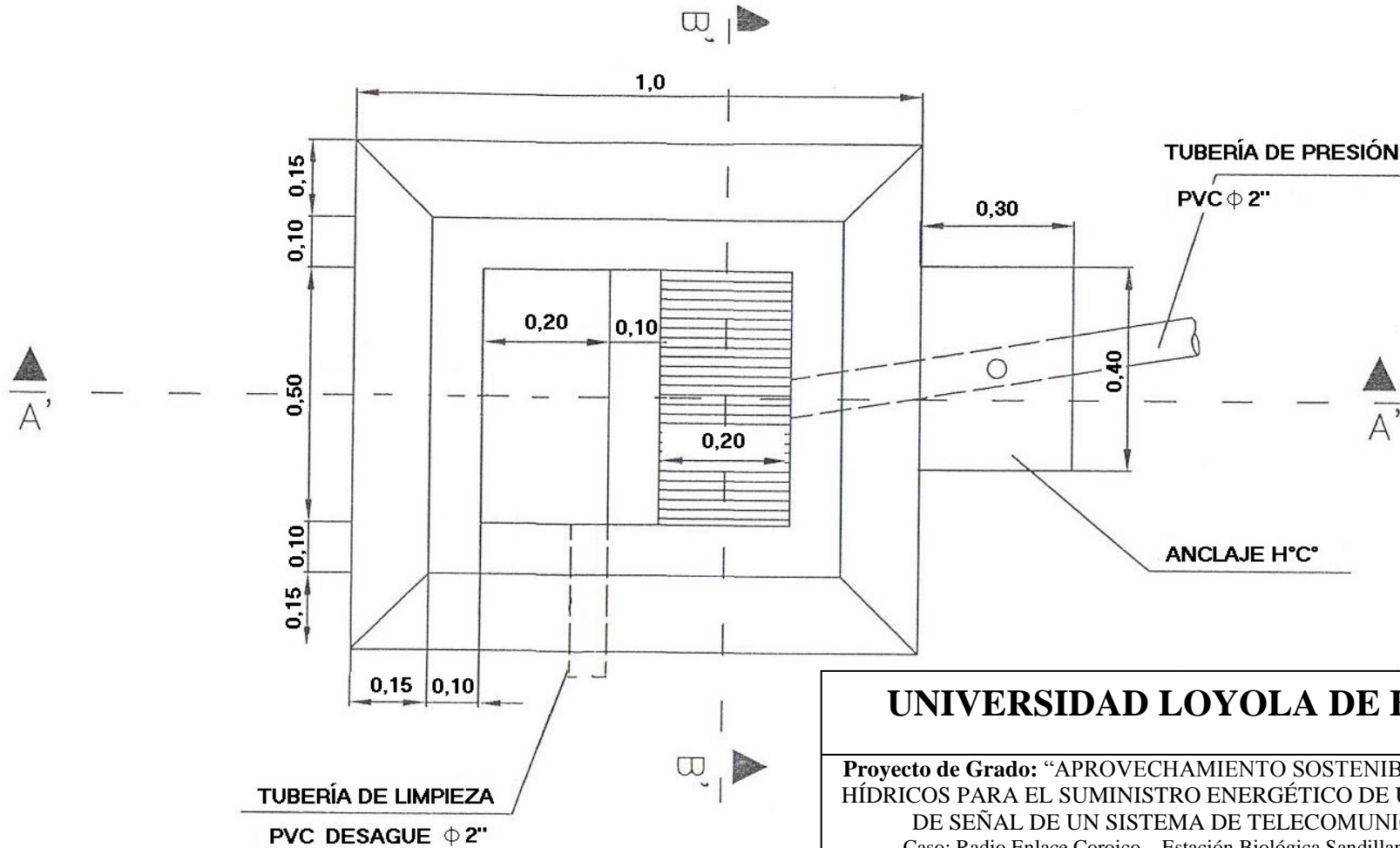
SECCION C' - C'

UNIVERSIDAD LOYOLA DE BOLIVIA

Proyecto de Grado: "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE RECURSOS HÍDRICOS PARA EL SUMINISTRO ENERGÉTICO DE UNA REPETIDORA DE SEÑAL DE UN SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES"
Caso: Radio Enlace Coroico – Estación Biológica Sandillani (Ex Tunquini)

Postulante: Univ. Alejandro Hayes Clavijo

Código: 2697 – 2	Carrera: Ing. Medio Ambiente y RR.NN.	Fecha: 07 / 11 / 2005
Plano (3/8): OBRA DE TOMA (Sección C' - C')		Escala: 1 : 25
Ubicación: Chojlla Pata Loma Comunidad Sandillani Municipio de Coroico - Nor Yungas		Tutor: Ing. Jaime Revollo Olmos



UNIVERSIDAD LOYOLA DE BOLIVIA

Proyecto de Grado: "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE RECURSOS HÍDRICOS PARA EL SUMINISTRO ENERGÉTICO DE UNA REPETIDORA DE SEÑAL DE UN SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES"
Caso: Radio Enlace Coroico – Estación Biológica Sandillani (Ex Tunquini)

Postulante: Univ. Alejandro Hayes Clavijo

Código:
2697 – 2

Carrera:
Ing. Medio Ambiente y RR.NN.

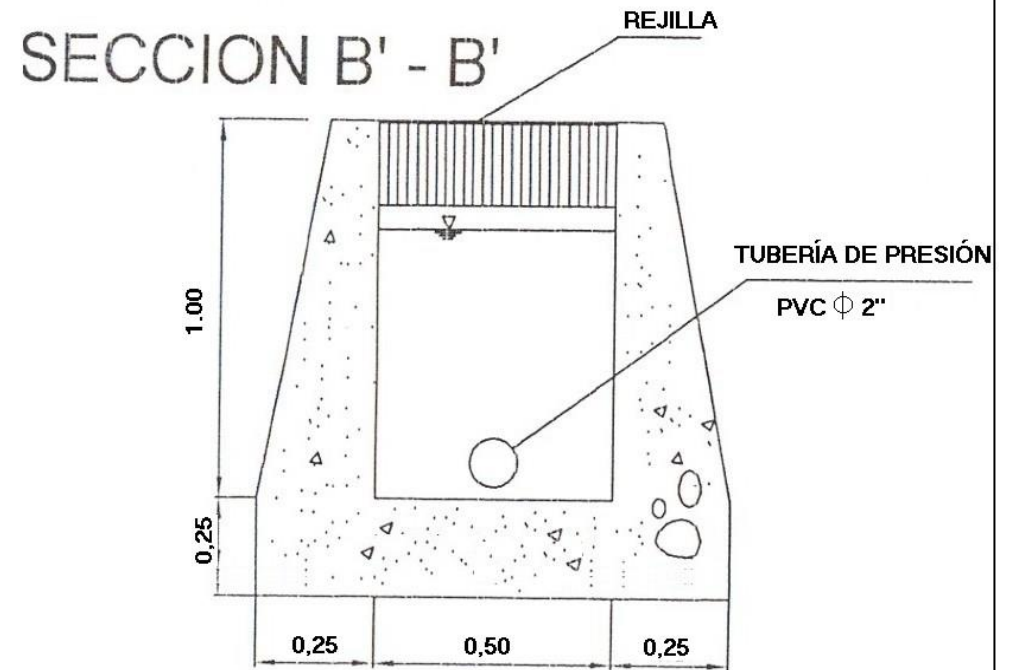
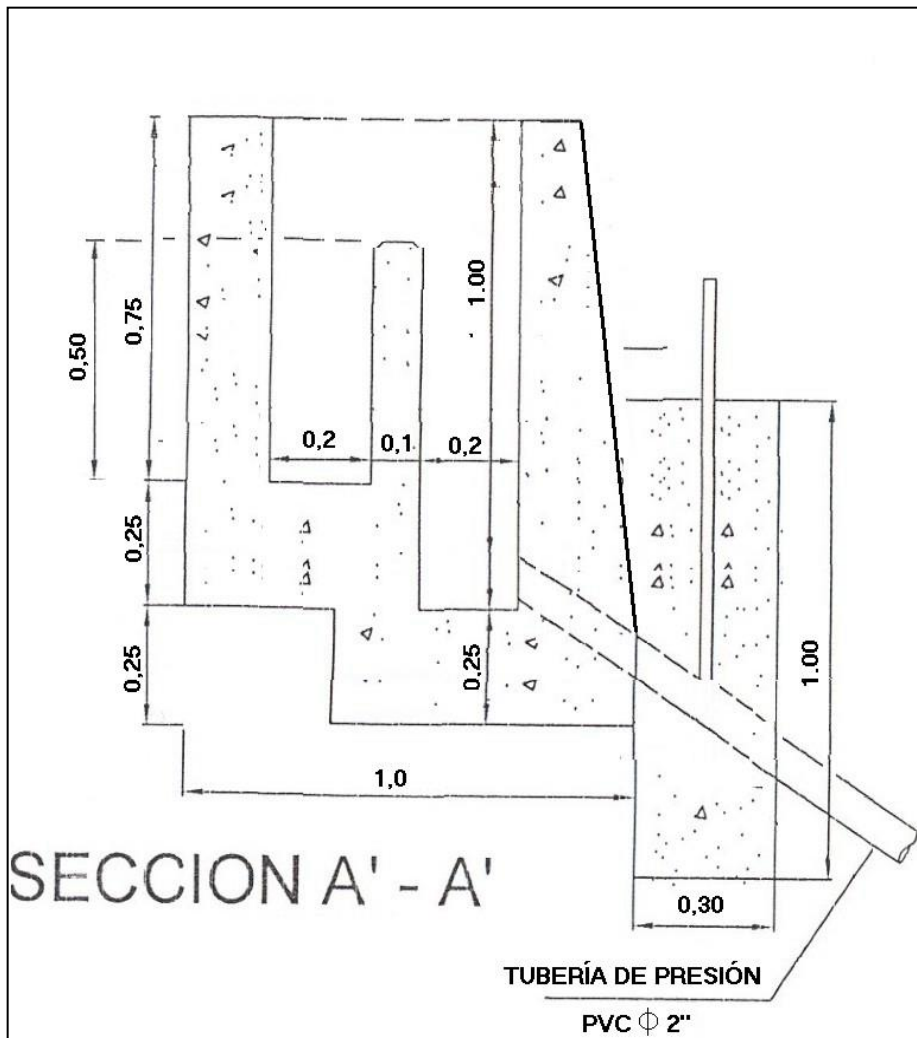
Fecha:
21 / 11 / 2005

Plano (1/5):
CÁMARA DE CARGA (Planta)

Escala:
1 : 25

Ubicación: Sandillani
Cantón Pacallo
Municipio de Coroico - Nor Yungas

Tutor:
Ing. Jaime Revollo Olmos



UNIVERSIDAD LOYOLA DE BOLIVIA

Proyecto de Grado: "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE RECURSOS HÍDRICOS PARA EL SUMINISTRO ENERGÉTICO DE UNA REPETIDORA DE SEÑAL DE UN SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES"
Caso: Radio Enlace Coroico – Estación Biológica Sandillani (Ex Tunquini)

Postulante: Univ. Alejandro Hayes Clavijo

Código:
2697 - 2

Carrera:
Ing. Medio Ambiente y RR.NN.

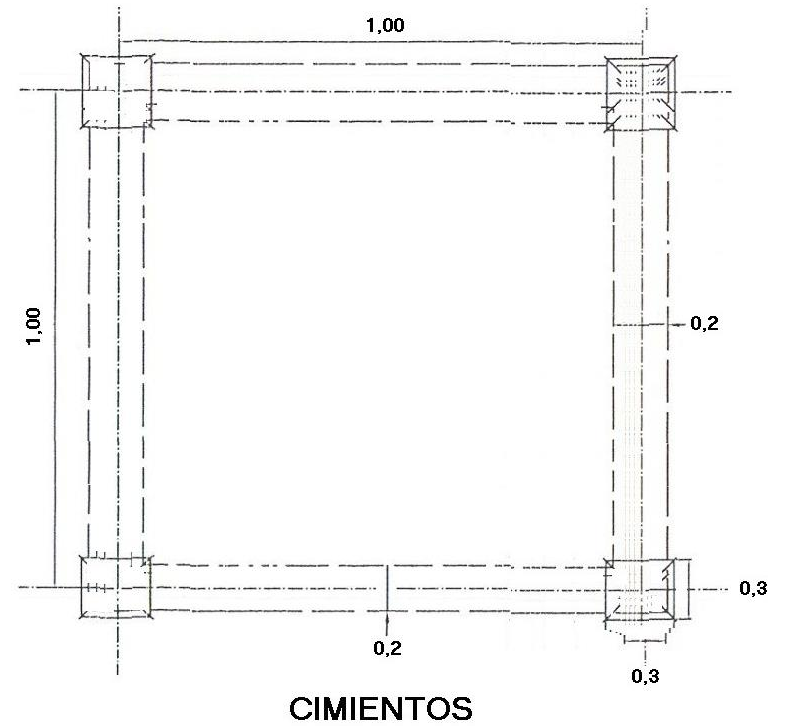
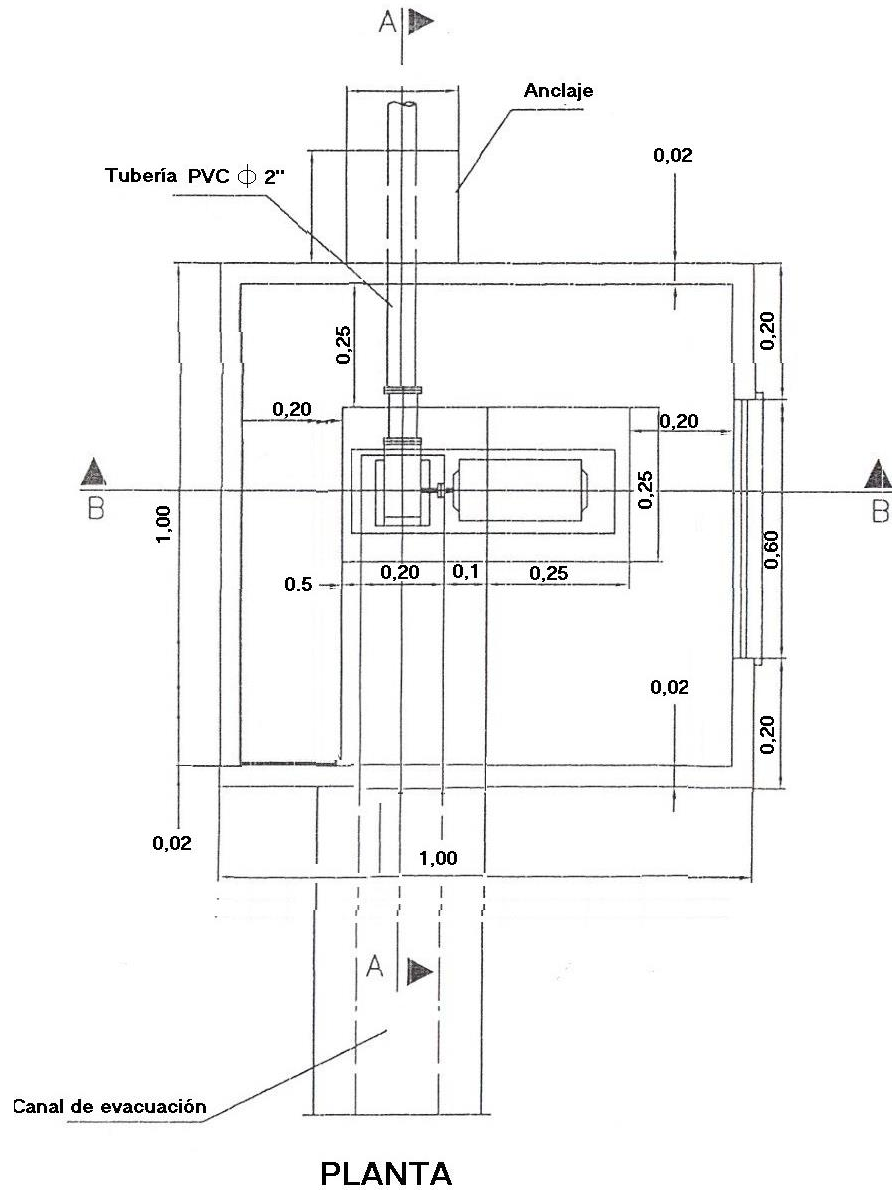
Fecha:
21 / 11 / 2005

Plano (2/5):
CÁMARA DE CARGA (Secciones A'A' & B'B')

Escala:
1 : 25

Ubicación: Sandillani
Cantón Pacallo
Municipio de Coroico - Nor Yungas

Tutor:
Ing. Jaime Revollo Olmos

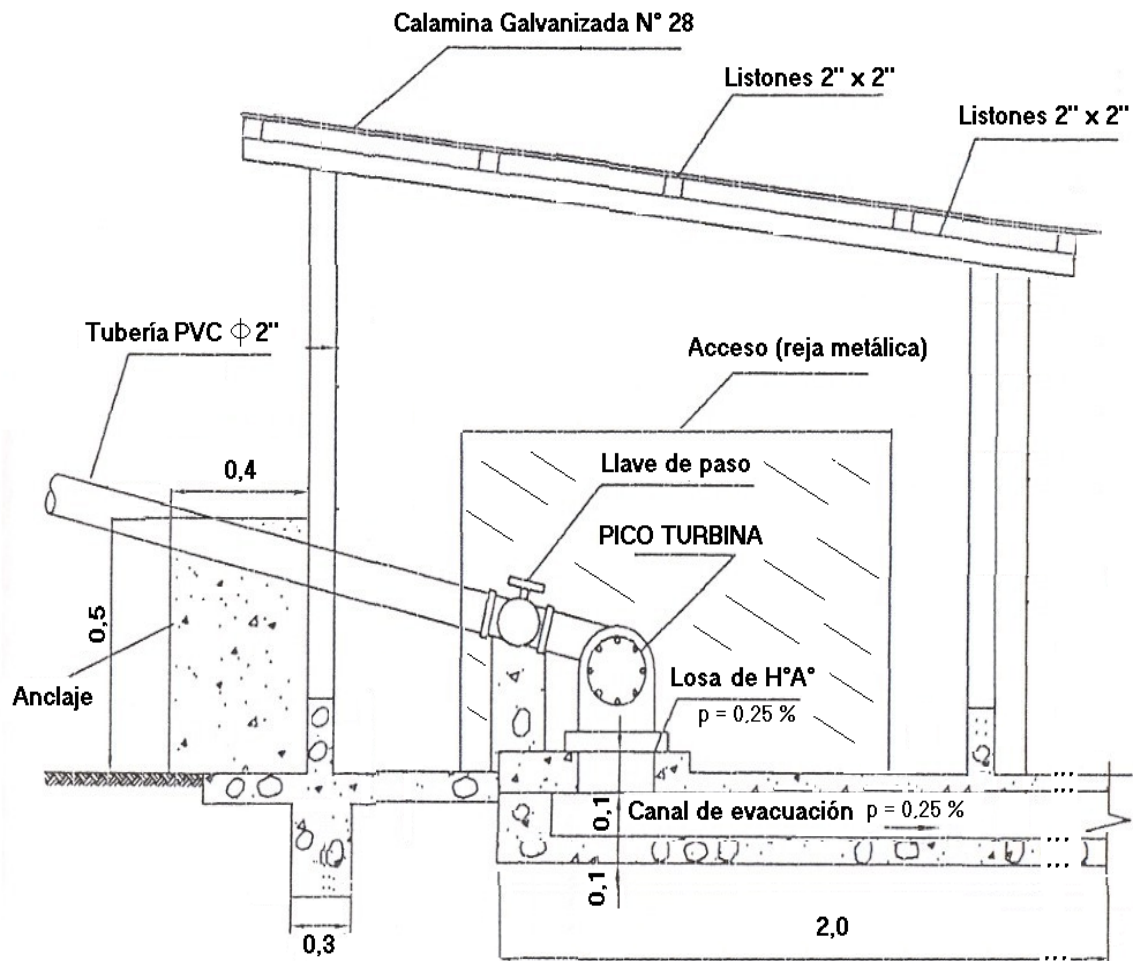


UNIVERSIDAD LOYOLA DE BOLIVIA

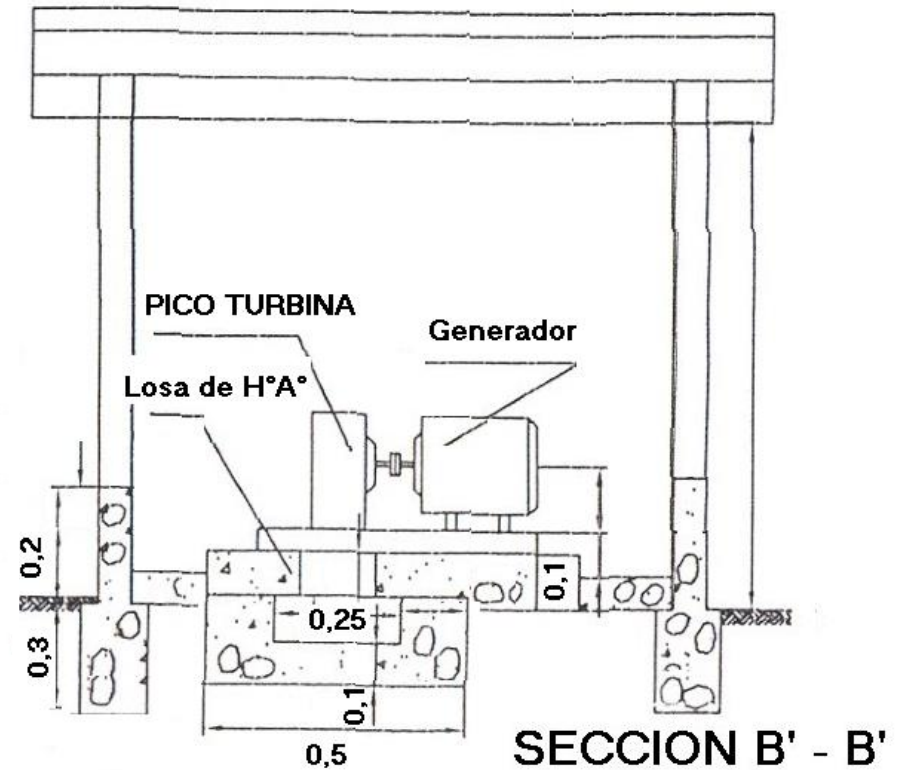
Proyecto de Grado: "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE RECURSOS HÍDRICOS PARA EL SUMINISTRO ENERGÉTICO DE UNA REPETIDORA DE SEÑAL DE UN SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES"
 Caso: Radio Enlace Coroico – Estación Biológica Sandillani (Ex Tunquini)

Postulante: Univ. Alejandro Hayes Clavijo

Código: 2697 – 2	Carrera: Ing. Medio Ambiente y RR.NN.	Fecha: 07 / 11 / 2005
Plano (3/5): CASA DE MÁQUINAS (Planta y Cimientos)		Escala: 1 : 25
Ubicación: Sandillani Cantón Pacallo Municipio de Coroico - Nor Yungas		Tutor: Ing. Jaime Revollo Olmos



SECCION A' - A'



SECCION B' - B'

UNIVERSIDAD LOYOLA DE BOLIVIA

Proyecto de Grado: "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE RECURSOS HÍDRICOS PARA EL SUMINISTRO ENERGÉTICO DE UNA REPETIDORA DE SEÑAL DE UN SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES"
 Caso: Radio Enlace Coroico – Estación Biológica Sandillani (Ex Tunquini)

Postulante: Univ. Alejandro Hayes Clavijo

Código:
2697 - 2

Carrera:
Ing. Medio Ambiente y RR.NN.

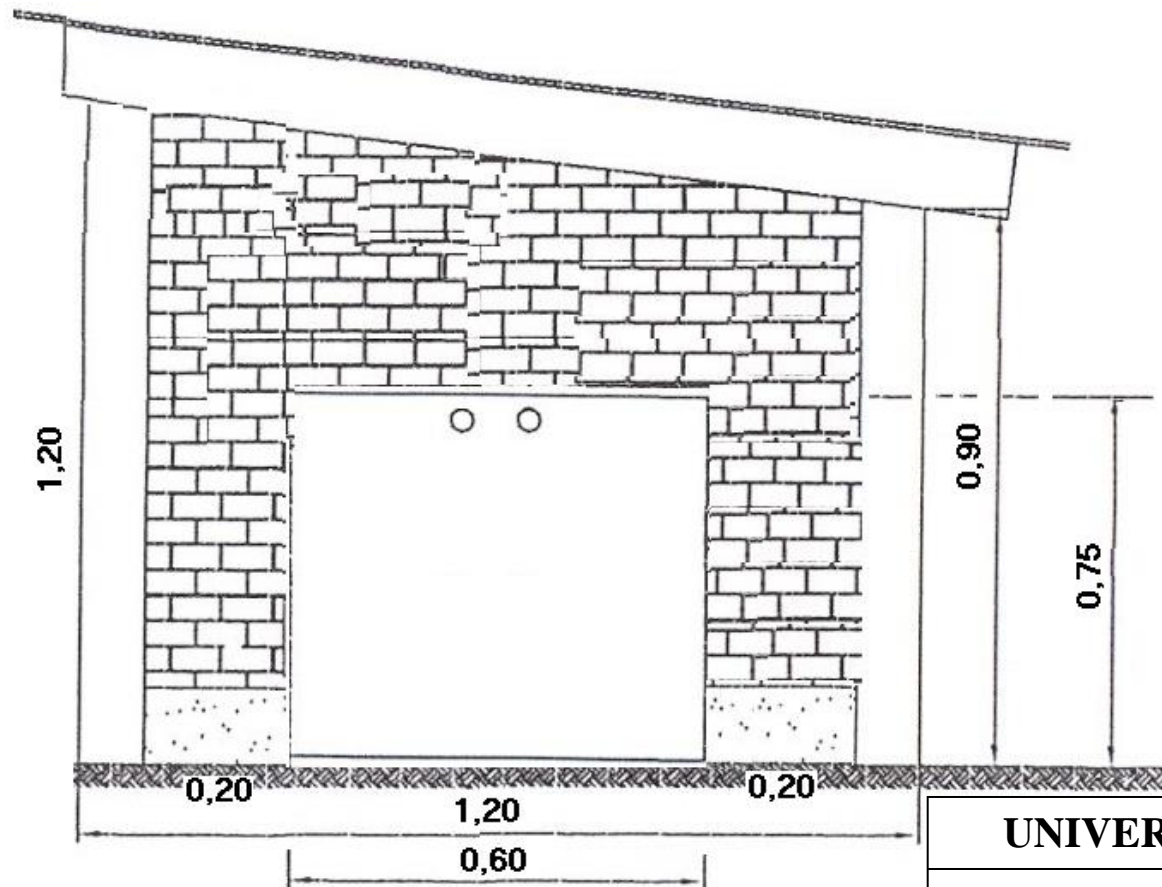
Fecha:
07 / 11 / 2005

Plano (4/5):
CASA DE MÁQUINAS (Secciones A'A' & B'B')

Escala:
1 : 25

Ubicación: Sandillani
Cantón Pacallo
Municipio de Coroico - Nor Yungas

Tutor:
Ing. Jaime Revollo Olmos



UNIVERSIDAD LOYOLA DE BOLIVIA

Proyecto de Grado: "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE RECURSOS HÍDRICOS PARA EL SUMINISTRO ENERGÉTICO DE UNA REPETIDORA DE SEÑAL DE UN SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES"
 Caso: Radio Enlace Coroico – Estación Biológica Sandillani (Ex Tunquini)

Postulante: Univ. Alejandro Hayes Clavijo

Código:
2697 – 2

Carrera:
Ing. Medio Ambiente y RR.NN.

Fecha:
21 / 11 / 2005

Plano (5/5):
CASA DE MÁQUINAS (Elevación)


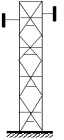
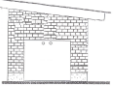

Escala:
1 : 25

Ubicación: *Sandillani*
Cantón Pacallo
Municipio de Coroico - Nor Yungas

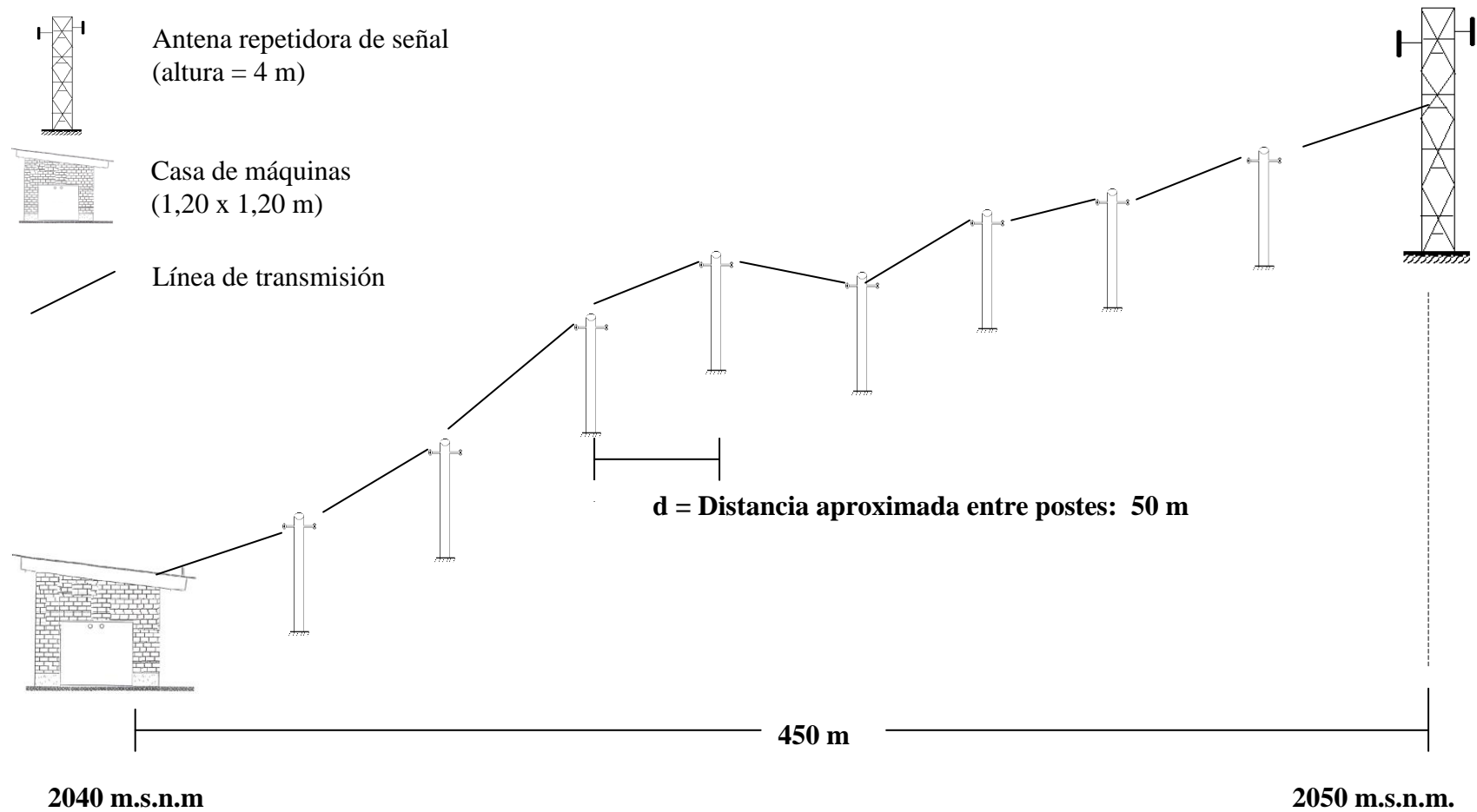
Tutor:
Ing. Jaime Revollo Olmos

Anexo VII
RED ELÉCTRICA

Descripción:

-  Poste de transmisión
(altura = 2 m)
-  Antena repetidora de señal
(altura = 4 m)
-  Casa de máquinas
(1,20 x 1,20 m)
-  Línea de transmisión

Red eléctrica entre la casa de máquinas y la repetidora de señal.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Mini Modelo Auxiliar c250 Modificado (ITDG)

<p>ITEM 2. Generador Eléctrico BRAVO, línea ESA (marca alemana BAUTZ)</p>	
<p>Descripción:</p>	<p>Permite trabajar con un par elevado a cualquier revolución obteniendo de esta manera velocidades y aceleraciones verdaderamente elevadas, características muy importantes en aplicaciones de posicionados, robótica y en general en aquellos entornos industriales donde se requiera unas buenas prestaciones dinámicas.</p> <p>Servomotor de corriente continua e iman permanente. Pudiendo variar su tensión desde 5v - 35 v ; 2 - 5 Amp. Diseñados para obtener actuaciones dinámicas a máxima duración y fiabilidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Peso aprox. 650 gramos. - Dimensiones 15 x 4 x 5 cm. <p style="text-align: right;">* GARANTIA 1 año.</p>

GENERADOR ESA



Montaje metrica estandar
Construcción de motor con cerramiento total
Eje suave DIN 42995N
 Opciones y tolerancias DIN 42995R disponibles

Conexiones de alta calidad
 Conectores estandar
 Potencia y Realimentación

Construcción robusta IP65 IP67 disponible al seleccionar modelo de servomotor

Encoder opcional montado como segundo sistema de realimentación

Resolver, encoder de conmutación o encoder Seno-Coseno disponibles como realimentación

Imanes de rotor
 Neodimio-hierro-boro

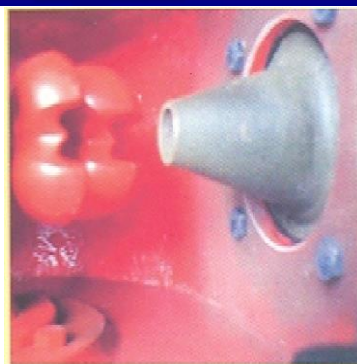
Aojamiento integral para freno (opcional). Al ser el freno interno la longitud del motor no se alarga

BAUTZ

Anexo VIII.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Mini Modelo Auxiliar c250 Modificado (ITDG)

ITEM 1. Pico Turbina Pelton (tipo Auxiliar/Doméstico)	
Descripción:	Acoplado al generador ESA (tipo BRAVO 5v - 35 v) la potencia puede ser variable entre los 10 - 175 w (rendimiento máx.) según la caída: de 2 - 10 mts, con un caudal de entre 1 - 3,5 litros/segundo. Para la instalación es necesario entubar cañería de 1.5'' acoplada a la válvula ajustable de presión incorporada a la carcasa de fibra de carbón. Rodete de 16 cucharas de bronce fundido empernadas por separado.



ANEXO IX.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS (Cisco Aironet 350 Series Client Adapters)

Cisco Aironet 350 Series Client Adapter Specifications		1/4
Data Rates Supported	1, 2, 5.5, and 11 Mbps	
Network Standard	IEEE 802.11b	
System Interface	AIR-PCM35x: PC Card (PCMCIA) Type II AIR-PCI351x: peripheral component interconnect (PCI) Bus	
Frequency Band	2.4 to 2.4897 GHz	
Network Architecture Types	Infrastructure and ad hoc	
Wireless Medium	Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)	
Media Access Protocol	Carrier sense multiple access with collision avoidance (CSMA/CA)	
Modulation	DBPSK @ 1 Mbps DQPSK @ 2 Mbps CCK @ 5.5 and 11 Mbps	
Operating Channels	North America: 11 ETSI: 13 Japan: 14	
Nonoverlapping Channels	Three	
Receive Sensitivity	1 Mbps: -94 dBm 2 Mbps: -91 dBm 5.5 Mbps: -89 dBm 11 Mbps: -85 dBm	
Delay Spread	1 Mbps: 500 ns 2 Mbps: 400 ns 5.5 Mbps: 300 ns 11 Mbps: 140 ns	
Available Transmit Power Settings	100 mW (20 dBm) 50 mW (17 dBm) 30 mW (15 dBm) 20 mW (13 dBm) 5 mW (7 dBm)	

ANEXO IX.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS (Cisco Aironet 350 Series Client Adapters)

Cisco Aironet 350 Series Client Adapter Specifications

2/4


	<p>1 mW (0 dBm)</p> <p>Maximum power setting will vary according to individual country regulations</p>
Range (typical)	<p>Indoor:</p> <p>130 ft (40 m) @ 11 Mbps</p> <p>350 ft (107 m) @ 1 Mbps</p> <p>Outdoor:</p> <p>800 ft (244 m) @ 11 Mbps</p> <p>2000 ft (610 m) @ 1 Mbps</p>
Compliance	<p>Operates license free under FCC Part 15 and complies as a Class B device; complies with DOC regulations; complies with ETS 300.328, FTZ 2100, and MPT 1349 standards</p>
Operating Systems Supported	<p>Windows 95, 98, NT 4.0, 2000, ME, XP, CE 2.11, CE 3.0, CE .NET (CE 4.0, CE 4.1), Mac OS 9.x, Mac OS X, MS-DOS and Linux</p>
Antenna	<p>AIR-PCM35x: Integrated diversity dipoles</p> <p>AIR-LMC35x: Two MMCX connectors (antennas optional, none supplied with unit)</p> <p>AIR-PCI35x: External, removable 2.2 dBi Dipole with RP-TNC Connector</p>
Encryption Key Length	<p>128-bit</p>
Security	<p>Cisco Wireless Security Suite supporting Wi-Fi Protected Access (WPA) including:</p> <p>Authentication:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 802.1X support including LEAP, EAP-FAST, PEAP-GTC, PEAP-MSCHAP V2, EAP-TLS, EAP-TTLS and EAP-SIM to yield mutual authentication and dynamic, per-user, per-session encryption keys • MAC address and by standard 802.11 authentication mechanisms <p>Encryption:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Support for static and dynamic IEEE 802.11 WEP keys of 40 bits and 128 bits • TKIP enhancements: key hashing (per-packet keying), message integrity check (MIC) and broadcast key rotation via WPA TKIP and Cisco TKIP
Status Indicators	<p>Link Status and Link Activity</p>

ANEXO IX.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS (Cisco Aironet 350 Series Client Adapters)

Cisco Aironet 350 Series Client Adapter Specifications

3/4

Dimensions	<p>AIR-PCM35x: 2.13 in. (5.4 cm) wide x 4.37 in. (11.1 cm) deep x 0.1 in. (0.3 cm) high</p> <p>AIR-LMC35x: 2.13 in. (5.4 cm) wide x 3.31 in. (8.4 cm) deep x 0.1 in. (0.3 cm) high</p> <p>AIR-PCI35x: 6.6 in. (16.8 cm) wide by 3.9 in. (9.8 cm) x .5 in. (1.3 cm) high</p>
Weight	<p>AIR-PCM35x: 1.6 oz (45g)</p> <p>AIR-LMC35x: 1.4 oz (40g)</p> <p>AIR-PCI35x: 4.4 oz (125g)</p>
Environmental	<p>AIR-PCM35x and AIR-LMC35x: -22° to 158°F (-30° to 70°C)</p> <p>AIR-PCI35x: 32° to 131°F (0° to 55°C)</p> <p>10 to 90% (noncondensing)</p>
Input Power Requirements	<p>+5 VDC +/- 5%</p>
Typical Power Consumption (at 100 mW transmit power setting)	<p>Transmit: 450 mA</p> <p>Receive: 270 mA</p> <p>Sleep mode: 15 mA</p>
Warranty	<p>Limited lifetime</p>
Wi-Fi Certification	 <p>The image shows a Wi-Fi Certified logo with the following details: 'Wi-Fi CERTIFIED', 'Certified Interoperability for:', '2.4 GHz band' (checked), '11 Mbps' (checked), '5 GHz band' (unchecked), '54 Mbps' (unchecked), and the website 'www.wi-fi.org'.</p>



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS (Antena Transmisora)

Directional 24 dBi Antena**Description:**

Directional antenna for a “client” to “base unit” connection or a “point to point” link.

SPECIFICATIONS:

Frequency Range (Mhz)	2400 – 2483
Gain	23,5 +/- - 1dbi
VSWR	1.5 : 1
3 dB Beamwidth	10.00° +/- - 1.00°
Side Lobe Level	- 20 dB +/- - 3 dB
Front to Back Ratio Over Near hemisphere At 180 degrees	21 dB 28 dB
Polarization	Vertical or Horizontal (horizontal mounting indicates vertical polarization)
Cross Polarization Rejection	28 dB
Reflector Type	Wide Grid Parabola
Parabolic Dish Measuring	64 cm (height), 80 cm (width), 54 cm (element)
Conector	N – Male
Mounting Pole	20 mm to 50mm
Surface Accuracy	0,05” RMS
F/d Ratio	0,46 – 0,56
Feed Type	Quasi Log Periodic End Fire Away
Azimuth Adjustment	Continuos
Operating Temperature	- 40° C to + 80°C
Weight (w/o mount)	3 kg

FICHA AMBIENTAL

**Proyecto: “APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE RECURSOS HÍDRICOS
PARA EL SUMINISTRO ENERGÉTICO DE UNA REPETIDORA DE SEÑAL
DE UN SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES”**

Caso: Radio Enlace Coroico - Estación Biológica Sandillani, ex Tunquini (PN y ANMICotapata)

1. INFORMACION GENERAL

FECHA DE LLENADO	: 21 - Noviembre - 05	Lugar: La Paz
PROMOTOR	: Universidad Loyola de Bolivia	
RESPONSABLE DEL LLENADO DE LA FICHA :		
Nombre y apellidos	: Alejandro Hayes Clavijo	Profesión: Tesista
Cargo	: Postulante a Ing. Medio Ambiente y RR.NN	
No. Reg. Consultor	: ----	
Departamento	: La Paz	Ciudad: La Paz
Domicilio	: Nicolás Acosta N° 439	Tel.: 2492940

2. DATOS DE LA UNIDAD PRODUCTIVA

EMPRESA O INSTITUCIÓN	: Estación Biológica Sandillani, ex Tunquini
PERSONERO (S) LEGAL (ES)	: Dr. Luis Arteaga
ACTIVIDAD PRINCIPAL	: Investigación científica
CAMARA O ASOCIACIÓN A LA QUE PERTENECE:	No aplica
DOMICILIO PRINCIPAL	: Campus Universitario Cota Cota c/27 s/n
Provincia: Murillo	Depto.: La Paz
Teléfono: 2722458	Fax: (591 – 2) 2722458 Casilla: 10077

3. IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO

NOMBRE DEL PROYECTO: Aprovechamiento sostenible de recursos hídricos para el suministro energético de una repetidora de señal de un sistema de telecomunicaciones.		
Caso: Radio Enlace Coroico – Estación Biológica Sandillani, ex Tunquini (PN y ANMI Cotapata)		
UBICACIÓN FISICA DEL PROYECTO: Ciudad y/o localidad: Sandillani		
Cantón: Pacallo	Provincia: Nor Yungas	Depto.: La Paz
Latitud: 67°52'03,01" W	Longitud: 16°13'10,45"	
Altitud: 2350 m.s.n.m.		
Código catastral del predio: No aplica No. Registro Catastral: No aplica		
COLINDANTES DEL PREDIO Y ACTIVIDADES QUE DESARROLLAN:		
Norte: Propiedad Privada Sr. Tamiji Hanamura		
Sur: Comunidad Agraria Bella Vista		
Este: Comunidad Huaricane, Camino del Inca Choro		
Oeste: Camino del Inca Choro		
USO DEL SUELO: Actual:	Ninguno	
Potencial:	Agrícola dificultado por la pronunciada pendiente.	
Certificado de uso de suelo:	No aplica	Expedido por: No aplica
Docs. Adjuntos:	Plano de ubicación del predio	
	Fotografías panorámicas del lugar	

4. DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO

SUPERFICIE A OCUPAR:	Obra: 7 m²	Tendido eléctrico: 450 m lineales
DESCRIPCIÓN DEL TERRENO:		
Topografía, pendientes:	Pendiente natural hacia el Norte (45 – 70°)	
Profundidad napa freática:	5 m	
Calidad del agua:	Agua natural de máxima calidad, dulce	
Vegetación predominante:	Thola, lampaya, kara, cedro (bosque húmedo montañoso)	
Red drenaje natural:	Río Huarinilla	
Medio humano:	Chairo	

5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

SECTOR	:	Electrificación y comunicaciones	
SUBSECTOR	:	Otros urbanismo y medio ambiente	
ACTIVIDAD ESPECIFICA	:	Otros urbanismo y comunicaciones	
NATURALEZA DEL PROYECTO: Mejoramiento de Infraestructura (nuevo)			
ETAPAS DEL PROYECTO:			
Exploración ()	Ejecución (x)	Operación (x)	
Mantenimiento (x)	Futuro inducido ()	Abandono ()	
AMBITO DE ACCION DEL PROYECTO: Rural dentro de Áreas Protegidas			
OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO:			
Utilizar los recursos hídricos de manera sostenible como fuente de energía para su aprovechamiento en un sistema de repetidoras de señal de radio enlace entre la población de Coroico y la Estación Biológica Sandillani, ex Tunquini.			
OBJETIVOS ESPECIFICOS DEL PROYECTO:			
1) Brindar a la Estación Biológica Sandillani un servicio de telecomunicaciones adecuado y fiable para sus operaciones de investigación científica y académica, administrativas y/o de contacto en general.			
2) Independizar el suministro energético del proyecto de telecomunicaciones mediante el desarrollo de turbinas hidráulicas aprovechamiento el potencial hídrico de la zona.			
3) Identificar el punto de impacto ambiental mínimo para la ubicación de la repetidora de señal, donde se tenga el recurso agua disponible en sus proximidades y al mismo tiempo sirva de enlace entre Coroico y la Estación Biológica Sandillani.			
4) Desarrollar un ejemplo de modelo de aprovechamiento sostenible y práctico de recursos hídricos de la zona, aprovechando las pendientes típicas de los Yungas paceños.			
5) Construcción de una cámara de carga y toma de agua.			
6) Instalación de la picocentral hidroeléctrica, tendido eléctrico y de un equipo de transmisión y recepción de datos y una antena repetidora de señal			
7) Operación y mantenimiento del sistema en general.			
8) Capacitación en diferentes temáticas, ambiental, administración, operación, etc.			

RELACION CON OTROS PROYECTOS: Estrategia integral de apoyo a la investigación científica dentro de las Áreas Protegidas de Bolivia. Desarrollo rural y fomento al acceso a servicios de información en general.

VIDA UTIL ESTIMADA DEL PROYECTO: **10 años**

PRODUCCIÓN ANUAL ESTIMADA DEL PRODUCTO FINAL: **No Aplica**

6. ALTERNATIVAS Y TECNOLOGÍAS

Se consideró o están consideradas alternativas de localización: **Si**

Descripción: Donde debido a las características del lugar (bosque nublado). La **energía solar** no garantiza un suministro permanente. El **potencial eólico** no es suficiente ni constante.

Describir las tecnologías (maquinaria, equipo, etc.) y los procesos que se aplicarán en cada etapa del proyecto:

Etapas de ejecución

Las obras civiles son pequeñas; excavación de zanja, construcción de cámara de carga, acopio de insumos, piedra, etc. serán realizados manualmente, usando herramientas como palas, picotas, rodillos, azadón y carretillas. La antena repetidora será fijada en una estructura de hormigón y el tendido será realizado de manera artesanal con material de la zona.

Etapas de operación y mantenimiento

Las obras civiles menores durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, serán realizadas en forma manual, mismo que se efectuará utilizando herramientas como palas, picotas, azadón, pisón de mano, rodillo compactador y carretillas. Durante las tareas de mantenimiento, se asegurará que terreno se mantenga seguro y estable, controlando que se haya efectuado un compactado y cobertura adecuados y que los canales de desvío estén permanentemente limpios. Se harán controles y limpieza de la cámara de carga, tubería de presión y canal de evacuación para mantener las instalaciones en buenas condiciones.

7. INVERSION TOTAL

FASE DEL ESTUDIO : DISEÑO FINAL	
INVERSIÓN DEL PROYECTO:	Costo total (US \$) : 3,471.02
DETALLE:	
Costo de la obra civil:	373.20 US \$
Costo de la red eléctrica:	213.80 US \$
Costo del equipo electromecánico:	1,064.00 US \$
Costo del equipo de telecomunicaciones:	1,820.02 US \$
Costo Total:	3,471.02 US \$

8. ACTIVIDADES

EJECUCIÓN	
Instalación	: 15 días
Capacitación/Disfusión:	9 días
1) Preparación y movilización	7 días
Planificación, contratación de técnicos, organización y traslado de personal, equipo y herramientas a las obras.	
2) Construcción de la obra de toma y canal de evacuación	4 días
Excavación superficial del suelo, colocado de arena y piedras. Estructura de hormigón.	
3) Construcción de la cámara de carga	1 día
La misma servirá de obra de toma y desarenador.	
4) Instalación de la picocentral hidroeléctrica	1 día
Trabajos de plomería.	
5) Construcción de una pequeña casa de máquinas	4 días
Construcción de una casa de máquinas sencilla cuyas dimensiones son de 1 x 1 m, además de un muro de sostenimiento, todo el conjunto será construido con piedras del lugar.	
6) Instalación de antenas y tendido eléctrico	5 días
En Coroico, Chojlla Pata Loma y en Sandillani	
7) Capacitación en diferentes temáticas	2 meses
Se organizarán cursos de entrenamiento que capaciten a los pobladores en el uso de los servicios tecnológicos ofrecidos y en la sostenibilidad de los diferentes proyectos.	
8) Desarrollar un programa de difusión	7 días
Se desarrollará un programa de divulgación con el objetivo de mantener bien informada a la comunidad con relación al proyecto, mediante los siguientes mecanismos de comunicación y difusión: reuniones con la comunidad, periódico mural, boletín informativo y publicaciones.	

ANEXO X.

OPERACION Y MANTENIMIENTO

- | | |
|--|----------------|
| 9) Uso del nuevo sistema de telecomunicaciones | 10 años |
| Acceso a telefonía, servicio de fax e Internet. | |
| 10) Mantenimiento infraestructura | 10 años |
| Mantenimiento preventivo de todas las mejoras realizadas en infraestructura. | |
| 11) Operación y mantenimiento sistema de toma de agua y canal de evacuación | 10 años |
| Controles periódicos, e inspecciones y limpieza continuas para mantener buenas condiciones. Verificar el estado de las cámaras de carga cada semana; así como el funcionamiento del canal de evacuación. Asegurarse de que las nuevas conexiones se realicen de manera correcta. | |
| 12) Operación y mantenimiento del sistema electrónico | 10 años |
| Asegurar periódicamente que los equipos permanezca seguro y estable. Garantizar un manejo adecuado y preventivo. | |
| 13) Capacitación en diferentes temáticas | 2 meses |
| Se organizarán cursos de entrenamiento periódicos que capaciten a los pobladores en uso informático, tecnologías alternativas y conservación del Parque. | |

9. RECURSOS HUMANOS (mano de obra)

CALIFICADA	Permanente:	2	No Permanente:	2
NO CALIFICADA	Permanente:	3	No Permanente:	5

10. RECURSOS NATURALES DEL AREA, QUE SERAN APROVECHADOS

DESCRIPCIÓN	VOLUMEN	UNIDAD
Piedra para cimientos	2	m ³
Tierra para revoque fachadas, adobes y otras refacciones	4	m ³
Arena corriente para base cimientos y otros	1	m ³
Arena fina para revoques y otros arreglos	0,2	m ³
Agua para mezcla de concreto y otros	1	m ³
Paja para la refacción y techado del Ecoalbergue	0,1	m ³
Tierra para cobertura de zanjas	0,5	m ³

11. MATERIA PRIMA, INSUMOS Y PRODUCCION DEL PROYECTO

a) MATERIA PRIMA E INSUMOS			
NOMBRE	CANTIDAD	UNIDAD	ORIGEN
Piedra bruta	1,5	m ³	del lugar
Cemento Pórtland en bolsas de 50 kg	5	bolsa	Nacional
Fierro de construcción	5	Kg	Nacional
Alambre de amarre	2	Kg	Nacional
Madera de construcción	7	m ²	Nacional
Tubería de PVC 2"	1	Pza	Nacional
Cable RF 6	4	Rollo	Nacional

ANEXO X.

Poste de luz	8	Pza	Nacional
Clavos	1	Kg	Nacional
Arena	1	m ³	del lugar
Válvula de 2'			

b) ENERGIA			
-	-	-	-

12. GENERACION DE RESIDUOS

Etapa de Ejecución

TIPO	DESCRIPCION	FUENTE	CANTIDAD	DISPOSICION FINAL O RECEPTOR
Sólidos	a) Vegetación	Limpieza	Mínima	En el mismo terreno
	b) Escombros, piedra y tierra	Excavación	Mínima	Cobertura en el sitio
	c) Residuos de construcción	Construcción	Mínima	Pozos de basura
	d) Basura	Faenas u obras	Mínima	Pozos de basura
Líquidos	a) Agua	Derrames/fugas	Variable	Suelo
Gaseosos	a) Polvo	Apertura zanjas	Variable	Suelo, previo regado

Etapa de Operación y Mantenimiento

TIPO	DESCRIPCION	FUENTE	CANTIDAD	DISPOSICION FINAL O RECEPTOR
Sólidos	a) Escombros y tierra	Limpieza	Mínima	Pozos de basura
	b) Material de escritorio	Educación y difusión	Mínima	Pozos de basura
Líquidos	a) Agua residual	Mezclas y pruebas del equipo	Variable	Al cauce natural
Gaseosos	a) Gases descomposición	Fricción de la turbina y generador	Mínima	Atmósfera

13. PRODUCCION DE RUIDO (Indicar fuente y niveles)

FUENTE	Picoturbina hidroeléctrica.
Se esperan niveles de ruido permisibles. No se perturbará en absoluto el aspecto fisiológico de los pobladores de Sandillani y alrededores.	
Nivel Min.: 40 dB	Nivel Max.: 50 dB

14. INDICAR COMO Y DONDE SE ALMACENAN LOS INSUMOS

Etapa de Ejecución

Los insumos se almacenaran a la intemperie y bajo techo. Un ambiente en el Ecoalbergue Sandillani servirá como almacén principal y de allí según requerimiento, se llevarán los insumos a las faenas de construcción.

ANEXO X.

Intemperie	Arena, piedra, grava, tuberías de PVC, y otros.
Bajo techo	Cemento, fierro de construcción, alambre, maderas, herramientas y equipos.

Etapa de Operación y Mantenimiento

Un ambiente en el Ecoalbergue Sandillani servirá como almacén principal y de allí según requerimiento, se llevarán los insumos para realizar las faenas durante la operación y mantenimiento.

Bajo techo	Cemento, tuberías de PVC, herramientas y equipos.
------------	---

15. INDICAR LOS PROCESOS DE TRANSPORTE Y MANIPULACIÓN DE INSUMOS

Agua	Según requerimientos, obtención <i>in situ</i> , para los cimientos de la antena en Chojlla Pata Loma se transportará el elemento manualmente.
Materiales de construcción, cemento, tuberías, cámaras, etc.	El transporte se efectuará en camiones hasta Chairó y la manipulación será manual utilizando equipo de protección personal hasta el sitio del proyecto.

16. POSIBLES ACCIDENTES Y/O CONTINGENCIAS

Los posibles accidentes están asociados con aquellos de probable ocurrencia en faenas de construcción, tales como:

- a. Derrame de materiales de construcción y otros residuos.
- b. Golpes, rasmilladuras, cortaduras, electrocuciones y otras lastimaduras.

En la etapa de construcción, se tomará en cuenta que los trabajadores realicen los trabajos con el mayor cuidado posible y usando equipo de protección personal (EPP). El personal calificado velará por supervisar constantemente el uso de EPP en las labores de construcción.

Los operadores y trabajadores recibirán capacitación para prevenir accidentes en curso del trabajo. Para evitar la ocurrencia de accidentes y/o contingencias, como medida de prevención se colocará señalización especial como carteles y avisos de prevención.

17. CONSIDERACIONES AMBIENTALES**RESUMEN DE IMPACTOS AMBIENTALES “CLAVE” (IMPORTANTE)**

Considerar impactos negativos y/o positivos; acumulativos; a corto y largo plazo; temporales y permanente; directos e indirectos.

Etapas de Ejecución

No	IMPACTO	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MITIGACIÓN
1	(+)	Socioeconomía	Generación empleo e ingresos	Promover la actividad
	(+)	Socioeconomía	Cambio estilo de vida necesidades comunales atendidas	Promover la actividad
2	(-)	Agua	Desviación de caudal	Optimizar uso
	(-)	Suelo	Erosión en las excavaciones	Cobertura y compactación
	(-)	Suelo	Riesgos de accidentes	Uso de equipo de protección personal (EPP)
	(+)	Socioeconomía	Generación empleo e ingresos	Promover la actividad
3	(-)	Suelo	Excavación de suelos	Cobertura y compactación
	(+)	Socioeconomía	Generación de empleo e ingresos	Ninguna
4	(-)	Agua	Desviación de caudal	Optimizar uso
	(-)	Suelo	Generación de escombros y basura	Deposición adecuada
5	(-)	Suelo	Excavación de suelo	Cobertura y compactación.
	(-)	Ecología	Construcción	Diseño con material de lugar.
6	(-)	Suelo	Apertura de senda	Repoblación de especies.
	(-)	Ecología	Paisaje	Cobertura vegetal.
	(+)	Socioeconomía	Generación de empleo e ingresos	Promover la actividad.
7	(+)	Socioeconomía	Educación y capacitación	Promover la actividad

ANEXO X.

No	IMPACTO	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MITIGACIÓN
	(+)	Socioeconomía	Desarrollo del capital humano	Promover la actividad
	(+)	Socioeconomía	Generación de empleo e ingresos	Promover la actividad
8	(+)	Socioeconomía	Comunidad mejor informada	Promover la actividad
	(+)	Socioeconomía	Desarrollo del capital humano	Promover la actividad

Etapas de Operación y Mantenimiento

No	IMPACTO	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MITIGACIÓN
9	(-)	Aire	Radio Frecuencia en la atmósfera	Señalización.
	(+)	Socioeconomía	Mejora del estilo de vida	Promover la actividad
	(+)	Socioeconomía	Herramienta de información.	Promover la actividad
10	(+)	Socioeconomía	Conservación de la infraestructura	Promover la actividad
	(+)	Socioeconomía	Generación de empleo e ingresos	Promover la actividad
11	(+)	Socioeconomía	Generación de empleo e ingresos.	Promover la actividad
12	(+)	Socioeconomía	Generación de empleo e ingresos	Promover la actividad
13	(+)	Socioeconomía	Comunidad mejor capacitada	Promover la actividad
	(+)	Socioeconomía	Generación de empleo e ingresos	Promover la actividad
	(+)	Socioeconomía	Desarrollo del capital humano	Promover la actividad

18. DECLARACION JURADA

Los suscritos: **Universidad Loyola de Bolivia** en calidad de Promotor, **Alejandro Hayes Clavijo** en calidad de responsable técnico de la elaboración de la Ficha Ambiental, damos fe, de la veracidad de la información detallada en el presente documento y asumimos la responsabilidad en caso de no ser evidente el tenor de esta declaración que tiene calidad de Confesión Voluntaria.

Firmas:

	_____	_____	_____
	PROMOTOR	RESPONSABLE	
Nombres:	UNIVERSIDAD	TECNICO	
C.I.	LOYOLA	Alejandro Hayes	
	DE BOLIVIA	Clavijo 3442865 LP	

Nota. La presente no tiene validez legal sin nombres y firmas

PARTICIPANTES EN LA ELABORACION DE LA FICHA AMBIENTAL

- *Rodrigo Iriarte I. (Ingeniero Geólogo)*
- *Andrés Vera M. (Ingeniero Ambiental)*
- *Arnold Parada M. (Asistente de Campo, Asesor Legal)*
- *Guido Huanca H. (Asistente de Campo)*
- *Gonzalo Vega L (Asistente de Campo)*
- *Alejandro Hayes C. (Tesisista)*

ANEXO X.

COMPUTOS METRICOS DE LA OBRA CIVIL

CAMARA DE CARGA	Unidades en metros			Cantid. Repet.	Volumen m ³	H°C° m ³	Adobe m ²	Excava. m ³
	Base	Altura	Largo					
Fundación	1,00	0,25	1,00	1	0.250	0.25	-	0.25
Anclaje	0,30	1,00	0,40	1	0.120	0.12	-	0.12
Laterales	0,25	1,00	1,00	2	0.500	0.5	-	-
Frontales	0,25	1,00	0,60	2	0.300	0.3	-	-
División	0,10	0,50	1,00	1	0.050	0.05	-	-
CASA DE MÁQUINAS								
	Base	Altura	Largo	Repet.	Volumen	H°C°	Adobe	Excava.
Fundación	0,30	0,35	0,30	4	0.0126	0,126	-	0.126
Cimientos	0,20	0,20	0,70	4	0.112	0.112	-	0.112
Piso	0,80	0,10	0,80	1	0.064	0.064	-	-
Base del Canal	0,5	0,10	2,0	1	0.100	0.1	-	0.1
Pared es laterales	0,25	0,10	2,0	2	0.050	0.05	-	0.05
Losa H°C°	0,25	0,10	0,55	1	0.0137	0.0137	-	-
Paredes frontal	0,40	1,10	0,20	1	0.088	-	0.440	-
Tindel	0,60	0,35	0,20	1	0.042	-	0.210	-
Pared trasera	1,0	1,10	0,20	1	0.220	-	1.100	-
Pared lateral Front.	1,0	1,20	0,20	1	0.240	-	1.200	-
Pared latera Lat.	1,0	0,90	0,20	1	0.018	-	0.900	-
VOLUMEN TOTAL					2.1803	1.560	3.850	0.758

Anexo XII

PRESUPUESTO GENERAL

ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTOS (US \$)
A	OBRA DE TOMA				
A-1	Replanteo y trazado*	m ²	1.000	50.000	50.000
A-2	Excavación común = 0 - 50 cm	m ³	0.370	2.110	0.781
A-3	Hormigón ciclopeo c/ 50% piedra	m ³	1.220	44.710	54.546
A-4	Revoque con cemento	m ²	6.200	4.320	26.784

Sub Total: 132,111

B	TUBERIA DE PRESIÓN				
B-1	Limpieza y deshierbe a 0,20cm de profundidad	m ²	4.000	0.011	0.044
B-2	Replanteo*	ml	1.000	0.000	0.000
B-3	Excavación común = 0 - 50 cm	m ³	2.000	2.110	4.220
B-4	Tendido tubería PVC	ml	2.000	18.180	36.360
B-5	Relleno de tierra (compactación manual)	m ³	0.300	0.011	0.003
B-6	Colocado de válvula de 2"	pza	1.000	47.560	47.560

Sub Total: 88,187

C	CASA DE MÁQUINAS				
C-1	Replanteo y trazado*	ml	1.500	0.000	0.000
C-2	Excavación común = 0 - 50 cm	m ³	0.380	2.110	0.802
C-3	Fundación de H°C°	m ³	2.380	25.120	59.786
C-4	Cimientos de Hormigón Ciclopeo	m ³	0.050	44.710	2.236
C-5	Sobrecimientos de H°C°	m ³	0.164	46.760	7.669
C-6	Muro adobe (E = 20 cm)	m ²	4.000	2.000	8.000
C-7	Cubierta calamina N° 28	m ²	1.000	16.600	16.600
C-8	Losa de H°A° (base turbina)	m ³	0.014	48.640	0.666
C-9	Puerta metálica de rejas 0,6 x 0,75 m	pza	1.000	52.170	52.170
C-10	Mampostería de piedra bruta (canal de evacuación)	m ³	0.150	33.180	4.977

Sub Total: 152.905

D	RED ELÉCTRICA				
D-1	Líneas Eléctrica (450 m)	glob	1.0	213,80	213.80

Sub Total: 213.800

E	EQUIPO ELECTROMECAÁNICO				
E-1	Picoturbina Pelton Auxiliar/Doméstico c 250	pza	3.0	75.00	225.00
E-2	Generador Eléctrico ESA	pza	9.0	87.00	783.00
E-3	Tablero de control ELC	pza	1.0	56.00	56.00

Sub Total: 1064,000

F	EQUIPO DE TELECOMUNICACIONES				
F-1	Transmisores Cisco Ainet	Kit	2.0	747.51	1496.02
F-2	Antena Pacific Wireless	pza	4.0	50.00	200.00
F-2	Torre Fabricada	pza	1.0	125.00	125.00

* Replanteo conjunto de las 3 actividades

Sub Total: 1820,020**COSTO TOTAL (US \$) 3471.02**

Literal: Tres mil cuatrocientos setenta y uno 02/100

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja: 1

Proyecto: **"Aprovechamiento Sostenible de Recursos Hídrico para el Suministro Energético de una Repetidora de Señal de un Sistema de Telecomunicaciones"**
 Caso: Radio Enlace Coroico . Estación Biológica Sandillani (PN y ANMI Cotapata)

Actividad: (A-1) Replanteo y trazado

Unidad: Global

Moneda: Dolares Americanos

Fecha: 10/21/2005

DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	PRECIO UNI	PRECIO TOTAL
1. Material				
Replanteo Global	1,00	0,00	0,00	0,00
2. Mano de Obra				
Topografo	hrs	4,00	50,00	50,00
3. Herramientas y Equipo				
Mano de obra directa				
4. Gastos Generales				
5. PRECIO UNITARIO DEL ITEM				50,00

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja: 2

Proyecto:	"Aprovechamiento Sostenible de Recursos Hídrico para el Suministro Energético de una Repetidora de Señal de un Sistema de Telecomunicaciones" Caso: Radio Enlace Coroico . Estación Biológica Sandillani (PN y ANMI Cotapata)
-----------	---

Actividad: (A-2) Excavación común = 0 - 50 cm

Unidad: m³

Moneda: Dolares Americanos

Fecha: 10/21/2005

DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	PRECIO UNI	PRECIO TOTAL
1. Material				
Total materia e insumos				0,000
2. Mano de Obra				
Ayudante	hrs	2,50		0,000
3. Herramientas y Equipo				
Desgaste herramientas			0,110	0,110
4. Gastos Generales				
Mano de obra indirecta				2,000
5. PRECIO UNITARIO DEL ITEM				2,110

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja: 3

Proyecto: **"Aprovechamiento Sostenible de Recursos Hídrico para el Suministro Energético de una Repetidora de Señal de un Sistema de Telecomunicaciones"**
 Caso: Radio Enlace Coroico . Estación Biológica Sandillani (PN y ANMI Cotapata)

Actividad: (A-3) Hormigón ciclopeo

Unidad: m³

Moneda: Dolares Americanos

Fecha: 10/21/2005

DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	PRECIO UNI	PRECIO TOTAL
1. Material				
Cemento Portland				0,000
Piedra burta				
Arena				
2. Mano de Obra				
Ayudante	hr		0,000	0,000
Albañil	hr		4,710	4,710
3. Herramientas y Equipo				
Desgaste general				0,000
4. Gastos Generales				
Gastos generales				40,00
5. PRECIO UNITARIO DEL ITEM				44,710

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
Hoja: 4
Proyecto: "Aprovechamiento Sostenible de Recursos Hídrico para el Suministro Energético de una Repetidora de Señal de un Sistema de Telecomunicaciones" Caso: Radio Enlace Coroico . Estación Biológica Sandillani (PN y ANMI Cotapata)

Actividad: (A-4) Revoque con cemento

Unidad: m²

Moneda: Dolares Americanos

Fecha: 10/21/2005

DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	PRECIO UNI	PRECIO TOTAL
1. Material				
Cemento Portland	1,00	0,00	0,00	0,00
Madera encofrados	p ²	0,15	4,50	0,670
Clavos	kg	0,10	0,000	0,000
Alambre de amarre	kg	1,17	0,000	0,000
2. Mano de Obra				
Albañil	hr	2	0,00	3,50
3. Herramientas y Equipo				
Desgaste genral				0,150
4. Gastos Generales				
5. PRECIO UNITARIO DEL ITEM				4,320

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja: 5

Proyecto: **"Aprovechamiento Sostenible de Recursos Hídrico para el Suministro Energético de una Repetidora de Señal de un Sistema de Telecomunicaciones"**
 Caso: Radio Enlace Coroico . Estación Biológica Sandillani (PN y ANMI Cotapata)

Actividad: (B-1) Limpieza y deshierbe a 0,20 de profundidad

Unidad: m²

Moneda: Dolares Americanos

Fecha: 10/21/2005

DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	PRECIO UNI	PRECIO TOTAL
-------------	--------	-------------	------------	--------------

1. Material

2. Mano de Obra

3. Herramientas y Equipo

4. Gastos Generales

Mano de obra indirecta 0,011

5. PRECIO UNITARIO DEL ITEM 0,011

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja: 6

Proyecto:	"Aprovechamiento Sostenible de Recursos Hídrico para el Suministro Energético de una Repetidora de Señal de un Sistema de Telecomunicaciones" Caso: Radio Enlace Coroico . Estación Biológica Sandillani (PN y ANMI Cotapata)
-----------	---

Actividad: (B-2) Replanteo

Unidad: ml

Moneda: Dolares Americanos

Fecha: 10/21/2005

DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	PRECIO UNI	PRECIO TOTAL
1. Material				
Replano global			50,000	
2. Mano de Obra				
Topografo			0,000	
3. Herramientas y Equipo				
Mano de obra indirecta			0,000	
4. Gastos Generales				
Precio global			0,000	
5. PRECIO UNITARIO DEL ITEM				
			50,000	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja: 7

Proyecto:	"Aprovechamiento Sostenible de Recursos Hídrico para el Suministro Energético de una Repetidora de Señal de un Sistema de Telecomunicaciones" Caso: Radio Enlace Coroico . Estación Biológica Sandillani (PN y ANMI Cotapata)
-----------	---

Actividad: (B-3) Excavación común 0 - 50 cm

Unidad: m³

Moneda: Dolares Americanos

Fecha: 10/21/2005

DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	PRECIO UNI	PRECIO TOTAL
1. Material				
Total herramientas e insumos			0,000	
2. Mano de Obra				
Ayudante			0,000	
3. Herramientas y Equipo				
Desgaste general			0,000	
4. Gastos Generales				
Mano de obra indirecta			2,110	
5. PRECIO UNITARIO DEL ITEM				
			2,110	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja: 8

Proyecto:	"Aprovechamiento Sostenible de Recursos Hídrico para el Suministro Energético de una Repetidora de Señal de un Sistema de Telecomunicaciones" Caso: Radio Enlace Coroico . Estación Biológica Sandillani (PN y ANMI Cotapata)
-----------	---

Actividad: (B-4) Tendido tubería PVC

Unidad: ml

Moneda: Dolares Americanos

Fecha: 10/21/2005

DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	PRECIO UNI	PRECIO TOTAL
1. Material				
Tubería PVC 2"	1	0,85	10,58	10,58
2. Mano de Obra				
Albanil				
3. Herramientas y Equipo				
Desgaste general				7,6
4. Gastos Generales				
Mano de obra indirecta				
5. PRECIO UNITARIO DEL ITEM				18,18

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja: 9

Proyecto:	"Aprovechamiento Sostenible de Recursos Hídrico para el Suministro Energético de una Repetidora de Señal de un Sistema de Telecomunicaciones" Caso: Radio Enlace Coroico . Estación Biológica Sandillani (PN y ANMI Cotapata)
-----------	---

Actividad: (B-5) Relleno de tierra compactación manual

Unidad: m³

Moneda: Dolares Americanos

Fecha: 10/21/2005

DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	PRECIO UNI	PRECIO TOTAL
-------------	--------	-------------	------------	--------------

1. Material

2. Mano de Obra

3. Herramientas y Equipo

4. Gastos Generales

Mano de obra indirecta	0,011
------------------------	-------

5. PRECIO UNITARIO DEL ITEM

0,011

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja: 10

Proyecto: **"Aprovechamiento Sostenible de Recursos Hídrico para el Suministro Energético de una Repetidora de Señal de un Sistema de Telecomunicaciones"**
 Caso: Radio Enlace Coroico . Estación Biológica Sandillani (PN y ANMI Cotapata)

Actividad: (B-6) Colocado de la válvula de 2"

Unidad: pza

Moneda: Dolares Americanos

Fecha: 10/21/2005

DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	PRECIO UNI	PRECIO TOTAL
1. Material				
Valvula Unión Universal	pza	1,00	26,45	26,45
Accesorios de instalación	paquete	1,00	0,00	0,00
2. Mano de Obra				
Plomero	hr	0,5	10,56	5,56
3. Herramientas y Equipo				
Mano de obra indirecta				4,55
4. Gastos Generales				
Transporte				11,00
5. PRECIO UNITARIO DEL ITEM				47,56

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja: 1

Proyecto:	"Aprovechamiento Sostenible de Recursos Hídrico para el Suministro Energético de una Repetidora de Señal de un Sistema de Telecomunicaciones" Caso: Radio Enlace Coroico . Estación Biológica Sandillani (PN y ANMI Cotapata)
-----------	---

Actividad: (A-1) Replanteo y trazado

Unidad: ml

Moneda: Dolares Americanos

Fecha: 10/21/2005

DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	PRECIO UNI	PRECIO TOTAL
1. Material				
Replanteo global			50,00	
2. Mano de Obra				
Topógrafo			0,000	
3. Herramientas y Equipo				
Mano de obra indirecta			0,000	
4. Gastos Generales				
5. PRECIO UNITARIO DEL ITEM			50,00	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja: 12

Proyecto: **"Aprovechamiento Sostenible de Recursos Hídrico para el Suministro Energético de una Repetidora de Señal de un Sistema de Telecomunicaciones"**
 Caso: Radio Enlace Coroico . Estación Biológica Sandillani (PN y ANMI Cotapata)

Actividad: (C-2) Excavación común 0 - 50 cm

Unidad: m³

Moneda: Dolares Americanos

Fecha: 10/21/2005

DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	PRECIO UNI	PRECIO TOTAL
1. Material				
Total materia e insumos				0,000
2. Mano de Obra				
Ayudante	hrs	2,50		0,000
3. Herramientas y Equipo				
Desgaste herramientas			0,110	0,110
4. Gastos Generales				
Mano de obra indirecta				2,000
5. PRECIO UNITARIO DEL ITEM				2,110

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
Hoja: 13
Proyecto: "Aprovechamiento Sostenible de Recursos Hídrico para el Suministro Energético de una Repetidora de Señal de un Sistema de Telecomunicaciones" Caso: Radio Enlace Coroico . Estación Biológica Sandillani (PN y ANMI Cotapata)

Actividad: (C-3) Fundación de H°C°

Unidad: m²

Moneda: Dolares Americanos

Fecha: 10/21/2005

DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	PRECIO UNI	PRECIO TOTAL
1. Material				
Arena común				
Clavos				0,000
Cemento Portland	bolsa	4,00	5,10	20,4
Piedra bruta	m ³	0,85	3,800	3,230
Madera Enfrosados	p ²	0,15	4,50	0,670
2. Mano de Obra				
Albañil	hr		2 0,00	0,000
3. Herramientas y Equipo				
4. Gastos Generales				
Mano de obra indirecta				1,49
5. PRECIO UNITARIO DEL ITEM				25,12

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja: 14

Proyecto:	"Aprovechamiento Sostenible de Recursos Hídrico para el Suministro Energético de una Repetidora de Señal de un Sistema de Telecomunicaciones" Caso: Radio Enlace Coroico . Estación Biológica Sandillani (PN y ANMI Cotapata)
-----------	---

Actividad: (C-4) Cimientos de Hormigón ciclopeo**Unidad:** m³**Moneda:** Dolares Americanos**Fecha:** 10/21/2005

DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	PRECIO UNI	PRECIO TOTAL
1. Material				
Cemento Portland				0,000
2. Mano de Obra				
Ayudante	hr		0,000	0,000
Albañil	hr		4,710	4,710
3. Herramientas y Equipo				
Desgaste general				0,000
4. Gastos Generales				
Gastos generales				40,00
5. PRECIO UNITARIO DEL ITEM				44,710

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja: 15

Proyecto:	"Aprovechamiento Sostenible de Recursos Hídrico para el Suministro Energético de una Repetidora de Señal de un Sistema de Telecomunicaciones" Caso: Radio Enlace Coroico . Estación Biológica Sandillani (PN y ANMI Cotapata)
-----------	---

Actividad: (C-5) Sobrecimientos de H°C°

Unidad: m³

Moneda: Dolares Americanos

Fecha: 10/21/2005

DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	PRECIO UNI	PRECIO TOTAL
1. Material				
Cemento Portland			0,000	
Arena			0,000	
Piedra bruta			0,000	
Madera para encofrados			0,000	
2. Mano de Obra				
Ayudante	hr		0,000	0,000
Albañil	hr		6,760	6,760
3. Herramientas y Equipo				
Desgaste general				0,000
4. Gastos Generales				
Gastos generales				40,00
5. PRECIO UNITARIO DEL ITEM				46,760

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja: 16

Proyecto:	"Aprovechamiento Sostenible de Recursos Hídrico para el Suministro Energético de una Repetidora de Señal de un Sistema de Telecomunicaciones" Caso: Radio Enlace Coroico . Estación Biológica Sandillani (PN y ANMI Cotapata)
-----------	---

Actividad: (C-6) Muro de adobe (E = 20 cm)

Unidad: m²

Moneda: Dolares Americanos

Fecha: 10/21/2005

DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	PRECIO UNI	PRECIO TOTAL
1. Material				0,000
2. Mano de Obra Albañil				0,000
3. Herramientas y Equipo Desgaste herramientas				0,000
4. Gastos Generales Mano de obra indirecta				2,00
5. PRECIO UNITARIO DEL ITEM				2,00

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja: 17

Proyecto:	"Aprovechamiento Sostenible de Recursos Hídrico para el Suministro Energético de una Repetidora de Señal de un Sistema de Telecomunicaciones" Caso: Radio Enlace Coroico . Estación Biológica Sandillani (PN y ANMI Cotapata)
-----------	---

Actividad: (C-7) Cubierta aluminio

Unidad: m²

Moneda: Dolares Americanos

Fecha: 10/21/2005

DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	PRECIO UNI	PRECIO TOTAL
1. Material				
Calamina de aliminio 28	m ²	0,90	7.16	7,16
Clavos	kg			0,000
2. Mano de Obra				
Ablañil	hr			4,67
3. Herramientas y Equipo				
				0,41
4. Gastos Generales				
Mano de obra indirecta				4,36
5. PRECIO UNITARIO DEL ITEM				
				16,60

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja: 18

Proyecto:	"Aprovechamiento Sostenible de Recursos Hídrico para el Suministro Energético de una Repetidora de Señal de un Sistema de Telecomunicaciones" Caso: Radio Enlace Coroico . Estación Biológica Sandillani (PN y ANMI Cotapata)
-----------	---

Actividad: (C-8) Losa de H°A° (base turbina)

Unidad: m³

Moneda: Dolares Americanos

Fecha: 10/21/2005

DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	PRECIO UNI	PRECIO TOTAL
1. Material				
Cemento Portland			0,000	
Arena fina			0,000	
2. Mano de Obra				
Albañil			0,000	
3. Herramientas y Equipo				
			9,10	
4. Gastos Generales				
Mano de obra indirecta			39,54	
5. PRECIO UNITARIO DEL ITEM				
			48,64	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja: 19

Proyecto:	"Aprovechamiento Sostenible de Recursos Hídrico para el Suministro Energético de una Repetidora de Señal de un Sistema de Telecomunicaciones" Caso: Radio Enlace Coroico . Estación Biológica Sandillani (PN y ANMI Cotapata)
-----------	---

Actividad: (C-9) Puerta metálica de rejas 0,6 x 0,75 m

Unidad: pza

Moneda: Dolares Americanos

Fecha: 10/21/2005

DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	PRECIO UNI	PRECIO TOTAL
1. Material				
Puerta Metálica & placa	pza	1,00	48,07	48,07
2. Mano de Obra				
Albañil				3,10
3. Herramientas y Equipo				
				0,000
4. Gastos Generales				
Mano de obra indirecta				0,000
5. PRECIO UNITARIO DEL ITEM				
				52,17

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja: 20

Proyecto:	"Aprovechamiento Sostenible de Recursos Hídrico para el Suministro Energético de una Repetidora de Señal de un Sistema de Telecomunicaciones" Caso: Radio Enlace Coroico . Estación Biológica Sandillani (PN y ANMI Cotapata)
-----------	---

Actividad: (C-10) Mampostería de piedra bruta (canal de evacuación)

Unidad: m³

Moneda: Dolares Americanos

Fecha: 10/21/2005

DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	PRECIO UNI	PRECIO TOTAL
1. Material				
Piedra bruta			0,000	
Arena			0,000	
Cemento Portland			0,000	
Madera para encofrados			0,000	
Clavos			0,000	
2. Mano de Obra				
			6,58	
3. Herramientas y Equipo				
			0,000	
4. Gastos Generales				
Mano de obra indirecta			26,60	
5. PRECIO UNITARIO DEL ITEM				
			33,18	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja: 21

Proyecto: **"Aprovechamiento Sostenible de Recursos Hídrico para el Suministro Energético de una Repetidora de Señal de un Sistema de Telecomunicaciones"**
 Caso: Radio Enlace Coroico . Estación Biológica Sandillani (PN y ANMI Cotapata)

Actividad: (D-1) Tendido eléctrico

Unidad: glob

Moneda: Dolares Americanos

Fecha: 10/21/2005

DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	PRECIO UNI	PRECIO TOTAL
1. Material				
Cable Rg 6	Rollo	0,95	97,0	97,0
Poste	pza	8,00	10	80,0
2. Mano de Obra				
Costo de estructura		8,00	4,60	36,80
3. Herramientas y Equipo				0,000
4. Gastos Generales				17,50
5. PRECIO UNITARIO DEL ITEM				213,80

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja: 22

Proyecto: **"Aprovechamiento Sostenible de Recursos Hídrico para el Suministro Energético de una Repetidora de Señal de un Sistema de Telecomunicaciones"**
 Caso: Radio Enlace Coroico . Estación Biológica Sandillani (PN y ANMI Cotapata)

Actividad: (E-1) Equipo Electromecánico

Unidad: glob

Moneda: Dolares Americanos

Fecha: 10/21/2005

DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	PRECIO UNI	PRECIO TOTAL
1. Material				
*Picoturbina ITDG Auxiliar7Doméstico c/250			75,00	
*Generador Eléctrico ESA			87,00	
*Tablero de control ELC			56,00	
2. Mano de Obra				
3. Herramientas y Equipo				
4. Gastos Generales				
Mano de obra indirecta y equipos				
5. PRECIO UNITARIO DEL ITEM			218,00	

* Paquete incluye equipos, instalación y capacitación de manejo.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja: 23

Proyecto:	"Aprovechamiento Sostenible de Recursos Hídrico para el Suministro Energético de una Repetidora de Señal de un Sistema de Telecomunicaciones" Caso: Radio Enlace Coroico . Estación Biológica Sandillani (PN y ANMI Cotapata)
-----------	---

Actividad: (F-1) Equipo de telecomunicaciones**Unidad:** global**Moneda:** Dolares Americanos**Fecha:** 10/21/2005

DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIEN	PRECIO UNI	PRECIO TOTAL
1. Material				
Transmisor Cisco Aironet	2		747,51	1495,02
Antena Pacific Wireless	4		50,00	200,00
Torre Fabricada	1		125,00	125,00
2. Mano de Obra				
Instalación de equipos				
3. Herramientas y Equipo				
4. Gastos Generales				
Mano de obra indirecta				
5. PRECIO UNITARIO DEL ITEM				1820,02

* Incluye instalación y capacitación.

