



Canadian International  
Development Agency



UNIVERSITY OF  
CALGARY



REPUBLICA DE BOLIVIA  
*Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda*  
**Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas**

# IDENTIFICACION DE REQUERIMIENTOS DE LA COMUNIDAD SAN ANTONIO DE LÍPEZ BOLIVIA

**PROYECTO: ELECTRIFICACIÓN RURAL**

**FECHA: OCTUBRE 2006**

**El autor del presente documento es el consultor: Ing. Walter Canedo Espinoza.**

**Los criterios expresados en el documento son de responsabilidad del autor y no comprometen a las organizaciones auspiciantes Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (ACDI), Universidad de Calgary o al Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas de Bolivia.**

**Se autoriza la utilización de la información contenida en este documento con la condición de que se cite la fuente.**

## ÍNDICE

CAPÍTULO I.- Informe del Taller en San Antonio de López.....	I-1
1.1.- Introducción. ....	I-1
1.2.- Objetivos. ....	I-1
1.3.- Participantes. ....	I-2
1.4.- Metodología utilizada.....	I-2
1.5.- Descripción del Taller. ....	I-3
• Día Domingo, 30 de Abril. ....	I-3
• Día Lunes, 1 de Mayo. ....	I-4
1.6.- Conclusiones. ....	I-11
1.7.- Análisis del tipo de organización adecuada para el proyecto.....	I-13
1.7.1.- Inconvenientes legales de AMPACSAL para los proyectos de albergue y MCH ..	I-14
ANEXO A Demandas planteadas por los trabajos grupales de la comunidad.....	I-15
ANEXO B Información sobre San Antonio de López .....	I-17
Capítulo II. Perfil de Proyecto: Microcentral hidroeléctrica San Antonio de López .....	II-2
2.1.- Resumen ejecutivo .....	II-2
2.2.- Introducción .....	II-3
2.3.- Objetivo general .....	II-4
2.3.1.- Objetivos específicos .....	II-4
2.4.- Características de la comunidad de San Antonio de López .....	II-4
2.5.- Análisis de la situación energética de la Comunidad San Antonio de López.....	II-6
2.5.1.- Requerimientos de energía.....	II-7
2.5.2.- Opciones de suministro de energía .....	II-9
2.6.- Ingeniería del proyecto.....	II-10
2.6.1.- Potencial hidroenergético aprovechable.....	II-10
2.6.2.- Alternativas de ubicación de la MCH .....	II-11
2.6.3.- Caudal del aprovechamiento .....	II-12
2.6.4.- Altura topográfica .....	II-12
2.6.5.- Planteamiento de las obras civiles.....	II-13
2.6.6.- Obra de captación y conducción .....	II-13
2.6.7.- Canal de conducción .....	II-13
2.6.8.- Desarenador.....	II-14
2.6.9.- Cámara de Carga .....	II-14
2.6.10.- Tubería de presión, Anclajes y Apoyos .....	II-15
2.6.11.- Casa de máquinas .....	II-15
2.6.12.- Canal de desagüe.....	II-16
2.7.- Equipamiento electromecánico .....	II-16
2.7.1.- Turbina .....	II-16
2.7.2.- Generador eléctrico y regulador.....	II-17
2.8.- Red de transmisión y distribución eléctrica .....	II-17
2.9.- Presupuesto .....	II-18
2.10.- Financiamiento .....	II-19
2.11.- Análisis financiero del proyecto.....	II-19
2.11.1.- Ingresos asociados al servicio de electricidad.....	II-19
2.11.2.- Costos asociados al servicio de electricidad .....	II-20

2.11.2.1.- Costos de operación y mantenimiento .....	II-20
2.11.2.2.- Depreciación .....	II-20
2.11.3.- Estado de Resultados.....	II-20
2.11.4.- Flujo de Fondos.....	II-22
2.12.- Evaluación privada y socioeconómica del proyecto .....	II-24
2.13.- Cronograma de ejecución.....	II-26
ANEXO C Diagrama unifilar del sistema de transmisión y distribución.....	II-27
ANEXO D: Carta para selección de turbinas hidráulicas.....	II-28
ANEXO E Mapa de ubicación de la MCH en carta georeferenciada .....	II-29
CAPÍTULO III Perfil de proyecto: “Dotación de servicios de agua caliente e iluminación para albergue turístico comunitario en San Antonio de López” .....	III-2
3.1.- Introducción .....	III-2
3.1.1. El potencial de aprovechamiento solar en la zona del proyecto.....	III-3
3.2.- Objetivos del proyecto .....	III-3
3.2.1.- Objetivo general .....	III-4
3.2.2.- Objetivos específicos: .....	III-4
3.3.- Metas del proyecto .....	III-4
3.4.- Beneficios del proyecto .....	III-4
3.5.- Descripción del proyecto.....	III-5
3.5.1.- Sistema termosolar para el albergue.....	III-5
3.5.2.- Sistema fotovoltaico para el albergue. ....	III-6
3.6.- Costo del proyecto.....	III-7
3.7.- Financiamiento .....	III-7
3.8.- Análisis financiero del proyecto.....	III-8
3.8.1.- Ingresos asociados a la prestación de servicio de alojamiento en el albergue comunal. ....	III-8
3.8.2.- Costos asociados al servicio de alojamiento en el albergue comunal .....	III-8
3.8.2.1.- Costos de administración .....	III-9
3.8.2.2.- Depreciación .....	III-9
3.8.3.- Estado de Resultados.....	III-9
3.8.4.- Flujo de Fondos .....	III-10
3.9.- Cronograma.....	III-11
CAPÍTULO IV Perfil de proyecto: “Centro artesanal de esquilado e hilado de lana de camélidos en San Antonio de López” .....	IV-2
4.1.- Introducción .....	IV-2
4.1.1.- La fibra de camélidos .....	IV-3
4.2.- Objetivos del proyecto .....	IV-4
4.2.1.- Objetivo general .....	IV-4
4.2.2.- Objetivos específicos: .....	IV-4
4.3.- Metas del proyecto .....	IV-5
4.4.- Beneficios del proyecto.....	IV-5
4.5.- Descripción del proyecto.....	IV-5
4.6.- Costo del proyecto.....	IV-6
4.7.- Financiamiento .....	IV-7
4.8.- Análisis financiero del proyecto.....	IV-7
4.8.1.- Ingresos asociados al proyecto centro artesanal de esquilado e hilado de lana de camélidos .....	IV-7

4.8.1.1.- Ingresos por venta de prendas de vestir elaboradas artesanalmente. ....	IV-8
4.8.2.- Costos asociados al centro artesanal de esquila e hilado de lana de camélidos .	IV-8
4.8.2.1.- Costos de producción .....	IV-8
4.8.2.2.- Costos de administración .....	IV-9
4.8.2.3.- Depreciación .....	IV-9
4.8.3.- Estado de Resultados.....	IV-9
4.8.4.- Flujo de Fondos.....	IV-10
4.9.- Cronograma.....	IV-11
ANEXO F: Características de centros artesanales de esquila e hilado.....	V-12
CAPÍTULO V Perfil de proyecto: “Cercos eléctricos para clausura agro silvopastoril en San Antonio de López” .....	V-2
5.1.- Introducción .....	V-2
5.1.1.- El sistema pecuario en los López.....	V-2
5.1.2.- El sistema agrícola en los López.....	V-3
5.2.- Objetivos del proyecto .....	V-4
5.2.1.- Objetivo general .....	V-4
5.2.2.- Objetivos específicos: .....	V-4
5.3.- Metas del proyecto .....	V-4
5.4.- Beneficios del proyecto.....	V-5
5.5.- Descripción del proyecto.....	V-5
5.6.- Costo del proyecto.....	V-10
5.7.- Financiamiento .....	V-10
5.8.- Análisis financiero del proyecto.....	V-11
5.8.1.- Ingresos asociados al proyecto para clausura agro silvopastoril.....	V-11
5.8.1.1.- Ingresos por venta de carne de llama .....	V-11
5.8.1.2.- Ingresos por venta de Lana de llama.....	V-13
5.8.1.3.- Venta de Quinoa.....	V-13
5.8.2.- Costos asociados al proyecto para clausura agro silvopastoril .....	V-14
5.8.2.1.- Depreciación .....	V-14
5.8.3.- Estado de Resultados.....	V-14
5.8.4.- Flujo de Fondos.....	V-15
5.9.- Cronograma.....	V-16
ANEXO G: Características de las clausuras agro silvopastoriles .....	V-17

## **CAPÍTULO I.- Informe del Taller en San Antonio de López**

### **1.1.- Introducción.**

La Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), la Universidad de Calgary (UC), la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (ACDI), en coordinación con el Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas de Bolivia (VMEEA), ejecutan el Proyecto de Electrificación Rural, con la finalidad de proponer mecanismos participativos para la identificación de necesidades comunitarias relacionadas con energía y la identificación participativa de las soluciones fundamentadas en el aprovechamiento racional y responsable de los recursos energéticos.

El programa OLADE / UC / ACDI, tiene como objetivo poner en marcha un programa piloto que culminará con el establecimiento de una comunidad modelo que integre el desarrollo de un plan energético local, con la capacidad del recurso humano y con los recursos energéticos disponibles, para que conjugados puedan dar respuesta a las necesidades de una mejor calidad de vida en las comunidades rurales, a través de proyectos energéticos en: empresas productivas, centros educativos, postas de salud, abastecimiento de agua, salones comunales, cocinas mejoradas, etc.

Otra característica importante del proyecto se centra en la organización y empoderamiento de los usuarios finales, los líderes locales y autoridades municipales con la finalidad de lograr su participación activa en todas las etapas que implica un proyecto.

En consecuencia a lo trazado en el Proyecto, se realizó un viaje a la comunidad rural seleccionada: “San Antonio de López” los días 29 de Abril al 2 de Mayo del año en curso.

### **1.2.- Objetivos.**

El viaje a la comunidad de San Antonio de López tuvo los siguientes objetivos:

- Conocimiento del Proyecto de “Electrificación Rural” (OLADE / UC/ ACDI - VMEEA) por parte de los participantes.
- Conocimiento de las alternativas de tecnologías energéticas.
- Empoderamiento de las demandas energéticas de la comunidad.
- Definición de los proyectos a realizarse en la comunidad.
- Levantar información relevante que facilitará una realización exitosa del Proyecto.
- Definición de criterios para los proyectos a elaborarse en la comunidad meta.
- Lograr el involucramiento de las autoridades y la comunidad en conjunto, en el proceso de implementación del Proyecto.

### 1.3.- Participantes.

Se invitó a las autoridades tanto del Municipio San Pablo de Lítez, como de la Comunidad, San Antonio de Lítez, y a la comunidad en pleno a participar del taller informativo. Asistieron un total de 60 personas, lo cual significa aproximadamente 1 persona por familia.



Cuadro 1. Porcentaje de asistencia (hombres/mujeres)

### 1.4.- Metodología utilizada.

- Exposiciones.
- Trabajos grupales.
- Discusiones en plenaria.
- Concertación de acuerdos.

Utilizando para ello:

- Papelógrafos con la información de las tecnologías energéticas y usos productivos propuestos.
- Facilitación grupal.
- Papelógrafos elaborados por los distintos grupos de trabajo.

### **1.5.- Descripción del Taller.**

Para la ejecución del taller, se coordinó previamente con las autoridades de la comunidad involucrada, estableciendo comunicaciones vía teléfono con el Alcalde de San Pablo de Lípez el Sr. Alfidio Choque, quién comunicó que la comunidad de San Antonio de Lípez estaba en espera de la llegada del grupo facilitador.

Se partió a la comunidad de San Antonio de Lípez llevando como guías al profesor de la comunidad, David Choque y a un comunario, el señor Esteban Calcina Flores.



Foto 1. Partida a la comunidad.

### **🚩 *Día Domingo, 30 de Abril.***

Según lo programado, al llegar a la comunidad de San Antonio de Lípez se tuvo el primer encuentro con las autoridades de la comunidad, para las presentaciones protocolares correspondientes y ultimar detalles para la realización de los Talleres a primera hora del día siguiente.



Foto 2. Vista de la comunidad San Antonio de Lipez.

Al terminar la reunión se procedió al reconocimiento breve de la comunidad donde se pudo observar las características y detalles de San Antonio de Lipez reflejadas en las fotografías adjuntas, además se vio que existe bastante flujo turístico.



Foto 3. Turistas llegando a la comunidad.

Esa misma noche, la comunidad en pleno se reunió con sus autoridades, quienes informaron acerca de los talleres y establecieron sus demandas.

#### *Día Lunes, 1 de Mayo.*

Se procedió al registro de participantes y se realizó la inauguración del evento por parte de las autoridades de la comunidad, el Sr. Florencio Paucar, corregidor, y el Sr. David Mendoza. Posteriormente, se hizo la presentación del grupo facilitador a la comunidad a cargo del Ing. Walter Canedo y se iniciaron las exposiciones.



Foto 4. Registro de participantes.



Foto 5. Inauguración del evento por parte del señor corregidor Florencio Paucar.

El Ing. Walter Canedo realizó la entrega a las autoridades el informe del Taller Multiactores, realizado el 16 y 17 de Marzo en la ciudad de Cochabamba y explicó los objetivos, alcances y fases del proyecto “Electrificación Rural en Bolivia” de OLADE – Universidad de Calgary – ACDI y VMEEA.



Foto 6. Entrega del informe del Taller Multiactores.



Foto 7. Explicación de Objetivos, alcance y fases del proyecto “Electrificación Rural”.

Luego, los Ing. Roberth Ricaldez, Marikely Aguilar, Franz Ortuño junto con el Ing. Walter Canedo procedieron a informar sobre las alternativas tecnológicas energéticas, como ser: Sistemas Fotovoltaicos (domiciliarios, bombeo y cercos eléctricos), Sistemas Eólicos, Micro Hidro Energía, Redes Eléctricas, Sistemas Termosolares, Secadores Solares, Cocinas

Solares y Cocinas Mejoradas a Leña, además de un cuadro comparativo de costos de consumo de la energía generada por las distintas tecnologías energéticas. Dichas disertaciones se realizaron tanto en castellano como en quechua para una mejor comprensión por parte de la comunidad.



Foto 8. Ing. Walter Canedo e Ing. Roberth Ricaldez disertando sobre las alternativas energéticas.

De esta manera se inició con el proceso de empoderamiento de los comunarios presentes.



Foto 9. Ing. Marikely Aguilar e Ing. Franz Ortuño disertando sobre las alternativas energéticas.

Seguidamente, se formaron 4 grupos de trabajo entre los comunarios, dirigidos por cada uno de los facilitadores, para establecer las demandas de usos productivos que se tienen en la comunidad. Se propuso trabajar en un grupo de solamente mujeres, pero por la reacción negativa de ellas (presumimos que en la comunidad no se trabaja de esa manera, sino que los hombres deben estar presentes en todo grupo de trabajo) se tomó la decisión de integrar grupos mixtos.



Foto 10. Trabajo grupal.

Al finalizar el respectivo trabajo grupal, un comunario delegado por cada grupo, expuso en plenaria las demandas planteadas por el equipo de trabajo. Las demandas de cada grupo se detallan en el Anexo A.



Foto 11. Disertación en plenaria del trabajo grupal.

Posteriormente se procedió a realizar una recapitulación de las demandas más significativas y requeridas por los distintos grupos. Los grupos coincidieron en plantear como la principal demanda una Micro Central Hidroeléctrica, con la que pretenden dotar de energía eléctrica a la comunidad. En caso de excedentes de electricidad pretenderían, comercializar esta energía a las comunidades vecinas<sup>1</sup>.



Foto 12. Recapitulación de las demandas más significativas.

<sup>1</sup> Suponemos que esta decisión se tomó en la reunión que tuvieron los comunarios la noche anterior. Pero el potencial de generación solamente podría satisfacer a la comunidad.

El interés por la Micro Central fue ocasionado por una empresa que visitó el lugar, que presumimos realizó algún relevamiento de potencial sin dejar información concreta respecto al tema. Para estar seguros de dicha posibilidad un grupo técnico encabezado por el Ing. Walter Canedo fue a visitar el lugar distante a 3 km del pueblo, a pesar de las inclemencias climatológicas (nevada). Una vez en el lugar se percató que el potencial de hidrogenación no correspondía con la información que manejan en la comunidad (más de 100 kW), ya que el caudal y la caída no son tan significativas y producirían aproximadamente 10 a 15 kW, lo que no abastecería energéticamente para las pretensiones de la comunidad.



Foto 13. Nevada en la comunidad y sus alrededores.



Foto 14. Vista del río que proporcionaría el caudal a la MCH.



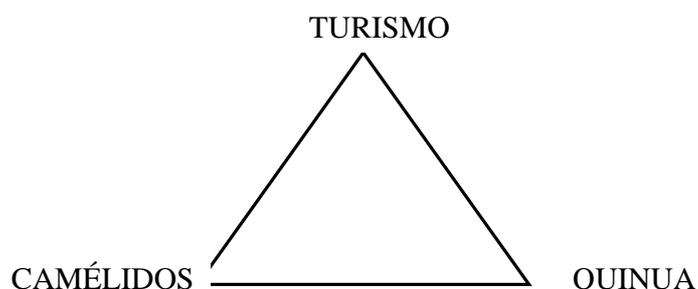
Foto 15. Firma de compromisos realizados con las autoridades.

## 1.6.- Conclusiones.

Tras un largo diálogo entre el equipo consultor y la comunidad, se establecieron los siguientes Proyectos productivos:

- **Centro Artesanal**, el cual constará de:
  - i. Máquinas esquiladoras para camélidos
  - ii. Máquinas hiladorasEn ambos casos usando Sistemas Fotovoltaicos.
- **Cercos Eléctricos**, para la protección de:
  - i. Sembradíos de quinua.
  - ii. Crianza de camélidos.En ambos casos usando Sistemas Fotovoltaicos.
- **Mejoramiento del Albergue** de la comunidad, con dotación de:
  - i. Agua caliente, usando Sistemas Termosolares.
  - ii. Iluminación, con Sistemas Fotovoltaicos.
- **Microcentral hidroeléctrica de 20 kW**, para suministro de electricidad a:
  - i. Los hogares de San Antonio.
  - ii. Usos sociales en posta y escuela.
  - iii. Usos productivos en albergue comunal, centro artesanal y talleres de reparaciones mecánicas.

Llegando, en conclusión al triángulo productivo identificado y planteado por la Mancomunidad de la Gran Tierra de los Lípez



A su vez la comunidad, a través de sus autoridades, se comprometió a dotar y tener lista una infraestructura para el Centro Artesanal.

Después de los Talleres efectuados en la comunidad y en base a las demandas de proyectos explicitadas, el consultor elaboró cuatro perfiles de proyecto. Los cuatro perfiles de proyecto están anexos al presente informe.

El resumen del presupuesto para los proyectos productivos con energía se muestra a continuación.

**PRESUPUESTO PARA PROYECTOS EN SAN ANTONIO**

<b>Nombre de proyecto</b>	<b>Monto presupuestado (\$US)</b>
Centro artesanal de esquilado e hilado de lana de camélidos	8000
Dotación de servicios de agua caliente e iluminación para albergue turístico comunitario	5700
Cerco eléctrico para clausura agro silvopastoril	16500
Microcentral hidroeléctrica San Antonio de Lípez	89016
<b>TOTAL</b>	<b>119216</b>

El monto total para los cuatro proyectos asciende a 119216 \$US (Ciento diecinueve mil doscientos dieciséis dólares americanos).

El proyecto de la MCH para San Antonio, indudablemente es el que tendría mayor impacto. También se debe tomar en cuenta que es el proyecto que los comunarios priorizaron desde el inicio, lo cual implica la legitimidad de la demanda.

Es verdad que el presupuesto resultante que se elaboró para el perfil de proyecto de la MCH es elevado, tomando en cuenta la potencia que se podría generar (20 kW). Este presupuesto está influido principalmente por los costos de obras civiles que implicarían construir un canal de 2000 metros y el tipo de terreno de la zona (bastante afloración de roca).

Para identificar el mejor sitio de emplazamiento de la MCH, se recomienda efectuar el estudio topográfico y geológico del terreno. Este trabajo deberá ser efectuado por un ingeniero civil con experiencia en obras hidráulicas y un topógrafo. El monto previsto para este trabajo sería de 3700 \$US, los cuales están dentro lo presupuestado para el diseño final del proyecto.

### **1.7.- Análisis del tipo de organización adecuada para el proyecto.**

En la comunidad de San Antonio de López se constituyó la “Asociación multiactiva de productores agropecuarios de la comunidad de San Antonio de López” (AMPACSAL), que mediante resolución Prefectural # 197/05, de fecha 5 de diciembre de 2005, obtuvo su personería jurídica.

AMPACSAL, según lo establecido en el Código civil boliviano y los estatutos de la organización, es una institución civil de derecho privado sin fines de lucro fundada el 26 de julio de 2005 y tiene la finalidad del *“desarrollo sostenible de las actividades agropecuarias en la producción de quinua, haba, trigo, hortalizas, forrajes y otros y la crianza de camélidos, ovinos, caprinos; su procesamiento en derivados manufacturados y/o industrializados y su comercialización; el progreso de la comunidad, incrementar los ingresos económicos y mejorar la calidad de vida de los asociados y relacionarlos con instituciones y organismos de apoyo en asistencia técnica, crédito y de fomento”*<sup>2</sup>.

En el capítulo II (Fines y objetivos) de los estatutos de AMPACSAL, se tienen detallados los rubros y líneas de acción de la asociación y se constata que para los fines del presente proyecto, las actividades relacionadas con la clausura agrosilvopastoril y centro artesanal estarían estipuladas. Sin embargo para el manejo del albergue comunal no se estipula este tipo de actividad.

Respecto a la posibilidad de asumir créditos y/o donaciones, según el artículo 8 de sus estatutos, la asociación está facultada para realizar este tipo de transacciones.

El directorio de AMPACSAL actualmente está presidido por el señor Esteban Calcina Flores y se constituye en el representante legal.

---

<sup>2</sup> Extractado de los estatutos de AMPACSAL.

### ***1.7.1.- Inconvenientes legales de AMPACSAL para los proyectos de albergue y MCH***

El incorporar el rubro de turismo y consecuentemente el manejo del proyecto del albergue comunal, sería posible solamente a partir del segundo año después de la aprobación del Estatuto orgánico de AMPACSAL, es decir que a partir de diciembre del año 2007, se podría modificar parcialmente los estatutos e incorporar el rubro de turismo<sup>3</sup>. Provisionalmente se podría realizar una asamblea de socios que establezca por 2/3 de votos la aprobación de modificar parcialmente los estatutos para incorporar las actividades de turismo. Esta modificación tendría efecto legal recién después de diciembre de 2007.

Para el caso de las actividades de suministro de electricidad a través de una Microcentral hidroeléctrica, AMPACSAL, tampoco tiene prevista legalmente este tipo de fines, por tanto para la operación de la microcentral hidroeléctrica, AMPACSAL no podría asumir legalmente la operación del sistema, ya que este tipo de organización no está destinada a este rubro, ni tampoco podría hacerse responsable del préstamo para la MCH.

La operación de la MCH, podría efectuarse por una empresa eléctrica dedicada exclusivamente al servicio de electricidad y podría tener la característica de Sociedad Anónima (SA) constituida de conformidad al Código de Comercio boliviano, o también como Cooperativa, Sociedad de Economía Mixta o Sociedad de Responsabilidad Limitada. La empresa o Cooperativa tendría que ser creada y los asociados en AMPACSAL se podrían constituir en socios de la nueva empresa. La decisión final del tipo de empresa a constituirse deberá ser consensuada con los comunarios de San Antonio de López.

La potencia de la MCH (20 kW) permitirá al operador tener solamente registro a otorgarse por la Superintendencia de Electricidad, ya que este sistema aislado tendría potencia inferior al límite establecido por Ley para tener Concesión o Licencia.

---

<sup>3</sup> Título VII Reformas estatutarias y reglamentarias de AMPACSAL.

## **ANEXO A Demandas planteadas por los trabajos grupales de la comunidad**

### **Grupo 1: Demandas**

1. *Talleres:*  
*Instalación de servicio de aire.*  
*Soldadura.*  
*Agua Caliente con la energía*
2. *Pecuaría:*  
*Secadora de Charque.*  
*Máquinas esquiladoras.*  
*Máquinas de hilandería.*
3. *Agro.*  
*Procesadoras de quinua.*  
*Molino.*
4. *Telecomunicaciones.*  
*Internet.*  
*Teléfono.*

#### *Uso y manejo de la energía.*

- En base a organización y su reglamentación.
- Objetivo: Instalación Micro Central Hidroeléctrica.

### **Grupo 2: Demandas**

1. *Micro Central Hidroeléctrica.*  
*Trabajo Artesanal, Escuela, Posta de Salud, para comercializar energía a otras comunidades.*
2. *Cercos Eléctricos.*  
*Para protección a la producción de quinua y papa.*  
*Protección de Camélidos.*
3. *Calefones Solares.*  
*Turismo, duchas comunales, escuela*
4. *Secadores de charque y de quinua.*
5. *Bombeo Fotovoltaico.*  
*Riego de cultivos.*

### **Grupo 3: Demandas**

1. *Micro Central Hidroeléctrica.*  
*Generar un pequeña industria (gomería, soldadura)*
2. *Cerco Eléctrico*  
*Protección de Camélidos.*  
*Protección de Parcelas*
3. *Paneles solares.*  
*Mejoramiento del albergue para turistas.*
4. *Cocinas mejoradas a leña.*

*Economizar la leña y no contaminar el medio ambiente.*

**Grupo 4: Demandas**

1. *Micro Central Hidroeléctrica.*  
*Máquinas Hiladoras.*  
*Turismo*  
*Máquinas Esquiladoras.*  
*Producción de quinua.*  
*Trabajos en Camélidos.*  
*Talleres de cerrajería.*
2. *Secadores Solares.*  
*Producción de charque.*
3. *Telecomunicaciones.*  
*Internet.*  
*Teléfono.*
4. *Cercos Eléctricos.*

**Conclusiones en plenaria y priorización de demandas.**

**Usos Productivos.**

1. *Turismo:*
  - *Albergue: Agua caliente e iluminación.*
  - *Taller de reparaciones mecánicas.*
  - *Telecomunicaciones.*
2. *Camélidos:*
  - *Cercos eléctricos.*
  - *Máquinas esquiladoras*
  - *Máquinas hiladoras.*
  - *Secadora de charque.*
3. *Quinua:*
  - *Procesamiento de quinua.*
4. *Social:*
  - *Posta de salud: Agua caliente y vacunas.*
  - *Educación: Agua caliente, TV y video.*

## **ANEXO B Información sobre San Antonio de Lípez**

### **➤ Datos generales**

Comunidad: San Antonio de Lípez  
Cantón: San Antonio de Lípez  
Sección: primera  
Provincia: Sud Lípez  
Departamento: Potosí

### **➤ Población**

Población total: 252 habitantes  
N° de hogares: 62

### **➤ Origen**

El pueblo de San Antonio de Lípez es anterior a la Colonia, fue un centro minero importante de la Colonia de España. La población es de origen Quechua.

### **➤ Acceso**

Distancia de Uyuni : 280 km., acceso por intermedio de un camino troncal Uyuni-Atocha hasta el río Colorado (50 km. de Uyuni). Posteriormente se emprenden caminos vecinales en mal estado pasando por Cocani, Río Marqués y Polulos hasta llegar a la comunidad de San Pablo de Lípez, luego se continua el recorrido hacia San Antonio de Lípez pasando por la comunidad de Relave. De igual manera se puede acceder desde Uyuni utilizando el camino troncal en mal estado que se dirige a Alota hasta 10 km. después de Vila Vila. Luego se emprende un camino vecinal de regular estado en dirección del Sur, pasando por Galera, Mina Escala, Río San Pablo, hasta llegar a San Pablo. Asimismo, se puede acceder a esta última población mediante caminos vecinales en estado regular desde Laguna Verde (115 km.) o desde Tupiza (192 km.). Finalmente, no existe servicio alguno de transporte regular que una San Antonio de Lípez con otra comunidad.

### **➤ Ecosistema**

Zona ecológica: pampa alta  
altura: 4.200 msnm  
Precipitación: promedio región alta de los Lípez 150 mm/año, datos de la estación de San Pablo.  
Temperatura media anual: 2,5 °C  
Máxima media: 10,8°C  
Mínima media: -8,8°C  
Días de helada: 325/año.

Los comunarios estiman que el clima ha empeorado y es cada vez más irregular y extremo. Las sequías y variaciones de las lluvias se han incrementado y se manifiestan con intensidad en los meses de enero y febrero.

San Antonio de Lípez limita al Norte con el Cantón San Pablo, al Oeste con el Cantón Zoniquera de la Prov. Nor Lípez, al Este y al Sur con el Municipio de San Antonio de Esmoruco.

En San Antonio de Lípez no se arriendan tierras, ni se trabajan otras de al partir. Tampoco existen tierras cultivadas de propiedad colectiva. Los cultivos son muy reducidos en la comunidad y se ubican en pequeños canchones, cercados por piedras, donde los riesgos de heladas son menores. Las parcelas son mayormente sembradas con papa y, en menor medida, cebada y habas. La reducida producción se destina en su totalidad al consumo familiar y del ganado (cebada y rastrojo).

La mayoría del territorio de la comunidad se explota por intermedio de la cría extensiva de llamas, ovinos y caprinos, principal actividad productiva de la comunidad. En la comunidad no existen áreas de pastoreo de propiedad individual. Sin embargo, existen zonas atribuidas al usufructo de cada familia, llamadas estancias, para el pascoteo de los rebaños familiares.

Finalmente, el hábitat de la comunidad se agrupa en una población ubicada sobre la rivera del río San Antonio de Lípez, a proximidad del camino vecinal que atraviesa la comunidad de Este a Oeste, en el se concentran las infraestructuras y servicios sociales. Sin embargo, en cada estancia existen viviendas habitadas gran parte del año como consecuencia de la actividad pastoral.

## **Contexto socioeconómico**

### ➤ **Aspectos culturales**

La comunidad es de origen y habla Quechua. Asimismo, la mayoría de los comunarios habla el español. La tecnología textil de antaño y muchos ritos se perdieron. Dada la desproporción de la talla de los hatos entre los diferentes estratos de la comunidad y la ausencia de producción agrícola importante en la comunidad, el “ayni”<sup>4</sup> ha casi desaparecido.

### ➤ **Organizaciones**

La capacidad organizacional de los comunarios parece haber disminuido como consecuencia del debilitamiento de algunas organizaciones como el centro de madres o de algunos cargos de origen tradicional. Estos últimos, son restos parciales de la antigua organización bajo forma de ayllu. Últimamente la organización de los Lípez en una Mancomunidad Municipal con el nombre de Gran Tierra de los Lípez está rearticulando la organización comunitaria en aspectos de identidad, de cultura y de historia.

A nivel comunal, el corregimiento es la organización que rige la totalidad de la vida comunal en respeto de las leyes del Estado, con menor peso en los aspectos productivos, en las que se combinan aspectos organizacionales de origen tradicional (kurakas, etc.) y criollos ligados al Estado (corregidores, alcaldes, OTB, Junta de Auxilio Escolar, etc.). El corregimiento es

---

<sup>4</sup> El ayni es una forma de colaboración mutua comunitaria.

dirigido por el corregidor, autoridad que asume el cargo de manera rotativa por el lapso de un año, previo consentimiento del sub-prefecto.

Por otra parte, existen organizaciones sectoriales a las que adhiere parte de la población. Dos de éstas son productivas: la primera es la asociación de productores de camélidos (AZCCA RELAVE) creada en 1997, cuya función es la de apoyar al mejoramiento de la producción camélida mediante el acceso al crédito y a mejores niveles de salud animal. La segunda organización, es la asociación multiactiva de productores agropecuarios de la comunidad San Antonio de López, constituida en 2005, cuya principal función es la de apoyar al desarrollo de los cultivos en la comunidad. Dicha organización está interesada en generar servicios (gastronomía, hospedaje, de guías comunales, etc).

#### ➤ **Infraestructura productiva y social**

San Antonio de López dispone de pocas infraestructuras productivas comunales. Solamente, existe dos carpas solares en la escuela, un centro de madres y canales de riego rústicos para la producción de hortalizas y quinua. Existe 1 baño antiséptico de propiedad colectiva.

Posee un mínimo de infraestructura social que la da una mejor situación comparativamente a otras comunidades. La participación popular permitió refaccionar la escuela de la Unidad Educativa, como también la de un local comunal. Además, la comunidad cuenta con una posta de salud que no está equipada con instrumental médico y de poca disponibilidad de medicamentos. Asimismo, la población cuenta con un tendido eléctrico y un generador a diesel, en desuso por falta de repuestos, como también con un tanque y una red de distribución domiciliaria de agua potable que abastece a 95% de la población. Algunas infraestructuras de interés comunal (corregimiento y agencia cantonal, posta sanitaria, etc.) cuentan con paneles solares. Finalmente, San Antonio tiene letrinas en mal estado, una iglesia comunal, un campo deportivo y tiendas de abarrotes de reducido abasto.

#### ➤ **Servicios**

En caso de enfermedades o accidentes la gente acude a la posta sanitaria. Al carecer la posta sanitaria de equipamiento conveniente, muchos comunarios recurren a curanderos o jampiris. En caso de enfermedades o de accidentes graves, los comunarios se trasladan al hospital de San Pablo y/o Tupiza, de regular servicio por falta de experiencia del personal.

Los jóvenes estudian en la escuela de la comunidad, no obstante, para proseguir sus estudios secundarios, éstos se trasladan a Uyuni, Tupiza o San Pablo de López.

#### ➤ **Instituciones**

Dos instituciones (Centro INTI que trabaja con las organizaciones comunales, con los gobiernos municipales y por sobre todo con la Mancomunidad Gran Tierra de los López; ACRA Italia con los productores de ganado camélido y asociados a ARCCA) trabajan en San Antonio.

Centro INTI ha apoyado a la organización de las familias de las comunidades en pequeñas asociaciones de productores agropecuarios como la “Multiactiva de la comunidad de San Antonio de Lípez”, dotándolas con personalidades jurídicas, planes trienales de trabajo y actualmente inicial el programa de desarrollo microempresarial en los Lípez como aprovechamiento de los recursos productivos como quinua real, camélidos, turismo comunitario y minería sostenible.

### ➤ **Mercados**

Hasta hace unos 15 años, al ser las llamas despreciadas los comunarios no vendían su producción ovina y camélida (charque, grasa, lana, cuero, sogas, etc.) para el mercado nacional. En su gran mayoría esta se trocaba, junto con sal que adquirían mediante trueque en la zona de San Juan, en los valles de Tarija por maíz y en menor medida azúcar. Asimismo, se vendía lana en la frontera argentina. El dinero obtenido de estas ventas les permitía realizar algunas compras de víveres y artículos domésticos en Tupiza.

Con la revalorización de la producción camélida desde hace 10 a 15 años, los intermediarios van a San Antonio de Lípez para adquirir los productos de esta especie animal (carne fresca, charque, lana, cuero, grasa, hueso, etc.). Estos venden mayormente en Challapata. Además, se han emparejado los términos de intercambio de la comunidad con los valles donde trocaban y con el mercado de Tupiza. Por esta razón, el trueque es practicado por solamente 5% de los comunarios. Actualmente, los comunarios venden la mayoría de su producción a los intermediarios y realizan la mayoría de sus compras en Tupiza (víveres, artículos domésticos, productos veterinarios, herramientas, etc.).

Últimamente, con el apoyo de Centro INTI, se ha aperturado el mercado del Norte de Argentina para la comercialización de hilo de fibra de llama artesanal, fibra clasificada y seleccionada a precios mayores pagados por el mercado interno de Challapata y otros.

## **CAPÍTULO II**

### **PERFIL DE PROYECTO**

***“MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA SAN  
ANTONIO DE LÍPEZ”  
BOLIVIA***

## Capítulo II. Perfil de Proyecto: Microcentral hidroeléctrica San Antonio de Lípez

### 2.1.- Resumen ejecutivo

<b>Nombre Del Proyecto</b>	<b>“MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA SAN ANTONIO DE LÍPEZ”</b>
<b>Resumen del Proyecto</b>	<p>El presente proyecto tiene como finalidad instalar una Micro central hidroeléctrica para la generación de energía eléctrica en la comunidad de San Antonio de Lípez, la cual abastecería de electricidad a toda la comunidad. El sistema contará con una mini red de distribución eléctrica, para satisfacer los requerimientos eléctricos de los pobladores.</p> <p>Las características técnicas son: <b>Altura neta: 52 m</b> <b>Caudal turbinable: 80 litros por segundo</b> <b>Potencia en bornes de generador: 20 kW</b> <b>Longitud de canal de aducción: 2000 m</b> <b>Longitud de tubería de presión: 250 m</b></p>
<b>Objetivo</b>	El objetivo principal del proyecto es dotar de Energía Eléctrica de bajo costo, confiable y sustentable para la comunidad de San Antonio de Lípez.
<b>Beneficiarios del proyecto</b>	Los beneficios directos con el presente proyecto alcanzarán para aproximadamente 77 familias en un horizonte de proyecto de 20 años. Los beneficios indirectos se relacionan con el mejoramiento de sus actividades hasta un horario nocturno, mejoramiento de la calidad educativa, potenciamiento de la producción agrícola, implementación de equipos en el área de salud y la creación de talleres mecánicos y artesanales, capaces de promover un desarrollo a la población que permita ingresos económicos aceptables al poblador.
<b>Duración del Proyecto</b>	8 meses
<b>Inversión del Proyecto</b>	<b>89016 \$US (Ochenta y nueve mil dieciséis dólares americanos).</b>
<b>Ubicación del Proyecto</b>	San Antonio de Lípez pertenece a la provincia Sur Lípez del departamento de Potosí.
<b>Fecha de presentación</b>	Octubre de 2006

## 2.2.- Introducción

El área rural de Bolivia tiene bajos índices de cobertura eléctrica, debido a la dispersión poblacional, grandes distancias entre poblaciones y por los bajos consumos de electricidad previstos al no tener usos productivos de la electricidad.

La Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), la Universidad de Calgary (UC), la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (ACDI), en coordinación con el Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas de Bolivia (VMEA), ejecutan el Proyecto de Energía Rural, con la finalidad de proponer mecanismos participativos para la identificación de necesidades comunitarias relacionadas con energía y la identificación participativa de las soluciones fundamentadas en el aprovechamiento racional y responsable de los recursos energéticos.

En el marco del mencionado proyecto, los días 29 de Abril al 2 de Mayo del año en curso, se realizó un viaje a la comunidad “San Antonio de Lípez” con los objetivos de empoderar a los comunarios en temas energéticos, definición de las demandas de proyectos productivos priorizados por la comunidad y recolección de información básica para las ideas de proyectos.

Durante la realización de los talleres participativos en la comunidad, la totalidad de la población manifestó su interés en desarrollar un proyecto de construcción de microcentral hidroeléctrica (MCH), debido a que anteriormente se habría planteado el proyecto en una visita efectuada por técnicos de instituciones no gubernamentales. Los comunarios manejan la información que se podría generar electricidad suficiente para abastecer a la comunidad e incluso abastecer a otras comunidades aledañas<sup>5</sup>.

Después de una visita de campo efectuada por el equipo consultor y una comisión de los pobladores de San Antonio, delegada por el plenario de los participantes en el Taller, se concluyó que existe un potencial de aprovechamiento hidroeléctrico, pero no de la magnitud que ellos esperaban. Al visitar el lugar que indicaron los pobladores y con las características observadas, se podría instalar una turbina con 7 kW de potencia; pero esta potencia sería insuficiente para la demanda de la población.

El compromiso del equipo consultor fue de elaborar un perfil de proyecto de microcentral hidroeléctrica, que tenga la potencia suficiente para abastecer de electricidad a la población de San Antonio de Lípez. Indudablemente el plantear un proyecto de MCH para mayor potencia implica costos mayores.

---

<sup>5</sup> No se dispone de información escrita del proyecto, ni tampoco se sabe de qué instituciones son los técnicos que visitaron la zona.

### **2.3.- Objetivo general**

Contribuir al desarrollo socio económico de la comunidad de San Antonio de López, suministrando energía eléctrica de manera sostenible con fines productivos, sociales y domésticos, utilizando el potencial de energías renovables de la zona a través de una micro central hidroeléctrica.

#### **2.3.1.- Objetivos específicos**

- Instalar una Micro Central Hidroeléctrica de 20 kW en la comunidad de San Antonio de López.
- Desarrollar un sistema de compromisos institucionales y comunales.
- Mejorar las condiciones de vida de los habitantes de esta región.
- Incentivar el uso productivo de la energía, creando fuentes de trabajo, como consecuencia de un servicio de energía económica, confiable y de capacidad suficiente.
- Incentivar el turismo, a través de servicios respaldados por energía.

### **2.4.- Características de la comunidad de San Antonio de López**

La comunidad de San Antonio de López se encuentra en el municipio de San Pablo de López – Departamento de Potosí - a 89 km de la comunidad San Cristóbal y aproximadamente a 170 km. de la localidad de Uyuni (Potosí).

La comunidad de San Antonio de López está a una altitud de 4200 m.s.n.m, y sus coordenadas de ubicación son:

Latitud Sud	21° 51' 33''
Longitud Oeste	66° 52' 20''

Es una zona fría con una temperatura promedio anual de 18 °C, las actividades productivas de la comunidad se centran en la crianza de camélidos, cultivo de quinua y servicios a turistas. Los cultivos son reducidos, las parcelas son mayormente sembradas con quinua y en menor medida, papa, cebada y habas. La mayoría del territorio de la comunidad se explota por intermedio de la cría extensiva de llamas y ovinos, principal actividad productiva de la comunidad.

La comunidad cuenta con un centro y teatro educativo que brinda educación hasta el nivel primario. También tiene una posta de salud con los servicios básicos necesarios. Estos dos centros brindan atención a los comunarios de San Antonio de López.

El sistema de comunicación de la comunidad es mediante radio tranceptor, con energía proveniente de un sistema fotovoltaico.

Las vías de acceso son dos: una que conecta San Antonio con la ciudad de Tupiza y la otra con Uyuni; estas vías no son estables y por efecto de las lluvias se convierten en inaccesibles en estas épocas.



**Foto 1. Camino de acceso a San Antonio de López**

El medio de transporte más utilizado es el camión, con una frecuencia de entrada y salida a la localidad de Tupiza una a dos veces al mes. El tiempo de viaje en camión a la comunidad San Antonio de López es aproximadamente 6 horas, también existen empresas privadas de transporte mediante vagonetas todo terreno (4x4), que son usadas mayormente por los turistas. En la actualidad la comunidad de San Antonio de López es un paso obligado para los turistas, en la ruta hacia la Laguna Colorada y el Salar de Uyuni.

Son viviendas construidas de adobe y paja en una gran mayoría. Debido a las mejoras del camino se introdujeron ladrillos y calaminas para el centro educativo, la posta de salud y el albergue comunal y algunas viviendas nuevas.



**Foto 2. Vista general de la población de San Antonio**

También es una zona donde existe buena cantidad de afluencia turística, los cuales requieren de albergues que cuenten por lo menos con los servicios básicos (Luz, Agua caliente y calefacción).



**Foto 3. Presencia de turistas en San Antonio**

### **2.5.- Análisis de la situación energética de la Comunidad San Antonio de López**

La totalidad de las viviendas de la comunidad de San Antonio de López se encuentran alrededor de la plaza principal en un radio comprendido de 1km. Esta comunidad no cuenta con el beneficio de una red eléctrica trifásica ni monofásica, optando por otras alternativas peligrosas como ser: lámparas a kerosén y velas; la mayor parte opta por la segunda alternativa.

Algunos pobladores optaron por comprar luminarias de 12 V DC para uso en sistemas fotovoltaicos y acumuladores automotivos (baterías plomo – ácidas de 12 V). Las luminarias y baterías las instalaron en sus hogares a manera de una instalación fotovoltaica, pero sin panel ni regulador. El sistema funciona con energía de las baterías que son recargadas en el sistema fotovoltaico del centro comunal.

Para la cocción de alimentos se utiliza en la totalidad de los hogares la leña que es recolectada en alrededores de la comunidad.

### **2.5.1.- Requerimientos de energía**

La Comunidad de San Antonio de López cuenta con 62 viviendas, una posta de salud, un centro y teatro educativo, un albergue comunal y una iglesia.

Para el abastecimiento energético en la comunidad de San Antonio de López se realizó la evaluación de los requerimientos mínimos de energía. La demanda por cada ambiente alcanza 300 W los cuales son utilizados para el consumo domiciliario (iluminación, radio grabadora y equipos electrodomésticos) de acuerdo a la evaluación técnica realizada en la visita.

El requerimiento de energía y potencia para toda la comunidad se realizó utilizando planillas de carga eléctrica, tomando en cuenta el índice de crecimiento poblacional de San Antonio de López y los factores eléctricos típicos para este tipo de población.

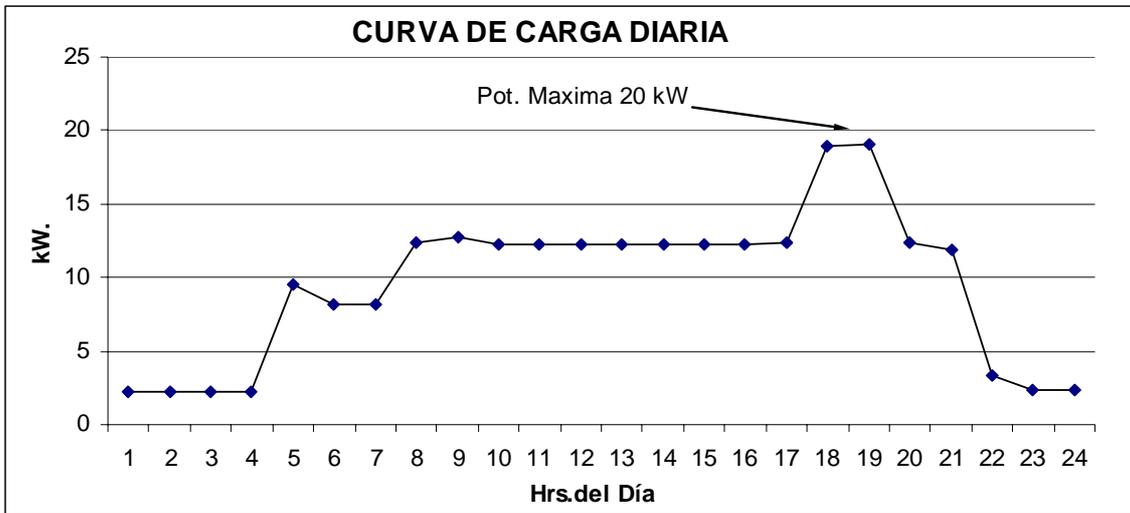
Se efectuó el análisis de la demanda para el año de inicio del proyecto y también con la proyección de la demanda para el año 20. El valor de la demanda energética asumida para todos los cálculos del presente perfil, es el del año 20. A continuación se muestra el análisis de la demanda para el año 20.

**TABLA 1: PLANILLA DE DEMANDA ELÉCTRICA SAN ANTONIO DE LÍPEZ (AÑO 20)**

Uso final de la	Nº Pts o	P.unit	fac.Sim/Nº usu.	Horas																							
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
<b>Energía en:</b>	<b>Usuarios</b>	<b>Inst W</b>	<b>Día</b>	<b>Noche</b>																							
<b>Alum. Público:</b>	21	70	1,0	1,0	1	1	1	1	1												1	1	1	1	1	1	
<b>Cat. Residencial:</b>																											
Iluminación domést*:	77	140	0,6	0,8					6	6	6	6									9	9	9	9			
Radio:	50	20	0,7	0,7					0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7		
Televisor y video	5	150	0,4	1,0																	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3		
<b>Cat. General:</b>																											
Escuela (1):	4	40	0,8	1,0					0,1	0,1	0,1	0,1	0,1								0,2	0,2	0,2				
Alcaldía (1):	3	40	1,0	1,0									0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1			
Sindicato (1):	3	40	0,8	1,0									0,1	0,1							0,1						
Posta de salud (1):																											
Iluminación	4	40	0,8	1,0						0,1	0,1	0,1	0,1								0,2	0,2	0,2	0,1	0,1		
Refrigerador	1	180	1,0	1,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2		
Radio comunicación	1	540	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		
Teatro educativo(1):	3	40	0,8	1,0									0,1	0,1								0,1	0,1				
<b>Cat. Pequeña Industria (5):</b>																											
Gomería (1):	1	4000	1,0	1,0									4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0		
Taller mecánico:	1	4476	1,0	1,0										6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7		
<b>Total Usuarios:</b>																											
<b>Total Potencia kW:</b>					2	2	2	2	9	8	8	12	13	12	12	12	12	12	12	12	19	19	12	12	3		
<b>Total Energía kWh/día:</b>	<b>284</b>																										

<b>Demanda de Energía:</b>	
Diaria en kWh/día:	284
Anual en MWh/año:	104

Fuente: Elaboración propia en base a encuestas.



La demanda máxima de potencia proyectada para el año 20 en la comunidad de San Antonio de López, resulta ser 19 kW y una demanda de energía de aproximadamente 104 MWh/año.

### 2.5.2.- Opciones de suministro de energía

La comunidad de San Antonio de López, para su abastecimiento de electricidad tiene potencial de aprovechamiento energético de dos fuentes renovables, la hidráulica y la solar. Sin embargo también podría abastecerse con electricidad proveniente de la extensión de red eléctrica a través de una derivación del Sistema Interconectado Nacional o eventualmente con generación propia con grupo electrógeno a diesel. A continuación se muestra la comparación de opciones tecnológicas para abastecimiento de electricidad a San Antonio de López.

## COMPARACION DE OPCIONES TECNOLOGICAS

SISTEMA	Inversión/Capacidad	Ventajas	Desventajas
Extensión de la Red eléctrica del SIN	960 000 \$us (extensión desde el punto más cercano 100 km) Capacidad prácticamente ilimitada	Alta capacidad de potencia Tarifa aceptable Servicio permanente	Inversión alta Inversión no rentable
Grupo electrógeno a Diesel	10 000 \$us Capacidad de 20 kW	Bajo costo de inversión	Alto costo de O&M por combustible. Tarifa elevada Servicio intermitente
Sistemas Fotovoltaicos	50 000 \$us Capacidad unitaria de 50 Wp (para 70 familias)	Bajo costo de O&M Sistema autónomo	Inversión alta Baja capacidad de potencia Servicio restringido Alto costo unitario
Microcentral Hidroeléctrica	89 016 \$us Capacidad de 20 kW	Bajo costo de O&M Servicio permanente Tarifa baja	Inversión alta

Las opciones más recomendables para la población son la utilización de sistemas fotovoltaicos y microcentral hidroeléctrica. Si bien la segunda opción tiene mayor costo de inversión, el suministro de electricidad con esta opción tiene ventajas comparativas mayores respecto a la fotovoltaica, por el tipo de electricidad y generación de potencia para fines productivos.

### 2.6.- Ingeniería del proyecto

Para la elaboración del presente perfil se cuenta con la información siguiente:

- Datos técnicos de la zona (caudal, altura y distancias).
- Mapa cartográfico de la zona en escala 1:50000 del Instituto geográfico militar de Bolivia (Anexo E).

#### 2.6.1.- Potencial hidroenergético aprovechable

La comunidad de San Antonio de López se encuentra en una zona con varias fuentes hídricas provenientes de los cerros circundantes y principalmente del cerro López, cuyo punto más elevado se encuentra a 5900 m s n m.

Los ríos más cercanos a San Antonio son el río “Llajta mayu” y el “Santa Rosa” (resultante de la unión del río “mina blanca” y el río “Yuraj Salli”)<sup>6</sup>. Todos estos ríos tienen buena pendiente para aprovechamiento en centrales hidráulicas, ya que son nacientes de los deshielos de montaña.

Aguas abajo, los ríos fluyen con pendientes mínimas, porque se encuentran con el altiplano de los Lípez.

### **2.6.2.- Alternativas de ubicación de la MCH**

La visita de campo realizada, permitió definir inicialmente utilizar las aguas del río Mina Blanca, por las siguientes razones:

- ✚ Es cercano a la población de San Antonio.
- ✚ Tiene buen caudal de aprovechamiento.
- ✚ Las laderas de los cerros a los márgenes del río son estables y tienen pendientes adecuadas para realizar obras civiles.
- ✚ Se tiene antecedentes históricos de utilización de este río para molinos hidráulicos dedicados a la minería.

La elección de la alternativa de usar el río Mina Blanca es válida para la etapa de perfil de proyecto. Sin embargo para la determinación definitiva del aprovechamiento hidroenergético en la etapa de diseño final, se deberá evaluar la alternativa de aprovechar el río Llajta Mayu, basándose en estudios topográficos, de aforo de caudales y de análisis geomorfológicos y estructura de suelos.

En la visita de campo se efectuó la medición de caudal y altura topográfica en la zona de las ruinas del antiguo molino hidráulico, posteriormente en gabinete y con la información de la carta geográfica se determinó la altura posible de aprovechamiento hidráulico. También se efectuó la medición de la distancia entre la posible casa de máquinas y el poblado de San Antonio, con la finalidad de determinar la longitud de la línea eléctrica de subtransmisión.



**Foto 4. Río Mina Blanca en San Antonio**

---

<sup>6</sup> Estos nombres están citados en la carta geográfica y pueden diferir con los nombres que tengan para los lugareños.

### **2.6.3.- Caudal del aprovechamiento**

La medición de caudal efectuada fue de 70 litros/segundo, sin embargo, tomando en cuenta la época del año en la que se realizó la medición y para fines de cálculo de las obras civiles, se asumirá un caudal de diseño de 100 l/s. Cabe mencionar que el caudal de diseño para una MCH no es el caudal mínimo, sino el caudal que exceda por lo menos el 85% del tiempo en el año; lo cual significa que deberá garantizar minimamente una potencia de diseño durante 10 meses al año como mínimo.

Se deberán realizar aforos continuos en el río Mina Blanca para poder determinar la curva de duración de caudales.

No se identificaron usos de agua del río Mina Blanca en la posible zona de emplazamiento de la microcentral hidroeléctrica.

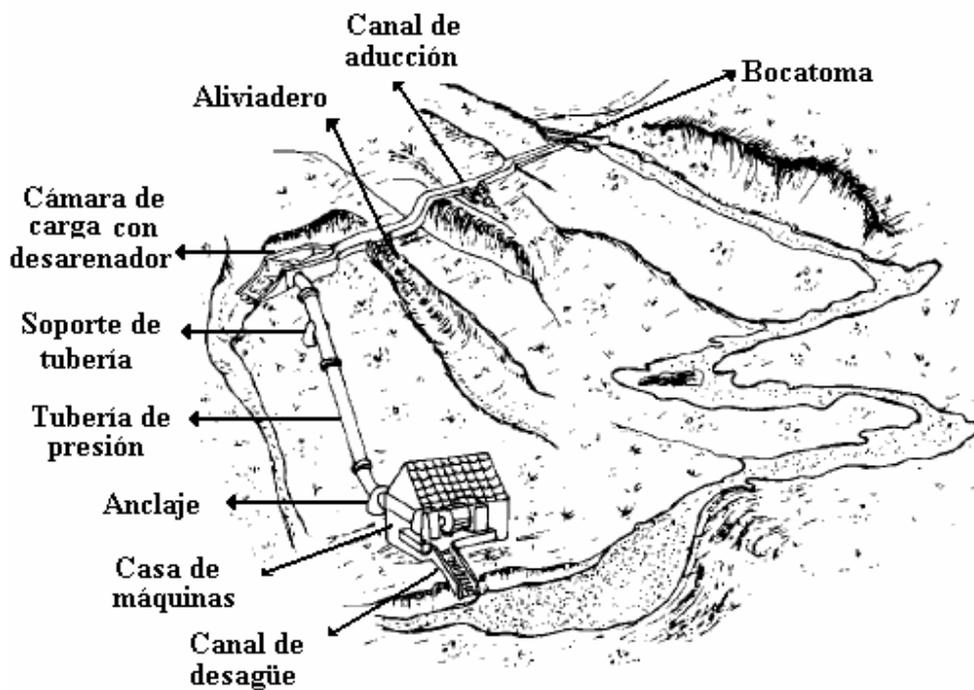
La fuente de agua identificada para emplear en el proyecto se encuentra en predios de la comunidad San Antonio de López. De esta manera, se asume que la captación de aguas por el proyecto y el consecuente mejoramiento de la infraestructura no generarán conflicto con la propiedad de las aguas.

### **2.6.4.- Altura topográfica**

En lo que refiere a la caída topográfica, para su definición, se ha procedido al análisis de la carta geográfica y en base a la configuración de las curvas de nivel y las pendientes de los cerros circundantes a los ríos de aprovechamiento, se ha establecido que se podría tener una altura bruta de 60 metros, partiendo de la cota 4680 msnm para la obra de toma, 4670 msnm para la cámara de carga y la cota 4610 msnm para la casa de máquinas.

Asumiendo un 10% de pérdidas de altura por fricción del agua en la tubería de presión, y además de pérdidas en codos y válvulas, se podría disponer de **52 metros** de altura neta.

La configuración general que tendrá la microcentral hidroeléctrica se muestra en la siguiente figura.



**Fig. Esquema de microcentral hidroeléctrica de derivación**

### **2.6.5.- Planteamiento de las obras civiles**

A continuación se presenta una descripción de las obras hidráulicas necesarias para la captación y conducción de aguas hasta la micro central hidroeléctrica. Las obras fueron dimensionadas con el caudal de diseño de 100 l/s.

### **2.6.6.- Obra de captación y conducción**

La propuesta comprende construir una bocatoma de tipo tirolés, que consiste de un canal recolector transversal al río con rejilla superior para el ingreso. El espaciamiento de las rejillas será de 10 mm, lo cual limitará el ingreso de cuerpos en el canal recolector. El flujo ingresará por el margen izquierdo al canal de aducción. A continuación de la toma se ubicará sobre el canal, una poza para atrapar sedimentos gruesos que pudieron ingresar por las rejillas de la toma, que tendrá la finalidad de retener material grueso. La trampa consiste de una caja con muros y piso de hormigón ciclópeo y una tapa metálica con seguro de candado.

La pendiente del canal recolector (2.5%) y del canal aductor (0.5%) garantizará el arrastre de material ingresado al sistema, que no será mayor de 10 mm.

### **2.6.7.- Canal de conducción**

El canal de conducción se extenderá desde el desgravador de ingreso hasta el desarenador de la cámara de carga. Tendrá una longitud total aproximada de 2000 metros. En su

desarrollo, el canal podría tener diferentes pendientes, en función del estudio topográfico y el análisis geomorfológico a realizarse en el estudio a diseño final. Inicialmente se plantea una pendiente de 0.5% para lograr una mayor altura de aprovechamiento hidráulico y por las características de las curvas de nivel de la ladera del cerro analizado. Ver Anexo E.

El planteamiento consiste en revestir totalmente el canal, por tanto se construirá un canal de sección rectangular de 0.45 m de ancho por 0.30 m de alto, debido a la estructura rocosa del terreno. El canal se construirá con muros y solera de hormigón ciclópeo, el espesor de los mismos será de 15 cm.

El volumen total de obra en hormigón ciclópeo para el canal de conducción es de 360 m<sup>3</sup>.

### **2.6.8.- Desarenador**

Luego del canal de conducción, el agua ingresará al desarenador final, con capacidad de retener sólidos de hasta 0.5 mm de diámetro, la obra tendrá una longitud total de 10 metros y altura máxima de 1.5 metros.

De acuerdo a diseño, requerirá una limpieza cada mes. De esta forma se evitará el ingreso de material grueso hacia la tubería de presión, evitando que se dañe. Para el efecto, el compartimiento de decantación contará en su parte más baja con un orificio lateral para la limpieza de sedimentos, el orificio estará provisto de una compuerta metálica accionada mediante volante y sistema de tornillo sinfín.

### **2.6.9.- Cámara de Carga**

A continuación del desarenador será construida la cámara de carga, cuya finalidad es de garantizar un tirante mínimo de aguas sobre la cresta de la tubería de presión y evitar el ingreso de burbujas de aire que eventualmente podrían producir subpresión al interior del conducto y su colapso. Por lo expuesto, la altura total de la cámara de carga será de 2 metros.

La obra contará con una rejilla sobre la cámara de carga y otra en la boca propiamente de ingreso al tubo. Todas estas medidas de seguridad son pertinentes con la finalidad de un buen funcionamiento del sistema y la protección de las partes expuestas.

La cámara contará con un vertedero de demasías, a fin de evitar el rebalse e inundación del sector, asimismo contará con sistema para limpieza fondo que eventualmente debe realizarse por acumulación de material muy fino, todas las aguas de demasías y de limpieza de fondo serán dispuestas en el canal de excedencias, que estará emplazado transversalmente al desarenador sobre la pendiente natural de la ladera hasta empalmar con el canal actual en desuso.

La cámara de carga y desarenador se ubicarán en la ladera oeste del cerro por donde actualmente se extiende un canal abandonado del sistema hidráulico de la mina

abandonada. La conformación del lugar es de suelo estable, con afloraciones de roca fragmentada, no se advierten procesos de erosión ni arrastre de sedimentos en las zonas próximas al emplazamiento de obras.

#### **2.6.10.- Tubería de presión, Anclajes y Apoyos**

La tubería de presión une la cámara de carga con la turbina instalada en la casa de máquinas. El trazo de la tubería de presión, constituye depósitos de las mismas características, con afloramiento de roca fragmentada, por lo cual se descarta riesgo de inestabilidad del suelo.

De acuerdo al diseño hidráulico, la tubería de presión tendrá un diámetro de 200 mm (8") y una longitud de 250 metros. El material de la tubería podría ser PVC o hierro dúctil. El emplazamiento de la tubería de presión responde a las condiciones de terreno, por tanto en función del levantamiento topográfico se determinará si la tubería irá enterrada o sobre la superficie. En caso de usarse PVC la tubería deberá estar enterrada en una zanja de profundidad variable, guardando las alturas mínimas de cobertura de tierra.

En cada uno de los puntos de inflexión del terreno y a la entrada a la casa de máquinas, se dispondrán bloques de anclaje, cuyo diseño será realizado en función de la geometría propia de cada cambio de dirección vertical de la tubería de presión y las condiciones de carga.

Asimismo, en los tramos intermedios entre anclajes se dispondrán de bloques de apoyo contruidos en hormigón ciclópeo, los que permitirán un asentamiento uniforme de la tubería.

#### **2.6.11.- Casa de máquinas**

El sitio propuesto para la casa de máquinas está constituido por una plataforma natural en las faldas del cerro, donde será necesario emparejar artificialmente la ladera de pendiente suave para un buen emplazamiento de la casa de máquinas.

La casa de máquinas consistirá de una obra con muros de ladrillo sobre fundaciones de hormigón ciclópeo, con cubierta de calamina. La superficie total del ambiente será de 24 m<sup>2</sup>. El piso será de soladura de piedra con contrapiso de hormigón simple, se construirá estructuras especiales de cimentación para sustentar la turbina y demás componentes electromecánicos.

Para la protección del equipo electromecánico, subestación de transformación é instalaciones generales de la sala de máquinas, por una parte, y para salvaguardar la seguridad de las personas y animales que transiten por las proximidades de la Central, se deberá construir un cerco perimetral de protección, con malla de alambre galvanizado.

### 2.6.12.- Canal de desagüe

A la salida de la casa de máquinas, y por debajo de ella se construirá un canal de desagüe de las aguas turbinadas, que serán devueltas al río Mina Blanca.

El canal será construido con muros y piso de hormigón ciclópeo, de sección rectangular de 45 cm x 30 cm, la longitud será de aproximadamente 20 metros y se emplazará diagonal al eje de la tubería de presión, para facilitar su empalme con la orilla del río.

## 2.7.- Equipamiento electromecánico

La microcentral tendrá un equipamiento electromecánico compuesto por turbina hidráulica, generador eléctrico, acoplados con acoplamiento mecánico flexible y montados sobre un sólo chasis. El regulador de carga se instalará en el tablero de mando y control que contará con dispositivos de protección eléctrica y de maniobra. Todo el equipamiento estará conectado al sistema de aterramiento de la casa de máquinas.

Si bien el caudal de diseño adoptado para las obras civiles es de 100 l/s, para el caso de la turbina el caudal de diseño se asume 80 l/s, tomando en cuenta posibles pérdidas de caudal en la conducción y obras civiles.

### 2.7.1.- Turbina

La elección de la turbina se realizó basándose en los siguientes datos:

Caudal de diseño	80 l/s
Altura bruta (incluye carga del nivel de aguas)	60 m
Altura neta	52 m
Velocidad del agua dentro la tubería	3.5 (m/s)
Largo de la tubería	250 m
Diámetro de la tubería	200 mm (8")

Con los datos de caudal de diseño, altura neta y mediante cartas de selección de turbinas (ver Anexos), se obtiene el tipo de turbina que se acomoda a las características descritas.

#### Datos de turbina seleccionada

<b>Tipo de turbina</b>	<b>Pelton</b>
<b>Potencia en eje de la turbina</b>	<b>28 kW</b>
<b>Eficiencia de la turbina</b>	<b>70%</b>

### **2.7.2.- Generador eléctrico y regulador**

El generador eléctrico tendrá una potencia efectiva de 30 kW y deberá ser sincrónico, trifásico con tensión de salida en bornes de 380 V AC y de 50 Hz. La elección de la velocidad nominal de rotación dependerá del fabricante de la turbina hidráulica. Preferentemente deberá acoplarse de manera directa con la turbina y ser montada en un chasis monoblock de acero estructural. El generador deberá entregar mínimamente 20 kW efectivos en bornes de generador, tomando en cuenta las pérdidas de eficiencia por altura y funcionamiento a un 80% de carga máxima.

El regulador del grupo turbina generador será del tipo electrónico de derivación de carga con capacidad nominal de 30 kW.

El tablero de mando y control eléctrico deberá contar con un voltímetro, amperímetro, Ratímetro y relés de protección contra sobre corrientes y sobre tensión, con capacidad para 30 kW efectivos. Todos los instrumentos serán montados en una sola consola, debidamente protegida contra descargas atmosféricas y aterrada.

### **2.8.- Red de transmisión y distribución eléctrica**

Durante la evaluación técnica para el suministro de energía eléctrica realizado por el equipo consultor se pudo constatar que la Comunidad de San Antonio de Lípez no cuenta con una red de distribución eléctrica.

Cabe resaltar que la distancia aproximada de la red de transmisión en media tensión (MT), de la casa de máquinas a la comunidad es de aproximadamente 3 km. y la red de distribución en baja tensión (BT), en la comunidad es de aproximadamente 2 km.

Una vez lograda la generación de la potencia requerida por el proyecto se necesitará instalar un transformador elevador en la salida de la casa de máquinas que elevará la tensión de salida del generador (380 V) a una tensión de 24,9 kV, para su respectiva transmisión en media tensión (MT) con red eléctrica trifásica. Al llegar a la comunidad, se instalará un transformador de rebaje de tensión (24.9 kV a 380 V) para su respectiva distribución en red de baja tensión., ver Anexo C (Diagrama unifilar del Sistema de transmisión y distribución)

Tomando en cuenta la pérdida de eficiencia de los transformadores por la altura de instalación, los dos transformadores deberán ser de 30 kVA de potencia.

## 2.9.- Presupuesto

A continuación se muestra la inversión correspondiente a la alternativa de suministro de energía eléctrica a la comunidad de San Antonio de Lípez, a través de la microcentral.

<b>PRESUPUESTO MCH SAN ANTONIO</b>				
<b>ITEM</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>COSTO \$US.</b>	<b>% de inversión</b>
Ingeniería de Proyecto		Global	5000	5.62%
<b>OBRAS CIVILES</b>				
Obra de Toma y desgravador	7	m3	700	0.79%
Canal de aducción	2000	m	28113	31.58%
Desarenador	8	m3	800	0.90%
Cámara de Carga	10	m3	1000	1.12%
Anclajes	3	m3	450	0.51%
Tubería de Presión PVC	250	m	3750	4.21%
Casa de máquinas	24	m2	1800	2.02%
Canal de Restitución	4	m3	180	0.20%
<b>EQUIPAMIENTO ELECTROMÉCANICO</b>				
Equipo Electromecánico 20 kW (efectivos en bornes de generador)		Global	12000	13.48%
<b>REDES ELÉCTRICAS</b>				
Puestos de Transformación de 24.9 kV/380/220 V	2	30 kVA	2000	2.25%
Línea de Transmisión MT.24.9 kV	3	km	18000	20.22%
Línea de Baja Tensión 380, 220 V	2	km	12000	13.48%
<b>SUPERVISIÓN Y MONTAJE</b>				
Mano de obra de Montaje		Global	1575	1.77%
Imprevistos		global	1647	1.85%
<b>TOTAL</b>			<b>89016</b>	<b>100%</b>

El costo estimado del proyecto de microcentral hidroeléctrica para San Antonio de Lípez es de **89016 \$US** (Ochenta y nueve mil dieciséis dólares norteamericanos).

Los costos mayores están referidos al canal de aducción por tener una longitud de 2000 m y la red eléctrica con una longitud total de 5000 m.

## 2.10.- Financiamiento

Debido al presupuesto elevado del proyecto, se deberá buscar el cofinanciamiento con recursos de la Prefectura, gobierno central, y contraparte local. Parte del aporte externo podría realizarse con fondos provenientes de la cooperación canadiense a través de OLADE.

El aporte local no se realizará en efectivo, sino en mano de obra no calificada y provisión de materiales locales para la construcción de las obras civiles. Estos aportes fueron calculados y monetizados. El detalle previsto de los aportes para el financiamiento se muestra en el siguiente cuadro.

**Estructura de financiamiento para el proyecto de microcentral**

Descripción	Aporte local (\$US)	Aporte externo (\$US)	Total (\$US)
Mano de obra no calificada para: excavaciones, construcción de obras civiles y montaje de redes eléctricas, además de acopio de agregados locales para obras civiles (arena, grava, piedras)	8000		8000
Equipamiento electromecánico, tubería de presión, materiales no locales para obras civiles, materiales para red eléctrica, estudio de diseño final		81016	81016
<b>TOTAL</b>	<b>8000</b>	<b>81016</b>	<b>89016</b>

El aporte resultante de la comunidad resultaría ser aproximadamente el 9% del monto total del proyecto, monetizando su trabajo.

## 2.11.- Análisis financiero del proyecto

### 2.11.1.- Ingresos asociados al servicio de electricidad.

Los ingresos económicos que se tengan en el proyecto de la MCH están referidos solamente a la venta de electricidad. No se toman en cuenta posibles ingresos económicos por multas o reconexiones, que no son constantes durante el periodo de análisis.

La venta de energía calculada para la MCH se realiza en base a la potencia instalada y la utilización de electricidad en las categorías de alumbrado público, residencial, general (posta de salud, escuela, iglesia, albergues) y microempresa (taller mecánico y gomería). La cantidad anual de electricidad que se vendería en San Antonio de López, ha sido prevista en 83 MWh/año para el primer año de operación con una tasa de crecimiento anual de 1% que se debería al crecimiento típico del consumo en áreas rurales de nuestro país.

La tarifa prevista por kWh es de 12 c\$US (centavos de dólar), que resulta ser la tarifa promedio máxima que caracteriza a sistemas eléctricos rurales en Bolivia, sean éstos extensiones de red o MCH's.

Los ingresos previstos se muestran en el cuadro de estado de resultados.

### **2.11.2.- Costos asociados al servicio de electricidad**

Los costos para la prestación del servicio de electricidad con la microcentral hidroeléctrica, están desglosados en costos de operación y mantenimiento y la depreciación.

#### **2.11.2.1.- Costos de operación y mantenimiento**

Para operar la microcentral hidroeléctrica, se requiere de una persona que realice fundamentalmente tareas de control del equipamiento electromecánico. Esta labor no requiere de la presencia permanente de un operador dentro la casa de máquinas, ya que se prevé instalar sistemas de regulación, control y protección automatizados.

Al tratarse de un sistema para pocos usuarios, la labor de tarifación y cobro por el servicio, pueden ser realizadas perfectamente por el mismo operador.

Se considera también los costos relacionados con el mantenimiento preventivo de la MCH y se los engloba como insumos de mantenimiento.

<b>Costo de Operación</b>	<b>Costo (Bs/mes)</b>	<b>t (meses)</b>	<b>Costo (Bs/año)</b>	<b>Costo (\$US/año)</b>
Operador (salario)	600	13	7800	968
Insumos mantenimiento	300	12	3600	447
<b>TOTAL</b>	<b>900</b>		<b>11400</b>	<b>1414</b>

#### **2.11.2.2.- Depreciación**

Para el cálculo se tomaron en cuenta las depreciaciones de las obras civiles, equipamiento electromecánico y redes eléctricas. En Bolivia se tienen MCH's con más de 20 años de operación, por lo tanto se ha previsto aplicar el criterio que la vida útil de la MCH sería de 20 años en global.

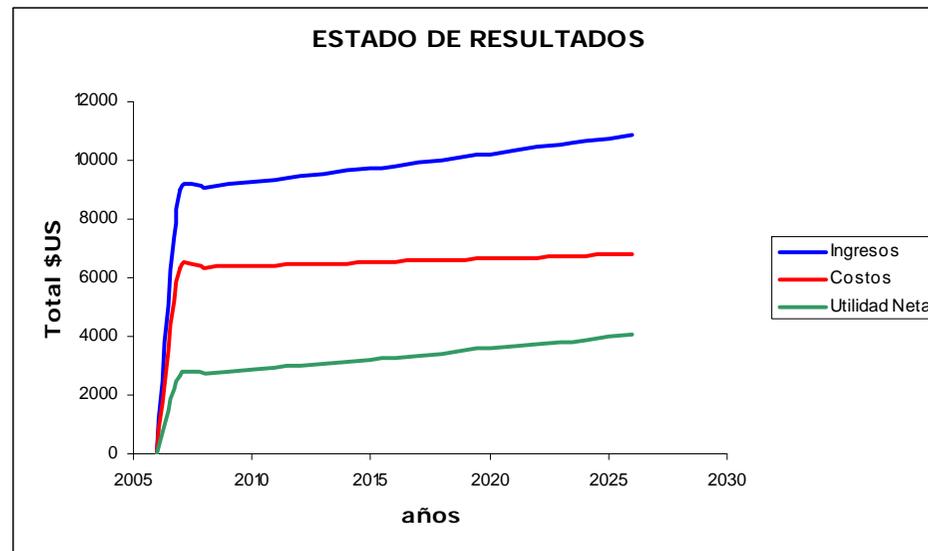
El año 10 de operación de la MCH se ha previsto que se realizaría un repotenciamiento del equipamiento electromecánico.

### **2.11.3.- Estado de Resultados**

El estado de resultados fue elaborado para un periodo del proyecto de 20 años, tomando en cuenta los ingresos, costos e impuestos. El detalle se muestra en el siguiente cuadro.

### Estado de resultados (\$US)

Años	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Ingresos por electricidad	10330	10433	10537	10643	10749	10857	10965	11075	11186	11298	11411	11525	11640	11756	11874	11993	12113	12234	12356	12480
(-)IVA(13%)	1343	1356	1370	1384	1397	1411	1425	1440	1454	1469	1483	1498	1513	1528	1544	1559	1575	1590	1606	1622
<b>INGRESO NETO</b>	8987	9077	9168	9259	9352	9445	9540	9635	9732	9829	9927	10026	10127	10228	10330	10434	10538	10643	10750	10857
(-)Costo de Operación	1414	1414	1414	1414	1414	1414	1414	1414	1414	1414	1414	1414	1414	1414	1414	1414	1414	1414	1414	1414
(-)Depreciación	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040
Utilidad Bruta	3533	3623	3714	3805	3898	3991	4086	4181	4278	4375	4473	4572	4673	4774	4876	4980	5084	5189	5296	5403
(-)IU (25%)	883	906	928	951	974	998	1021	1045	1069	1094	1118	1143	1168	1193	1219	1245	1271	1297	1324	1351
<b>UTILIDAD NETA</b>	2650	2717	2785	2854	2923	2994	3064	3136	3208	3281	3355	3429	3505	3580	3657	3735	3813	3892	3972	4052



El estado de resultados para 20 años del proyecto de la MCH, muestra utilidades netas positivas. El monto total a recuperar en los 20 años ascendería aproximadamente a 66000 \$US, lo cual significa que se podría pagar un crédito por este monto. Sin embargo cabe mencionar que las utilidades netas sumadas en los 20 años no lograrían cubrir la totalidad del monto de inversión, lo cual implica que si el proyecto debe generar un monto de devolución del 100% de la inversión inicial, sería necesario ver los siguientes escenarios:

- ✚ Aumentar el tiempo para la devolución del préstamo. Este escenario no resulta recomendable porque se tendría que esperar demasiado tiempo para tener capital disponible para otros proyectos.
- ✚ Elevar el precio del kWh a 14 c\$US. Esta opción presenta un escenario más favorable, sin embargo esta solución tendría que ser consensuada con los comunarios. El inconveniente de esta posible solución radica en que los habitantes del área rural realizan comparaciones de precios con tarifas de otros sistemas y pueden considerar tarifa elevada.
- ✚ Otra posibilidad es de plantear la devolución de un porcentaje del capital de inversión (66000 \$US) y no la totalidad. Esto implicaría tener fondos hundidos en el proyecto.

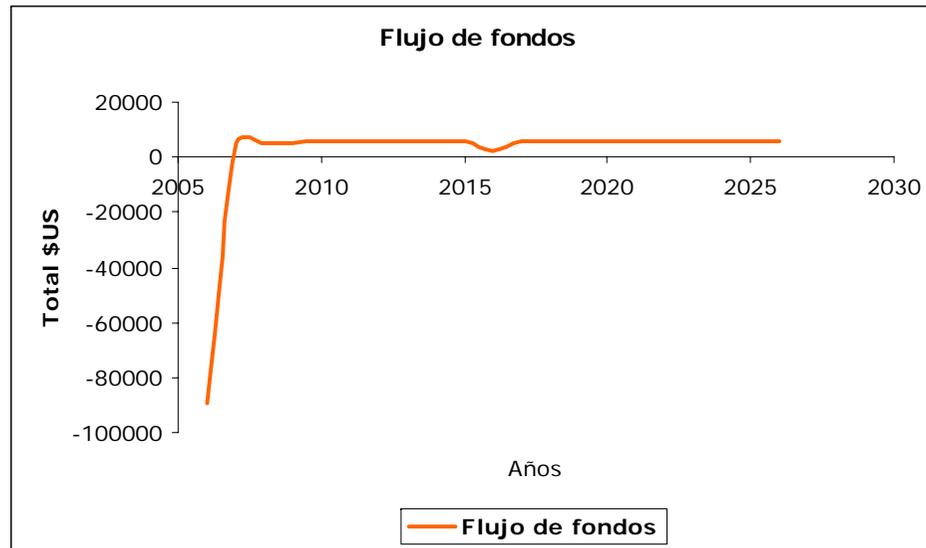
#### ***2.11.4.- Flujo de Fondos***

En el flujo de fondos se toma en cuenta una reserva del 50% de las utilidades netas para la devolución del préstamo. Sin embargo como se mencionó en el análisis del estado de resultados, aún tomando en cuenta la devolución del préstamo, a través del 100% de las utilidades netas, el monto total no podría cubrir la totalidad de la inversión inicial. Solamente de podría cubrir un préstamo de hasta 66000 \$US.

El resultado del flujo de fondos para el proyecto en un tiempo de 20 años, se muestra en el siguiente cuadro.

### Flujo de fondos (\$US)

Años	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Utilidad neta		2650	2717	2785	2854	2923	2994	3064	3136	3208	3281	3355	3429	3505	3580	3657	3735	3813	3892	3972	4052
(-)Inversión	89016										3600										
(+)Depreciación		4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040
(-)Fondo Rotatorio 50%		1325	1359	1393	1427	1462	1497	1532	1568	1604	1641	1677	1715	1752	1790	1829	1867	1906	1946	1986	2026
Flujo de fondos	-89016	5364	5398	5432	5467	5501	5536	5572	5608	5644	2080	5717	5754	5792	5830	5868	5907	5946	5986	6026	6066



El resultado del flujo de fondos denota que las utilidades netas son positivas, pero no lograrían cubrir el monto de inversión inicial en el periodo de 20 años. El déficit sería de aproximadamente 22000 \$US.

El monto del déficit podría ser cubierto consiguiendo hundir esta cantidad a través de fondos que puedan ser conseguidos por la comunidad.

## 2.12.- Evaluación privada y socioeconómica del proyecto

Para tener una idea de los niveles de relación beneficio – costo y del costo – eficiencia del proyecto de la MCH, se calcularán los indicadores de valor actual neto y tasa interna de retorno, tanto para la evaluación privada como para la evaluación socioeconómica. Estos indicadores son: VANP, TIRP, VANS y TIRS.

Para la evaluación privada se adoptó una tasa de descuento del 10%, y para la socioeconómica una tasa de 12.07%<sup>7</sup>.

La metodología de evaluación socioeconómica adoptada, es la establecida por el Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo (VIPFE).

Los precios de mercado establecidos para el proyecto, fueron transformados a “precios sombra” para la respectiva evaluación socioeconómica, utilizando la razón precio-cuenta (RPC). Los resultados se muestran en el siguiente cuadro.

**APLICACIÓN DE PRECIOS SOMBRA (\$US)**

	Valor de mercado	RPC	Valor socioeconómico
<b>INVERSIÓN</b>	<b>82300</b>	<b>0,7413</b>	<b>61009</b>
Materiales e insumos importados	5000	1,19	5950
Materiales locales	44000	1	44000
Mano de obra calificada	2000	1	2000
Mano de obra semicalificada	9300	0,43	3999
Mano de obra no calificada urbana	22000	0,23	5060
<b>COSTO DE OPERACIÓN</b>	<b>1414</b>		<b>608</b>
Mano de obra semicalificada	1414	0.43	608
<b>VALOR RESIDUAL</b>	<b>20000</b>	0.741	<b>14820</b>

Los resultados de la evaluación privada y socioeconómica del proyecto de la MCH San Antonio de López, se muestran en los dos cuadros siguientes:

<sup>7</sup> Según el Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo de Bolivia (VIPFE)

**FLUJO DE CAJA A PRECIOS DE MERCADO (\$US)**

Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ingresos por electricidad		10330	10433	10537	10643	10749	10857	10965	11075	11186	11298	11411	11525	11640	11756	11874	11993	12113	12234	12356	12480
Valor residual																					20000
<b>INGRESO NETO</b>		10330	10433	10537	10643	10749	10857	10965	11075	11186	11298	11411	11525	11640	11756	11874	11993	12113	12234	12356	32480
(-)Costo de Operación		1414	1414	1414	1414	1414	1414	1414	1414	1414	1414	1414	1414	1414	1414	1414	1414	1414	1414	1414	1414
(-)Depreciación		4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040
Utilidad Bruta		4876	4979	5083	5189	5295	5403	5511	5621	5732	5844	5957	6071	6186	6302	6420	6539	6659	6780	6902	27026
(-)IU (25%)		1219	1245	1271	1297	1324	1351	1378	1405	1433	1461	1489	1518	1546	1576	1605	1635	1665	1695	1725	6756
Inversión	-89016										-3600										
<b>UTILIDAD NETA</b>		3657	3734	3813	3892	3971	4052	4133	4216	4299	4383	4467	4553	4639	4727	4815	4904	4994	5085	5176	20269
<b>Depreciación</b>		4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040	4040
Flujo neto	-89016	7696	7774	7852	7931	8011	8092	8173	8255	8338	4822	8507	8593	8679	8766	8855	8944	9034	9124	9216	24309

**VANP= -18138 (VALOR ACTUAL NETO PRIVADO)**

**TIRP = 7.12% (TASA INTERNA DE RETORNO PRIVADA)**

**FLUJO DE CAJA A PRECIOS SOMBRA (\$US)**

Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ingresos por electricidad		10330	10433	10537	10643	10749	10857	10965	11075	11186	11298	11411	11525	11640	11756	11874	11993	12113	12234	12356	12480
Valor residual																					14820
<b>INGRESO NETO</b>		10330	10433	10537	10643	10749	10857	10965	11075	11186	11298	11411	11525	11640	11756	11874	11993	12113	12234	12356	27300
(-)Costo de Operación		608	608	608	608	608	608	608	608	608	608	608	608	608	608	608	608	608	608	608	608
(-)Depreciación		3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050
Utilidad Bruta		6672	6775	6879	6985	7091	7199	7307	7417	7528	7639	7752	7866	7982	8098	8216	8334	8454	8575	8698	23641
(-)IU (25%)		1668	1694	1720	1746	1773	1800	1827	1854	1882	1910	1938	1967	1995	2025	2054	2084	2114	2144	2174	5910
Inversión	-61009										-3600										
<b>UTILIDAD NETA</b>		5004	5081	5159	5238	5318	5399	5480	5563	5646	5730	5814	5900	5986	6074	6162	6251	6341	6432	6523	17731
<b>Depreciación</b>		3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050
Flujo neto	-61009	8054	8131	8209	8288	8368	8449	8530	8613	8696	5180	8864	8950	9036	9124	9212	9301	9391	9482	9573	20781

**VANS = 2498 (VALOR ACTUAL NETO SOCIAL)**

**TIRS = 12.68% (TASA INTERNA DE RETORNO SOCIAL)**

Como se puede observar en los resultados de las evaluaciones realizadas, el VANP (-18138) resulta negativo y la TIRP (7.12%) menor que la tasa de descuento utilizada, lo cual significa que no sería un proyecto atractivo desde el punto de vista de la inversión privada. Sin embargo la evaluación socioeconómica, tiene VANS positivo (2498) y TIRS (12.68%) mayor que la tasa de descuento socioeconómica.

Si bien los indicadores privados no son satisfactorios, los indicadores socioeconómicos satisfacen los requerimientos establecidos por el VIPFE, lo cual implica que el proyecto tiene beneficios socioeconómicos para la población de San Antonio de López y podría ser ejecutado.

### 2.13.- Cronograma de ejecución

En caso de tomar la decisión de ejecutar el proyecto de la microcentral hidroeléctrica, se realizará previamente el diseño final y posteriormente la ejecución propiamente dicha. En el cuadro siguiente se tiene el detalle de la previsión de tiempos para la ejecución del proyecto.

**Cronograma para la ejecución de la MCH San Antonio de López**

ACTIVIDADES	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8
Firma de convenios								
Organización interna								
Topografía y diseño final								
Elaboración de especificaciones								
Construcción del equipo electromecánico								
Construcción de obras civiles								
Instalación del equipo electromecánico y red eléctrica								
Puesta en marcha y capacitación								
Seguimiento y evaluación								

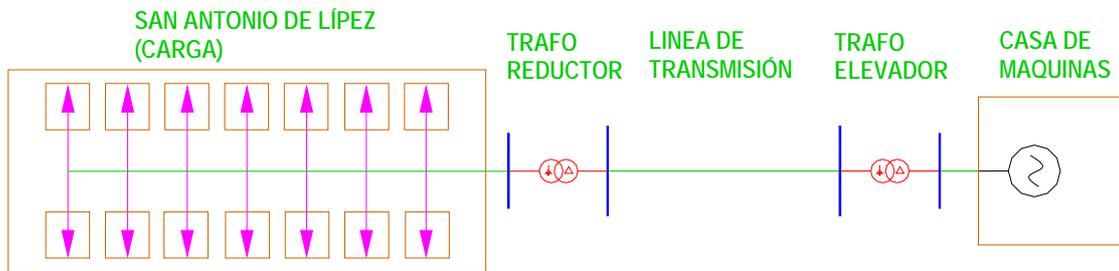
### Anexos

Anexo C: Diagrama unifilar del Sistema eléctrico de transmisión y distribución.

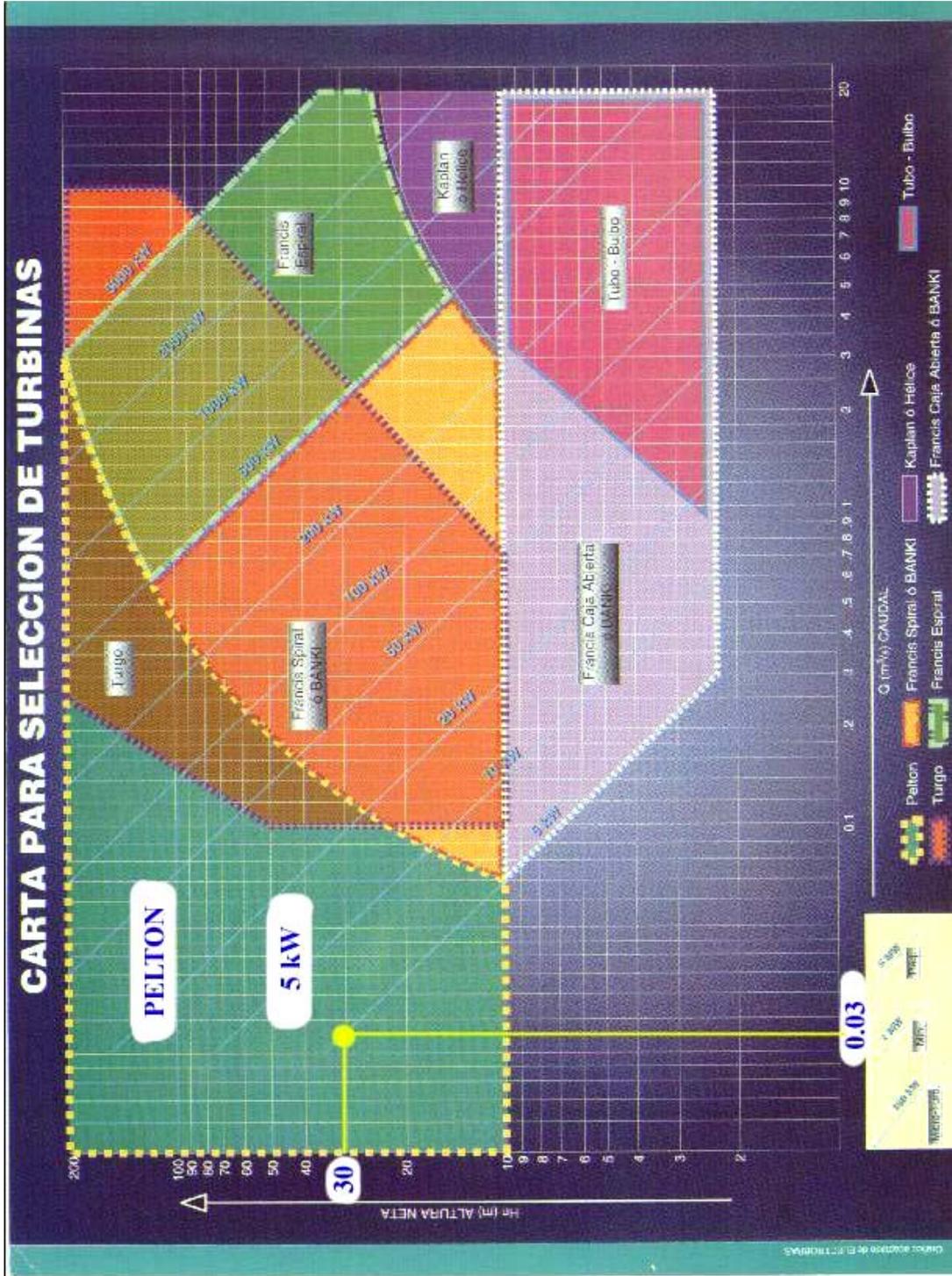
Anexo D: Carta para selección de turbinas.

Anexo E: Mapa de San Antonio de López con el trazo para la MCH

### ANEXO C Diagrama unifilar del sistema de transmisión y distribución



## ANEXO D: Carta para selección de turbinas hidráulicas



ANEXO E Mapa de ubicación de la MCH en carta georeferenciada



## **CAPÍTULO III**

### **PERFIL DE PROYECTO**

***“DOTACIÓN DE SERVICIOS DE AGUA CALIENTE E  
ILUMINACIÓN PARA ALBERGUE TURÍSTICO  
COMUNITARIO EN SAN ANTONIO DE LÍPEZ”  
BOLIVIA***

## **CAPÍTULO III Perfil de proyecto: “Dotación de servicios de agua caliente e iluminación para albergue turístico comunitario en San Antonio de Lípez”**

### **3.1.- Introducción**

La tierra de los Lípez y el salar de Uyuni, son zonas con afluencia de turistas durante todo el año, debido a los atractivos que se encuentran en estas zonas. Las condiciones de acceso y transitabilidad, de sus vías y carreteras intercomunales son precarias y malas. Los servicios de auxilio mecánico, venta de combustible y lubricantes, son casi inexistentes en estas comunidades, lo cual impide la operabilidad de los empresarios turísticos. Con respecto a los servicios para el turista, éstos son mínimos en algunos casos, e inexistentes en otros.

El caso de los servicios de apoyo al turismo tiene una característica especial, parten como una iniciativa individual y puntual de auxilio ante requerimientos del turista ya sea con albergue, alimentos o servicios primarios (agua, servicios higiénicos, guías, etc.); pero a partir de la rápida multiplicación de los ingresos ante la más pequeña iniciativa, los comunarios han desarrollado una serie de convenios estratégicos con las oficinas turísticas.

La comunidad de San Antonio de Lípez es un paso obligado para los turistas, en la ruta hacia las Lagunas de Colores y el Salar de Uyuni, partiendo de la ciudad de Tupiza. Debido a su posición estratégica e intermedia entre los puntos de interés turístico, la comunidad se constituye en el punto de pernocte de los turistas.



**Foto 1. Turistas en San Antonio de Lípez**

En San Antonio de Lípez, se tienen albergues turísticos de propiedad privada de algunos comunarios y también un albergue comunitario, que si bien es una construcción reciente, no cuenta con servicios de iluminación y agua caliente para las duchas. Los albergues privados

cuentan con servicios de iluminación y agua caliente y por tanto están operando sin mayor inconveniente.

### ***3.1.1. El potencial de aprovechamiento solar en la zona del proyecto***

La región de San Antonio de López recibe una alta tasa de radiación solar, entre 5 a 6 kWh/m<sup>2</sup>.día dependiendo la época del año. Esta energía es suficiente para elevar la temperatura del agua hasta valores que sobrepasen los 50 °C dependiendo de la temperatura ambiente, como también utilizar sistemas fotovoltaicos para fines de iluminación y comunicación.

Por otra parte, en la zona de acción del presente proyecto el número de horas sol sobrepasan las 2000 horas anuales. Este potencial es bastante alto y se puede considerar desde el punto de vista tecnológico como altamente factible para su utilización.

La captación de energía solar para calentamiento de agua es una técnica que en la actualidad se encuentra bastante desarrollada. El principio de captación de la energía solar se basa en la utilización de una superficie que absorbe la radiación convirtiéndola en calor. Este calor luego es transferido al agua mediante mecanismos de conducción y convección.

Mientras la radiación solar está presente, el fluido se va calentando paulatinamente hasta alcanzar una temperatura determinada. El fluido es almacenado en un tanque con aislamiento térmico manteniéndolo a una temperatura adecuada y evitando un enfriamiento por pérdidas de calor.

Con fines de generación de electricidad aprovechando la radiación solar, se tienen los sistemas fotovoltaicos, que suministran electricidad en corriente continua con voltajes típicos de 12 V o 24 V. La electricidad es almacenada en acumuladores eléctricos (baterías), para luego ser utilizada en los puntos de iluminación y/o comunicación.

En San Antonio de López existen algunos sistemas fotovoltaicos instalados, tanto en la posta de salud, escuela, como en hogares particulares, por tanto esta tecnología resulta ser conocida en cierta manera por los comunarios.

### **3.2.- Objetivos del proyecto**

La comunidad de San Antonio de López, al ser un centro importante en el circuito turístico de los López, tiene la oportunidad de aprovechar su potencialidad con fines de contar con mayores recursos de infraestructura y servicios para el turista, que sean brindados por la comunidad.

### **3.2.1.- Objetivo general**

Convertir a San Antonio de López en un punto de referencia para los turistas, demostrando un servicio de atención acorde a los requerimientos actuales de albergues turísticos, con servicios adecuados de hospedaje con iluminación y agua caliente para duchas, logrando beneficios económicos para la comunidad en forma sostenible.

### **3.2.2.- Objetivos específicos:**

Con la mejora de los servicios de hospedaje del albergue comunitario de San Antonio de López se pretende específicamente:

- ✓ Mejorar los servicios del albergue comunitario con iluminación y agua caliente.
- ✓ Mejorar los ingresos económicos de la comunidad por actividades de turismo.
- ✓ Fortalecer el desarrollo socio económico de la comunidad.
- ✓ Incentivar la práctica comunitaria en la gerencia del albergue comunal.
- ✓ Fortalecer a la empresa multiactiva de San Antonio de López en la gerencia del proyecto.
- ✓ Realizar actividades de gestión turística sostenible, que sea amigable con el medio ambiente.

### **3.3.- Metas del proyecto**

- ✓ Se considera la instalación de un sistema termosolar para el calentamiento de agua destinado a la ducha del albergue comunal y la dotación de iluminación del albergue a través de un sistema fotovoltaico.
- ✓ Capacitación a los comunarios en aspectos tecnológicos y de operación de los sistemas termosolares y fotovoltaicos.

### **3.4.- Beneficios del proyecto**

La utilización del albergue comunal, reportará ingresos económicos a la comunidad, además de generar otros servicios complementarios que requieran los turistas y puedan ser atendidos en la comunidad.

Al contar con mejores servicios en la comunidad, San Antonio de López podría aumentar el flujo turístico y la calidad del servicio al turista.

### **3.5.- Descripción del proyecto**

El albergue comunal existente en San Antonio de López es de reciente construcción y no está siendo utilizado para los fines previstos, debido a que no dispone de iluminación en los ambientes y de agua caliente para la ducha de los turistas.

La fotografía muestra la infraestructura del albergue comunitario que consta de tres dormitorios y una batería de baños sanitarios y lavamanos.



**Foto 2. Albergue comunal de San Antonio de López**

Cabe mencionar que la batería de baños sanitarios no cuenta con la previsión para la instalación de una ducha, por tanto se requerirá anexar un ambiente al baño actual para que funcione la ducha, con acceso a través de la batería de sanitarios.

#### ***3.5.1.- Sistema termosolar para el albergue***

Según los estándares internacionales, la cantidad de agua caliente que se requiere para las duchas es de 30 litros/día/persona a 45° C. Tomando en cuenta la capacidad del albergue comunal de San Antonio con un total de doce camas, lo cual significa que 12 personas podrían pernoctar en el albergue, las cuales harían uso de la ducha, la cantidad diaria mínima requerida de agua caliente será de 360 litros/día.

La capacidad de producción de agua caliente requerida para el sistema termosolar es de 400 litros/día.

Se instalará un sistema termosolar con capacidad de 400 litros/día de agua caliente a mínimo 45° C. Para limitar la temperatura de utilización del agua para la ducha y también evitar que los usuarios tengan accidentes por elevadas temperaturas del agua, se utilizará un mezclador

termostático con limitador de temperatura. Las griferías mezcladoras termostáticas son dispositivos que controlan automáticamente la temperatura de agua mezclada seleccionada por el usuario, con independencia de la temperatura y presión del agua fría y caliente de alimentación.

Debido a que las temperaturas ambientales de San Antonio de López son en promedio bajas, el sistema termosolar contará con la previsión de fluidos anticongelantes para evitar que existan roturas de las cañerías que conducen el agua.

El montaje del sistema termosolar se realizará sobre el techo del albergue, utilizando una estructura metálica que permita dotar de la inclinación adecuada al sistema, debido a que el techo del albergue es de calamina y su inclinación no es suficiente para instalar el sistema termosolar. Además se cuidará de repartir en la estructura de soporte, las cargas estructurales del propio peso del sistema, cargas de viento y de nieve.

En la siguiente fotografía se puede observar la instalación típica de un sistema termosolar en techo de calamina, considerando la estructura metálica de soporte.



**Foto 3. Instalación típica de sistema termosolar en techo de calamina**

### ***3.5.2.- Sistema fotovoltaico para el albergue.***

Con la finalidad de dotar de iluminación y recepción de radio al albergue comunal, se prevé la instalación de un sistema fotovoltaico con capacidad de 7 puntos de iluminación (2 por dormitorio y uno para el baño) y tres tomacorrientes para radio recepción.

Para satisfacer la demanda eléctrica del albergue, el sistema fotovoltaico deberá constar de un módulo de 100 Wp, un acumulador estacionario de 12 V DC y 150 Ah, un controlador de carga, 7 luminarias de 18 W de potencia unitaria, tres tomacorrientes de 12 V DC y los

correspondientes accesorios de instalación para el sistema. La instalación del sistema fotovoltaico se deberá realizar aplicando la norma técnica boliviana NB – 1056.

El módulo fotovoltaico se instalará en una estructura metálica de soporte, separada del techo del albergue y el acumulador se instalará fuera de los ambientes del albergue, en una caseta contigua, siguiendo la norma NB – 1056.

### 3.6.- Costo del proyecto

El presupuesto para la implementación de los sistemas termosolar y fotovoltaico en el albergue comunal de San Antonio de Lipez se muestra en el siguiente cuadro.

**Presupuesto para Albergue comunal**

<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo (\$us)</b>
1	Construcción de ambiente para ducha	500
3	Un sistema termosolar con capacidad de 400 litros/día de agua caliente.	2200
	Mezcladora termostática para ducha, cañerías para agua caliente y fría, accesorios de conexión de plomería.	500
4	Sistema fotovoltaico para iluminación y tomacorrientes, con 1 módulo de 100 Wp, 1 batería de 12 V DC y 150 Ah, controlador electrónico de carga, luminarias, estructura de soporte y accesorios.	1400
5	Montaje del sistema termosolar y fotovoltaico.	300
6	Transporte de los equipos hasta San Antonio	150
7	Dirección de obra y supervisión de montaje	500
8	Imprevistos	150
<b>TOTAL</b>		<b>5700</b>

El costo estimado del proyecto para el albergue comunal es de 5700 \$US (cinco mil setecientos dólares norteamericanos).

### 3.7.- Financiamiento

El aporte de la comunidad se realizará bajo responsabilidad de los comunarios, en ítemes de construcción de ambiente para la ducha del albergue y transporte de equipos hasta San Antonio.

El detalle previsto de los aportes para el financiamiento se muestra en el siguiente cuadro.

### **Estructura de financiamiento para el proyecto de albergue comunal**

<b>Descripción</b>	<b>Aporte local (\$US)</b>	<b>Aporte externo (\$US)</b>	<b>Total (\$US)</b>
Construcción de ambiente para ducha en el albergue y transporte de equipos hasta San Antonio	650		650
Sistema termosolar, sistema fotovoltaico, montaje, dirección de obra, supervisión e imprevistos.		5050	5050
<b>TOTAL</b>	<b>650</b>	<b>5050</b>	<b>5700</b>

### **3.8.- Análisis financiero del proyecto**

#### **3.8.1.- Ingresos asociados a la prestación de servicio de alojamiento en el albergue comunal.**

Para el análisis de ingresos se toma en cuenta que existen épocas altas y bajas de turismo. Los meses de mayo, junio y julio son los de mayor incremento de flujo turístico. Para épocas bajas se toma un promedio de 4 camas utilizadas por noche, para todo el mes. Para épocas altas se toma un promedio de 10 camas utilizadas por noche para todo el mes.

El rubro de ingreso para este proyecto es el cobro por alojamiento al turista. El monto que se cobraría por el alojamiento es de 30 Bs/cama (3,7 \$US/cama) por noche. Los ingresos anuales por el servicio de alojamiento se detallan en el siguiente cuadro.

#### **Ingresos previstos por alojamiento en albergue**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL (Bs/año)	TOTAL \$US/año
Ingreso por mes (Bs)	3600	5400	6300	5400	7200	9000	9000	8100	7200	5400	4500	5400	<b>76500</b>	<b>9491</b>

Se prevé un ingreso promedio anual de 76500 Bs equivalentes a 9491 \$US.

#### **3.8.2.- Costos asociados al servicio de alojamiento en el albergue comunal**

Los costos que se tienen para la prestación del servicio en el albergue estarían dados por salarios para un administrador, personal de limpieza, insumos de limpieza. También se considera el rubro de mantenimiento semestral del equipamiento fotovoltaico y termosolar. Estos costos los consideraremos como costos de administración. Entre los cuales se tienen:

### 3.8.2.1.- Costos de administración

Costo de Administración	Costo (Bs/mes)	t (meses)	Costo (Bs/año)	Costo (\$US/año)
Limpieza ambientes (salario)	500	13	6500	807
Insumos limpieza	88	12	1056	131
Administrador (salario)	800	13	10400	1290
Mantenimiento semestral del equipamiento	20	12	240	30
<b>TOTAL</b>	<b>1408</b>		<b>18196</b>	<b>2257</b>

Se está considerando la contratación de 2 personas: 1 responsable de la limpieza del albergue y otra responsable de la administración. Estas personas serían de la propia comunidad de San Antonio de López.

### 3.8.2.2.- Depreciación

Para el cálculo se tomaron en cuenta las depreciaciones de los equipos adquiridos y se diferenciaron las vidas útiles del sistema termosolar y fotovoltaico. Los componentes del sistema fotovoltaico tienen diferentes vidas útiles, principalmente en función del tipo de mantenimiento; por ejemplo el módulo (20 años), regulador (5 años), batería (4 años), etc. Para fines del presente cálculo se asumen 8 años como promedio general de vida útil de los equipos a adquirir, tanto para el sistema fotovoltaico como del termosolar.

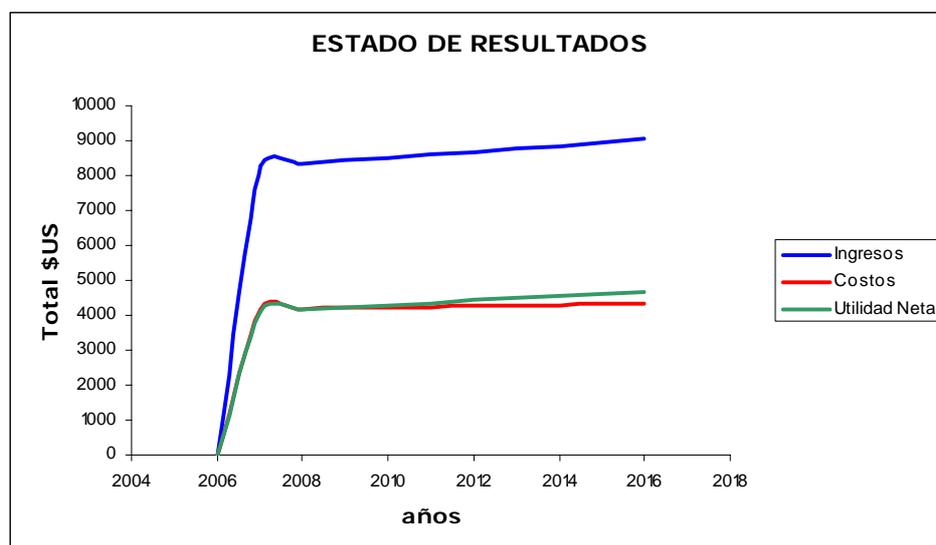
### 3.8.3.- Estado de Resultados

Para el análisis del estado de resultados, se tomaron en cuenta los ingresos previstos por cobro de alojamiento, descontando el monto correspondiente al 13% del impuesto al valor agregado. Para el caso de las utilidades, también se considera el impuesto a las utilidades del 25%.

Tomando en cuenta el análisis de ingresos y egresos previstos para el proyecto en un horizonte de 10 años, se puede observar el estado de resultados en el siguiente cuadro.

ESTADO DE RESULTADOS (\$US)										
Años	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Ingresos por cobro	9491	9586	9682	9779	9877	9975	10075	10176	10278	10381
(-)IVA(13%)	1234	1246	1259	1271	1284	1297	1310	1323	1336	1349
<b>INGRESO NETO</b>	<b>8257</b>	<b>8340</b>	<b>8423</b>	<b>8508</b>	<b>8593</b>	<b>8679</b>	<b>8765</b>	<b>8853</b>	<b>8942</b>	<b>9031</b>
(-)Costo de Administración	2258	2258	2258	2258	2258	2258	2258	2258	2258	2258
(-)Depreciación	529	529	529	529	529	529	529	529	529	529
Utilidad Bruta	5471	5553	5637	5721	5806	5892	5979	6066	6155	6244
(-)IU (25%)	1368	1388	1409	1430	1451	1473	1495	1517	1539	1561
<b>UTILIDAD NETA</b>	<b>4103</b>	<b>4165</b>	<b>4228</b>	<b>4291</b>	<b>4354</b>	<b>4419</b>	<b>4484</b>	<b>4550</b>	<b>4616</b>	<b>4683</b>

En el caso del proyecto del albergue, el Estado de Resultados proyectado a 10 años muestra que el negocio es rentable y sostenible en el tiempo, para poder ver más claramente a continuación se muestra el gráfico:

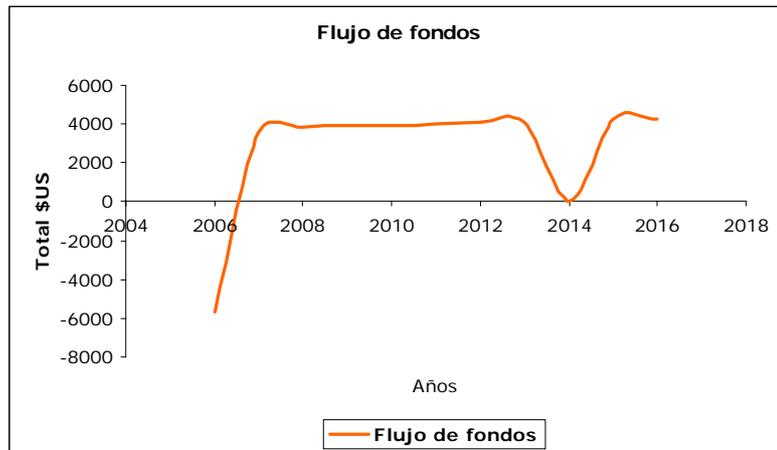


### 3.8.4.- Flujo de Fondos

Tomando en cuenta la diferencia entre ingresos y egresos previstos para el proyecto y reservando un 25% de las utilidades netas (pago de préstamo) para la devolución del préstamo que beneficie a otras comunidades, el resultado del flujo de fondos para el proyecto en un tiempo de 10 años, se muestra en el siguiente cuadro.

#### FLUJO DE FONDOS (expresado en \$US)

Años	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Utilidad neta		4103	4165	4228	4291	4354	4419	4484	4550	4616	4683
(-)Inversión	5700								4100		
(+)Depreciación		529	529	529	529	529	529	529	529	529	529
(-)Pago de préstamo 25%		1026	833	846	858	871	884	897	910	923	937
Flujo de fondos	-5700	3606	3861	3911	3962	4013	4064	4116	69	4222	4276



Para el caso del proyecto dotación de servicios de agua caliente e iluminación para albergue turístico comunitario en San Antonio de López, el Flujo de Fondos muestra que el monto percibido por los ingresos es suficiente para cubrir los costos, además de tener una utilidad que hace al negocio rentable.

Si bien se ha previsto que la devolución del préstamo sería en base al 25% de las utilidades netas, la devolución del préstamo podrá ser efectiva en cualquier periodo a partir del segundo año, ya que el flujo de fondos, permite prever que existirían utilidades netas de aproximadamente 4000 \$US año. Asumiendo que el total de las utilidades netas vayan a cubrir el préstamo, el tercer año se podría prever la recuperación total del préstamo.

### 3.9.- Cronograma

Para la ejecución del proyecto se prevé un tiempo máximo de tres meses, según el detalle que se muestra en el siguiente cuadro.

ACTIVIDADES	MES 1	MES 2	MES 3
Firma de convenios			
Construcción de ambiente para ducha			
Adquisición de sistema termosolar y sistema fotovoltaico.			
Montaje del sistema termosolar y fotovoltaico			
Puesta en marcha y capacitación			
Seguimiento y monitoreo			

## **CAPÍTULO IV**

### **PERFIL DE PROYECTO**

***“CENTRO ARTESANAL DE ESQUILADO E HILADO DE  
LANA DE CAMÉLIDOS EN SAN ANTONIO DE LÍPEZ”  
BOLIVIA***

## **CAPÍTULO IV Perfil de proyecto: “Centro artesanal de esquilado e hilado de lana de camélidos en San Antonio de López”**

### **4.1.- Introducción**

La población de llamas en Bolivia es la mayor del mundo con aproximadamente 92% de la población mundial. Perú tan solo cuenta con el 3,6% de la población mundial y el restante 4.4% de la población mundial de llamas esta repartido entre Argentina, Chile, Ecuador y otros países que recientemente introdujeron esta especie. Sin embargo la población de alpacas en Bolivia (9,5%) es poco significativa en relación a la población que tiene Perú, con alrededor del 89%.

Los camélidos están distribuidos actualmente en la zona andina de Bolivia, esto es, en el altiplano y los pies de monte de las cordilleras Oriental y Occidental. Las llamas están distribuidas en el altiplano central y sur o punas y sus inmediatos alrededores, y en el piso alto andino semiárido y árido, sin cultivos o donde solamente existe una agricultura rudimentaria desarrollada para la subsistencia (INE, 1999).

Las alpacas se localizan en el piso alto andino semihúmedo, donde se forman los bofedales en los deshielos andinos.

Los productos de consumo de derivados de la cría de camélidos son: fibra, carne (charque) y cueros.

La diversidad ambiental que existe en los Altos Andes, ha permitido que la variabilidad genética existente en las poblaciones de camélidos, tanto de llamas como de alpacas se manifieste en diferentes fenotipos en cuanto a color y capacidad de producción de fibra y carne. De este modo, se han diferenciado ecotipos definidos en cuanto a su aptitud productiva.

Por un lado, están las llamas productoras de carne, con mayor capacidad para la carga, de un hábitat semiárido, donde los recursos forrajeros son pobres, con una consiguiente mala nutrición de los animales. Este tipo de llamas, conocidas con el nombre vernacular de k'haras (peladas) tiene fibra corta, rala y con la cabeza y las extremidades desnudas; aunque las llamas tipo k'haras producen menor cantidad de fibra, sin embargo, su calidad es considerada superior a la de las t'hampullis (lanudas). Por otro, están las llamas productoras de fibra, con la cabeza y extremidades cubiertas con un vellón más denso que en el caso anterior. El hábitat de estos animales es más húmedo, y los recursos forrajeros son mejores, por lo que su alimentación es también mejor.

#### 4.1.1.- La fibra de camélidos

La mayor proporción de la producción de fibra destinada al comercio la produce el departamento de La Paz, contrastando con el departamento de Potosí donde más del 80% de la producción es destinada al consumo familiar. El departamento de Oruro es el mayor productor de fibra, específicamente fibra de llama, siendo muy reducida su capacidad en la producción de fibra de alpaca.

La Alpaca y la Llama son productores de fibra fina de variados colores naturales que sirve de materia prima para la industria textil y la artesanía para hilados y tejidos. La mayor parte de la fibra es empleada para la confección de artículos de punto (chompas, chullos, chalecos, guantes, medias chalinas, ponchos y otros); una menor parte, se utiliza en la tejeduría de telas, incluyendo paños para trajes de hombre, vestidos, sombreros, tapados cortinas, etc; y otra parte también menor se utiliza para la confección de frazadas, costales, chuspas, alfombras, tapices, cordeles y correas de lana.

En Bolivia se ha incrementado notablemente la producción de fibra de camélidos en los últimos diez años, con un incremento neto de 300000 kg/año.



**Fuente: INE**

La importancia de la lana de camélidos está relacionada a la importancia que tiene la lana de ovinos en el contexto internacional. La lana, en general, es uno de los materiales textiles más importantes del mundo. La lana constituye el abrigo natural de los animales y cumple una función termoreguladora, con el propósito de proteger a los animales del calor y el frío.

Gracias a las virtudes que tiene la lana en general, ha mantenido su posición preeminente en la competencia contra otras fibras de origen vegetal o sintéticas. Entre sus virtudes se puede mencionar su gran porosidad y capacidad de absorción de agua; su capacidad de generar calor

por sí misma; es un material muy liviano; elástico; transmisor de rayos ultravioleta; fácil de teñir; durable; de baja inflamabilidad y de fácil tejido y enfurtido.

En Bolivia las ovejas, llamas y alpacas generalmente se esquilan (cortar la lana) una vez al año, entre los meses de septiembre y marzo con un pico durante los meses octubre, noviembre y marzo. El porcentaje de llamas esquiladas es muy bajo (20%), esto se puede explicar por las limitaciones de acceso a una buena alimentación, lo que no permite alcanzar la longitud de mecha requerida por la industria textil. En cuanto a las alpacas, la fibra constituye el producto principal de la economía del alpaquero; por esta razón, el 35% de los animales son esquilados anualmente. La forma de cortarla es muy cerca de la piel, para lo cual se utilizan esquiladoras mecánicas o eléctricas que la cortan en una sola pieza, llamada vellón.

También tradicionalmente se transforma lana de llamas y alpacas en hilo, destinado a tejidos de prendas de vestir y artesanías. Para esa transformación, los pobladores, generalmente utilizan procesos manuales de hilado que consumen bastante tiempo y por tanto los volúmenes de producción son bajos.

## **4.2.- Objetivos del proyecto**

La comunidad de San Antonio de Lípez, se caracteriza por ser una zona donde existe afluencia turística además de ser productiva en lo que respecta a camélidos, por lo que se desea aprovechar estas potencialidades para dotar de un centro artesanal (máquinas hiladoras y esquiladoras) para el mejoramiento productivo de la comunidad.

### ***4.2.1.- Objetivo general***

Facilitar la productividad de derivados de lana de camélidos, incorporando sistemas de procesamientos eficientes y eficaces con la mejora consiguiente de ingresos económicos para los pobladores de San Antonio de Lípez, por la comercialización de lana, hilo y artesanías de lana de alta calidad.

### ***4.2.2.- Objetivos específicos:***

Con la dotación del centro artesanal en la comunidad San Antonio de Lípez se pretende:

- ✓ Incorporar a los comunarios de San Antonio de Lípez en la cadena productiva de derivados de lana de camélidos.
- ✓ Mejorar los ingresos económicos de los pobladores dedicados a las artesanías de lana.
- ✓ Aumentar la producción artesanal de la comunidad.
- ✓ Fortalecer el desarrollo socio económico de la comunidad.
- ✓ Incentivar la práctica comunitaria en la gerencia del centro artesanal.
- ✓ Fortalecer a la empresa multiactiva de San Antonio de Lípez en la gerencia del proyecto.

### **4.3.- Metas del proyecto**

- ✓ Se considera la implementación de un centro artesanal comunal con la instalación de dos máquinas esquiladoras y tres hiladoras de lana de camélidos accionadas con electricidad provista por sistemas fotovoltaicos, en un ambiente dotado por la comunidad (centro artesanal).
- ✓ Capacitación a los comunarios en aspectos tecnológicos de los sistemas de esquilado e hilado de lana de camélidos y de operación de los sistemas fotovoltaicos.

### **4.4.- Beneficios del proyecto**

Aprovechando el flujo turístico en la zona, las artesanías podrán ser comercializadas directamente del productor al consumidor, además de poder incorporar al circuito turístico la demostración del proceso de hilado y producción de artesanías que realicen en la comunidad.

Los beneficios indirectos se relacionan con el mejoramiento de sus actividades, potenciamiento de la producción ganadera a través del aprovechamiento de la lana y derivados, capaces de promover un desarrollo a la comunidad que permita ingresos mayores y aceptables a la población.

### **4.5.- Descripción del proyecto**

El proyecto de centro artesanal que se prevé para la comunidad San Antonio de López, consiste en dotar de máquinas para el esquilado de llamas, alpacas y ovejas existentes en la comunidad. También se dotará de máquinas hiladoras para el procesamiento del vellón y así disponer de hilo, tanto para la comercialización directa de este producto, como también producir tejidos de lana de llama, alpaca y oveja para prendas de vestir y artesanías de lana.

En la comunidad existen personas que tienen los conocimientos ancestrales de elaborar artesanías de lana, incluso cuentan con una máquina con accionamiento mecánico para producir tejidos. Esta máquina no se está utilizando debido a la falta de abastecimiento de materia prima de buena calidad.

El centro artesanal contará con la infraestructura que será dotada por la comunidad y en estos ambientes se instalarán dos máquinas esquiladoras accionadas por electricidad de 12 V DC, proveniente de un sistema fotovoltaico. También se instalarán dos máquinas hiladoras que permitirán procesar el vellón obtenido de la esquila. Estas máquinas serán accionadas con sistemas fotovoltaicos. En caso de tener posteriormente suministro de electricidad de corriente alterna, tanto las máquinas esquiladoras como las hiladoras, podrán ser utilizadas con esta fuente energética.

Para completar los procesos, se instalará la máquina para tejer que se dispone en la comunidad en los mismos ambientes del centro artesanal comunitario.

La infraestructura que se disponga para el centro artesanal deberá contar con dos ambientes: uno cerrado donde se instalarán las máquinas hiladoras y la tejedora y otro abierto (pero con techo) para el esquilado.

El sistema fotovoltaico para accionar las dos máquinas hiladoras consistirá de dos módulos fotovoltaicos de 100 Wp cada uno, un controlador de carga y dos baterías estacionarias de 150 Ah cada una. Esta configuración se debe a la baja potencia requerida por las máquinas hiladoras (70 W nominal/hiladora)<sup>8</sup>. Para accionar las máquinas esquiladoras se utilizará el mismo sistema fotovoltaico, ya que el uso de las esquiladoras es solamente en una época del año y el resto del tiempo se podrá utilizar el sistema fotovoltaico para las máquinas hiladoras.

#### 4.6.- Costo del proyecto

El presupuesto para la implementación del centro artesanal en San Antonio de López se muestra en el siguiente cuadro.

<b>Presupuesto para Centro artesanal</b>		
<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo (\$us)</b>
1	Adecuación de ambientes para el centro artesanal	1000
2	2 máquinas esquiladoras de 200 W DC	1500
3	2 máquinas hiladoras de 70 W DC	2000
4	Sistema fotovoltaico para accionar las hiladoras y esquiladoras, con 2 módulos de 100 Wp, 2 baterías de 150 Ah y regulador de carga.	2500
5	Montaje del sistema fotovoltaico.	200
6	Transporte de los equipos hasta San Antonio	150
7	Dirección de obra y supervisión de montaje	500
8	Imprevistos	150
<b>TOTAL</b>		<b>8000</b>

El costo estimado del proyecto de centro artesanal es de 8000 \$US (Ocho mil dólares norteamericanos).

<sup>8</sup> El año 1995 se hizo la prueba de potencia de una máquina hiladora en el laboratorio de electricidad de la UMSS y se reportó una potencia efectiva de 30 W a plena carga.

#### 4.7.- Financiamiento

El aporte de la comunidad se realizará bajo responsabilidad de los comunarios, en ítemes de adecuación de ambientes para el centro artesanal y transporte de equipos hasta San Antonio.

El detalle previsto de los aportes para el financiamiento se muestra en el siguiente cuadro.

**Estructura de financiamiento para el proyecto de centro artesanal**

Descripción	Aporte local (\$US)	Aporte externo (\$US)	Total (\$US)
Adecuación de ambientes para centro artesanal y transporte de equipos hasta San Antonio	1150		1150
Máquinas esquiladoras, hiladoras, sistema fotovoltaico, montaje, dirección de obra, supervisión e imprevistos.		6850	6850
<b>TOTAL</b>	<b>1150</b>	<b>6850</b>	<b>8000</b>

#### 4.8.- Análisis financiero del proyecto

##### 4.8.1.- Ingresos asociados al proyecto centro artesanal de esquilado e hilado de lana de camélidos

Para darle mayor valor agregado a la lana de llama se ha planteado constituir un centro artesanal donde se fabriquen artículos de vestir artesanales hechos por los mismos comunarios y sean comercializados a los turistas que visitan San Antonio de Lípez, además de otros centros de comercialización de artesanías como Uyuni y Tupiza.

Las artesanías más comercializadas en la zona son tejidos de lana de llama en productos finales como mantillas, chulos<sup>9</sup>, guantes y chompas, de los cuales se muestran a continuación algunos detalles:

- ✚ Una mantilla se teje con 0.4 kg de lana de llama y cuesta 240 Bs/pieza
- ✚ Un chulo se teje con 0.05 kg de lana de llama y cuesta 10 Bs/pieza
- ✚ Los guantes se tejen con 0.09 kg de lana de llama y cuestan 15 Bs/par
- ✚ Una chompa se tejen con 0.6 kg de lana de llama y cuesta 170 Bs/pieza

También se sabe que un ovillo de lana de llama de 100 gr cuesta aproximadamente 20 Bs en el mercado nacional.

---

<sup>9</sup> Los chulos son una especie de gorros de lana, que se utilizan para cubrir la cabeza del frío.

La producción prevista de lana de llama al año es aproximadamente de 560 kg. Por lo tanto es un dato interesante conocer que tan sólo vendiendo el hilo de la mejor calidad en ovillo, y sin darle mayor valor agregado se obtendría un ingreso de 67200 Bs (8337 \$US).

#### 4.8.1.1.- Ingresos por venta de prendas de vestir elaboradas artesanalmente.

	Mantilla	Chulo	Guantes	Chompa	TOTAL (año)
Cantidad de prod vendidos	450	500	500	500	
Precio Unitario (Bs)	240	10	15	170	
<b>Venta anual (Bs)</b>	<b>108000</b>	<b>5000</b>	<b>7500</b>	<b>85000</b>	<b>205500</b>
<b>Venta anual (\$US)</b>	<b>13399</b>	<b>620</b>	<b>930</b>	<b>10545</b>	<b>25496</b>

El ingreso total previsto por venta de artesanías sería de 205500 Bs/año equivalentes a 25496 \$US/año.

#### 4.8.2.- Costos asociados al centro artesanal de esquilado e hilado de lana de camélidos

Para este proyecto se está considerando la contratación de 4 operarios debido a que la labor del hilado y tejido, requiere de mano de obra calificada; al menos en la etapa inicial del proyecto, hasta que en la comunidad se tengan recursos humanos capacitados en las labores de hilado y tejido artesanal.

##### 4.8.2.1.- Costos de producción

Los costos de producción están determinados por la materia prima (lana de llama en forma de hilo), la mano de obra y los insumos para tejer los diferentes productos establecidos.

##### Costos de producción

Costos de producción	Num. operarios	Cant.	PU (Bs)	Total (Bs/Año)	Total (\$US/Año)
Materia prima (lana)	4	560	200	112000	13895
Mano de obra (salario-mes)		13*	500	26000	3225
Insumos para tejidos (otros- mes)		12	500	6000	744
<b>TOTAL COSTO</b>				<b>144000</b>	<b>17866</b>

\* Se incluye el aguinaldo

#### 4.8.2.2.- Costos de administración

Se prevé la contratación de un administrador del centro artesanal con un salario mensual de 800 Bs y para mantenimiento de las hiladoras y esquiladoras un promedio de 80 Bs/mes.

<b>Costos de administración</b>					
<b>Costos de administración</b>	<b>Num. operarios</b>	<b>Cant.</b>	<b>PU (Bs)</b>	<b>Total (Bs/Año)</b>	<b>Total (\$US/Año)</b>
Administrador (salario mes)	1	13*	800	10400	1290
Mantenimiento		12	80	960	119
<b>TOTAL COSTO (Bs)</b>				<b>11360</b>	<b>1409</b>

\* Se incluye el aguinaldo

#### 4.8.2.3.- Depreciación

Se tomaron en cuenta las depreciaciones de las dos máquinas esquiladoras, dos máquinas hiladoras y el sistema fotovoltaico. El monto anual por la depreciación asciende a 6045 Bs que equivalen a 750 \$US/año.

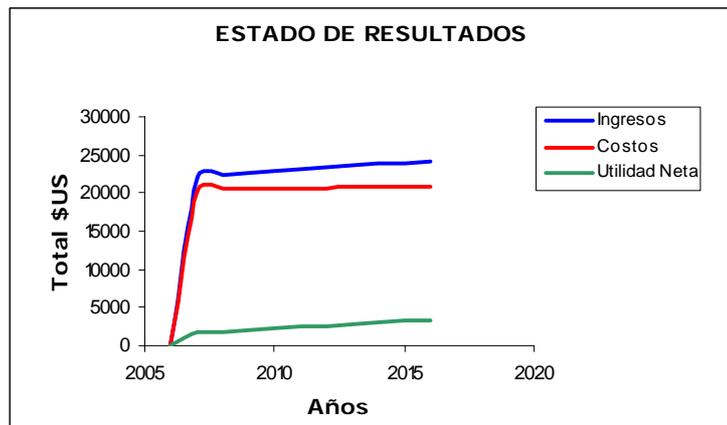
#### 4.8.3.- Estado de Resultados

El estado de pérdidas y ganancias del proyecto de centro artesanal fue realizado para un periodo de diez años.

#### **ESTADO DE RESULTADOS (Expresado en \$US)**

<b>Años</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
Ingresos por ventas	25496	25751	26009	26269	26532	26797	27065	27335	27609	27885
(-)IVA(13%)	3315	3348	3381	3415	3449	3484	3518	3554	3589	3625
<b>INGRESO NETO</b>	<b>22182</b>	<b>22404</b>	<b>22628</b>	<b>22854</b>	<b>23082</b>	<b>23313</b>	<b>23546</b>	<b>23782</b>	<b>24020</b>	<b>24260</b>
(-)Costo de Producción	17866	17866	17866	17866	17866	17866	17866	17866	17866	17866
(-)Costo de Administración	1409	1409	1409	1409	1409	1409	1409	1409	1409	1409
(-)Depreciación	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750
Utilidad Bruta	2156	2378	2602	2828	3057	3288	3521	3756	3994	4234
(-)IU (25%)	431	476	520	566	611	658	704	751	799	847
<b>UTILIDAD NETA</b>	<b>1725</b>	<b>1903</b>	<b>2082</b>	<b>2263</b>	<b>2446</b>	<b>2630</b>	<b>2817</b>	<b>3005</b>	<b>3195</b>	<b>3388</b>

En el cuadro anterior se puede observar que el proyecto es rentable y sostenible en el tiempo. De manera gráfica se puede observar en la figura siguiente.

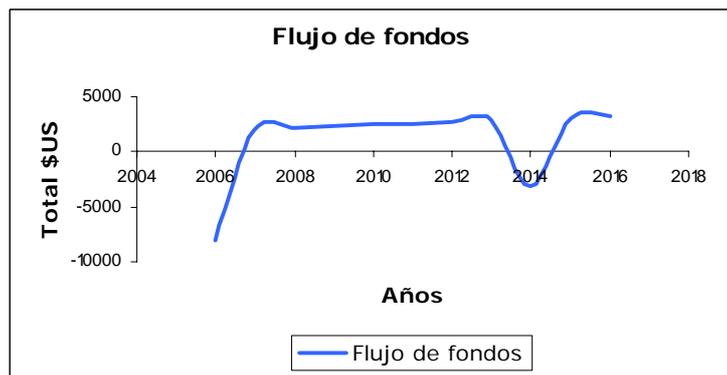


**4.8.4.- Flujo de Fondos**

La diferencia entre los ingresos y egresos para el proyecto del centro artesanal, se realizó tomando en cuenta la previsión del repago al préstamo con un 25% de las utilidades netas anuales.

**Flujo de fondos (en \$US)**

Años	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Utilidad neta		1725	1903	2082	2263	2446	2630	2817	3005	3195	3388
(-)Inversión	8000								6045		
(+)Depreciación		750	750	750	750	750	750	750	750	750	750
(-)Fondo rotatorio 25%		431	476	520	566	611	658	704	751	799	847
Flujo de fondos	-8000	2044	2177	2311	2447	2584	2723	2863	-3041	3147	3291



El monto percibido por los ingresos es suficiente para cubrir los costos y también para la devolución del préstamo. Si bien se ha previsto una reserva del 25% de las utilidades para el repago de la deuda, en este proyecto se podría pagar el préstamo hasta el cuarto año de operación del proyecto, destinando la totalidad de las utilidades netas al repago de la deuda.

Se puede observar en el gráfico que en el año 2014 la curva del flujo de fondos tiene una caída, esto se debe a que se determinó una reposición completa de las máquinas (esquiladoras, hiladoras y SFV), esto por teoría ya que la vida útil de una máquina es de 8 años, pero bien las máquinas pueden seguir siendo utilizadas por mucho más tiempo siempre y cuando se realice un adecuado mantenimiento preventivo.

#### 4.9.- Cronograma

Para la ejecución del proyecto se prevé un tiempo máximo de tres meses, según el detalle que se muestra en el siguiente cuadro.

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>MES 1</b>	<b>MES 2</b>	<b>MES 3</b>
Firma de convenios			
Adecuación de ambientes del centro artesanal			
Adquisición de máquinas esquiladoras, hiladoras y sistema fotovoltaico.			
Montaje del sistema fotovoltaico y máquinas			
Puesta en marcha y capacitación			
Seguimiento y monitoreo			

## ANEXO F: Características de centros artesanales de esquila e hilado.

Los camélidos tienen dos tipos de lana, una denominada vellón, que ocupa la mayor parte de su cuerpo y las bragas en menor proporción. Para la obtención de lana, se realiza el proceso de esquila. La calidad, el rendimiento y la presentación del vellón dependen tanto de la forma en que se esquila como de la habilidad de la persona encargada de realizarla.

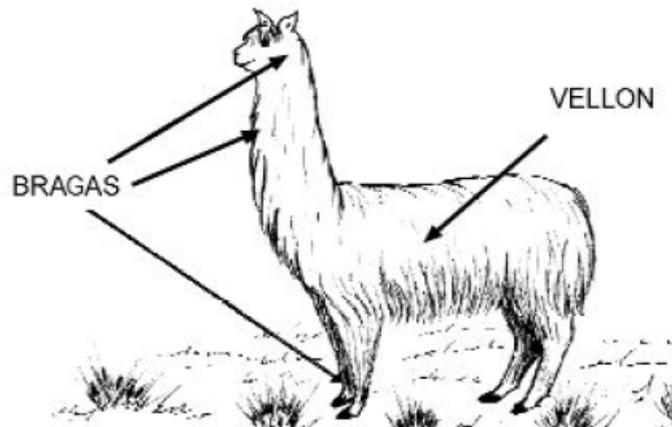


Fig. Distribución de lana en camélidos

### Periodicidad de la esquila

La gran mayoría de productores realiza la esquila cada dos años. Se recomienda esquilar anualmente por las siguientes ventajas sobre la esquila bianual:

- ❖ Producción mayor que en esquila bianual, se estima que el 65% de crecimiento de fibra de dos años, es alcanzada durante el primer año.
- ❖ Las fibras se hallan sometidas a la acción de los rayos solares, especialmente los rayos ultravioletas e infrarrojos, lo que genera una descomposición fotoquímica con diferentes reacciones de oxidación y formación de ácido sulfúrico.
- ❖ El crecimiento de fibra de un año alcanza más de 7 cm, como lo requiere la industria textil.
- ❖ La esquila anual hace posible desarrollar un programa de selección rápido, al permitir la evaluación de los animales con mayor rapidez en relación con la calidad de la fibra y peso de los vellones.
- ❖ El costo de inversión en productos antiparasitarios externos es menor y la efectividad del mismo producto es mayor en fibra corta.

### Época de esquila

Se recomienda como época más propicia de esquila la comprendida en los meses de octubre y noviembre, ya que ofrece las siguientes ventajas:

- Permite la total esquila de la población.
- Las condiciones climáticas son más favorables.
- Hay mayor disponibilidad de pastos para cubrir el desgaste energético.

Es aconsejable que la esquila se la realice en horas de la mañana, cuando la temperatura es más adecuada para esta tarea. La técnica de esquila recomendada por el IBNORCA<sup>10</sup> es la siguiente:

- a) Iniciar con la limpieza del animal
- b) Derribar al animal sobre la plataforma o lona limpia
- c) Sujetar las patas traseras con el soporte de madera
- d) Iniciar el corte de un lado, longitudinalmente hacia el cuello, terminar el lomo, dar vuelta y repetir la operación del otro lado, para obtener de esta manera un vellón entero. El corte debe ser uniforme, evitando el doble corte
- e) Dejar de 2 a 3 centímetro de fibra sobre el cuerpo del animal, para evitar la mortalidad por factores climáticos
- f) Una vez extraído el vellón extender en la plataforma y separar las bragas y las fibras cortas que están en el contorno.

### **Infraestructura para la esquila**

Para realizar una buena esquila es conveniente contar con la siguiente infraestructura mínima:

- a) Corrales: deben ser techados con la finalidad de impedir que los animales se mojen con las lluvias. El vellón mojado dificulta la esquila y cuando se le almacena a excesiva humedad, se pudre.
- b) Playa de esquila: tiene que ser techada y el piso empedrado o revestido por un vaciado de cemento, de modo que la fibra sea expuesta lo menos posible. En las comunidades, se recomienda realizar esta labor donde se presenten las mejores posibilidades de evitar la contaminación de la fibra con elementos extraños.



---

10 Código Recomendado de Prácticas y criterios Técnicos para la esquila de Ganado Camélido. Instituto Boliviano de Normas y Calidad, IBNORCA, marzo de 1998, La Paz – Bolivia.

## **Herramientas para la esquila**

En cuanto al empleo de cuchillos y latas de sardina para esquila los animales es un proceso totalmente inconveniente, ya que además de causar heridas, infecciones y otras molestias a los animales; los vellones pierden en calidad e uniformidad y se produce mucho destrozo de las mechas. Por otra parte, la esquila es lenta y no sirve para rebaños medianamente numerosos. Las tijeras de esquila son mejores, pues permiten esquila a un mayor número de animales, se obtienen mejores vellones y los animales no son martirizados.

## **Uso de la máquina esquiladora**

La esquila mecánica es el método ideal, pues tiene la ventaja de esquila a un gran número de animales en corto tiempo y obtener un vellón de mejor calidad. Lamentablemente esta técnica de esquila no esta al alcance del pequeño productor por su elevado costo, alto grado de entrenamiento requerido y la inexistencia de energía eléctrica en las zonas de producción. La forma de esquila la lana es realizar el corte muy cerca de la piel, para lo cual se utilizan **esquiladoras mecánicas** o eléctricas que la cortan en una sola pieza.

## **Ventajas del sistema mecánico**

Se tiene las siguientes ventajas:

1. Rapidez en la esquila que supera a la efectuada con tijeras.
2. Permite uniformidad de corte.
3. Permite obtener un vellón con mayor uniformidad de longitud de fibra.
4. Se evita segundos cortes y merma por fraccionamiento de la fibra.
5. Permite obtener un vellón más completo, lo que facilita su manejo y clasificación.

La esquila mecánica debe efectuarse en galpones o en sitios adecuados cuyo tamaño y ubicación deberán facilitar las acciones de movilización del ganado. Los animales son conducidos y reunidos en corrales situados a los costados de la sala de esquila, y cierto número introducidos en los pequeños corrales que existen dentro de la sala y que quedan frente a cada máquina esquiladora. Este proceso se realiza en caso de existir máquinas de esquilado con energía a disposición en los galpones.

Se requiere dos personas: el esquilador, con experiencia en el manejo, y un ayudante, el cual sujetará al animal de las patas delanteras. Se amarrará las patas traseras del animal para evitar movimientos bruscos que dificulten la esquila.



**Fig. Obreros esquilando mecánicamente**

El obrero trabaja de pie, con el cuerpo doblado; maneja la esquiladora con una mano y mantiene el animal con la otra; empieza su trabajo por el vientre, sigue por los miembros y los costados y termina por la espalda, en tal forma que el vellón sale de una sola pieza.

#### **Esquiladoras a 12 Volt de Corriente continua**

Actualmente se disponen de esquiladoras portátiles con baterías recargables de 12 V DC. La potencia de las esquiladoras varía en función de las prestaciones que se requieran, normalmente se pueden disponer de esquiladoras de 200 W o más. En la figura siguiente se observa una esquiladora de 300 W con batería recargable con fuente 12 V DC o también AC.



**Fig. Esquiladora de 12 V DC**

Para el funcionamiento de las esquiladoras con sistemas fotovoltaicos, se disponen de mayor cantidad de baterías que sean recargadas, para mayor autonomía en el trabajo de esquilado.

La configuración del sistema fotovoltaico para cargar las baterías de las esquiladoras, dependerá de la potencia y la cantidad de esquiladoras y/o baterías a recargar. Para el caso de una esquiladora de 200 W con una batería de recambio será suficiente un sistema fotovoltaico con panel de 100 W. Al ser procesos no continuos es también posible acoplar a un SFV doméstico un recargador de baterías, pero con la salvedad de no utilizar el SFV para los fines domésticos durante el periodo de esquila.

## **Preparación y procesamiento primario del vellón (descerdado, envellonado, atado y embalaje)**

El procesamiento primario de los vellones, como el descerdado manual, constituye una técnica favorable al productor por el valor agregado que se le da a su producto.

Los vellones que están bien arrollados y atados, producen una buena impresión al posible comprador y mejora la oferta económica. Para que se efectúe esta operación en forma correcta se debe:

- ✚ Poner el vellón con el lado interno (lado de corte) contra el piso, plegar cada uno de los costados de manera que se toquen en el centro, doblar la parte del cuello todo lo que se pueda hasta llegar a la paleta y empezar a arrollar el cuarto trasero de atrás hacia adelante hasta llegar al cuello.
- ✚ Emplear en lo posible hilo de papel, previamente cortado y del largo requerido para atar el vellón (evitar el uso de piolín de algodón o yute, ni pita de cáñamo o alambre)

Para el embalaje se debe usar bolsas nuevas de algodón o plástico. Si se emplean bolsas usadas verificar que estén bien lavadas y sin restos de otras lanas o suciedad. Etiquetar las bolsas de acuerdo a su contenido. Si se desea marcar las bolsas con marcador, hacerlo con uno que no se despinte y no manche el vellón. No se debe usar pintura. Mantener las bolsas lejos del suelo y bajo techo.

## **Máquinas hiladoras con sistemas FV.**

En Bolivia tradicionalmente se transforma lana de llamas y alpacas en hilo, destinado a tejidos de prendas de vestir y artesanías. Para esa transformación, los pobladores, generalmente utilizan procesos manuales de hilado que consumen bastante tiempo y por tanto los volúmenes de producción son bajos.

En estas zonas una de las necesidades para este uso productivo es la energía eléctrica para mover los motores de las hiladoras. Actualmente se tiene disponibilidad de pequeñas máquinas hiladoras que funcionan tanto con corriente alterna como continua. Las potencias nominales de estas hiladoras son de 70 W con voltaje de 12 V de corriente continua. Otra de las ventajas de este tipo de hiladoras, es la disponibilidad de variación de velocidad de su motor eléctrico (desde 0 a 1500 rpm) permitiendo a la persona que utilice la hiladora, regular la velocidad en función del ritmo de hilado que requiera.

Personal técnico de PROPER, efectuó pruebas de instalación y funcionamiento de una hiladora de este tipo, tanto en laboratorio como en campo, accionando la hiladora con electricidad proveniente de sistemas fotovoltaicos de 100 Wp y batería de 150 Ah.



Fig. Máquina hiladora de 70 W marca ASHFORD.

## **CAPÍTULO V**

### **PERFIL DE PROYECTO**

***“CERCO ELÉCTRICO PARA CLAUSURA AGRO  
SILVOPASTORIL EN SAN ANTONIO DE LÍPEZ”  
BOLIVIA***

## **CAPÍTULO V Perfil de proyecto: “Cerco eléctrico para clausura agro silvopastoril en San Antonio de Lípez”**

### **5.1.- Introducción**

La crianza de camélidos (Llama: *Lama glama* y Alpaca: *Lama pacos*) en Bolivia forma parte de su tradición, historia, cultura y economía. El desarrollo de esta actividad ha sido lenta y tuvo que salvar muchos obstáculos de prejuicios, incomprensiones, olvidos y descuidos. En la década de los años '50 aparecieron las primeras publicaciones sobre esta materia y en la de los años '60, el Estado comenzó a prestarle atención. Fortaleció las instituciones de investigación de camélidos, de comercialización e industria, de capacitación, desarrollo integral, etc. (INE, 1999).

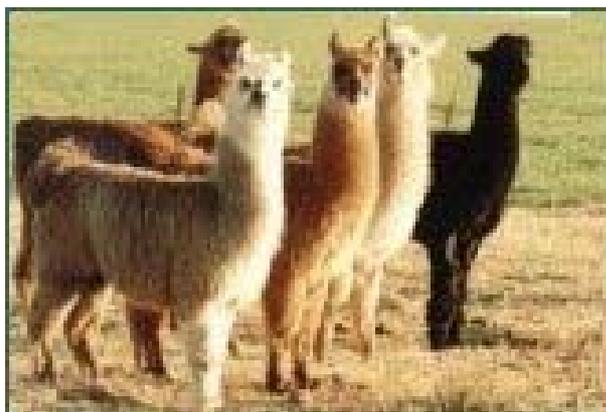
Las características de altura, baja humedad del ambiente (pp anual de 180 mm) y altísima radiación solar media del mes de febrero (etapa de la floración de la quinua): 6.4 kWh./m<sup>2</sup> día, sumadas a la presión de selección agropecuaria, hacen que la quinua y la llama de la zona de los Lípez, tengan características genótípicas únicas: quinua real gigante con mas de 115 variedades y llama de triple propósito: carga, carne y lana, de gran alzada y con el vellón de mejor calidad de los andes americanos, los mencionados recursos tienen alta demanda nacional e internacional como productos certificados orgánicos.

La actividad ganadera en las áreas rurales de Bolivia depende del ecosistema y actualmente existe una crisis del sistema de producción de alimento para el ganado, el manejo de praderas de pastoreo y la producción agrícola. La crisis se debe a una falta de manejo integral del sistema silvopastoril.

#### ***5.1.1.- El sistema pecuario en los Lípez***

La crianza de camélidos en los Lípez se practica bajo un sistema de producción extensivo, donde la administración es familiar. El manejo propiamente dicho del rebaño es realizado con la participación de todos los miembros de la familia, no existe un manejo de parámetros y registros de producción y reproducción, siguiendo sistemas tradicionales no siempre eficaces, lo cual les impide alcanzar su verdadero potencial productivo

Los ganaderos practican una rotación de las áreas de pastoreo: las zonas altas y menos húmedas se pastorean en épocas de lluvia y las zonas bajas e inundadizas (bofedales) en época de sequía. Aunque el potencial forrajero de las praderas de la zona sea elevado, los problemas de sobrecarga animal han llevado a su degradación. Se señala para la zona, una sobrecarga de 2,15 animales/hectárea. Por otro lado el deficiente manejo de praderas resulta en un inadecuado suministro de nutrientes y pone en peligro la sustentabilidad del sistema por la creciente erosión de suelos.



**Fig. 1. Llamas en la zona de los LÍpez**

La alimentación de los camélidos depende exclusivamente de los pastos naturales. El pastoreo que se ha practicado desde la época de la Colonia no ha sido, por varias razones (sistema de explotación, intensidad de pastoreo, edafoclima, etc.) el más adecuado.

La mayoría del territorio de la comunidad de San Antonio de LÍpez se explota por intermedio de la cría extensiva de llamas y ovinos, principal actividad productiva de la comunidad. En la comunidad no existen áreas de pastoreo de propiedad individual. Sin embargo, existen zonas atribuidas al usufructo de cada familia, llamadas estancias, para el pastero de los rebaños familiares que no poseen protección alguna.

### ***5.1.2.- El sistema agrícola en los LÍpez***

Con el surgimiento de los mercados internacionales para la quinua real, en los Departamentos de Potosí, Oruro y La Paz se han generado varias iniciativas regionales de comercializadoras empresariales con base campesina como CECAOT, Asociación Nacional de Productores de Quinua (ANAPQUI), CEDEINKU, etc., que reciben como máximo un 10 % de la producción individual de cada productor y es mediante estas iniciativas que se han desarrollado las cadenas productivas con procesos de beneficiado, gestión de calidad y certificación, tanto de la quinua como de los productos de la llama (en este último caso, la empresa que realiza el acopio y comercialización se llama ARCCA).

En San Antonio de LÍpez no existen tierras cultivadas de propiedad colectiva. Los cultivos son muy reducidos en la comunidad y se ubican en pequeños canchones, cercados por piedras, donde los riesgos de heladas son menores. Las parcelas son mayormente sembradas con quinua y, en menor medida, papa, cebada y habas. La reducida producción se destina en su mayoría al consumo familiar y del ganado (cebada y rastrojo), pero también existe un comercio reducido.

## **5.2.- Objetivos del proyecto**

El área de influencia del proyecto, se caracteriza por ser una zona potencialmente productiva en lo que respecta a camélidos y quinua, se desea aprovechar este motivo para dotar de un uso productivo de la energía eléctrica tal cual es la instalación de cercos eléctricos para la comunidad de San Antonio de Lípez.

Con la finalidad de realizar actividades productivas agropecuarias que beneficien a la comunidad, incorporando el subsistema energético necesario para la realización óptima de estas actividades, el presente proyecto pretende alcanzar los siguientes objetivos:

### **5.2.1.- Objetivo general**

Mejorar los ingresos económicos y la seguridad alimentaria para los pobladores de San Antonio de Lípez, intensificando la producción de quinua y camélidos en la comunidad, a través de clausuras agro silvopastoriles con cercos eléctricos de uso continuo.

### **5.2.2.- Objetivos específicos:**

Con la dotación de cercos eléctricos para clausuras agro silvopastoriles se pretende:

- ✚ Optimizar el pastoreo, la rotación de pasturas y la producción agrícola en San Antonio de Lípez.
- ✚ Incorporar a la comunidad a un mejor cuidado y comercialización de sus productos (quinua y camélidos).
- ✚ Fortalecer el desarrollo socioeconómico de la comunidad.
- ✚ Incentivar la práctica comunitaria en la gerencia de los predios con clausuras.
- ✚ Fortalecer a la empresa multiactiva de San Antonio de Lípez en la gerencia del proyecto.

Una vez terminado el proyecto en base a labores realizadas en la transferencia tecnológica, la comunidad debe ser capaz de apropiarse de los resultados y operar los nuevos sistemas desarrollados, en la misma forma que los sistemas sostenibles ancestrales (eficiencia, costumbre e incorporación cultural).

## **5.3.- Metas del proyecto**

- a. Se considera la instalación de cercos eléctricos en aproximadamente 60 hectáreas de predios comunitarios.
- b. Distribución de espacios en las clausuras para explotación agrícola, pecuaria de camélidos y mejora de pastizales.
- c. Capacitación a los comunarios en aspectos tecnológicos y de gerencia de las clausuras.

#### **5.4.- Beneficios del proyecto**

Los beneficios de instalar una Clausura se dan en disponer de mayor cantidad de forraje, aumento en el engorde y crecimiento del ganado, con la consecuencia de mayor disponibilidad de productos como ser lana, leche, carne, etc. Adicionalmente se tiene mayor disponibilidad de estiércol para abono. Todos estos beneficios se traducen en el aumento de los ingresos por estas actividades productivas.

Dentro del sistema de producción agrícola pecuario de mayor tradición constituido por el agro ecosistema quinua – llama, la sustitución del muro de piedra por el alambrado eléctrico, mediante energía fotovoltaica, puede reafirmar la sostenibilidad ambiental de ese manejo que estaba siendo paulatinamente abandonado, disminuyendo en gran manera la cantidad de fuerza de trabajo requerida para montarlo y mantenerlo.

Los beneficios indirectos se relacionan con el mejoramiento de sus actividades, potenciamiento de la producción agrícola y ganadera, capaces de promover un desarrollo a la comunidad que permita mejorar los ingresos económicos para la población.

La sostenibilidad del sistema camélido – quinuero se da sí y solo sí se produce una alternancia del suelo para ambas actividades dentro una rotación anual; por la carga de trabajo que significaban estas actividades a nivel comunal, dentro las actuales estructuras y procesos sociales, este manejo sólo se hace posible, con el apoyo a las labores y servicios requeridos mediante mayor disponibilidad de energía en la zona, además de la consiguiente recuperación de residuales orgánicos para reincorporarlos al suelo agrícola.

#### **5.5.- Descripción del proyecto**

El proyecto consiste en la instalación de una clausura agro silvopastoril en el predio comunitario de San Antonio de López. La clausura es una combinación de áreas de cultivos y pastura dentro un sistema de cercos eléctricos energizados con un sistema fotovoltaico, que permiten una mejor protección de los cultivos y el manejo adecuado del ganado.

La superficie del predio comunitario calculada en 60 hectáreas, deberá ser subdividida en varias parcelas destinadas tanto a la producción agrícola de quinua y de pastizales para alimentación del ganado (camélidos). La subdivisión de las 60 hectáreas se realizará en parcelas de 3 Ha<sup>11</sup> cada una, de las cuales 4 parcelas (12 Ha) se dedicarán a la producción de quinua y las 16 parcelas restantes (48 Ha) se dedicarán a la producción de forraje para los camélidos. El rendimiento de parcelas de forraje para llamas en clausuras es de 5.8 llamas/Ha,

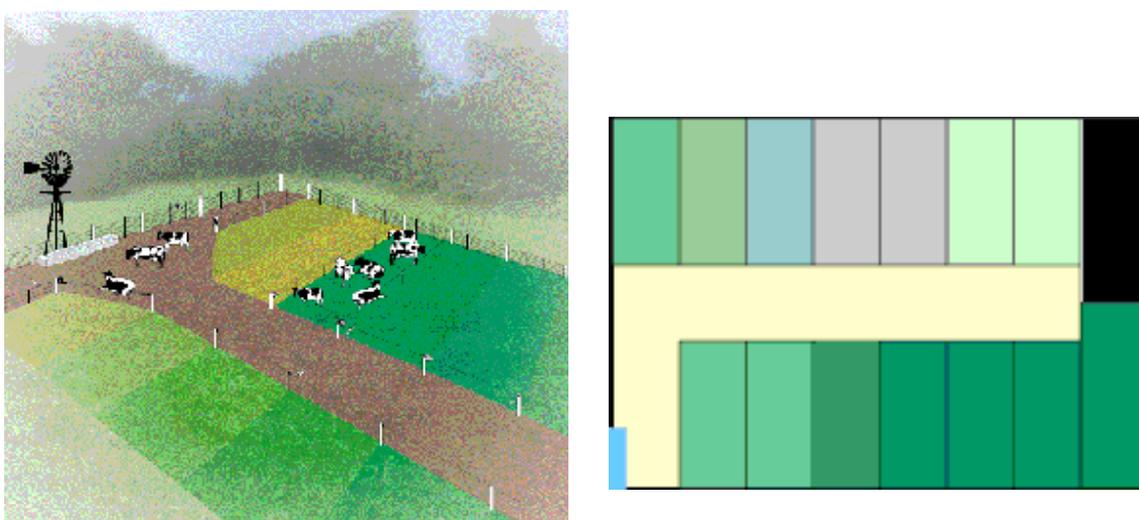
---

<sup>11</sup> Datos obtenidos de experiencias del Programa Nacional de Biomasa en Bolivia.

lo cual significa que se tendrían 280 llamas al año que se crían en la clausura comunitaria. El aporte de las llamas sería de 4 llamas por cada familia de la comunidad.

El proyecto de la clausura es comunitario, es decir que todas las familias de la comunidad de San Antonio de Lípez, tendrán el derecho de utilizar la clausura para la producción comunitaria de quinua y de camélidos. La organización de los turnos y aportes de cada una de las familias será responsabilidad comunitaria, en función de sus prácticas ancestrales de trabajo comunitario.

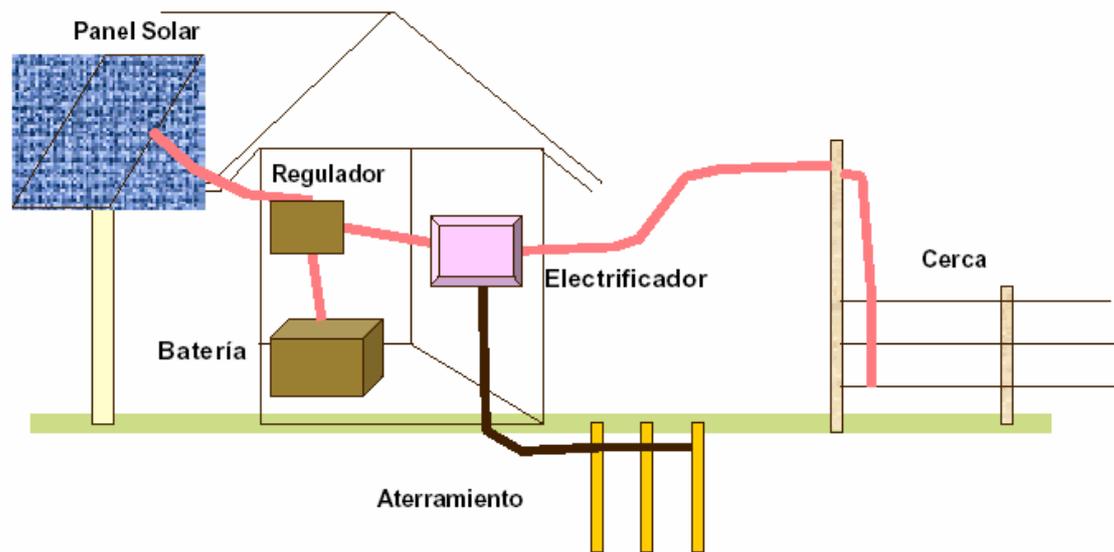
Los esquemas que se muestran a continuación, denotan las subdivisiones típicas que se realizan en clausuras.



**Figura 2. División de parcelas en clausuras agro silvopastoriles**

Para la protección de la clausura se instalará un cerco eléctrico con sistema fotovoltaico, debido a que la comunidad no cuenta con suministro eléctrico convencional.

El cerco eléctrico está formado por dos componentes principales que son: el sistema de energía y el cerco. A su vez cada uno de estos componentes está formado por elementos (subcomponentes) propios de un sistema de energización. En la figura 3 se puede apreciar el sistema con sus componentes.

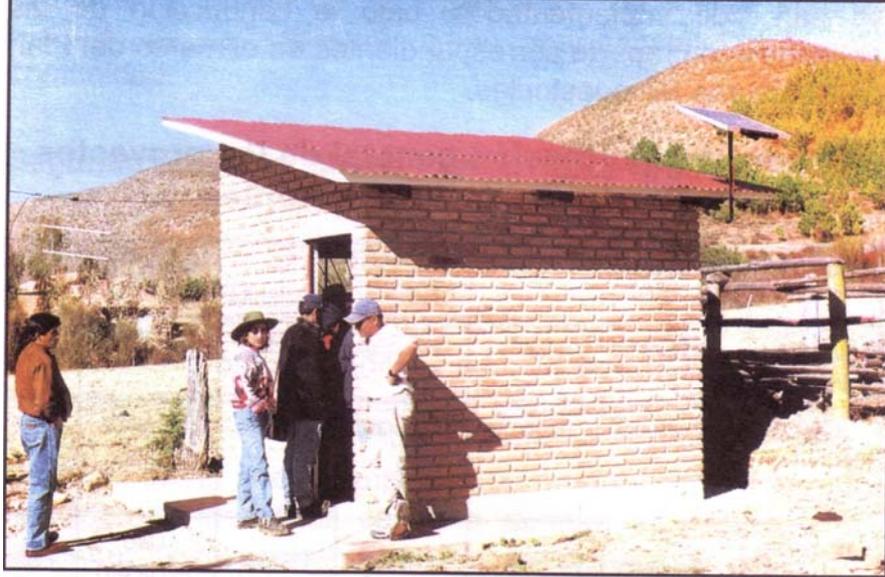


**Figura 3.- componentes de un cerco eléctrico.**<sup>12</sup>

El cerco eléctrico se constituye en una barrera psicológica que impide el paso de los animales por la sensación de dolor que representa, puesto que se produce un choque eléctrico cuando el animal hace contacto entre el polo positivo del sistema (cerca – alambre) y el polo negativo del sistema (tierra u otro alambre).

Como se mencionó anteriormente, un cerco eléctrico está formado por diferentes componentes cuyo objetivo es establecer una determinada cantidad de energía, normalmente un valor elevado de voltaje y una corriente reducida, a lo largo del cerco. Es común encontrar cercos eléctricos que trabajan con voltajes que oscilan entre 5 y 12 kV (1 kV = 1000 Voltios). Estos valores guardan relación con la potencia, que a su vez está relacionada con la extensión del cerco y del tamaño del animal que se desea proteger la clausura. Normalmente, a mayor potencia del electrificador, corresponde un mayor voltaje.

<sup>12</sup> La figura y la información técnica fue extractada del manual de cercas eléctricas de Renán Orellana L.



**Fig. 4. Caseta del electrificador de cercas en una clausura del PNB en Bolivia<sup>13</sup>.**

De esta manera, al existir contacto del animal con los alambres del cerco (polo positivo) y el suelo (polo negativo), se cierra el circuito y a través del cuerpo del animal circula una corriente, produciendo en éste una descarga. En los casos donde se alternan alambres positivos y negativos, el contacto del animal deberá ser entre ambos alambres.

En el electrificador se produce un impulso eléctrico de 1/20 de Joule hasta 3 Joules. La duración del impulso es de aproximadamente 0.5 seg. Y el intervalo entre cada pulsación es de aproximadamente 1 seg. De esta manera se tienen unas 40 pulsaciones por minuto. La corriente que circula por el alambre del cerco es de 50 mA, debido a la potencia del electrificador de 10 Joule y tensión de 6000 V DC.

El alambre galvanizado para el cerco eléctrico será de 2.4 mm de diámetro, que es equivalente al alambre normalizado # 16/14.

La energización del sistema se realizará mediante un módulo fotovoltaico de 100 Wp que tiene un regulador y batería. Adicionalmente se instalará un electrificador que eleva la tensión del sistema a 6000 V (DC) y se conecta con los alambres del cerco eléctrico. Si bien el voltaje es elevado, la corriente que circula por el cerco es muy baja y no implica ningún riesgo de electrocución para las personas ni para los animales.

La cantidad de postes de sujeción del alambre conductor se determinará en función del perímetro y de la cantidad de parcelas internas que se van a cercar. Se intercalarán algunos postes estructurales de madera con un diámetro no menor a 5 cm y el resto de los postes serán de tubo plástico de 2.5 cm. El alambre conductor será el #10 y se utilizarán 4 hebras de alambre, intercalando polos eléctricos debidamente aislados y tesados. Esta es la configuración necesaria por el tipo y tamaño del ganado que se manejará en la clausura.

---

<sup>13</sup> El PNB fue el Programa Nacional de Biomasa que se ejecutó en Bolivia con apoyo del ESMAP.



**Fig. 5. Participación de la mujer en una instalación de cerco eléctrico en Bolivia.**

Normalmente según experiencias de implementación de clausuras silvopastoriles en Bolivia, se establecen 3 Ha por parcela de acuerdo a las características del terreno (si el pastizal es denso o en cuanto tiempo puede comer el ganado). La determinación final se realizará en el replanteo del terreno y en base a la decisión de los comunarios de San Antonio, asesorados por un ingeniero agrónomo.



**Fig. 6. Ovejas pastando en una clausura silvopastoril en Bolivia**

## 5.6.- Costo del proyecto

El presupuesto para la ejecución del proyecto de la clausura agro silvopastoril de 60 Hectáreas en la comunidad San Antonio de López, se muestra en el siguiente cuadro.

**Presupuesto para Clausura de 60 Ha**

Item	Descripción	Costo (\$us)
1	Replanteo topográfico para 60 Ha	500
2	Sistema de electrificador de 10 Joules, con panel fotovoltaico de 50 Wp, batería de 100 Ah, regulador de carga y aterramiento en tres puntos	3000
3	Construcción de caseta para el electrificador (3 m x 3m)	500
4	Alambre conductor, postes y aisladores	8000
5	Mano de obra para montaje del electrificador y cerco eléctrico.	2000
6	Transporte de los equipos e insumos	500
7	Dirección de obra y supervisión de montaje	1500
8	Imprevistos	500
<b>TOTAL</b>		<b>16500</b>

El costo estimado del proyecto de clausura agro silvopastoril es de 16500 \$US (Diez y seis mil quinientos dólares norteamericanos).

## 5.7.- Financiamiento

La estructura de financiamiento prevista para el presente proyecto, se estructuró en base a dos aportantes. El aporte de la comunidad se realizará bajo responsabilidad de los comunarios, en ítemes de mano de obra, materiales locales, transporte y replanteo topográfico. Cabe mencionar que la gestión de los recursos a ser aportados por la comunidad podrán ser asumidos por la Alcaldía, Prefectura u otras organizaciones con las que la comunidad establezca acuerdos de cooperación.

El detalle previsto de los aportes para el financiamiento se muestra en el siguiente cuadro.

**Estructura de financiamiento para el proyecto de clausuras**

Descripción	Aporte local (\$US)	Aporte externo (\$US)	Total (\$US)
Replanteo, construcción de caseta, mano de obra y transporte	3500		3500
Electrificador, materiales, dirección de obra, supervisión e imprevistos.		13000	13000
<b>TOTAL</b>	<b>3500</b>	<b>13000</b>	<b>16500</b>

## **5.8.- Análisis financiero del proyecto**

### ***5.8.1.- Ingresos asociados al proyecto para clausura agro silvopastoril***

Los ingresos más importantes recaudados con este proyecto incluyen:

- Venta de carne fresca y charque de llama
- Venta de lana de llama
- Venta de quinua

#### **5.8.1.1.- Ingresos por venta de carne de llama**

Según los datos se tiene que la cerca eléctrica tendrá una extensión de 60 Has, de las cuales 12 estarán dedicadas al cultivo de quinua. Por otra parte se tiene que la crianza de llamas implica mayor ganancia que la crianza de ovejas, por lo tanto se detallan los ingresos generados por la crianza de llamas solamente.

Otros datos adicionales para el cálculo de los ingresos son que la población de San Antonio de López está compuesta aproximadamente de 70 familias, y se establece que cada familia dispondría de 4 llamas para ingresarlas en la clausura comunitaria, y por lo tanto se tendrán dentro el cerco 280 llamas anualmente.

Asumiendo que el promedio de carne obtenida de una llama de tamaño mediano (92 kg aprox.) es de 40 kg/llama y que de los 40 kilos de carne un 50% es carne de primera calidad y el restante 50% es carne de segunda calidad; además teniendo los precios de venta de la carne fresca (de primera 12 Bs/kg y de segunda 10Bs/kg) y en charque (de primera 120 Bs/kg y de segunda 60 Bs/kg) se calcularon los siguientes ingresos tanto por venta de carne fresca (1ra. y 2da.) y en charque (1ra. y 2da.).

### Ingreso anual por venta de carne de llama

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total anual Bs	Total anual \$US
<b>Charque</b>														
Venta de charque 1ra.	1469	2203	2203	2938	2938	3672	4406	3672	3672	2938	2938	2938	35986	4465
Venta de charque 2da.	1714	2570	2570	3427	3427	4284	5141	4284	4284	3427	3427	3427	41983	5209
<b>Venta total de charque</b>	<b>3182</b>	<b>4774</b>	<b>4774</b>	<b>6365</b>	<b>6365</b>	<b>7956</b>	<b>9547</b>	<b>7956</b>	<b>7956</b>	<b>6365</b>	<b>6365</b>	<b>6365</b>	<b>77969</b>	<b>9674</b>
<b>Carne fresca</b>														
Venta carne fresca 1ra.	86	130	130	173	173	216	259	216	216	173	173	173	2117	263
Venta carne fresca 2da.	168	252	252	336	336	420	504	420	420	336	336	336	4116	511
<b>Venta total de carne fresca (Bs)</b>	<b>254</b>	<b>382</b>	<b>382</b>	<b>509</b>	<b>509</b>	<b>636</b>	<b>763</b>	<b>636</b>	<b>636</b>	<b>509</b>	<b>509</b>	<b>509</b>	<b>6233</b>	<b>774</b>
<b>INGRESO TOTAL</b>													<b>84202</b>	<b>10448</b>

El ingreso total por venta de carne de llama para un año es de 84202 Bs equivalentes a 10448 \$US.

### 5.8.1.2.- Ingresos por venta de Lana de llama

Considerando que se tendrían anualmente 280 llamas dentro el cerco y asumiendo que la cantidad de lana que sale de una llama esquilada es aproximadamente 2 kg, se tendrían 560 kg de lana de llama al año. De la cantidad total, normalmente se tendría un 30% de lana de primera calidad y el restante 70% serían de segunda calidad.

#### Ingreso anual por venta de lana de llama

	<b>Año 2007 (Bs.)</b>	<b>Año 2007 (\$US)</b>
Venta de lana de 1ra. (168 kg)	2016	250
Venta de lana de 2da. (392 kg)	3920	486
<b>Venta total anual de lana</b>	<b>5936</b>	<b>736</b>

### 5.8.1.3.- Venta de Quinua

El área dedicada al cultivo de quinua dentro la clausura será de 12 Has y se asume que el rendimiento por hectárea de quinua cultivada es de 11 quintales<sup>14</sup>. De la producción total un 50% sería de quinua de primera calidad y el restante 50% sería quinua de segunda calidad. La cantidad promedio anual de producción de quinua sería de 132 quintales.

El precio de venta de la quinua real sin desaponificar en los mercados próximos a San Antonio es de 220 Bs/qq el de primera calidad y 180 Bs el de segunda. Para cultivar una hectárea de quinua se requieren de 12 a 13 kg de semilla de quinua (0.3 qq.) cuyo precio alcanza los 120 Bs/qq.

Con los datos mencionados anteriormente se obtuvieron los siguientes ingresos anuales por venta de quinua.

#### Ingreso anual por venta de quinua

	<b>Año 2007 (Bs.)</b>	<b>Año 2007 (\$US)</b>
Venta de quinua de 1ra.(Bs.)	14520	1801
Venta de quinua de 2da.(Bs)	11880	1474
<b>Venta total anual de quinua (Bs)</b>	<b>26400</b>	<b>3275</b>

<sup>14</sup> La unidad de medida en Bolivia para la venta de quinua es el quintal (qq) equivalente a 46 kg.

### 5.8.2.- Costos asociados al proyecto para clausura agro silvopastoril

Los costos de producción están referidos a mano de obra directa, insumos para el faenado, semilla de quinua y mantenimiento de la clausura (cerco eléctrico).

#### Costo de producción

Costos de producción	Costo (Bs/mes)	Costo (Bs/año)	Costo (\$US/año)
Mano de obra	200	2400	298
Insumos(sal, cuchillos, otros)	500	500	62
Semilla de quinua (4 qq.)	1440	1440	179
Mantenimiento de la clausura	80	960	119
<b>TOTAL COSTO (Bs)</b>		<b>5300</b>	<b>658</b>

#### 5.8.2.1.- Depreciación

La depreciación se calcula tomando en cuenta el sistema fotovoltaico, electrificador, alambres conductores, postes y aisladores, y caseta para el electrificador. El tiempo de vida útil de estos componentes se asume ocho años, ya que el centro de costos mayor es el del alambrado o cerco eléctrico y con un buen mantenimiento podría tener mayor tiempo de vida útil. Para fines del análisis financiero, la depreciación anual calculada es de 1438 \$US.

### 5.8.3.- Estado de Resultados

El estado de pérdidas y ganancias para el proyecto de clausura agro silvopastoril está calculado en base a los ingresos por ventas de carne (fresca y charque), venta de lana de llama y de quinua. Se toma en cuenta el impuesto al valor agregado IVA, los costos de producción, la depreciación y también el impuesto a las utilidades que se calcula sobre las utilidades brutas.

El estado de resultados que se muestra en el cuadro siguiente considera el análisis para 10 años de duración del proyecto.

#### Estado de resultados (\$US)

Años	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Ingresos por ventas	14459	14603	14749	14897	15046	15196	15348	15502	15657	15813
(-)IVA (13%)	1880	1898	1917	1937	1956	1976	1995	2015	2035	2056
<b>INGRESO NETO</b>	12579	12705	12832	12960	13090	13221	13353	13487	13621	13758
(-)Costo de Producción	658	664	671	677	684	691	698	705	712	719
(-)Depreciación	1438	1438	1438	1438	1438	1438	1438	1438	1438	1438
Utilidad Bruta	10484	10603	10724	10845	10968	11092	11217	11344	11472	11601
(-)IU (25%)	2621	2651	2681	2711	2742	2773	2804	2836	2868	2900
<b>UTILIDAD NETA</b>	7863	7952	8043	8134	8226	8319	8413	8508	8604	8701

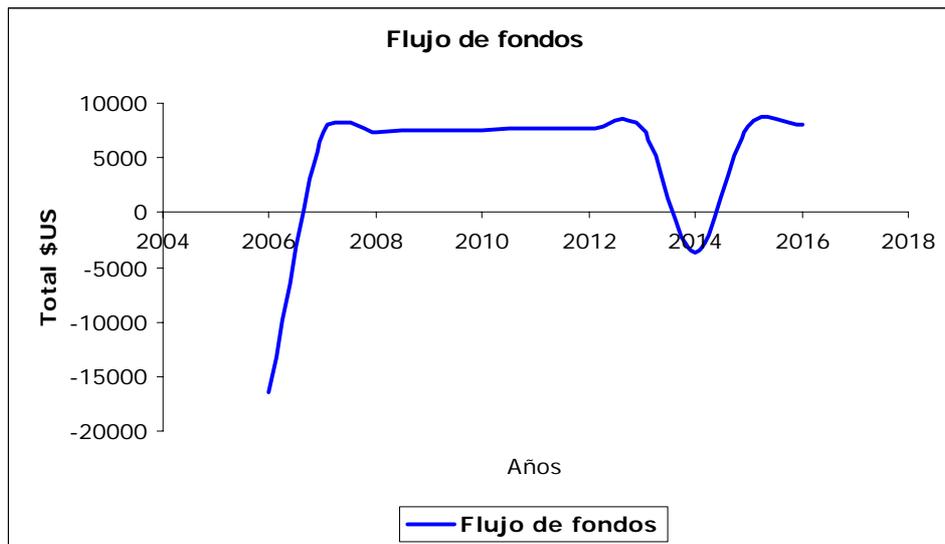


**5.8.4.- Flujo de Fondos**

El flujo de fondos para el proyecto de clausura, denota que el proyecto es rentable. La disponibilidad neta de dinero en efectivo podrá cubrir todos los costos y también el pago del préstamo. Se asume que para el pago del préstamo se destinaría un 25% de las utilidades netas. Sin embargo, al tener utilidades netas importantes, el pago de la deuda podría ser posible el tercer año de operación del proyecto. Los detalles se muestran en el siguiente cuadro.

**Flujo de fondos (\$US)**

<b>Años</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
Utilidad neta		7863	7952	8043	8134	8226	8319	8413	8508	8604	8701
(-)Inversión	16500								11500		
(+)Depreciación		1438	1438	1438	1438	1438	1438	1438	1438	1438	1438
(-)Pago de préstamo 25%		1966	1988	2011	2033	2057	2080	2103	2127	2151	2175
Flujo de fondos	-16500	7335	7402	7470	7538	7607	7677	7747	-3681	7890	7963



### 5.9.- Cronograma

Para la ejecución del proyecto se prevé un tiempo máximo de cinco meses, según el detalle que se muestra en el siguiente cuadro.

ACTIVIDADES	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5
Firma de convenios					
Definición de la comunidad para subdividir parcelas					
Replanteo del terreno					
Elaboración de especificaciones					
Adquisición de equipos y materiales					
Construcción de caseta para el electrificador					
Construcción de cerco eléctrico					
Puesta en marcha y capacitación					
Seguimiento y monitoreo					

## ANEXO G: Características de las clausuras agro silvopastoriles

### PASTOREO ROTATIVO

El pasto es el recurso más barato que poseen los productores ganaderos de nuestro país para alimentar su ganado; pero debieron ingeniárselas para que el pasto disponible no se agote. Hasta hace unos años el método utilizado era el "pastoreo continuo". Esto, significa la permanencia continua de los animales en la pastura, lo que lleva en poco tiempo, al sobrepastoreo y por lo tanto a la destrucción de la misma. Es casi inviable en este sistema, regular o mantener una carga animal óptima, así, el potencial productivo de la pastura se ve perjudicado.

**EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD:** Realizar este tipo de pastoreo significa, sobre un lote subdividido (de formas alternativas) rotar la hacienda tratando de no castigar la productividad de la pradera ni la ganancia diaria en kilos de los animales. Comer racional pero intensamente la pastura de una determinada manera, y luego cumplir con el período de descanso preestablecido de la misma.

**TIPO DE PASTOREO ROTATIVO:** Podemos establecer que si se aumenta el número de parcelas dentro de un potrero será mejor, pues admitirá un número breve de pastoreo con una alta carga ganadera por unidad de superficie y período de descanso más prolongado. Esto último se puede explicar más fácilmente diciendo que si partimos de la primera parcela (en un lote muy subdividido) para volver a ella tardaremos mucho más, y por lo tanto va a tener **más tiempo** para recuperarse y rebrotar adecuadamente. La correcta planificación de este sistema requiere un conocimiento profundo de los suelos, especie componente de la pastura, el forraje ofrecido, la carga animal instantánea y la relación entre el largo y el ancho de la parcela. Un potrero rectangular puede dividirse en parcelas menores. N°1 (A - B).

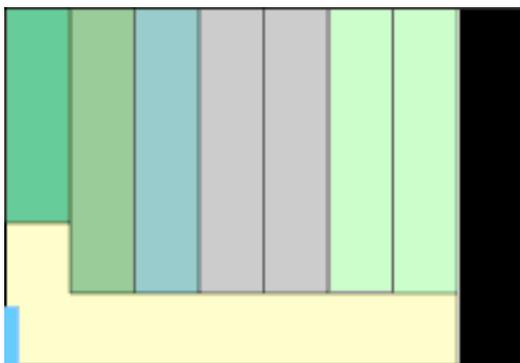


Fig. División del potrero A

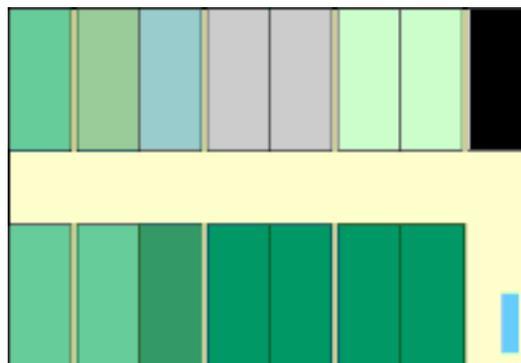


Fig. División del potrero B

Debe tenerse en cuenta que una mala relación largo-ancho puede provocar situaciones de sobrepastoreo. El "**tiempo de pastoreo**" por parcela debe ser suficientemente corto para que el animal no alcance a consumir la base los rebrotes de las especies y para que siempre coma pasto limpio y fresco. Un día más de permanencia resentiría el rebrote de pastura, debido a que los animales comen muy bajo y también bajaría la ganancia diaria de los mismos en pastoreo.

En nuestra región se habla normalmente de la "ley del puño", en la cual se deben echar los animales a la parcela cuando la altura y el rebrote es mayor a la altura de dos puños, y se deben retirar cuando ésta llegue a la altura de un puño.

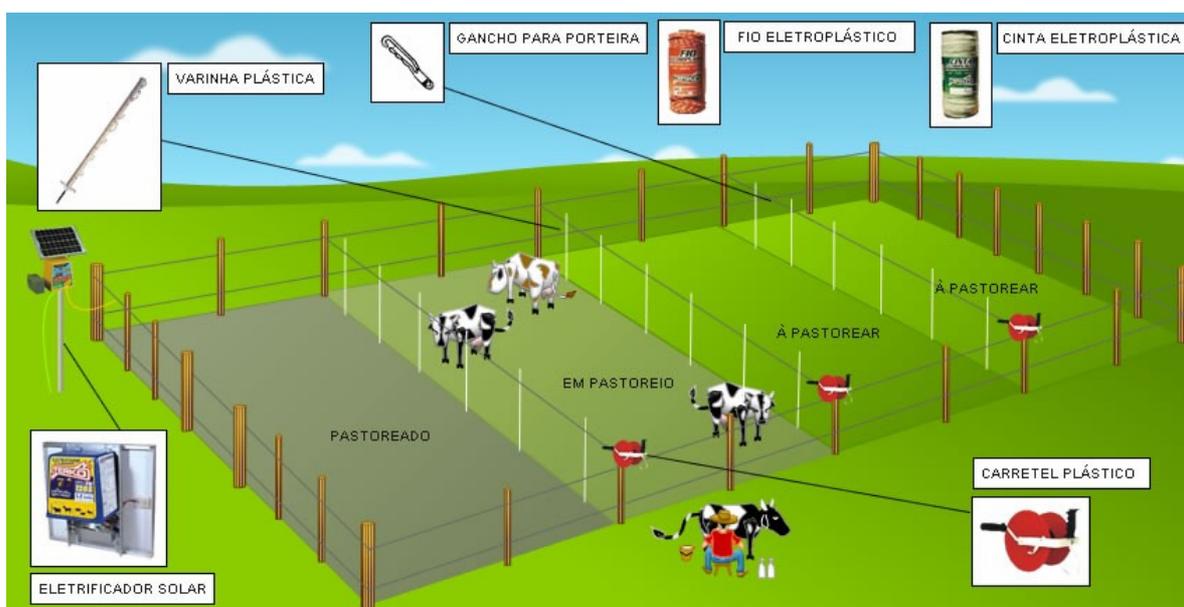
Cuando la producción de pasto excede la demanda de los animales podemos seguir dos caminos: uno sería cortar y realizar reservas forrajeras; otro (seguramente el más importante) sería utilizar **subdivisiones** dentro de las anteriormente realizadas. En este momento es donde se vislumbran los beneficios del uso de la **cerca móvil eléctrica (carretel, hilo electroplástico, varillas, aisladores, y demás accesorios) que permiten flexibilizar la superficie a pastorear manteniendo la carga óptima**. El período de descanso de la pastura debe ser suficiente para que se restablezcan las reservas de las especies integrantes de la misma y la parcela quede en condiciones de ser pastoreada nuevamente. Un descanso excesivo afecta la calidad del pasto.

El callejón ya existente en el diseño inicial cumple varias funciones:

*-Circulación ordenada de los animales.*

*-El período de rumia debe cumplirse sobre él.*

*-Si las heladas son frecuentes como ocurre en la región altiplánica, mientras esto suceda los animales deben permanecer en él, evitando así el pastoreo y la destrucción de las especies componentes de la pradera.*



**Fig. Clausura con cerco eléctrico**

La clausura se energiza con un sistema de electrificador fotovoltaico. La potencia de un electrificador se mide en “Joules”, ésta es una medida usada comercialmente como una forma simplificada de informar la potencia de salida a los usuarios, a este valor de potencia, normalmente se relaciona la extensión de la línea o cerco que un determinado modelo es capaz de energizar. De acuerdo al fabricante, existen varias combinaciones, la siguiente tabla muestra la relación potencia distancia de un determinado fabricante.

***Potencia y distancia apropiada de algunos energizadores***

Potencia en Joules	Longitud de cerco (km)
48	120
37	100
15	60
7	40
3.3	30

Estos valores sólo deben ser tomados como referenciales ya que se refieren a condiciones de instalación perfectas, es decir, baja resistencia de suelo, ubicación del energizador en el centro de la clausura, contacto con suelo y plantas nulo, etc.

Las clausuras tienen superficies extensas, generalmente mayores a 50 Hectáreas y son de manejo comunal o empresarial.

En Bolivia se tienen cercos eléctricos instalados en zonas de altiplano, valles y llanos, con manejo de ganado ovino, camélidos y vacuno.

Los costos de la instalación fotovoltaica y electrificador son considerados fijos en base a una cierta potencia instalada y los costos variables son los referidos a los alambres conductores, aterramiento, postes de sujeción, aisladores y mano de obra.

**PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.-** Un energizador o electrificador de alambres consta de tres tipos de conexiones o terminales:

- a) Conexión a la fuente de alimentación (12 volt/batería).
- b) Conexión al alambre para electrificarlo (VIVO)
- c) Conexión a tierra (TIERRA), Alimentado por cualquiera de las fuentes mencionadas un equipo envía al alambre o cerco un pulso de alto voltaje, gran energía y corta duración, en intervalos regulares de aproximadamente un segundo.

Cuando este alambre es tocado por un animal o por cualquier otro conductor, se produce un paso de corriente a través del mismo, que ingresa a tierra y por ella se dirige al sistema de tierra del equipo, cerrando el circuito y produciendo lo que vulgarmente denominamos “patada”.

Cuando pastos u otros objetos tocan permanentemente el cerco, hay un paso constante de energía a tierra, denominado “pérdidas”, que según su cantidad provocan una disminución en la “patada” y eventualmente pueden llegar a anularla. Estas pérdidas de corriente por descargas o cortocircuitos no influyen ni alteran el consumo de los electrificadores de Alto Poder.

Por ser una **barrera mental**, es de singular importancia mantener una “patada” efectiva a lo largo de toda la línea, de tal manera que el animal memorice el dolor que produce la descarga. Cuanto mayor sea la energía de este pulso eléctrico, mayor será el recuerdo que tendrá el animal y consecuentemente mejor el control que tendremos sobre los mismos.

Las cercas eléctricas tienen dimensiones distintas para cada animal. Pero básicamente tienen el siguiente diseño:

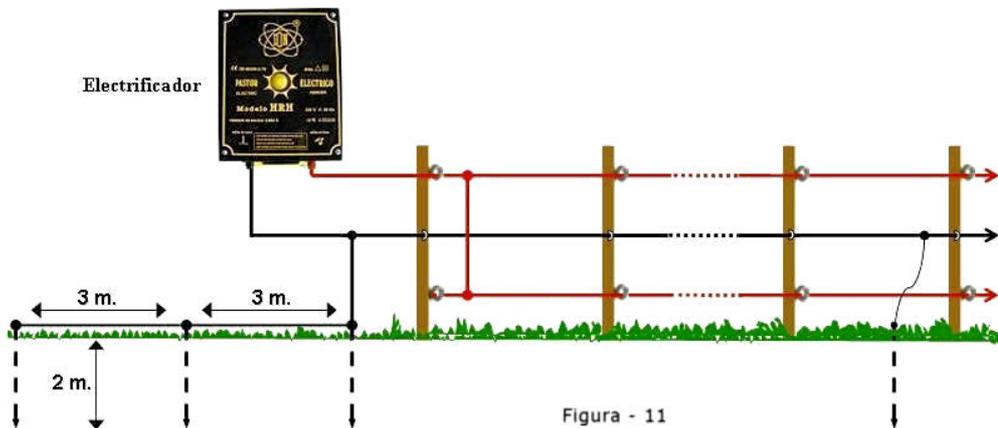


Figura - 11

La cerca de la figura proporciona óptimos resultados, especialmente en terrenos poco húmedos donde hay que asegurar una buena conductividad de tierra. La altura y cantidad de alambres de la cerca depende del tipo de animales para la que vamos a emplearla, para ganado vacuno adulto, en terrenos húmedos, es suficiente un hilo y una sola pica de tierra.

Las tomas de tierra deben colocarse en terreno húmedo y si no hay humedad deben regarse, aunque no demasiado ya que el agua lava las sales conductoras del suelo.

El sistema de conexión a tierra asegura el retorno del impulso que pasa por el cuerpo del animal en caso de contacto. **La pica para toma de tierra que se suministra con el electrificador** es de fácil transporte y sirve, además, de soporte del aparato, en algunos casos, para instalaciones en terrenos húmedos y cortas distancias; si no se dan estas condiciones, deberá construirse una toma de tierra con una o varias piquetas enterradas un mínimo de un metro y unidas entre sí.

### ***Ventajas de la implantación de un cerco eléctrico para la cría de ganado y producción agrícola.***

- ✚ Costo inferior al de las cercas convencionales.
- ✚ Fácil construcción, se puede usar materiales ligeros. Requiere poca mano de obra y no es necesario que sea especializada.
- ✚ Larga duración, pues los animales no la fuerzan. Mantenimiento fácil y económico.
- ✚ Controla tanto animales domésticos como salvajes.
- ✚ Protección de cultivos contra los camélidos externos a la clausura, asnos, liebres, etc.
- ✚ Construcción de corrales móviles.
- ✚ Optimiza el pastoreo, la rotación de pastos y la producción agrícola.
- ✚ Facilita el montaje de subdivisiones adicionales incrementando la producción.
- ✚ Sencilla de modificar o desmontar.
- ✚ La cerca eléctrica actúa como una barrera psicológica y no requiere de púas en el alambre ni grandes obras para ser efectiva.
- ✚ Si los animales son obligados a cruzar a través de la cerca por causa del fuego, inundación, etc. su piel no será dañada.
- ✚ Las cercas eléctricas son de estética agradable, el impacto ambiental es mínimo.
- ✚ Las cercas eléctricas impiden la entrada de depredadores o intrusos. Protegen cultivos y haciendas.
- ✚ Permite el montaje con postes provisionales en minutos.
- ✚ Fácil instalación en terrenos accidentados.
- ✚ Los animales permanecen tranquilos y no intentan buscar la posibilidad de salir, aprovechando mejor el pasto y evitando accidentarse.
- ✚ Todas las cercas son propensas a descargas atmosféricas, como en las eléctricas los animales se mantienen a distancia, no corren peligro.